



PAULO CÉSAR MORAIS

**ESTUDO DE CASO SOBRE COSMÉTICOS: UMA ANÁLISE
DOS DOMÍNIOS CTSA PLANEJADOS E MOBILIZADOS**

**LAVRAS – MG
2026**

PAULO CÉSAR MORAIS

**ESTUDO DE CASO SOBRE COSMÉTICOS: UMA ANÁLISE DOS DOMÍNIOS CTSA
PLANEJADOS E MOBILIZADOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, para a obtenção do título de Mestre.

Prof.^a: Dra. Marianna Meirelles Junqueira
Orientadora

Prof.: Dr. Paulo Ricardo da Silva
Coorientador

**LAVRAS – MG
2026**

**Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração
de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com
dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Morais, Paulo César.

Estudo de caso sobre cosméticos : uma análise dos domínios CTSA planejados e mobilizados / Paulo César Moraes. - 2026.
181 p. : il.

Orientadora: Marianna Meirelles Junqueira
Coorientador: Paulo Ricardo da Silva

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal de Lavras, 2026.
Bibliografia.

1. Ensino de química. 2. Educação básica. 3. Contextualização. 4. Funções orgânicas. 5. Metodologia de ensino. I. Junqueira, Marianna Meirelles. II. Silva, Paulo Ricardo da. III. Universidade Federal de Lavras. IV. Título.

PAULO CÉSAR MORAIS

**ESTUDO DE CASO SOBRE COSMÉTICOS: UMA ANÁLISE DOS DOMÍNIOS
CTSA PLANEJADOS E MOBILIZADOS**

**CASE STUDY ON COSMETICS: AN ANALYSIS OF THE PLANNED AND
MOBILIZED STSE DOMAINS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 27 de março de 2026

Dr. Paulo Ricardo da Silva	UFLA
Dra. Lilian Patrícia Lima	UFLA
Dr. Maurícus Selvero Pazinato	UFRGS
Dra. Marianna Meirelles Junqueira	UFLA

Profa. Dra. Marianna Meirelles Junqueira
Orientadora

Prof. Dr. Paulo Ricardo da Silva
Coorientador

**LAVRAS – MG
2026**

*A Deus, por me conceder força, sabedoria e perseverança ao longo desta caminhada.
Minha fé sempre me sustentou e me deu forças para enfrentar todo o processo.
Aos meus pais, Eneida e Antônio, pelo amor incondicional, pelo apoio constante e por
sempre acreditarem em meus sonhos, tornando possível cada passo até aqui.
À minha orientadora, Marianna, e ao meu coorientador, Paulo Ricardo, pela
generosidade intelectual, pela confiança, pelas orientações cuidadosas e pelo incentivo, que
foram fundamentais para a realização desta pesquisa. Vocês foram meu porto seguro para
concretizar esta conquista.
Aos meus amigos de turma, Marcos e Jackson, pela parceria, pelas trocas de
experiências, pelo apoio nos momentos desafiadores e pelas alegrias compartilhadas ao
longo desse percurso.
Aos meus amigos e familiares, pela compreensão, pelo carinho e por estarem
presentes mesmo nas ausências necessárias.
E a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta
pesquisa, meu sincero agradecimento.
Dedico*

AGRADECIMENTOS

A concretização desta dissertação é resultado de um percurso construído com o apoio, o incentivo e a colaboração de muitas pessoas e instituições. Agradeço a Deus por ter sido minha fonte de força e equilíbrio ao longo desta jornada, renovando minha esperança nos momentos mais desafiadores e permitindo que eu chegasse até aqui.

Aos meus pais, pelo exemplo, pelo amor e pelo apoio incondicional em todas as etapas da minha formação. Vocês são a base de todas as minhas conquistas. Aos meus amigos e familiares, pela compreensão diante das ausências, pelo incentivo constante e pela confiança depositada em mim.

À equipe da Escola Estadual Senhora de Fátima, pelo acolhimento, pela parceria e pelo suporte durante todo o desenvolvimento da pesquisa. A disponibilidade e a colaboração de vocês foram fundamentais para que este trabalho se concretizasse.

Agradeço à Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática pelo suporte acadêmico e pelas oportunidades de formação que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos meus orientadores, Marianna e Paulo Ricardo, pela condução segura, pelas contribuições acadêmicas rigorosas, pela escuta atenta e pela dedicação ao longo de todo o processo. A orientação de vocês foi essencial para o amadurecimento desta pesquisa e para a minha formação como pesquisador.

À Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, pelo Programa Trilhas de Futuro Educadores, pelo apoio e pela oportunidade de aperfeiçoamento profissional. Sem dúvida, essa formação representa um diferencial significativo em minha trajetória e contribuirá de maneira decisiva para a minha atuação docente.

Registro, por fim, minha gratidão a todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte deste percurso e contribuíram para a realização deste estudo.

RESUMO

Apesar de as diretrizes curriculares recomendarem uma abordagem contextualizada, o ensino de Química frequentemente se limita à transmissão de conceitos desarticulados da realidade dos estudantes, o que gera dificuldades de aprendizagem. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo geral é investigar de que forma a metodologia de Estudo de Caso contribui para a mobilização dos domínios Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) por estudantes na resolução de um problema contextualizado relacionado a cosméticos. Adotou-se uma abordagem qualitativa, desenvolvida por meio da implementação de uma Sequência de Aulas estruturada com base na metodologia de Estudo de Caso e fundamentada na abordagem CTSA. A pesquisa foi realizada em uma escola pública estadual do Centro-Oeste de Minas Gerais, com a participação de 15 estudantes. A produção de dados envolveu questionário prévio, laudos periciais elaborados pelos estudantes, registros das apresentações orais e planejamento das aulas, analisados à luz da Análise de Conteúdo, com categorias definidas *a priori* a partir dos domínios CTSA. Os resultados indicaram que, ao discutirem a temática dos cosméticos, os estudantes mobilizaram os domínios CTSA de forma integrada, com predominância do domínio Sociedade. Contudo, ao abordarem especificamente as funções orgânicas, evidenciaram dificuldades conceituais, especialmente na compreensão do termo “orgânico”, frequentemente associado a concepções do senso comum relacionadas ao meio ambiente. Observou-se que a metodologia de Estudo de Caso favoreceu a articulação entre os domínios e estimulou a reflexão crítica diante de questões sociocientíficas. A pesquisa foi desenvolvida a partir do Produto Educacional intitulado “*Cosméticos e Ensino de Química: uma abordagem CTSA para a revisão das funções orgânicas*”, caracterizado como uma Sequência de Aulas estruturada a partir de um Caso, elaborado em torno de uma narrativa que apresenta a história de uma jovem que, após procedimentos em um salão de beleza, sofre uma reação adversa fatal. A partir dessa problemática, os estudantes investigaram a substância responsável pelo óbito. O produto é destinado a estudantes do 3º ano do Ensino Médio e foi aplicado em uma escola pública estadual, podendo ser adaptado a diferentes contextos da Educação Básica. Sua principal contribuição consiste em oferecer aos professores de Química uma proposta didática contextualizada, que articula conteúdos de Química Orgânica a problemáticas sociocientíficas contemporâneas, promovendo a integração dos domínios CTSA e a formação de estudantes mais críticos, participativos e conscientes de seu papel social.

Palavras-chave: ensino de química; educação básica; Funções orgânicas; contextualização; metodologia de ensino.

ABSTRACT

Although curriculum guidelines recommend a contextualized approach, the teaching of Chemistry is often limited to the transmission of concepts that are disconnected from students' reality, which leads to learning difficulties. In this context, the general objective of this study was to investigate how the Case Study methodology contributes to the mobilization of the domains of Science, Technology, Society, and Environment (STSE) by students in solving a contextualized problem related to cosmetics. A qualitative approach was adopted, developed through the implementation of a Teaching Sequence structured based on the Case Study methodology and grounded in the STSE approach. The research was conducted in a public state school in the Midwest region of Minas Gerais, with the participation of 15 students. Data production involved a prior questionnaire, expert reports prepared by the students, records of oral presentations, and lesson planning, which were analyzed in light of Content Analysis, with categories defined a priori based on the STSE domains. The results indicated that, when discussing the theme of cosmetics, students mobilized the STSE domains in an integrated manner, with a predominance of the Society domain. However, when specifically addressing organic functions, they showed conceptual difficulties, especially in understanding the term "organic," which was often associated with common-sense conceptions related to the environment. It was observed that the Case Study methodology favored the articulation among the domains and stimulated critical reflection on socioscientific issues. The research was developed based on the Educational Product entitled "*Cosmetics and Chemistry Teaching: an STSE approach to the review of organic functions*," characterized as a Teaching Sequence structured around a Case, developed from a narrative presenting the story of a young woman who, after procedures in a beauty salon, suffers a fatal adverse reaction. Based on this problem, students investigated the substance responsible for the death. The product is intended for 3rd-year high school students and was implemented in a public state school, and it can be adapted to different contexts of Basic Education. Its main contribution lies in offering Chemistry teachers a contextualized teaching proposal that articulates Organic Chemistry content with contemporary socioscientific issues, promoting the integration of STSE domains and the development of more critical, participative students who are aware of their social role.

Keywords: chemistry teaching; basic education; organic functional groups; contextualization; teaching methodology.

INDICADORES DE IMPACTO

A pesquisa, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Federal de Lavras (UFLA), consistiu na implementação de uma sequência de aulas fundamentada na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), articulada à metodologia de Estudo de Caso e ao tema dos cosméticos no ensino de Química. O estudo foi realizado em uma escola pública estadual do Centro-Oeste de Minas Gerais, com a participação de 15 estudantes do 3º ano do Ensino Médio, do professor pesquisador e da equipe escolar, resultando também na elaboração de um produto educacional com potencial de aplicação em outros contextos da Educação Básica. Os impactos sociais e educacionais foram diretos para o grupo participante, ao favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico, da argumentação e da tomada de decisões frente a questões sociocientíficas relacionadas ao uso de cosméticos, saúde, consumo e meio ambiente. A proposta contribuiu para a alfabetização científica e tecnológica, ao integrar conteúdos de Química Orgânica a problemáticas contemporâneas, fortalecendo a formação cidadã e a participação ativa dos estudantes. No campo pedagógico, destaca-se o produto educacional “Cosméticos e Ensino de Química: uma abordagem CTSA para a revisão das funções orgânicas”, estruturado a partir de um Estudo de Caso. O material impacta diretamente a escola em que foi aplicado e apresenta potencial de replicação e adaptação por professores de Química, ampliando seu alcance e contribuindo para a inovação metodológica no ensino de Ciências. A pesquisa possui caráter extensionista, ao envolver parceria com a escola pública e propor material didático passível de disseminação. Dialoga com as áreas de Educação, Meio Ambiente, Saúde e Tecnologia e Produção, alinhando-se aos ODS 4, 3 e 12, ao promover educação científica crítica, contextualizada e socialmente relevante.

IMPACT INDICATORS

The research, developed within the Graduate Program in Science Education and Mathematics Education at the Federal University of Lavras (UFLA), consisted of implementing a sequence of lessons grounded in the Science, Technology, Society and Environment (STSE) approach, articulated with the Case Study methodology and the theme of cosmetics in Chemistry teaching. The study was conducted in a public state school in the Midwest region of Minas Gerais, with the participation of 15 third-year high school students, the teacher-researcher, and the school staff, also resulting in the development of an educational product with potential application in other Basic Education contexts. The social and educational impacts were direct for the participating group, as the proposal fostered the development of critical thinking, argumentation, and decision-making skills regarding socioscientific issues related to the use of cosmetics, health, consumption, and the environment. The initiative contributed to students' scientific and technological literacy by integrating Organic Chemistry content with contemporary issues, thereby strengthening citizenship education and active classroom participation. In the pedagogical field, the educational product entitled "Cosmetics and Chemistry Teaching: an STSE approach to reviewing organic functions," structured around a Case Study, stands out. The material directly impacts the school where it was implemented and has potential for replication and adaptation by Chemistry teachers in different educational institutions, expanding its reach and contributing to methodological innovation in Science teaching. The research has an extension-oriented character, as it involved partnership with a public school and proposed teaching material suitable for dissemination. It engages with the thematic areas of Education, Environment, Health, and Technology and Production, aligning with SDGs 4, 3, and 12 by promoting critical, contextualized, and socially relevant science education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Modelo normativo do processo de tomada de decisão por Kortland (1996)	39
Figura 02	Categorização das respostas dos estudantes à questão 03: Explique a palavra que você considera a mais importante sobre os cosméticos	57
Figura 03	Categorização das palavras citadas na questão 02: Cite três palavras que vem em sua mente, quando você pensa em cosméticos	62
Figura 04	Respostas dos estudantes na questão 3: Explique a palavra que você considera a mais importante sobre os cosméticos	64
Figura 05	Respostas dos estudantes na questão 4(a): Pensando nos cosméticos, de modo geral: a) Eles podem trazer benefícios à saúde humana? Por quê? ..	68
Figura 06	Respostas dos estudantes na questão 4(b): Pensando nos cosméticos, de modo geral: b) Eles podem trazer malefícios à saúde humana? Por quê? ..	69
Figura 07	Respostas dos estudantes na questão 05: Você considera que os cosméticos evoluíram ao longo do tempo, comparando com as épocas dos seus pais e avós? A) Se sim, cite exemplos dessas mudanças	72
Figura 08	Respostas dos estudantes na questão 06: Os cosméticos podem causar algum dano ao meio ambiente? Explique	75
Figura 09	Categorização das palavras citadas na questão 07: Cite três palavras que vem em sua mente, quando você pensa em funções orgânicas	79
Figura 10	Respostas dos estudantes na questão 08: Explique a palavra que você considera a mais importante sobre as funções orgânicas	82
Figura 11	Respostas dos estudantes na questão 09: Você acredita que os compostos orgânicos estão presentes nos cosméticos? a) Se sim, cite alguns exemplos	85
Figura 12	Domínios CTSA esperados e mobilizados pelos estudantes na questão 02	88
Figura 13	Domínios CTSA esperados e mobilizados pelos estudantes na questão 07	89
Figura 14	Domínios CTSA esperados e mobilizados pelos estudantes na aula 01, para as questões 3, 4, 5, 6, 8 e 9	91
Figura 15	Categorização dos domínios CTSA esperados através do Caso	97
Figura 16	Aproximações e distanciamentos entre EC x CTSA no Caso “O enigma da beleza fatal”	99
Figura 17	Identificação da personagem e os quesitos iniciais do laudo pericial	103

Figura 18	Respostas dos grupos de estudantes na questão 1: Qual foi a causa específica da morte de Ana Clara? Explique	105
Figura 19	Respostas dos grupos de estudantes na questão 2: Qual é a substância química envolvida? Desenhe sua estrutura e identifique a função orgânica correspondente e suas propriedades	110
Figura 20	Respostas dos grupos de estudantes na questão 3: Ana Clara veio a óbito ao ser exposta a essa substância. No entanto, vocês acreditam que outras pessoas poderiam apenas apresentar uma reação adversa ao entrar em contato com ela? Justifiquem sua resposta	117
Figura 21	Respostas dos grupos de estudantes na questão 4: A substância mencionada na questão anterior causa danos ao meio ambiente se descartada? Quais seriam esses danos?	121
Figura 22	Respostas dos grupos de estudantes na questão 05: Qual é a forma correta de descartar a substância ou o produto de maneira segura?	125
Figura 23	Respostas dos grupos de estudantes na questão 06: Quais pessoas ou órgãos devem ser responsabilizados pela morte de Ana Clara?	128
Figura 24	Respostas dos grupos de estudantes na questão 07: Se vocês frequentassem um salão de beleza e identificassem que a mesma substância química responsável pela morte de Ana Clara estivesse sendo utilizada, qual atitude vocês tomariam?	132
Figura 25	Respostas dos grupos de estudantes na questão 08: Com os avanços tecnológicos na indústria de cosméticos, há produtos seguros e regulamentados que podem ser utilizados nos mesmos procedimentos realizados por Ana Clara? Cite algum produto	135

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Sequência de aulas desenvolvida na pesquisa	50
Quadro 02	Categorias de Análise das Atividades Subsequentes	54
Quadro 03	Respostas dos estudantes na questão 4 e sua categorização	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIHPEC	Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos
ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CA	Concepções Alternativas
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
EA	Educação Ambiental
EC	Estudo de Caso
NSTA	National Science Teaching Association
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PPGECM	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática
SA	Sequência de Aulas
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

	APRESENTAÇÃO	16
1	INTRODUÇÃO	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1	Contextualização e a abordagem CTSA no Ensino de Química/Ciências	22
2.2	Movimento CTSA no ensino de química	26
2.3	Estudo de Caso no ensino de química	36
2.4	O uso do tema cosméticos no ensino das funções orgânicas	43
3	METODOLOGIA	48
3.1	Planejamento e contexto de aplicação da Sequência de Aulas	48
3.2	Construção e análise dos dados	52
3.3	Análise dos dados da aula 1	53
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	58
4.1	Análise do questionário prévio	58
4.1.1	Questão 01	58
4.1.2	Questão 02	59
4.1.3	Questão 03	63
4.1.4	Questão 04	67
4.1.5	Questão 05	71
4.1.6	Questão 06	74
4.1.7	Questão 07	77
4.1.8	Questão 08	82
4.1.9	Questão 09	84
4.1.10	Síntese da análise: Domínios CTSA esperados e mobilizados pelos estudantes antes de participarem da SA	87
4.3	Análise do Caso: articulações entre a abordagem CTSA e as características de um bom caso	93
4.4	Análises e discussões dos laudos periciais	101
4.4.1	Quesitos introdutórios	102
4.4.2	Questão 1	104
4.4.3	Questão 2	109
4.4.4	Questão 3	116

4.4.5	Questão 4	120
4.4.6	Questão 5	124
4.4.7	Questão 6	127
4.4.8	Questão 7	131
4.4.9	Questão 8	134
4.5	Síntese das análises dos laudos periciais	138
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	142
	REFERÊNCIAS	145
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PRÉVIO	156
	APÊNDICE B – CASO	158
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES SOBRE O CASO	160
	APÊNDICE D – LAUDO PERICIAL	163
	APÊNDICE E – ATIVIDADE UTILIZADA NO JOGO KAHOOT®	169
	APÊNDICE F – ROTEIRO PARA OS ESTUDANTES DA AULA PRÁTICA	172

APRESENTAÇÃO

A química sempre teve forte influência em minha vida, especialmente devido ao fato de que o município onde nasci e cresci era um centro nacional e internacional na produção de fogos de artifício. Sempre tive curiosidade sobre o funcionamento das coisas ao meu redor, e conforme fui me envolvendo em atividades nas indústrias pirotécnicas, meu interesse pela química se intensificou.

Ingressei na graduação em licenciatura e bacharelado em química aos 17 anos, e ao concluir o curso com 21 anos, tive a oportunidade de trabalhar em uma indústria pirotécnica como químico responsável pelo laboratório de análises da matéria-prima. Após a graduação em química, decidi prestar vestibular novamente e embarcar em engenharia química, realizando assim um sonho de atuar em diversas áreas da química. Durante o curso, trabalhei no laboratório de uma indústria sucroalcooleira, e coincidentemente ao concluir a graduação, tornei-me professor efetivo do Estado de Minas Gerais, descobrindo uma nova paixão: o ensino. Atualmente, leciono disciplinas de química e matemática, e também atuo como responsável técnico em uma distribuidora de cosméticos.

Buscar crescimento pessoal e profissional sempre foi minha prioridade, desde a conclusão da graduação em engenharia, busquei fazer cursos de aperfeiçoamento e pós-graduação *lato sensu*. No entanto, um grande objetivo seria realizar uma pós-graduação *stricto sensu* e obter o título de mestre, não só para as oportunidades que isso poderia trazer, mas também pelo conhecimento adicional que adquiriria. No entanto, encontrar um curso que me permitisse estudar e trabalhar simultaneamente foi desafiador, já que muitos exigiam dedicação exclusiva.

Em 2023, por meio da Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais, fiquei sabendo do programa Trilhas do Futuro, que oferecia a possibilidade de cursar um mestrado conciliando com o trabalho. Ao analisar as opções disponíveis, optei imediatamente pelo programa oferecido pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Além de ser uma instituição de renome, com excelentes avaliações no ensino, o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM) despertou meu interesse, pois me permitiria unir duas paixões: a química e à docência, para o desenvolvimento dos trabalhos propostos e da pesquisa que seria realizada.

Após a aprovação no processo seletivo para o mestrado, iniciaram-se discussões e estudos voltados à definição do tema da pesquisa, considerando tanto minhas experiências profissionais na área da cosmetologia — em que atuo na indústria — quanto às reflexões

advindas de práticas desenvolvidas em sala de aula. Nesse contexto, surgiu a proposta de abordar conteúdos de química orgânica utilizando os cosméticos como eixo temático.

1 INTRODUÇÃO

Esta dissertação propõe o desenvolvimento da temática dos cosméticos no ensino de Ciências/Química, fundamentada na abordagem CTSA. A escolha dessa temática justifica-se por sua presença significativa no cotidiano dos estudantes, além da expressiva relevância econômica e social do setor no contexto brasileiro. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC), em 2024 o país consolidou-se como o terceiro maior mercado consumidor mundial, e ainda no ranking global, o quarto mercado que mais lança produtos anualmente. Segundo a definição da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2004), cosméticos são produtos de uso externo, formulados com substâncias naturais ou sintéticas, com a finalidade de limpar, perfumar, alterar a aparência, corrigir odores corporais, proteger ou manter em bom estado as partes aplicadas do corpo.

A proposta do estudo aqui apresentada também dialoga com as críticas apontadas por Yamaguchi e Ferreira (2019), que destacam a dificuldade dos estudantes em relacionar os conteúdos de Química/Ciências com suas experiências concretas, criticando a falta de contextualização e a escassez de práticas experimentais no ensino. Realçamos que o tema dos cosméticos foi articulado com conceitos da química orgânica, especialmente no que se refere às funções orgânicas presentes nas matérias-primas utilizadas em sua fabricação, que podem ser exploradas por meio de suas fórmulas estruturais (Lima Freitas *et al.*, 2016). Além disso, buscou-se integrar os domínios da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), ampliando o olhar sobre o tema e promovendo reflexões que ultrapassem os limites do conteúdo disciplinar, em consonância com uma abordagem contextualizada e investigativa do ensino de Química.

Nesse cenário, evidencia-se a necessidade de propostas didáticas que superem a fragmentação conceitual e promovam a articulação entre conteúdos de Química Orgânica e problemáticas sociocientíficas contemporâneas. Assim, a presente pesquisa não se limita à análise investigativa, mas contribui com um Produto Educacional que responda a essa demanda formativa, oferecendo aos professores da Educação Básica uma sequência estruturada que integre funções orgânicas à abordagem CTSA, a partir de uma temática próxima à realidade dos estudantes.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, a temática dos cosméticos foi abordada sob a abordagem CTSA, em aulas de Química destinadas a estudantes do 3º ano do Ensino Médio. As aulas foram planejadas considerando a metodologia de ensino de Estudo de Caso, que coloca

o aluno em contato com um problema, estimulando ao pensamento crítico e a tomada de decisão (Sá; Queiroz, 2010).

A inserção de um Estudo de Caso (EC) foi pensada na perspectiva de contemplar nas aulas estratégias que instiguem os alunos a serem mais protagonistas. Realçando os processos e práticas de investigação por aproximar os discentes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tornando-os mais participativos (Brasil, 2018). Durante uma investigação, o aluno pode ser estimulado com problemas contextualizados, a fim de provocar a criatividade e curiosidade para encontrar soluções, teóricas ou experimentais, ou a junção das duas.

Nesse sentido, esta pesquisa propõe-se a responder a seguinte questão: Que domínios CTSA são mobilizados por estudantes, do 3º ano do Ensino Médio, ao longo do desenvolvimento de um Estudo de Caso envolvendo o tema cosméticos? Parte-se do pressuposto de que o estudo de funções orgânicas, mediado pela metodologia de ensino de Estudo de Caso e contextualizado com o tema cosméticos, dentro da abordagem CTSA, não apenas amplia o engajamento e o envolvimento dos alunos, tornando o conteúdo mais próximo de sua realidade cotidiana, como também possibilita a mobilização dos diferentes domínios que compõem essa abordagem.

Dessa forma, o objetivo geral do trabalho é investigar de que forma a metodologia de Estudo de Caso contribui para a mobilização dos domínios CTSA por estudantes na resolução de um problema contextualizado relacionado a cosméticos. Para tanto, foi desenvolvida uma sequência de aulas, guiada por um Estudo de Caso sobre cosméticos e envolvendo conceitos de funções orgânicas. Temos como objetivos específicos: i) identificar e analisar quais os domínios CTSA mobilizados pelos estudantes no questionário prévio e no laudo pericial para a resolução do caso; ii) analisar e comparar os domínios CTSA esperados e mobilizados pelos estudantes ao longo do Estudo de Caso, através do laudo pericial e das apresentações orais; iii) identificar os desafios enfrentados pelos estudantes na mobilização dos domínios CTSA ao longo do Estudo de Caso; iv) compreender em que medida o Estudo de Caso favorece a contextualização dos conteúdos químicos, a mobilização dos domínios CTSA e a reflexão crítica frente a questões sociocientíficas contemporâneas.

Paralelamente aos objetivos mencionados, este trabalho também teve como propósito o desenvolvimento de um Produto Educacional. Nesse sentido, buscou-se elaborar uma Sequência de Aulas fundamentada na abordagem CTSA e estruturada a partir da metodologia Estudo de Caso, com potencial de aplicação e adaptação em diferentes contextos do Ensino Médio. Assim, investigação e produção didática se articulam de forma indissociável, de modo que os achados da pesquisa subsidiam o aprimoramento do material proposto.

Diante do exposto, a presente dissertação intitulada “*Estudo de Caso com Cosméticos: uma análise dos domínios CTSA planejados e mobilizados*”. Pesquisa que está vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM), inserindo-se na linha de pesquisa voltada aos Processos de Ensino e Aprendizagem, cuja proposta dialoga com os objetivos do programa ao articular investigação acadêmica e produção de material didático.

Como parte e desdobramento da pesquisa, foi elaborado o Produto Educacional intitulado “*Cosméticos e Ensino de Química: uma abordagem CTSA para a revisão das funções orgânicas*”, caracterizado como uma Sequência de Aulas estruturada a partir de um Estudo de Caso. O material propõe a análise de uma problemática envolvendo uma reação adversa a cosméticos, convidando os estudantes a investigarem a substância responsável pelo ocorrido, mobilizando conhecimentos científicos e reflexões sociais, tecnológicas e ambientais. Sua relevância social e educacional reside na possibilidade de promover uma aprendizagem mais significativa, crítica e contextualizada, além de oferecer aos docentes um recurso pedagógico alinhado às demandas contemporâneas do ensino de Química.

A dissertação está organizada em quatro capítulos, incluindo a introdução, e contempla os seguintes aspectos:

O Capítulo 2, denominado Referencial Teórico, apresenta os fundamentos conceituais que sustentam o estudo, com ênfase na abordagem CTSA e sua relevância para o ensino de Química em uma perspectiva crítica e contextualizada. São discutidos a abordagem CTSA, a contextualização no ensino de Ciências e o uso da metodologia de Estudo de Caso para promover problematizações e o desenvolvimento do processo de tomada de decisão. Além disso, o capítulo explora o potencial do tema cosméticos como meio para integrar conteúdos de Química Orgânica com aspectos sociais, tecnológicos e ambientais

O Capítulo 3, referente à Metodologia, descreve a abordagem qualitativa da pesquisa, o planejamento da Sequência de Aulas (SA) e o contexto da aplicação. O Estudo de Caso, centrado no tema cosméticos, foi utilizado como metodologia para revisar conceitos de funções orgânicas e investigar os domínios CTSA mobilizados pelos estudantes. São detalhados os procedimentos de coleta e análise de dados, que incluíram questionários, laudos, relatórios escritos, seguindo princípios éticos.

Por fim, o Capítulo 4, intitulado Resultados e Discussões, apresenta o desenvolvimento das atividades realizadas ao longo da pesquisa, contemplando a análise do questionário prévio aplicado aos estudantes e dos laudos periciais por eles elaborados. As respostas obtidas são examinadas à luz dos domínios da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

(CTSA), considerando tanto aqueles previstos no planejamento quanto os efetivamente mobilizados pelos participantes, com base em categorias previamente estabelecidas. O capítulo, portanto, oferece um panorama das concepções iniciais dos alunos acerca do tema cosméticos e de sua articulação com os domínios da Ciência, da Tecnologia, da Sociedade e do Ambiente, além de apresentar uma síntese dos resultados decorrentes da análise dos laudos periciais.

Na sequência, apresentam-se as Considerações Finais, nas quais são explicitadas as principais conclusões da pesquisa, retomando os objetivos propostos e as contribuições do estudo. Por fim, são apresentados o conjunto das referências citadas e os apêndices que complementam e fundamentam o trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nessa seção, são apresentadas as principais bases teóricas que sustentam o desenvolvimento da pesquisa. A abordagem CTSA tem como finalidade promover um ensino contextualizado e transformador, que contribua para a formação de sujeitos críticos, conscientes e preparados para a tomada de decisões informadas (Santos, 2007, 2011).

E dentre as metodologias descritas na literatura que possibilitam abordar questões próximas da realidade dos estudantes, destaca-se o EC, por favorecer a problematização, o desenvolvimento de habilidades e o estímulo ao pensamento crítico (Alba *et al.*, 2013).

2.1 Contextualização e a abordagem CTSA no Ensino de Química/Ciências

A contextualização no ensino de ciências é frequentemente interpretada pelos docentes como a mera utilização de exemplos cotidianos para introduzir conteúdos programáticos. Essa abordagem, que se manifesta pela descrição de situações ou fenômenos para relacioná-los à linguagem científica, geralmente não se aprofunda nas questões sociais intrínsecas aos fenômenos em questão (Santos, 2007).

Contudo, embora possa ser empregada como recurso metodológico, Wartha *et al.* (2013) argumentam que a contextualização deve ser concebida, sobretudo, como um princípio norteador. Essa perspectiva busca estabelecer aproximações e inter-relações entre os saberes escolares e as experiências vivenciadas diariamente pelos estudantes, permitindo ao professor correlacionar o conteúdo ministrado com aspectos concretos da realidade discente.

É relevante pontuar que, para Machado (2004), o termo mais preciso seria "contextuar", por derivar diretamente de "contexto", conforme indicam dicionários como o de Caldas Aulete. No entanto, devido à ampla utilização da expressão "contextualizar" em documentos oficiais, opta-se por sua manutenção ao longo deste trabalho.

As discussões sobre contextualização ganharam maior proeminência a partir da década de 1990, impulsionadas, em especial, pela implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM). Silva e Marcondes (2014) apontam que esses documentos propõem que, mediante a exploração de situações do dia a dia, os estudantes possam construir e reconstruir conhecimentos, favorecendo uma compreensão mais crítica da realidade física. Assim, busca-se fomentar a tomada de decisões embasadas cientificamente e o pleno exercício da cidadania (Brasil, 1999).

Adicionalmente, outras diretrizes, como o PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, ampliaram significativamente os debates sobre contextualização no ensino de Ciências. Esse material reforça a premissa de que a contextualização confere maior significado aos conteúdos escolares, possibilitando sua articulação com outras áreas do conhecimento (Brasil, 2002).

A análise da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) realizada por Da Roza Silva, Da Rosa e Cortez (2020) ressalta a orientação para o aprofundamento das temáticas "Matéria e Energia" e "Vida, Terra e Cosmos". O documento enfatiza a necessidade de uma abordagem que integre a contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia. Essa proposta visa fomentar nos estudantes a compreensão de que os conhecimentos científicos e os avanços tecnológicos são construções humanas e sociais, forjadas em contextos históricos, políticos e culturais específicos.

Sobre o emprego da contextualização, a BNCC (Brasil, 2018), conforme interpretado por Da Roza Silva, Da Rosa e Cortez (2020), sublinha dois aspectos cruciais. Primeiro, a inadequação de concebê-la como mera exemplificação pontual de conceitos ou situações cotidianas, o que limita seu potencial pedagógico. Em segundo lugar, a abordagem histórica não deve se restringir à simples menção de datas ou nomes de cientistas, mas sim apresentar a ciência como uma construção social permeada por contradições, impasses e influências contextuais. Complementarmente, os autores destacam que a BNCC defende a contextualização histórica como instrumento para a compreensão epistemológica da ciência, reconhecendo-a como um processo dinâmico, mutável e suscetível a incertezas e revisões contínuas.

No campo específico do ensino de Química, destacam-se os estudos pioneiros de Santos e Mortimer (1999 *apud* Silva; Marcondes, 2010), desenvolvidos após a publicação dos PCNEM. Esses autores investigaram as concepções de contextualização de um grupo de professores, identificando três distintas formas de abordagem: (i) como estratégia didática para facilitar o processo de ensino e aprendizagem; (ii) como representação científica de fenômenos e situações do cotidiano dos alunos; e (iii) como instrumento para a formação de atitudes e valores voltados à cidadania crítica.

Aprofundando essa discussão, Santos (2007) aponta três objetivos centrais da contextualização no ensino de Ciências. Segundo o autor, ela pode:

- 1) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia; 2) auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência; e 3) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano (Santos, 2007, p.5).

Nesse sentido, o autor ainda destaca que, ao atender a esses objetivos, a contextualização pedagógica do conteúdo científico pode ser compreendida como um instrumento essencial para a concretização dos conteúdos curriculares, conferindo-lhes maior relevância social.

As discussões sobre contextualização no ensino de ciências resultaram na proposição de diversas abordagens, cada qual com ênfases e propósitos distintos. Nesse contexto, Silva (2007) apresenta três perspectivas principais: (i) como exemplificação; (ii) como compreensão crítica de questões científicas e tecnológicas relevantes para a sociedade; e (iii) como perspectiva de intervenção social.

A primeira delas, a contextualização como exemplificação, compreende o cotidiano como objeto de estudo de situações rotineiras e familiares à vivência dos estudantes. O propósito é estabelecer conexões entre os conhecimentos advindos da experiência diária e os saberes científicos sistematizados. Santos e Mortimer (1999) fundamentam essa proposta na utilização de fatos e fenômenos do dia a dia com a finalidade de favorecer a aprendizagem de conceitos científicos. No entanto, essa abordagem tem sido alvo de críticas por seu caráter reducionista. Chassot (2003), por exemplo, argumenta que o uso do cotidiano se tornou um modismo no ensino de Ciências, sendo empregado com o único propósito de transmitir conteúdos conceituais, sem promover reflexões mais profundas sobre a realidade.

Em complemento, Silva e Marcondes (2014) advertem que o uso do cotidiano não deve se restringir à exemplificação de aspectos triviais da realidade dos estudantes. Os autores alertam que empregar o cotidiano como mero “recurso motivacional” para a aprendizagem de conteúdos científicos, ou como forma de “maquiar” o ensino tradicional por meio da inserção superficial de fatos do dia a dia, não configura uma verdadeira contextualização. Ao contrário, defendem que a contextualização e o cotidiano devem ser concebidos de maneira integrada, podendo ser considerados sinônimos quando aplicados de forma crítica e relevante no processo de ensino e aprendizagem.

A segunda abordagem — a contextualização como compreensão crítica de questões científicas e tecnológicas — está intrinsecamente relacionada ao movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Acevedo Díaz (1996a) destaca que o CTS emerge como uma proposta inovadora que visa compreender a ciência e a tecnologia em seus contextos sociais. Essa perspectiva rompe com a ideia de neutralidade e idealização da ciência, ao mesmo tempo em que questiona a concepção linear de que a tecnologia determina, de forma autônoma, os rumos da ciência e da sociedade. Dessa maneira, contesta-se o determinismo tecnológico, ou

seja, a crença de que a tecnologia condiciona inevitavelmente o desenvolvimento científico e social (Auler, 2003).

Por sua vez, a terceira perspectiva, denominada a contextualização como intervenção na sociedade, destaca a importância de promover, por meio do conhecimento científico, a formação de sujeitos críticos e atuantes em sua realidade social. De acordo com Silva (2007), essa abordagem visa levar os estudantes a reconhecer e questionar as desigualdades presentes em seu entorno, promovendo ações concretas para a sua transformação. Nessa concepção, o conhecimento não é visto como neutro, mas como um instrumento de ação e transformação social.

Feitosa (1999) associa essa perspectiva aos fundamentos do pensamento freiriano, ao defender que a educação deve ser compreendida como um processo contínuo de construção e reconstrução de significados, voltado à emancipação e a atuação consciente dos indivíduos sobre a realidade. Complementando essa visão, Delizoicov *et al.* (2011) argumentam que a adoção dessa perspectiva de contextualização rompe com a estrutura tradicional dos currículos, usualmente organizados de forma linear e conceitualmente rígida. Em seu lugar, propõe-se uma seleção de conteúdos pautada na relevância social, priorizando problemáticas significativas para os estudantes e suas comunidades.

Nesse contexto, pesquisas que se dedicam à análise das concepções alternativas (CA) dos estudantes, com o objetivo de compreender como eles reconhecem e interpretam os conteúdos em seu cotidiano, podem auxiliar o professor planejar suas aulas de maneira mais eficaz, relacionando os conteúdos ao interesse dos alunos e promovendo uma mediação mais significativa dos conceitos científicos em sala de aula (Diniz *et al.*, 2020).

Pozo e Crespo (2009) conceituam as CA como construções subjetivas elaboradas individualmente pelos estudantes, com o propósito de explicar os fenômenos naturais que observam. Segundo os autores, essas concepções têm origem, sobretudo, nas experiências cotidianas e nas interações constantes dos sujeitos com o meio em que vivem, configurando-se como interpretações pessoais da realidade física e social. Nessa mesma direção, Moura-Figueira e Rocha (2016) afirmam que as concepções alternativas representam construções originadas das vivências e interações dos indivíduos com o meio em que estão inseridos, acompanhando-os ao longo de seu desenvolvimento e estendendo-se, inclusive, aos espaços formais de ensino, como escolas e universidades.

A relevância desse diagnóstico se confirma em diferentes investigações voltadas ao ensino de Química. Nesse sentido, o estudo desenvolvido por Mitami, Martorano e Santana (2017) evidenciou a presença de concepções problemáticas relacionadas à Química entre os

estudantes. Verificou-se que a maioria associa essa ciência apenas a elementos do cotidiano, como plantas e alimentos, o que demonstra uma compreensão limitada de sua abrangência e de suas inter-relações com a sociedade e o ambiente. Além disso, observou-se a ausência de uma postura crítica e a escassez de valores sociais e políticos nas respostas apresentadas. Diante desse cenário, os autores sugerem que a superação dessas limitações pode ser alcançada por meio da implementação de propostas de ensino de Química Orgânica pautadas em temas de relevância social, capazes de favorecer a contextualização e o desenvolvimento de uma compreensão mais ampla, crítica e integrada da ciência.

As dificuldades observadas entre os estudantes encontram correspondência nas práticas docentes, revelando que a compreensão restrita da contextualização também está presente entre professores. Em um estudo sobre formação continuada, Silva e Marcondes (2010) investigaram as concepções de contextualização no ensino de Química por parte de um grupo de professores. Para essa análise os autores utilizaram as três perspectivas de contextualização já apresentadas. Os resultados indicaram que, inicialmente, a maioria dos docentes compreendia a contextualização apenas como exemplificação de fatos ou situações do cotidiano, enquanto uma parcela menor a reconhecia como recurso para a descrição científica de processos e fenômenos. Contudo, após momentos de estudo e reflexão sobre as concepções de contextualização e a análise de materiais didáticos, observou-se um avanço nas compreensões de parte do grupo. Um segmento dos professores passou a reconhecer as diferentes abordagens pelas quais o ensino pode ser contextualizado de maneira socialmente significativa. Por outro lado, outro grupo demonstrou dificuldades em assimilar as concepções vinculadas à abordagem CTS e à contextualização voltada à transformação social.

Em suma, a articulação dos conteúdos científicos com os domínios Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) — especialmente aqueles de relevância social —, aliada à promoção de debates em sala de aula sobre questões sociocientíficas, configura-se como estratégia essencial para o desenvolvimento de uma educação crítica e reflexiva. Tais práticas favorecem o questionamento dos modelos tradicionais de desenvolvimento científico e tecnológico, contribuindo para a formação de sujeitos mais conscientes, atuantes e socialmente engajados (Santos, 2007).

2.2 Movimento CTSA no ensino de química

De acordo com Santos (2006), até a década de 1960, o ensino de Ciências foi marcado por uma abordagem que tratava a ciência como neutra, priorizando os aspectos lógicos da

aprendizagem. Nessa perspectiva, a qualidade dos cursos era medida principalmente pela quantidade de conteúdos conceituais transmitidos aos alunos. Nos anos seguintes, passou-se a valorizar a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem, por meio de atividades práticas em laboratório, centradas na aplicação do método científico (Santos; Mortimer, 2000). Já na década de 1970, diante da crise econômica mundial e dos desafios decorrentes do desenvolvimento tecnológico, surgiu no campo do ensino de Ciências um novo movimento pedagógico, conhecido como “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS) (Santos, 2006).

Os estudos CTS voltados para o ensino de Ciências começaram a ganhar maior visibilidade, especialmente com iniciativas desenvolvidas no Reino Unido, por meio da *British Association for the Advancement of Science* e nos Estados Unidos, com destaque para a *National Science Teaching Association* (NSTA) (Martins, 2020). A abordagem CTS no Brasil começou a ser tema a partir de 1990 (Giffoni; Barroso; Sampaio, 2020).

Fensham (1988a) também destaca que mudanças curriculares ocorrem em resposta a transformações nas realidades sociais. No contexto do movimento CTS, essas mudanças foram influenciadas por eventos como a Segunda Guerra Mundial, o movimento Pugwash¹, os movimentos ambientalista e feminista, as reformas curriculares pós-Sputnik e suas críticas nos anos 1970, além de pesquisas sobre o ensino de Ciências, a queda nas matrículas em cursos de ciências físicas e a defesa de uma abordagem mais humanística no ensino, em oposição ao modelo elitista e pré-profissional (Fensham, 1988).

Nesse contexto de múltiplas influências e demandas sociais, Aikenhead (2005) destaca que o lema CTS possui origens diversas, tendo sido desenvolvido por diferentes autores, em distintos cenários históricos e com finalidades variadas. Assim, pesquisadores como Jim Gallagher (1971), Paul Hurd (1975), o projeto *Synthesis*, de Harms e Yager (1981), e Derek Holford (1982), entre outros citados por Aikenhead (2005) em sua obra intitulada *Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade: uma boa ideia, não importa como seja chamada*, atribuem a origem do movimento a fontes bibliográficas distintas. Contudo, o aspecto mais relevante desse processo é que o lema CTS possibilitou a criação de redes de educadores em Ciências comprometidos com a transformação do ensino tradicional, promovendo a superação do *status*

¹O movimento Pugwash surgiu com o objetivo de reduzir a influência das armas nucleares nas relações internacionais e promover o uso responsável da ciência em prol da paz. A primeira conferência, realizada em 1957, em Pugwash, Canadá, foi inspirada pelo Manifesto Russell-Einstein (1955), que alertava sobre os riscos das armas de destruição em massa e defendia a cooperação científica internacional para evitar conflitos globais (The Nobel Prize, 2025).

quo, entendido como a forma conservadora, pouco crítica e rígida com que a ciência vinha sendo abordada nas escolas.

Aikenhead (2009) afirma que a educação científica tem como propósito desenvolver, nos alunos, a capacidade de agir como cidadãos críticos e responsáveis em uma sociedade cada vez mais influenciada pela ciência e pela tecnologia. Para isso, é essencial que compreendam as interações entre ciência, tecnologia e o contexto social em que estão inseridos.

Mello e Guazzelli (2011) destacam que o principal objetivo do movimento CTS é promover um ensino de Ciências que contribua para a formação científica e tecnológica de todos os cidadãos, sem distinção. A proposta é capacitá-los a tomar decisões responsáveis, fundamentadas na ciência e na tecnologia, considerando, de forma equilibrada, os aspectos sociais, ambientais, afetivos, atitudinais, éticos e culturais. Santos e Mortimer (2000) também afirmam que o objetivo principal da abordagem CTS na educação básica é garantir a formação científica e tecnológica dos cidadãos, apoiando os estudantes na construção de conhecimentos, habilidades e valores que os capacitem a tomar decisões responsáveis diante de questões relacionadas à ciência e à tecnologia, além de atuarem ativamente na busca por soluções para esses desafios.

Bybee (1987) cita três objetivos centrais: i) a aquisição de conhecimentos, ii) o desenvolvimento de habilidades e iii) a construção de valores. Entre os conhecimentos e habilidades a serem promovidos, Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988) ressaltam aspectos como: autoestima, comunicação oral e escrita, pensamento lógico e racional para a resolução de problemas, capacidade de tomar decisões, aprendizagem colaborativa e cooperativa, responsabilidade social, exercício da cidadania, flexibilidade cognitiva e interesse em participar de questões sociais. Nessa mesma linha, McConnell (1982) enfatiza que, para que os cidadãos participem ativamente da tomada de decisões em uma sociedade democrática, é necessário que desenvolvam uma postura crítica, habilidades para buscar e utilizar informações relevantes, consciência e compromisso com valores, bem como a capacidade de transformar atitudes, habilidades e valores em ações concretas. Segundo o autor, todos esses aspectos podem ser incentivados quando a perspectiva da tomada de decisão é incorporada ao processo educativo.

Além dos objetivos centrais já mencionados, Santos (2007) destaca que o movimento CTSA amplia essas metas ao incluir uma ênfase nas questões ambientais, com o intuito de promover a educação ambiental como elemento fundamental na formação de cidadãos conscientes e responsáveis.

De acordo com Vasconcelos e Freitas (2012), a intensificação dos problemas ambientais, na década de 1970, contribuiu para o surgimento do movimento na educação CTSA

(Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente). Segundo Santos (2012), o uso do termo CTSA deve-se à importância de afirmar o comprometimento da educação CTS com a abordagem ambiental. A Lei nº 9.795, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, evidencia a compreensão do ambiente como um todo, no qual o aluno deve associar seus conhecimentos do cotidiano aos conhecimentos científicos. Nesse contexto, a abordagem CTSA torna-se relevante na educação, ao romper com a visão fragmentada do ensino e ao favorecer a formação de um aluno mais participativo e crítico. Dessa maneira, nesta pesquisa, optou-se por utilizar o termo CTSA², de modo a explorar sua relação com o meio ambiente.

Considerando, portanto, o papel central da abordagem CTSA na promoção de uma educação científica mais crítica, contextualizada e socialmente engajada, torna-se necessário compreender com maior profundidade os elementos que a compõem. Nesse sentido, a proposta CTSA estrutura-se a partir de quatro domínios fundamentais, Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, os quais estão interligados e devem ser analisados de forma integrada, uma vez que seus significados e implicações ultrapassam os limites disciplinares tradicionais. A seguir, cada um desses domínios será explorado individualmente, destacando suas especificidades conceituais e suas contribuições para a formação de cidadãos críticos e atuantes.

¶ **Ciência:**

Etimologicamente derivada do latim *scientia*, que significa “saber” ou “conhecimento”, a ciência, em sua concepção tradicional, é compreendida como uma atividade autônoma, objetiva e neutra, guiada por um código de racionalidade desvinculado de influências externas de natureza política, econômica ou cultural (Vaz; Fagundes; Pinheiro, 2009). Ela tem sido definida de diversas maneiras ao longo do tempo, mas uma das concepções mais amplamente aceitas pela comunidade científica é a proposta pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), que a define como um “conjunto de conhecimentos organizados sobre os mecanismos de causalidade dos fatos observáveis, obtidos através do estudo objetivo dos fenômenos empíricos” (Silveira; Bazzo, 2009, p.3).

Atualmente, o papel da ciência não é mais concebido como um instrumento voltado ao domínio da natureza, mas como um meio de preservação e proteção do mundo. Nesse novo contexto, o conhecimento científico continua a exercer uma forma de poder, sendo compreendido não apenas como um sistema teórico e cognitivo, mas também como uma prática

² Ao longo deste trabalho, o acrônimo CTS pode ser utilizado, ainda que a discussão se concentre no termo CTSA. Essa opção justifica-se pela busca de coerência e fidelidade às obras consultadas, cujos autores, em função do período de publicação ou de preferências conceituais, empregaram o termo CTS em seus estudos.

intrinsecamente social, econômica, política e cultural. A ciência está presente no cotidiano das pessoas, influenciando diretamente suas vidas, e tem sido, cada vez mais, objeto de atenção das ciências sociais, que buscam compreender a amplitude de sua atuação e o papel que ocupa na sociedade e na história (Fonseca, 2007).

Uma perspectiva crítica sobre a ciência, defendida por filósofos como Thomas S. Kuhn, Paul Feyerabend e Karl Popper, bem como por sociólogos como Barry Barnes e David Bloor, conforme citado por Palacios *et al.* (2005), busca desconstruir o mito do cientificismo, ideologia que tem favorecido a subordinação da ciência aos interesses mercadológicos e à lógica do lucro (Santos; Mortimer, 2000). Nesse contexto, estudos têm evidenciado que a compreensão da natureza da ciência é essencial para que os estudantes consigam perceber suas implicações sociais (Aikenhead, 1985). Isso reforça a importância de que os currículos escolares incorporem discussões sobre aspectos filosóficos, históricos e sociológicos da ciência, a fim de favorecer uma visão mais crítica, contextualizada e reflexiva do conhecimento científico (Santos; Mortimer, 2000).

¶ Tecnologia:

A tecnologia pode ser compreendida como um tipo de conhecimento que possibilita ao ser humano controlar e transformar o mundo ao seu redor. Na contemporaneidade, encontra-se estreitamente vinculada ao conhecimento científico, a ponto de os termos “tecnologia” e “ciência” serem frequentemente tratados como indissociáveis. Essa associação tem contribuído para uma concepção equivocada, que reduz a tecnologia à simples aplicação da ciência. No entanto, a tecnologia envolve um conjunto de atividades humanas que integram sistemas simbólicos, ferramentas, instrumentos e máquinas, com o objetivo de produzir bens e construir soluções por meio de conhecimentos organizados e sistematizados (Vargas, 1994, *apud* Santos; Mortimer, 2000).

Campos (2010) apresenta que a tecnologia pode ser compreendida sob diferentes enfoques, conforme a perspectiva adotada. Em um primeiro sentido, pode ser entendida como sinônimo de técnica, associando-se diretamente à ação humana e aos aspectos culturais envolvidos na produção e uso de instrumentos e saberes. Essa concepção reconhece a tecnologia como parte integrante da cultura e da história dos povos. Em outra perspectiva, a tecnologia pode ser vista como a aplicação sistemática de procedimentos, o que permite considerar tanto o domínio do fogo quanto o uso de computadores como formas distintas de tecnologia, já que ambas envolvem conhecimentos utilizados para modificar ou interagir com o ambiente. Por fim, há a concepção de tecnologia como tecnocracia, que se refere à ideologização da técnica,

isto é, à atribuição de um caráter neutro e universal aos processos tecnológicos, encobrindo os interesses políticos, sociais e econômicos que orientam seu desenvolvimento e aplicação.

Com base nessa compreensão, o cidadão passa a perceber as influências que a tecnologia exerce em sua vida cotidiana, bem como sua própria capacidade de interferir criticamente nos rumos dessa atividade. Nesse sentido, a alfabetização tecnológica, no contexto da abordagem CTS, envolve a compreensão de todos esses aspectos que compõem a prática tecnológica (Acevedo Díaz, 1996).

¶ **Sociedade:**

Segundo Palacios *et al.* (2005), a sociedade configura-se como mais um entre diversos tipos de sistemas, ao lado de sistemas mecânicos, biológicos e psíquicos, e pode ser classificada a partir de diferentes critérios, que vão desde distinções clássicas, como a separação entre gregos e bárbaros, até abordagens mais complexas, como as fundamentadas na teoria marxista.

Dessa forma, os currículos fundamentados na abordagem CTS organizam-se em torno de temas científicos ou tecnológicos que apresentam potencial para gerar problematizações do ponto de vista social (Aikenhead, 1994). No tratamento desses temas em sala de aula, é fundamental que se evidencie o poder de influência que os estudantes podem exercer enquanto cidadãos, bem como as questões éticas e os valores humanos implicados nas decisões relacionadas à ciência e à tecnologia. Essa abordagem possibilita o desenvolvimento da consciência crítica e estimula a participação democrática dos alunos por meio da expressão fundamentada de suas opiniões (Solomon, 1988).

¶ **Ambiente**

A questão ambiental emerge no contexto de uma crise civilizatória marcada pelo esgotamento das promessas modernas de liberdade individual e coletiva. As promessas de igualdade social, que acompanharam os ideais de modernidade, não se concretizaram plenamente, tendo sido priorizados apenas os aspectos que favoreciam o avanço do capitalismo. Como consequência, acentuaram-se a miséria, a violência, a competitividade, a automação do trabalho e a homogeneização de práticas sociais e culturais (Farias; Freitas, 2007).

Monteiro (2016) discute que, nesse cenário de crescente degradação ambiental, torna-se urgente uma reflexão crítica sobre as práticas sociais e a forma como estas se articulam à produção de conhecimentos. Tal reflexão exige a superação da visão fragmentada entre natureza e sociedade, promovendo uma educação ambiental que valorize as inter-relações entre

os sistemas naturais e os processos sociais, orientada por uma proposta de desenvolvimento mais sustentável e humanizada.

Segundo Layrargues e Lima (2014) sob a influência do pensamento freireano, a educação ambiental deve incluir a compreensão das relações entre o ser humano e a natureza, mediadas por construções socioculturais historicamente situadas. Nessa perspectiva, a Educação Ambiental (EA) assume um papel pedagógico centrado na conscientização, visando a promover mudanças de comportamento e estimular a integração responsável e crítica dos indivíduos com o meio ambiente.

Após definir as quatro dimensões da abordagem CTSA, destacamos que a efetivação de propostas pedagógicas críticas e contextualizadas ainda enfrenta desafios consideráveis no cenário educacional brasileiro. Marcondes *et al.* (2020), ao analisarem materiais didáticos elaborados por professores de Química do Ensino Médio com enfoque na abordagem CTSA, identificaram que a escassez desses recursos constitui um dos principais obstáculos para a efetiva implementação dessa perspectiva de ensino. Observa-se que os materiais didáticos tradicionalmente disponíveis aos docentes, em sua maioria, não contemplam uma contextualização aprofundada nem estabelecem conexões significativas entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, limitando-se, muitas vezes, a apresentar conteúdos científicos de forma fragmentada, acompanhados de exemplos pontuais de aplicação no cotidiano.

Essa limitação está estreitamente relacionada às condições do trabalho docente. Conforme apontam Cunha e Krasilchik (2000), o trabalho docente é frequentemente atravessado pelo desprestígio profissional, pela insatisfação com a própria prática, pela carência de formação específica e pedagógica adequada, bem como pela predominância de metodologias baseadas na memorização de conceitos. Além disso, é comum a abordagem de conteúdos dissociados da realidade dos estudantes, o que compromete a construção de aprendizagens significativas e o desenvolvimento de uma postura crítica frente aos conhecimentos científicos.

Nesse contexto, para Jesus *et al.* (2022), o ensino de Ciências ainda está fortemente associado à memorização de teorias descontextualizadas, o que dificulta a aprendizagem por parte dos alunos. Essa limitação se evidencia, sobretudo, na ausência de conexões com o cotidiano estudantil. Diante disso, a abordagem CTSA emerge como uma proposta que continua inovadora, ao articular o conhecimento científico a problemáticas sociais concretas. Barbosa e Garcia Júnior (2021) reforçam que práticas pedagógicas diversificadas e contextualizadas não apenas despertam o interesse dos estudantes, mas também contribuem para o desenvolvimento de sua criatividade e autonomia.

A abordagem CTSA no ensino de Química possibilita uma aprendizagem que articula os conteúdos científicos à compreensão do mundo físico e social. Por meio dessa abordagem, os estudantes são estimulados a reconhecer as inter-relações entre ciência e sociedade, a desenvolver a capacidade de tomar decisões fundamentadas e a propor ações (Marcondes *et al.*, 2020).

Essa abordagem propõe a ressignificação das práticas pedagógicas em sala de aula, ampliando o tratamento dos conteúdos curriculares ao incorporar questões tecnológicas e sociais, além dos conceitos científicos próprios da disciplina. Tal abordagem visa promover uma aprendizagem mais abrangente, articulada à formação de uma postura cidadã, permitindo ao estudante compreender a natureza da ciência e seu papel na sociedade (Niezer, 2012).

Conforme apontam Santos e Mortimer (2000), pesquisas voltadas a estratégias de ensino mais eficazes na abordagem CTS indicam que o processo deve iniciar-se com a apresentação de “um problema social, seguida da análise da tecnologia relacionada, dos estudos do conteúdo científico e de tecnologias correlatas em função do conteúdo abordado e, por fim, da discussão da questão social original”. A partir dessa concepção, entende-se que a estratégia de ensino não deve partir diretamente do conteúdo formal de Química, mas, sim, de uma problemática socioambiental concreta, na qual estejam inseridos aspectos científicos e tecnológicos. Somente após essa contextualização é que os conteúdos específicos da Química devem ser desenvolvidos, contribuindo para a compreensão crítica da problemática em questão.

Como exemplo da aplicação da abordagem CTSA no ensino de Química, pode-se citar o trabalho De Souza, Rodrigues e Ferreira (2022), que relataram o desenvolvimento de um projeto voltado a turmas do segundo ano do ensino médio. O projeto abordou o tema “água” a partir da abordagem CTSA, articulando-o ao conteúdo de substâncias e misturas, previsto no currículo da disciplina. A proposta pedagógica foi construída com base em reportagens sobre a contaminação do rio na cidade de Mariana, em Minas Gerais. Segundo os autores, as avaliações indicaram uma contribuição significativa para a aprendizagem dos alunos, evidenciando que a abordagem CTSA representa uma alternativa viável e eficaz para ser implementada por professores de Química no ensino médio.

Outro estudo relevante é o de Santos (2017), que teve como objetivo relacionar os conteúdos de Química do Ensino Médio à problemática da escassez de água e à poluição do Rio Doce, por meio de uma sequência didática estruturada com base na abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). Aplicada a estudantes da segunda série do Ensino Médio, em Baixo Guandu (ES), a proposta foi fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov, Angotti e Pernambuco) e na pedagogia dialógico-problematizadora

de Paulo Freire. Os resultados evidenciaram que os alunos desenvolveram uma postura crítica diante das implicações sociais, éticas, ambientais e políticas da ciência e da tecnologia, favorecendo sua alfabetização científica, autonomia e capacidade de intervir de forma consciente na realidade cotidiana e profissional.

O trabalho de Pamplona (2022) teve como objetivo investigar a aplicação da abordagem CTSA no ensino de Química, por meio da utilização de um Estudo de Caso na disciplina de Química Orgânica I, de um curso de licenciatura em Química, durante o ensino remoto. A proposta envolveu a síntese de uma molécula com potencial para originar um novo medicamento contra a depressão, promovendo uma discussão contextualizada e crítica sobre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. A análise das respostas dos estudantes ao questionário orientador e ao relatório final revelou que os participantes conseguiram mobilizar os diferentes domínios do enfoque CTSA, com destaque para os domínios ciência e sociedade. As produções evidenciaram também o desenvolvimento de habilidades como autonomia, pesquisa, escrita e argumentação, indicando que a abordagem contribuiu para uma aprendizagem ativa e reflexiva.

Fernandes *et al.* (2018), destacam que a abordagem CTSA tem a função de contrapor o método de ensino de ciências tradicional, onde os conteúdos do currículo podem ser adaptados para um melhor entendimento sobre ciência, permitindo que os alunos percebam a integração entre a ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. A abordagem CTSA na educação proporciona uma reformulação do currículo, modificando a maneira de ensinar, e fazendo com que o aluno perceba que o estudo das ciências e da tecnologia causam impactos na sociedade e no meio ambiente, estando conectadas às decisões que consideram os princípios éticos, promovendo uma sociedade justa e equilibrada (Santos, 2007).

Nesse sentido, Dias (2017) investigou a temática dos cosméticos no Ensino de Química sob a abordagem CTSA, com foco na promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT). A pesquisa, realizada com 27 licenciandos em Química na disciplina Metodologia do Ensino de Química da Universidade Federal de Campina Grande (Campus Cajazeiras-PB). A autora concluiu que os dados obtidos ao longo das atividades evidenciaram o desenvolvimento de uma consciência crítica e reflexiva por parte dos alunos acerca da influência da ciência e da tecnologia na sociedade. Por meio de relatos e conversas informais, constatou-se uma mudança de postura dos participantes enquanto futuros docentes, os quais destacaram a relevância da abordagem CTSA no Ensino de Química por considerá-la essencial para a formação de cidadãos alfabetizados científica e tecnologicamente.

Nesse contexto, observa-se que a intervenção pedagógica do professor, ao articular conceitos químicos com situações do cotidiano por meio da abordagem CTSA, pode favorecer a construção da cidadania. Essa abordagem didática promove uma aprendizagem mais significativa dos conteúdos de Química, contribuindo de forma direta para o processo de alfabetização científica e tecnológica. Assim, a inserção dessa abordagem no contexto escolar mostra-se viável e necessária para ampliar a compreensão crítica dos estudantes sobre as interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Considerando essa relevância da abordagem CTSA para o ensino de Ciências, torna-se pertinente analisar como documentos normativos, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), dialogam com tais pressupostos. Estudos recentes sobre a BNCC, realizados por Oliveira e Chaves (2021), constataram que há aproximações com a abordagem CTSA ao abordar competências e habilidades que envolvem aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais. No entanto, não é possível afirmar com certeza que a BNCC adota essa abordagem, uma vez que o texto não a apresenta de forma explícita como um fundamento teórico assumido pelo documento.

Já os autores De Souza, Rodrigues e Ferreira (2022) destacam que a abordagem CTSA está diretamente relacionada às competências gerais da BNCC, especialmente no que se refere à valorização do conhecimento e à formação cidadã. Os autores citam a BNCC ao afirmarem:

“Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva” (BRASIL, 2018, p. 9).

Nesse contexto, ao reconhecer a necessidade de um ensino de Ciências mais alinhado à realidade dos estudantes, torna-se fundamental adotar metodologias ativas e estratégias pedagógicas que estejam em consonância com os princípios da abordagem CTSA, como aquelas propostas por Aikenhead (1994), tais como o estímulo ao pensamento divergente, a resolução de problemas, a realização de simulações, a tomada de decisões, o debate de controvérsias e a promoção de discussões.

Com base nessa perspectiva, este trabalho adota o Estudo de Caso como metodologia central de ensino, compreendido como uma situação-problema contextualizada que integra aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais, em consonância com a abordagem CTSA. Essa metodologia caracteriza-se por favorecer a aprendizagem colaborativa, uma vez que as atividades costumam ser desenvolvidas em pequenos grupos e envolver debates

centrados nos estudantes, podendo também incorporar o uso de mídias diversas e recursos provenientes da comunidade.

2.3 Estudo de Caso no ensino de química

Entre as metodologias mais recomendadas para o ensino de Ciências, destaca-se o Estudo de Caso (EC), por possibilitar a análise de problemas reais enfrentados pela sociedade (Heath, 1992). É habitual que professores reclamem que os alunos não possuem entusiasmo nas aulas e não aprendem o conteúdo de química. O docente descreve o aluno como irresponsável, indisciplinado e desinteressado pela disciplina, tornando ambas as partes prejudicadas: o aluno, com rendimento ruim, e o professor, um profissional frustrado (Alba *et al.*, 2013).

No Ensino de Química, observa-se uma predominância de práticas centradas na mera transmissão de conteúdos, com ênfase na memorização e na abordagem de conceitos descontextualizados, sem articulação com sua origem científica ou com a realidade vivida pelos estudantes. Em vez de ser um instrumento de compreensão crítica do mundo, o ensino tem se limitado a uma perspectiva reducionista e pouco significativa (Brasil, 2002; 2006).

Dessa maneira, Alba *et al.* (2013) destacam que os alunos podem se sentir atraídos pelo Estudo de Caso, especialmente quando são utilizadas metodologias que associam o seu cotidiano à aprendizagem de Química, possibilitando a elucidação e a compreensão do mundo. O Estudo de Caso (EC) é uma variação do método de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), originado na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, e utilizado pela medicina há 50 anos (Herreid, 2003). A literatura cita que J. Conant (1949) foi o pioneiro na área de ensino de ciências a elaborar uma disciplina fundamentada em Estudo de Caso (Herreid, 1994). Esse método surgiu com o objetivo de proporcionar aos estudantes o contato com problemas reais da área ainda durante o período de graduação (Herreid, 1997).

No Brasil, o EC é aplicado principalmente nos cursos de Medicina, Direito, Administração e Economia, sendo menos frequente em cursos da área de Ciências no Ensino Superior. No Ensino Médio, sua utilização é ainda mais limitada (Sá; Queiroz, 2010).

Essa metodologia proporciona aos estudantes a oportunidade de entrar em contato com situações e problemas reais, estimulando o pensamento crítico, o desenvolvimento de competências diversas e a aprendizagem significativa dos conceitos envolvidos. O método de Estudo de Caso é fundamentado em narrativas (os casos) que descrevem situações vivenciadas por personagens que precisam tomar decisões relevantes a respeito de determinado tema (Sá; Queiroz, 2010; Herreid, 1997). Cada Caso deve possibilitar a identificação, definição e

avaliação das informações necessárias para uma resolução adequada do problema proposto. O método enfatiza a construção de argumentos sólidos, que servirão de base para debates posteriores e para a formulação de conclusões fundamentadas (Mattar; Aguiar, 2018).

Herreid (1998) descreve que, para a elaboração de um “bom caso”, este deve possuir algumas características indispensáveis, como:

- **Um bom caso conta uma história**, pois a narrativa com começo, meio e fim facilita o engajamento e a compreensão dos estudantes. O fim não pode existir, serão os estudantes que irão fornecer após as discussões do caso.
- **Um bom caso foca em uma questão central**, já que problemas com drama e suspense despertam interesse.
- **Um bom caso aborda temas atuais**, garantindo relevância ao relacionar a situação com o contexto e experiências recentes dos estudantes.
- **Um bom caso promove empatia com os personagens**, o que favorece a identificação e amplia a reflexão sobre possíveis decisões.
- **Um bom caso utiliza citações**, pois elas acrescentam realismo, vida e autenticidade à narrativa.
- **Um bom caso é relevante para o leitor**, envolvendo situações reconhecíveis que tornam o estudo útil e interessante.
- **Um bom caso possui utilidade pedagógica**, deve possuir utilidade para a disciplina e o estudante.
- **Um bom caso provoca conflito**, estimulando o debate e a análise crítica de temas controversos.
- **Um bom caso exige tomada de decisão**, promovendo o pensamento crítico e a participação ativa dos estudantes.
- **Um bom caso apresenta generalidade**, permitindo a aplicação dos conhecimentos em contextos amplos e variados.
- **Um bom caso é conciso**, pois sua brevidade mantém a atenção do leitor e favorece a análise gradual de informações.

No estudo conduzido por Faria e Freitas-Reis (2016), que investigou a potencialidade da metodologia de ensino Estudo de Caso para o ensino de Química no Ensino Médio, os professores participantes do estudo relataram que essa metodologia instigam o desenvolvimento de diversas habilidades, tais como leitura, pesquisa, escrita, interpretação, argumentação, criatividade, tomada de decisão, raciocínio lógico, comunicação oral e resolução

de problemas. Pesquisas como as de Sá (2006) e Brito e Sá (2010) atribuem maior ênfase ao aprimoramento das competências argumentativas.

O estudo de Brito e Sá (2010), por exemplo, teve como objetivo principal estimular a capacidade argumentativa de alunos do primeiro ano do Ensino Médio acerca de questões sociocientíficas relacionadas ao tema “biocombustíveis”. Para isso, os autores elaboraram um Estudo de Caso e organizaram um Júri Químico, no qual os estudantes deveriam posicionar-se a favor ou contra a instalação de uma fábrica de biodiesel em determinada região. Os resultados deste estudo indicam que tanto o Estudo de Caso quanto o Júri Químico configuram estratégias pedagógicas eficazes para o desenvolvimento das habilidades argumentativas dos estudantes, além de contribuírem de forma significativa para a aprendizagem dos conteúdos científicos.

Nesse contexto, a resolução de um Estudo de Caso, exige que o estudante mobilize conhecimentos e informações, formule hipóteses, analise criticamente as alternativas possíveis e, por fim, tome uma decisão fundamentada (Faria; Freitas-Reis, 2016).

No entendimento de Maia (2009), o ensino de Ciências deve priorizar o “saber como” em vez do “saber o quê”. Nesse sentido, é essencial promover situações que incentivem o aluno a buscar suas próprias informações, compreender onde e quando aplicá-las e desenvolver autonomia intelectual. Atividades com caráter investigativo podem favorecer essas atitudes, permitindo que o estudante assimile conceitos relevantes e, ao mesmo tempo, desenvolva competências necessárias à formação de um cidadão crítico e participativo.

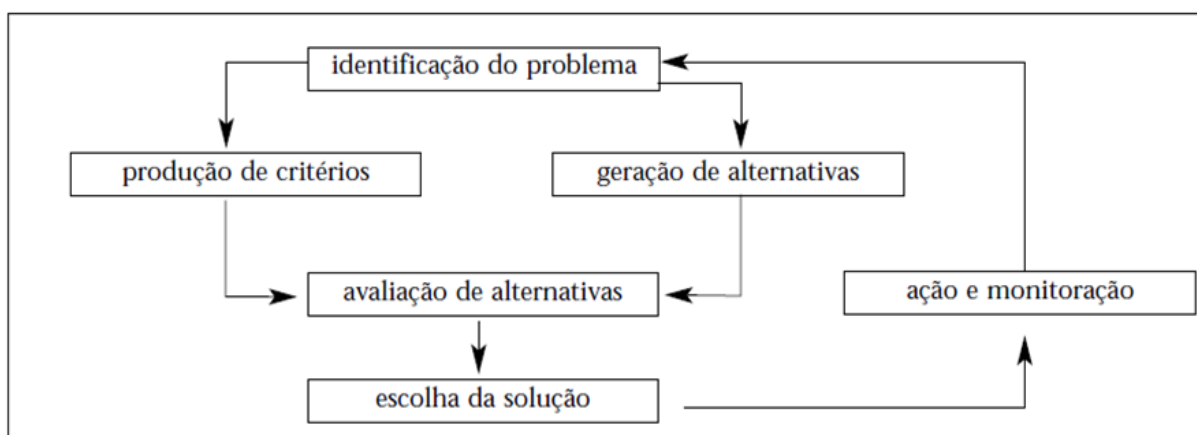
Nesse cenário, a capacidade de tomada de decisão se torna uma habilidade essencial, visto que, na vida cotidiana, é comum a ocorrência de situações que exigem escolhas fundamentadas em reflexão e análise crítica para alcançar soluções adequadas. No contexto escolar do Ensino Médio, os estudantes, por estarem em processo de amadurecimento, nem sempre se encontram preparados para tomar decisões conscientes diante dos desafios do dia a dia. Assim, considerando que as decisões cotidianas influenciam diretamente a construção de uma sociedade mais justa e sustentável, torna-se recomendável que as atividades educativas se aproximem de situações reais, favorecendo o desenvolvimento dessa competência (Alba *et al.*, 2013).

Segundo Cassidy e Kurfman (1977 *apud* Kortland, 1996, p.675) a “Tomada de decisão é a tomada de escolhas racionais entre cursos de ação alternativos (a respeito de uma questão pessoal ou pública), que exigem julgamentos em termos dos valores de cada um”.

Diversos modelos têm sido propostos para o processo de tomada de decisão, como por exemplo os de Ratcliffe (1997), Heikkinen, (1987) e McConnell (1982) abordados no trabalho de Santos e Mortimer (2001). De modo geral, um modelo normativo assemelha-se a um

procedimento estruturado em etapas, que envolve a identificação do problema, o estabelecimento de critérios, a geração e avaliação de alternativas e, por fim, a escolha e implementação da solução considerada mais adequada (Carroll; Johnson, 1990, *apud* Kortland, 1996), conforme ilustrado na Figura 01 a seguir.

Figura 01 – Modelo normativo do processo de tomada de decisão por Kortland (1996)



Fonte: Santos e Mortimer (2001, p. 97)

Descrição da Figura 01: Representação esquemática do processo de tomada de decisão desenvolvido no Estudo de Caso, evidenciando as etapas de identificação do problema, produção de critérios para análise, geração de alternativas, avaliação das alternativas propostas e escolha da solução. O esquema também destaca a etapa de ação e monitoramento, bem como o caráter dinâmico e cíclico do processo, indicando a possibilidade de retomada e reavaliação das decisões a partir dos resultados obtidos.

Nesse modelo, os critérios para a avaliação das soluções alternativas, ou as características desejáveis de uma solução são definidos logo nas etapas iniciais, em estreita relação com a identificação do problema. Em seguida, as alternativas geradas são analisadas à luz desses critérios, conduzindo à seleção daquela que se apresenta como a melhor (ou menos inadequada) solução. Por fim, esses mesmos critérios são empregados no monitoramento e na verificação da eficácia da decisão tomada (Kortland 1996).

De acordo com Alba *et al.* 2013, a análise do modelo apresentado na Figura 01 indica que o processo de tomada de decisão deve ser conduzido de forma a possibilitar que o estudante avalie criticamente os aspectos positivos e negativos de cada alternativa para a resolução do problema, permitindo-lhe sustentar seus argumentos de maneira fundamentada e reflexiva.

Com base em suas pesquisas sobre o processo de tomada de decisão, Ratcliffe (1997) concluiu que alguns aspectos são fundamentais para o desenvolvimento dessa capacidade no contexto escolar, entre os quais se destacam:

1. A compreensão da importância de buscar informações relevantes para embasar a tomada de decisão;

2. A identificação explícita dos valores que orientam o processo decisório;
3. O reconhecimento dos princípios científicos que sustentam o tema em discussão;
4. A consideração e o respeito pelas opiniões alheias;
5. O esclarecimento dos objetivos da atividade voltada à tomada de decisão;
6. O incentivo e o apoio para que os estudantes fundamentam seus argumentos, explicitando a natureza e a confiabilidade das informações utilizadas.

Dessa forma, Kortland (1996) afirma que o modelo normativo pode ser particularmente útil para indivíduos que estão iniciando no processo de tomada de decisão. Nesse sentido, sua aplicação em contextos educacionais revela-se pertinente quando um dos objetivos do ensino é possibilitar que os estudantes aprendam a decidir de forma autônoma e ponderada, realizando comparações sistemáticas entre o maior número possível de aspectos positivos e negativos relacionados às alternativas disponíveis. E para favorecer o desenvolvimento dessas competências e para o entendimento dos conceitos de química, uma das proposições metodológicas de natureza pedagógica encontradas na literatura é o Estudo de Caso (Alba *et al.*, 2013).

Herreid (1998) desenvolveu um esquema de classificação para as principais formas de aplicação dos estudos de caso em sala de aula, sugerindo que o professor pode adotar diferentes formatos:

- **Tarefa individual:** o caso é apresentado como uma atividade a ser resolvida pelo aluno, que deve elaborar posteriormente uma explicação para os eventos que levaram à solução do problema. A vantagem é que estimula a autonomia, a reflexão individual e a capacidade de síntese, além de permitir que o aluno trabalhe no próprio ritmo. Porém, limita o intercâmbio de ideias entre os colegas, podendo reduzir a construção coletiva do conhecimento e dificultar o aprendizado de alunos com menos base conceitual ou dificuldades organizacionais.
- **Aula expositiva:** o caso é narrado pelo professor de forma detalhada e com objetivos definidos. Neste formato, diálogos e debates também podem ser incorporados. Neste tipo de estratégia a vantagem é que favorece a clareza na transmissão de ideias, contextualiza historicamente a ciência e pode estimular reflexões sobre sua construção. Mas, tende a manter a centralidade no professor, reduzindo a participação ativa dos alunos e podendo gerar passividade se não houver momentos de interação.
- **Discussão:** o caso é apresentado como um dilema, e os alunos são incentivados a expor suas opiniões e propor soluções. Instigando ao pensamento crítico, a

argumentação e a troca de perspectivas entre os estudantes, favorecendo o aprendizado colaborativo. Porém, exige uma mediação eficiente do professor para evitar dispersões ou debates improdutivos, além de poder gerar desigualdade na participação entre os alunos.

- **Atividades em pequenos grupos:** os casos, relacionados ao contexto social ou profissional dos estudantes, são analisados colaborativamente. O processo inclui leitura coletiva, discussão dos elementos apresentados, levantamento de conhecimentos prévios e elaboração de uma agenda de pesquisa individual, que é retomada nos encontros seguintes. Nesse modelo, o professor atua como mediador e facilitador das discussões. Esse tipo de estratégia desenvolve o trabalho em equipe, a cooperação, o protagonismo dos estudantes e a análise crítica sob múltiplas perspectivas. Mas, demanda maior tempo de planejamento e acompanhamento do professor, além de riscos de desequilíbrio na participação ou dispersão dentro dos grupos.

De acordo com Sá *et al.* (2007), a literatura registra situações em que os professores adaptam as estratégias mencionadas anteriormente, realizando ajustes conforme o contexto, ou ainda, utilizam o método de EC de forma integrada a uma ou mais dessas estratégias. Bernardi e Pazinato (2022), ao analisarem 42 artigos envolvendo a metodologia de EC, um dos principais objetivos do uso do EC no ensino de Química é avaliar sua eficácia em comparação ao ensino tradicional, sendo que os resultados apontam benefícios significativos para a instrução baseada em casos. Os autores concluíram que os estudos confirmam o potencial do EC para impactar positivamente as atitudes dos alunos em relação à Química, favorecendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas mais complexas e destacando a relevância do conhecimento químico. Consequentemente, essa metodologia promove maior engajamento dos estudantes no processo de aprendizagem e na busca por novos saberes na área.

No estudo realizado por Alba *et al.* (2013), foram empregadas diversas estratégias para o desenvolvimento do Estudo de Caso intitulado “*Automedicação: uma opção perigosa!*”, aplicado a uma turma do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública de Porto Alegre. A proposta do trabalho teve como objetivo abordar conteúdos de Química Orgânica a partir do tema “medicamentos”. A atividade em pequenos grupos foi central, com os alunos organizados para ler, discutir, pesquisar e apresentar soluções de forma colaborativa, enquanto a professora atuava como mediadora. A aula expositiva ocorreu com a leitura inicial do caso, a exibição de vídeos e uma apresentação em slides para contextualizar e aprofundar o tema. A discussão foi incentivada por meio de debates nos grupos e do uso de questionários orientadores para

estimular a argumentação e a tomada de decisão. Além disso, houve tarefas individuais de pesquisa e elaboração de partes do material, promovendo autonomia e capacidade de síntese. Essas estratégias foram articuladas em etapas que envolveram levantamento de informações, análise de funções orgânicas, produção de materiais e apresentações finais para consolidar o aprendizado.

No trabalho de Rodrigues (2020), a proposta de ensino com o caso “A saúde de Cecília” é organizada em seis aulas, combinando diferentes estratégias, desenvolvidas com alunos do 3º ano do Ensino Médio. Atividades em pequenos grupos foram predominantes: os alunos recebem o caso e folhas de acompanhamento para levantar hipóteses, discutir a problemática e relacioná-la aos impactos ambientais e à saúde. A aula expositiva é utilizada para apresentar e explicar conceitos como eletronegatividade, NOX, oxidação e redução, bem como o processo metalúrgico e a relação com radicais livres, com demonstrações no quadro e uso de exemplos contextualizados. A discussão ocorre na etapa final, com análise coletiva das hipóteses, exibição de vídeos e leitura de notícias para subsidiar a argumentação e as sugestões sobre o problema apresentado. Essas estratégias visam integrar teoria e prática, estimular o pensamento crítico, a cooperação entre os alunos e a compreensão das reações de oxirredução em um contexto socioambiental real.

O estudo de Rodrigues (2020) também propõe uma abordagem pedagógica baseada na metodologia de EC com enfoque CTSA, articulando conteúdos de reações de oxirredução a problemáticas reais, como os impactos ambientais e sociais do depósito irregular de resíduos siderúrgicos em Volta Redonda (RJ). A contextualização é central para aproximar o conteúdo científico da realidade local, enquanto a abordagem CTSA possibilita integrar dimensões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais ao contexto vivenciado pelos estudantes, favorecendo, assim, a construção de novas interpretações e perspectivas sobre o mundo. A proposta desenvolvida por Rodrigues (2020) possibilitou a utilização do EC como uma atividade investigativa vinculada ao tema.

No que se refere aos temas, Solomon (1988) enfatiza a importância de que esses conteúdos evidenciem o poder de influência que os estudantes podem exercer enquanto cidadãos, bem como as questões éticas e os valores humanos relacionados à ciência e à tecnologia. Dessa forma, os alunos podem ser estimulados a participar democraticamente da sociedade, expressando suas opiniões de maneira crítica e fundamentada. Entre os temas sugeridos por Santos e Mortimer (2000) que podem ser discutidos no contexto brasileiro, destaca-se o controle de qualidade dos produtos químicos comercializados, envolvendo os

direitos do consumidor, os riscos à saúde e as estratégias de marketing utilizadas pelas empresas.

Conforme salientam Lima Freitas *et al.* (2016), a utilização dos cosméticos como tema no ensino de Química configura-se como uma alternativa promissora para a contextualização dos conteúdos conceituais dessa disciplina no Ensino Médio. Essa abordagem contribui para que os estudantes compreendam as aplicações científicas em diversos setores da sociedade, especialmente no que diz respeito ao segmento voltado aos cuidados com o corpo.

2.4 O uso do tema cosméticos no ensino das funções orgânicas

A construção do conhecimento em sala de aula a partir do cotidiano dos estudantes é essencial, uma vez que possibilita sua participação ativa no processo de elaboração dos saberes. Nesse sentido, é fundamental recorrer a questionamentos e situações-problema baseadas em contextos reais, de modo a estimular os discentes a expressarem suas opiniões e a proporem soluções, considerando a relevância da contextualização no ensino médio (Elias *et al.*, 2023).

Santana e Santos (2009) ressaltam que o ensino de Química deve levar os indivíduos a compreenderem os fenômenos presentes no cotidiano, possibilitando-lhes analisar criticamente as informações veiculadas pela mídia, pela escola e por familiares, levando em consideração os impactos sociais e ambientais relacionados ao tema em discussão.

O uso do tema "cosméticos" constitui uma proposta promissora para o desenvolvimento de abordagens conceituais no Ensino Médio. Cunha *et al.* (2023) afirmam que a química presente nos cosméticos possui uma dimensão relevante do ponto de vista social, científico e da saúde humana, o que favorece a aprendizagem de conteúdos de Química Orgânica de maneira crítica, dinâmica e articulada ao cotidiano dos estudantes. Munchen (2012) também salienta que o consumo excessivo de produtos estéticos é uma temática pertinente, considerando o crescimento expressivo da indústria cosmética nos últimos anos. Esse avanço está associado tanto ao desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia (C&T) quanto à crescente preocupação com a higiene pessoal e à busca por padrões de beleza e jovialidade.

O termo *cosméticos* origina-se da palavra grega *kosmetikós*, cujo significado é “hábil em adornar”. Refere-se a substâncias, misturas ou formulações utilizadas com o objetivo de realçar ou proteger a aparência ou o odor do corpo (Galembeck; Csordas, 2009). No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), é o órgão responsável pelo controle desses produtos, conforme a Resolução RDC nº 211, de 14 de julho de 2005 (Rodrigues *et al.*, 2018). Essa resolução define os Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes como

preparações formadas por substâncias naturais ou sintéticas, destinadas ao uso externo em diferentes partes do corpo humano, como pele, sistema capilar, unhas, lábios, órgãos genitais externos, dentes e membranas mucosas da cavidade oral, com a finalidade exclusiva ou principal de limpá-las, perfumá-las, modificar sua aparência, corrigir odores corporais, protegê-las ou mantê-las em bom estado (ANVISA, 2005).

Embora os cosméticos façam parte do cotidiano dos estudantes, muitos não reconhecem os conhecimentos científicos presentes nesse contexto, desde as propriedades e características das matérias-primas até os aspectos relacionados às embalagens. Dessa forma, evidencia-se a necessidade de construir uma abordagem pedagógica que parta dos conhecimentos prévios dos estudantes, visando à construção do conhecimento científico-químico por meio de métodos didáticos investigativos (Munchem, 2012; Yamaguchi; Ferreira, 2019).

Entre os diversos campos da Química que podem ser explorados nesse contexto, destaca-se a Química Orgânica, considerada um dos tópicos de maior relevância, por se dedicar ao estudo dos compostos que contêm carbono (Ferreira; Del Pino, 2009). O ensino desse conteúdo no Ensino Médio é fundamental, visto que a combinação dos elementos mais comuns presentes nos compostos orgânicos, como hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo e enxofre, dá origem a uma infinidade de substâncias que desempenham funções essenciais, tanto nos processos relacionados à origem da vida na Terra quanto nos produtos utilizados diariamente (Klein; Lüdke, 2019). No entanto, o ensino de funções orgânicas, um dos conteúdos centrais da Química Orgânica, ainda enfrenta dificuldades em sala de aula.

De acordo com Solomons e Fruhle (2001) as moléculas pertencentes a uma mesma família de compostos distinguem-se pela presença de arranjos específicos de átomos, denominados grupos funcionais. Esses grupos correspondem, portanto, à região da molécula onde ocorre a maior parte das reações químicas, desempenhando papel central na definição das propriedades químicas do composto, além de influenciar, de maneira significativa, diversas de suas características físicas. Contudo, o ensino das funções orgânicas é marcado pelas dificuldades que os estudantes apresentam em identificar e associar o grupo funcional à função à qual ele pertence, restando-lhes apenas a memorização de cada um desses grupos funcionais (Cunha *et al.*, 2023).

Nesse cenário, alguns estudos têm apontado a utilização da temática “cosméticos” como uma alternativa promissora para o ensino de funções orgânicas. Rodrigues *et al.* (2018), por exemplo, apresentaram uma sequência didática sobre a química dos cosméticos estruturada na dinâmica dos três momentos pedagógicos. Durante os diferentes momentos buscaram caracterizar as relações pedagógicas e epistemológicas através do processo de contextualização

dos conteúdos e construção dos significados científicos pelos estudantes. A aplicação dessa proposta em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio evidenciou que a abordagem dos conteúdos de forma dialogada estimulou o envolvimento dos estudantes com a aprendizagem, favorecendo a apropriação da linguagem científica e facilitando a percepção das relações entre o conhecimento químico e o contexto sociocultural dos estudantes envolvidos. Os avanços na aprendizagem foram constatados por meio das atividades desenvolvidas, como experimentos, relatórios, portfólios e respostas a questionários, destacando que a experimentação aliada à contextualização potencializa a compreensão de grupos funcionais e funções orgânicas.

De maneira semelhante, Cunha *et al.* (2023) elaboraram uma sequência didática baseada na química dos cosméticos para o ensino de funções orgânicas, utilizando uma abordagem por investigação. A proposta buscou superar as dificuldades dos estudantes em associar funções orgânicas aos respectivos grupos funcionais, promovendo uma aprendizagem contextualizada e crítica por meio de problematização, debate de hipóteses e comunicação científica. A aplicação em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio demonstrou resultados positivos, com avanços significativos na alfabetização científica e na identificação das funções orgânicas.

A falta de conhecimento em Química é considerada um dos fatores que contribuem para a exclusão dos estudantes em discussões relacionadas à sociedade e ao meio em que estão inseridos, uma vez que as dificuldades em compreender fenômenos e transformações da matéria impedem a interpretação de temas de grande relevância. Nesse sentido, o domínio de conceitos químicos possibilita aos alunos participar ativamente de debates acerca de questões globais que afetam diretamente seu modo de vida (Kuenzer, 2005). Assim, inserir o estudo dos cosméticos no ensino de Química apresenta-se como uma estratégia significativa para a formação cidadã, pois ao compreender a química presente nesses produtos e suas contribuições para a sociedade, o estudante amplia seu entendimento científico e tecnológico, favorecendo uma interpretação crítica das questões que envolvem essa temática (Dias, 2017).

Considerando que os cosméticos constituem um tema de ampla abrangência, torna-se necessário estudar a Química envolvida em sua composição, a fim de contribuir para a construção do conhecimento científico em uma abordagem CTSA (Dias, 2017). Como afirmam Santos e Mortimer (2000), essa abordagem possibilita aos estudantes o desenvolvimento de habilidades e valores essenciais para a tomada de decisões responsáveis em questões relacionadas à ciência e à tecnologia na sociedade.

Essa temática permite a mobilização de diferentes domínios da abordagem CTSA. No domínio científico, destaca-se o estudo das funções orgânicas e das transformações químicas presentes na formulação dos produtos; no domínio tecnológico, são discutidos os processos

industriais, as inovações e as regulamentações aplicadas ao setor; no domínio social, abordam-se questões culturais, econômicas e de consumo consciente, bem como os impactos desses produtos sobre a saúde e o comportamento da sociedade; e, no domínio ambiental, problematizam-se o descarte inadequado, o uso de matérias-primas e os efeitos ambientais decorrentes dos resíduos. Dessa forma, a utilização do tema cosméticos configura-se como uma abordagem contextualizada, capaz de estimular a reflexão crítica, a tomada de decisão e a compreensão integrada entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Estudos recentes têm utilizado os cosméticos como contexto na abordagem CTSA. Elias e Júnior (2025) desenvolveram uma sequência didática para o Ensino de Química com enfoque CTS, utilizando a temática dos cosméticos para promover um ensino contextualizado e a formação cidadã. Aplicada a estudantes do terceiro ano do Ensino Médio, a proposta foi avaliada por meio de questionários, observação participante e produções escritas, destacando-se o debate sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade no cotidiano dos alunos. Nas considerações finais, os autores destacam que as redações produzidas pelos alunos revelaram uma preocupação predominante com a preservação do meio ambiente, evidenciando a relevância do tema não apenas para o Ensino de Química, mas também para a formação de cidadãos conscientes. As produções foram organizadas em categorias temáticas, Produção de Cosméticos, Saúde e Meio Ambiente, que evidenciaram a construção de uma educação científica crítica, na qual os estudantes puderam relacionar a ciência, a tecnologia e a sociedade com seu cotidiano. A sequência didática possibilitou aos alunos compreender os princípios químicos envolvidos na fabricação dos cosméticos e refletir criticamente sobre seu uso consciente, incluindo aspectos como segurança dos produtos, regulamentações, sustentabilidade, padrões de beleza e impactos na autoestima. Os autores destacam que a abordagem CTS contribui para a contextualização interdisciplinar do Ensino de Química, permitindo o desenvolvimento do pensamento crítico, a análise ética, social e ambiental dos conteúdos, e estimulando os estudantes a se tornarem protagonistas de seu próprio aprendizado.

A fundamentação teórica apresentada, portanto, evidenciou que a abordagem CTSA, ao articular conteúdos científicos com temas socialmente relevantes e ao incentivar espaços para debates de questões sociocientíficas, constitui um eixo central para a promoção de uma educação crítica e reflexiva. Essa abordagem permite questionar os modelos tradicionais de desenvolvimento científico e tecnológico, fomentando reflexões que superam a mera transmissão de conteúdos e estimulando a formação de indivíduos capazes de analisar e intervir de forma consciente na realidade em que estão inseridos (Santos, 2007). Com o propósito de concretizar tais pressupostos em uma prática pedagógica efetiva, esta pesquisa adota o Estudo

de Caso sobre a temática “cosméticos”, com uma abordagem CTSA, desenvolvido por meio de uma sequência de aulas. De acordo com Sá e Queiroz (2010), o EC possibilita que o estudante vivencie situações reais, favorecendo o desenvolvimento do pensamento crítico, da argumentação e de diversas habilidades cognitivas e sociais. Dessa forma, a próxima seção apresentará os procedimentos metodológicos empregados na elaboração e aplicação do Estudo de Caso, concebido como instrumento para alcançar os objetivos propostos nesta investigação.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, na medida em que busca compreender uma realidade humana, colocando o estudante como sujeito participante do processo investigativo e analisando as interações estabelecidas na construção do conhecimento, entendido aqui como relativo e subjetivo (Souza; Kerbauy, 2017). Além disso, possui elementos de um Estudo de Caso, enquanto metodologia de pesquisa, por investigar uma situação específica, o desenvolvimento de uma Sequência de Aulas (SA) fundamentada na abordagem CTSA, em seu contexto real de aplicação, permitindo uma análise detalhada do fenômeno investigado (Yin, 2015). Para a criação de um ambiente de interação e aprendizagem, foi aplicada uma SA envolvendo a metodologia de ensino de Estudo de Caso (EC). Conforme Carvalho (2013), ao elaborar uma SA deve-se considerar que o estudante possui conhecimentos prévios e que, ao longo do processo, constrói novos saberes, levanta hipóteses e as discute com colegas e professores, desenvolvendo o raciocínio lógico e promovendo a transição de concepções iniciais, muitas vezes informais, para compreensões mais sistematizadas e científicas.

3.1 Planejamento e contexto de aplicação da Sequência de Aulas

Visando planejar aulas considerando um EC, o primeiro ponto estabelecido foi o público-alvo e o tema a serem explorados. Com o intuito de despertar o interesse dos estudantes e escolher um tema relevante para o dia a dia, foi considerado revisar as funções orgânicas com foco em cosméticos, já que não só fazem parte da rotina dos estudantes, mas também desempenham um papel crucial na higiene pessoal.

A proposta da SA, produto educacional vinculado a essa dissertação, consiste em revisitar os conceitos de funções orgânicas, utilizando a metodologia de EC, com o tema dos cosméticos, visando acompanhar o conhecimento construído ao longo dos estudos numa perspectiva de analisar os domínios CTSA mobilizados pelos estudantes. Considerando que a BNCC (Brasil, 2018) aborda habilidades relacionadas às funções orgânicas para essa série.

O grupo era proveniente de uma escola pública estadual localizada no Centro-Oeste de Minas Gerais e escolha da escola se deu pela facilidade de acesso para a realização da pesquisa, uma vez que o pesquisador integra o corpo docente da instituição. A aplicação ocorreu nos meses de abril e maio de 2025, conforme a organização do calendário escolar. A pesquisa foi

conduzida com 15 estudantes do 3º ano do ensino médio diurno. Esses estudantes possuem faixa etária entre 16 e 17 anos, sendo a maioria pouco interessada pela disciplina de Química, por a considerarem difícil. Além disso, grande parte deles trabalha e não dispõe de tempo para se dedicar aos estudos em casa. O público da pesquisa também faz uso de cosméticos no cotidiano, que integram sua rotina.

Durante a condução do trabalho, foram obtidos termos de consentimento e assentimento dos participantes, além da autorização da escola, em conformidade com todos os princípios éticos, incluindo o anonimato dos estudantes e professores. A presente pesquisa está vinculada ao projeto de pesquisa “Construção e aplicação de atividades investigativas e contextualizadas: tecendo relações entre as práticas em sala de aula e a formação de professores”, coordenado por um grupo de docentes que integram o corpo docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM/UFLA). Nesse contexto, a pesquisa dialoga diretamente com os pressupostos epistemológicos e formativos que fundamentam o projeto, especialmente no que se refere à aproximação entre a prática em sala de aula e a formação inicial e continuada de professores, fortalecendo a produção de conhecimentos comprometidos com a melhoria da qualidade do ensino e com a reflexão crítica sobre a prática docente.

Foram elaboradas diferentes versões para a SA, sendo que a versão utilizada na pesquisa está sintetizada no Quadro 01. Após a aplicação da SA, bem como das reflexões e análises realizadas, o planejamento foi revisado, resultando no produto educacional *Cosméticos e Ensino de Química: Uma abordagem CTSA para a revisão das Funções Orgânicas*, associado à pesquisa. Para consultar o detalhamento completo das aulas, recomendamos a leitura do produto educacional.

A princípio, a SA foi distribuída ao longo de sete aulas, conforme o Quadro 01 a seguir. Neste quadro, também apresentamos os objetivos de ensino e as estratégias para a obtenção de dados em cada aula.

Quadro 01 – Sequência de aulas desenvolvida na pesquisa

(Continua)

Aulas	Objetivos/Atividades	Construção de dados
1 Levantamento de conhecimentos prévios. Duração: 50 minutos.	Realizar o levantamento das concepções prévias dos estudantes por meio de um questionário inicial (Apêndice A), para identificar o nível de conhecimento dos estudantes sobre funções orgânicas e sua compreensão a respeito da definição e composição dos cosméticos. A atividade proposta consiste na participação dos estudantes por meio do preenchimento do questionário e, em seguida, na discussão do mesmo, realizada na própria aula.	Para levantar os conhecimentos prévios dos estudantes e compreender suas concepções iniciais sobre funções orgânicas, cosméticos e sua interligação com os domínios CTSA, foi aplicado um questionário com 9 questões, para a coleta de dados (Apêndice A).
2 Apresentação do Caso e discussão em grupo. Duração: 50 minutos.	Apresentação do caso (Apêndice B) aos estudantes e um momento de discussão para análise e interpretação do problema proposto, desenvolvimento e levantamento de hipóteses e possíveis soluções para o caso. Como atividade, os estudantes responderam um questionário (Apêndice C) com as informações discutidas.	Foi utilizado um questionário com 8 questões para coletar as informações discutidas, com o objetivo de observar as discussões relacionadas aos domínios CTSA (Apêndice C).
3 Socialização das discussões sobre o caso e instruções para a elaboração do laudo pericial. Duração: 50 minutos.	Momento para socializar as respostas do questionário sobre o caso, garantindo que os estudantes compreendessem plenamente o problema. Além disso, foi fundamental orientar sobre os princípios e etapas da construção de um laudo pericial (Apêndice D), fornecendo subsídios para que os estudantes possam coletar e organizar as informações de forma adequada ao longo da sequência de aulas. Nessa aula não houve atividade de registro.	Questionário da aula 2.
4 Uso de um jogo na plataforma Kahoot®. Duração: 50 minutos.	Revisão das funções orgânicas, permitindo que os estudantes as identificassem, descrevessem e aplicassem esse conhecimento na resolução de atividades relacionadas às matérias-primas dos cosméticos. Além disso, buscou-se reconhecer as funções orgânicas por meio das fórmulas estruturais, compreender o uso dessas substâncias nos cosméticos, bem como seus impactos na saúde e no meio ambiente. Também foram abordadas as tecnologias empregadas no setor e o órgão responsável pela regulamentação desses produtos, utilizando um jogo online desenvolvido na plataforma Kahoot®. As perguntas utilizadas no jogo estão disponíveis no Apêndice E.	Para a construção de dados, os relatórios com erros e acertos foram gerados por meio da plataforma Kahoot®, após a finalização da partida do jogo.
5 Atividades experimentais Duração: mínimo de 100 minutos	Os estudantes tiveram a oportunidade de manusear diversos cosméticos utilizados em salões de beleza e analisar suas diferenças por meio de avaliações organolépticas, físico-químicas e registros relacionados à composição desses produtos. Como parte da atividade, os alunos registraram as informações observadas em um relatório (Apêndice F).	Relatório elaborado pelos estudantes durante as atividades experimentais (Apêndice F).

Quadro 01 – Sequência de aulas desenvolvida na pesquisa

(Conclusão)		
Aulas	Objetivos/Atividades	Construção de dados
6 Confecção do laudo pericial. Duração: mínimo de 100 minutos	Proporcionar aos estudantes a oportunidade de discutir as atividades realizadas nas aulas anteriores, identificando as informações relevantes sobre os conteúdos abordados, como funções orgânicas, cosméticos e o estudo de caso, além de realizar pesquisas em materiais disponibilizados pelo professor e elaborar o laudo com base nessas informações. Nesse processo, buscou-se promover a compreensão das relações entre ciência e tecnologia envolvidas na produção e uso dos cosméticos, estimular a reflexão crítica sobre os impactos sociais e culturais associados a esses produtos e analisar os efeitos ambientais decorrentes de sua fabricação, consumo e descarte.	Os estudantes iniciaram a elaboração do laudo entregue na aula seguinte.
7 Apresentação dos laudos periciais e solução do Caso. Duração: 50 minutos.	Os estudantes apresentaram possíveis soluções para o caso intitulado <i>O Enigma da Beleza Fatal</i> , com o objetivo de revisar, por meio das discussões, os conceitos sobre funções orgânicas e cosméticos trabalhados ao longo da SA, com uma abordagem CTSA.	Entrega dos laudos periciais elaborados pelos alunos. Apresentações usadas pelos estudantes para expor as soluções propostas, e a gravação da aula em áudio e vídeo.

Fonte: Elaboração própria (2025)

É importante ressaltar que, a partir da segunda aula, todas as demais foram conduzidas com base no Caso, o qual era sempre retomado no início de cada encontro.

O Caso intitulado “*O Enigma da Beleza Fatal*” retrata um episódio ocorrido em um renomado salão de beleza, conhecido por oferecer tratamentos capilares inovadores e sofisticados. A narrativa tem início com Ana Clara Lima, jovem de 21 anos e estudante de design de moda, que, ao se preparar para um evento importante, decide realizar diversos procedimentos estéticos no salão “Luxo e Beleza”, incluindo coloração, alisamento capilar e maquiagem. Apesar da confiança na profissional responsável e na qualidade dos produtos utilizados, a jovem apresentou, poucas horas após o atendimento, sintomas graves que evoluíram rapidamente, culminando em seu falecimento.

A partir desse enredo, os estudantes são convidados a atuar como auxiliares de peritos da Polícia Técnico-Científica, com o objetivo de investigar as causas do ocorrido, identificar as substâncias químicas envolvidas e propor alternativas de produtos mais seguros, considerando seus impactos na saúde humana e no meio ambiente.

O caso completo será apresentado e discutido na Seção 4.3.

3.2 Construção e análise dos dados

Os dados foram construídos por meio das seguintes ferramentas: questionário prévio; o Caso (considerando sua potencialidade na mobilização dos domínios CTSA e a comparação entre o Caso e as características de um bom caso à luz da abordagem CTSA); os laudos periciais; e os planejamentos dessas atividades. Devido ao grande volume de dados coletados, optou-se por realizar um recorte, analisando-se os dados construídos na primeira, segunda e sétima aulas, correspondentes, respectivamente, ao questionário prévio, à apresentação do Caso e à aula de apresentação dos laudos pelos estudantes.

Os questionários das aulas 1 e 2 foram selecionados como método de coleta de dados devido ao baixo custo, facilidade de obter respostas dos estudantes de forma eficiente, além de não os expor à influência das opiniões do professor (Chaer *et al.*, 2012). Foram elaborados questionários mistos para obter tanto respostas objetivas quanto discursivas, facilitando a análise de conteúdo subsequente. Além disso, é possível defender que, por meio da aplicação dos questionários, obtivemos acesso de maneira mais facilitada aos conhecimentos que os alunos foram mobilizando ao longo das aulas.

O laudo pericial, entregue na aula 7, desempenhou um papel importante ao permitir a observação das apropriações dos estudantes após a realização das atividades. Ele auxilia o pesquisador na análise da evolução dos estudantes em relação às hipóteses iniciais e às informações finais utilizadas para a solução do problema. Além disso, o laudo proporcionou uma visão sobre os domínios CTSA mobilizados pelos estudantes.

As discussões e reflexões realizadas pelos estudantes durante as apresentações dos laudos periciais foram gravadas em áudio e vídeo. Destaca-se que os dados relevantes dessas gravações serão transcritos pelo autor da pesquisa. Para a realização das gravações, utilizou-se uma câmera posicionada no canto da sala, de modo a não perder as interações dos estudantes durante a apresentação dos laudos. As transcrições seguirão as orientações de Marcuschi (2010). Ressalta-se que, devido à grande quantidade de dados coletados, optou-se por analisar apenas a gravação da última aula, na qual foram apresentadas, pelos estudantes, as soluções para o caso.

Os dados coletados foram examinados à luz dos pressupostos metodológicos da análise de conteúdo proposta por Bardin (2016), cujas categorias foram definidas *a priori*. Tal técnica, amplamente empregada em investigações qualitativas, visa identificar, classificar e interpretar os significados expressos em um conjunto de dados, sejam eles textuais, imagéticos, audiovisuais, entre outros.

A aplicação da análise de conteúdo desenvolve em três etapas complementares: a primeira, denominada pré-análise, constitui na leitura flutuante e na organização inicial do corpus, definindo-se as unidades de registro e estabelecendo-se as categorias analíticas a partir dos conceitos e temas emergentes. Na etapa seguinte, referente à exploração do material, as categorias foram aplicadas ao conjunto de dados, possibilitando a identificação de padrões, relações e recorrências, com o apoio de processos de codificação que vincularam trechos do conteúdo às categorias CTSA, ou ausência de domínios, pré-estabelecidas. Por fim, na fase de tratamento e interpretação dos resultados, procede-se à análise crítica e à elaboração de conclusões, relacionando os achados aos objetivos da pesquisa e ao contexto investigado. Segundo Elias (2024), a adoção dessa técnica mostra-se adequada pela sua flexibilidade e potencial de gerar informações relevantes para a construção de interpretações teóricas e para a compreensão de fenômenos educacionais e sociais.

No presente estudo, a triangulação de dados foi realizada a partir da articulação entre diferentes fontes: os questionários aplicados nas aulas 1; a análise do caso com base nos domínios CTSA previstos; os laudos periciais produzidos na aula 7; e transcrições de trechos das gravações em áudio e vídeo das apresentações desses laudos; e os planejamentos correspondentes a essas aulas. Essa combinação possibilitou identificar convergências, divergências e complementaridades nas concepções iniciais, nas discussões coletivas e nas soluções finais do caso, apresentadas pelos estudantes, oferecendo uma visão mais ampla e consistente sobre a mobilização dos domínios CTSA ao longo da sequência de aulas.

3.3 Análise dos dados da aula 1

Os domínios CTSA foram examinados à luz do planejamento da aula 1, especificamente foram analisados os domínios CTSA esperados em cada questão do questionário prévio (Apêndice A). Buscando identificar, em cada questão, quais domínios — Ciência, Tecnologia, Sociedade ou Ambiente — poderiam ser mobilizados, seja de forma isolada, integrada ou, eventualmente, não relacionados a nenhum desses domínios. Destacando que o planejamento da SA foi feito considerando a abordagem CTSA.

Como exemplo, na seguinte pergunta: *“Você considera que os cosméticos evoluíram ao longo do tempo, comparando com as épocas dos seus pais e avós?”*, esperava-se que os estudantes mobilizassem o domínio da tecnologia ao apontar o aumento da variedade de produtos cosméticos desenvolvidos ao longo dos anos. Também é possível que mobilizem outros domínios de maneira integrada, reconhecendo que as formulações desses produtos

evoluíram para se tornarem mais seguras ao uso, ao mesmo tempo em que geram impactos ambientais. Nesse caso, os domínios da ciência, tecnologia, sociedade e ambiente são acionados de forma conjunta.

Na análise das respostas dos estudantes, foram identificados os domínios CTSA mobilizados em cada questão do questionário prévio, com o objetivo de subsidiar a discussão dos resultados. As categorias adotadas para classificar as respostas foram definidas *a priori* e estão apresentadas no Quadro 02, o qual contempla as categorias aplicadas às questões 2 a 9. Pretende-se utilizar essas mesmas categorias na análise das aulas e das atividades subsequentes.

Cabe destacar que apenas o questionário inicial obteve um número expressivo de respostas, uma vez que foi respondido individualmente pelos estudantes. A partir da segunda aula, as atividades passaram a ser realizadas em grupos, sendo a turma organizada em quatro equipes.

Quadro 02 – Categorias de Análise das Atividades Subsequentes

Categorias
Mobilização do domínio da Ciência (C): O estudante demonstrou compreender ou aplicar conceitos científicos (como funções orgânicas, composição química dos cosméticos, reações químicas, entre outros) nas suas concepções.
Mobilização do domínio da Tecnologia (T): O estudante possui conhecimentos de aspectos tecnológicos relacionados à produção, formulação, desenvolvimento ou aplicação dos cosméticos.
Mobilização do domínio da Sociedade (S): O estudante relacionou o tema a questões sociais, culturais, econômicas ou comportamentais, como padrões de beleza, consumo consciente, acesso a produtos, marketing, entre outros.
Mobilização do domínio do Ambiente (A): O estudante identificou ou refletiu sobre impactos ambientais, descarte, poluição, sustentabilidade ou biodegradação de cosméticos.
Mobilização integrada de domínios (CT, CS, CA, CTS, TSA, CTSA etc.): O estudante articulou dois ou mais domínios CTSA de forma integrada na sua resposta.
Ausência de mobilização de domínios CTSA: O estudante não evidenciou nenhum aspecto relacionado aos domínios da abordagem CTSA em sua resposta.

Fonte: Elaboração própria (2025)

As respostas dos estudantes para as perguntas 2 a 9, foram categorizadas com base nas categorias definidas no Quadro 02 e organizadas conforme exemplificado no Quadro 03, que apresenta as respostas à questão 04 do questionário prévio. Realçando que para cada questão do questionário prévio foi organizado um quadro semelhante ao Quadro 03.

Quadro 03 – Respostas dos estudantes na questão 4 e sua categorização

(Continua)

Questão 04	Justificativas dos estudantes	Categorias (Quadro 03)
Pensando nos cosméticos, de modo geral: a) Eles podem trazer benefícios à saúde humana? Por quê?	1.Sim, porque melhora saúde e autoestima.	Sociedade
	2.Sim, porque ajuda o bem-estar e a saúde.	Sociedade
	3. Sim. Por conta dos ingredientes utilizados nele, a forma de usar.	Mobilização integrada (CT)
	4. Na minha perspeção sim, pois conseguimos tratar e cuidar de algumas áreas do corpo com os tais.	Mobilização integrada (CS)
	5. Sim, possuem diversas utilidades benéficas para a saúde, seja na prevenção de certos males, quanto na remediação.	Mobilização integrada (CS)
	6. Sim, pois dependendo da composição do cosmético pode trazer tratamentos para a pele.	Mobilização integrada (CT)
	7. Sim, pois eles ajudam a nos cuidar	Sociedade
	8. Sim, pois eles ajudam a manter a higiene pessoal	Sociedade
	9. Sim, pois nos faz se sentir bem com nos mesmas.	Sociedade
	10.Sim, tem muitos cosméticos que tem vitaminas em sua composição.	Mobilização integrada (CT)
	11.Sim, há muitos que contém vitaminas e ingredientes que ajudam na melhora da pele.	Mobilização integrada (CT)
	12.Sim, pois eles podem ajudar a combater vários problemas, como manchas, machucados, acnes, entre outros e até problemas de saúde.	Mobilização integrada (CS)
	13.Sim, podem contribuir como por exemplo equipamentos de pulso que monitoram o batimento cardíaco, e vários outros que ajudam na saúde.	Ausência de domínio
	14.Sim, ajudam em grandes ofícios sob a melhora da saúde em geral.	Sociedade
	15.A saúde física acho que não, pois, acho que cosméticos não tem esse propósito.	Ausência de domínio

Quadro 03 – Respostas dos estudantes na questão 4 e sua categorização

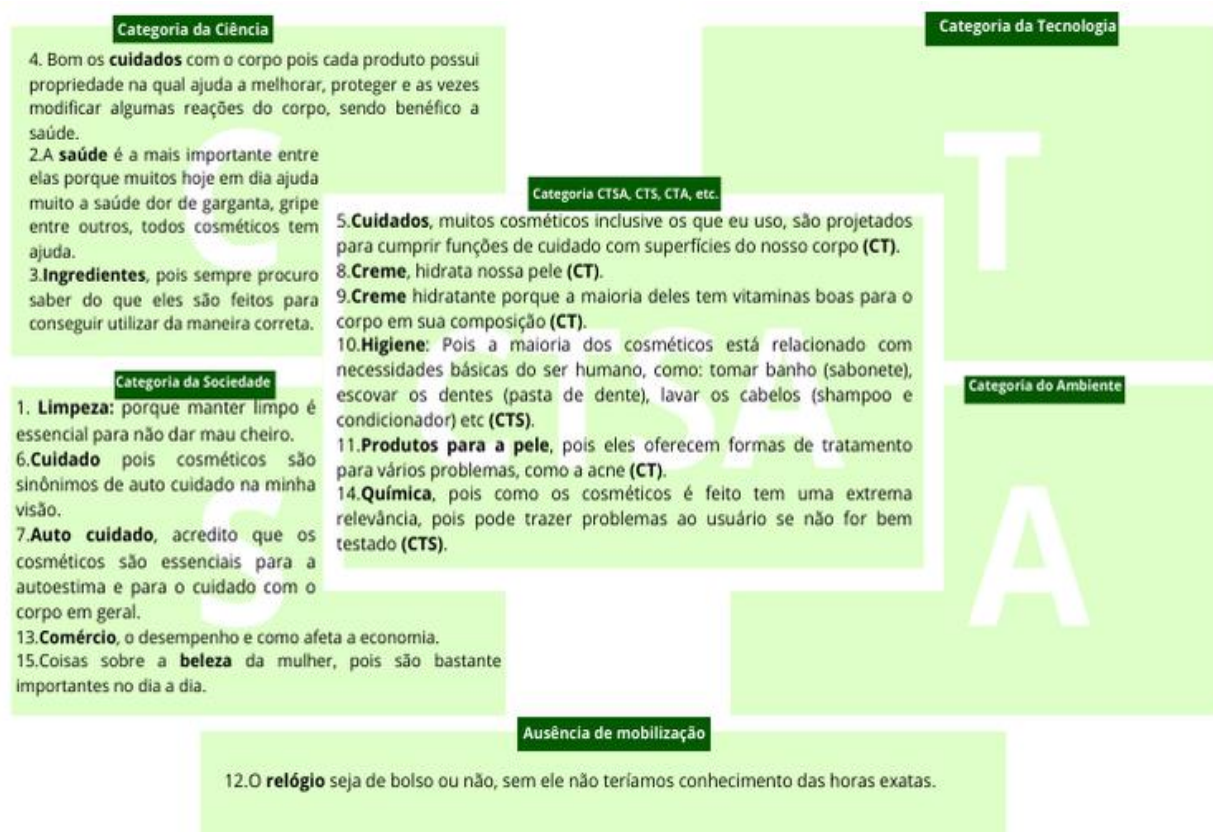
(Conclusão)

Questão 04	Justificativas dos estudantes	Categorias (Quadro 03)
b) Eles podem trazer malefícios à saúde humana? Por quê?	1.Não.	Ausência de domínio
	2.Sim, devido a mal uso do produto podem trazer malefícios.	Sociedade
	3.Sim, usando de maneira incorreta ao modo de usar, ou ingerindo.	Sociedade
	4.Podem se não forem bem desenvolvidos e testados podem desenvolver machucados e inflamações.	Mobilização integrada (CTS)
	5.Um cosmético aprovado para comercialização por si só não deve trazer malefícios, entretanto seu uso de maneira inadequada pode. Pré disposição a reações também.	Mobilização integrada (CTS)
	6.Sim, como por exemplo o ácido hialurônico que pode ajudar, mas se não souber usar pode ser extremamente perigoso.	Mobilização integrada (CTS)
	7.Sim, dependendo do cosmético mal formulado ou sem ser usado da forma correta.	Mobilização integrada (CTS)
	8.Também sim, pois produtos não testados corretamente, vencidos ou falsificados podem causar danos prejudiciais à saúde humana.	Mobilização integrada (CTS)
	9.Podem também, se usar em excesso podem fazer mal.	Sociedade
	10.Sim, se você usa um cosmético que não sabe a composição pode causar alergias.	Mobilização integrada (CTS)
	11.Sim. Produtos que contenham ácidos, se usados de maneira incorreta pode trazer malefícios a saúde.	Mobilização integrada (CS)
	12.Sim, por uso indevido ou excesso.	Sociedade
	13.Sim, eles tendem a causar problemas a natureza e podem gerar vícios.	Mobilização integrada (SA)
	14.Sim, o excesso de qualquer produto faz mal, reações alérgicas.	Mobilização integrada (CS)
	15.Sim, algo pode dar errado ao usuário, como alguma alergia.	Sociedade

Fonte: Elaboração própria (2025)

Com o objetivo de tornar a apresentação dos dados mais dinâmica e acessível, optou-se por utilizar figuras para ilustrar algumas das respostas dos estudantes, como exemplo, a Figura 02, que apresenta as respostas dos alunos à questão 03, onde foram categorizadas de acordo com o Quadro 03 apresentado anteriormente. A única exceção refere-se à questão 01, cujas respostas se limitaram às opções “sim” ou “não”. A análise dos dados obtidos será detalhada na seção de Resultados e Discussões.

Figura 02 – Categorização das respostas dos estudantes à questão 03: Explique a palavra que você considera a mais importante sobre os cosméticos.



Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 02: A figura apresenta as respostas dos estudantes organizadas segundo as categorias da Ciência (C), Tecnologia (T), Sociedade (S) e Ambiente (A), bem como em articulações como CT e CTS. Na categoria Ciência, destacam-se menções a cuidados com o corpo, saúde e ingredientes dos cosméticos, evidenciando a compreensão de propriedades, composição e efeitos no organismo. Na categoria Sociedade, aparecem referências à limpeza, autocuidado, comércio e padrões de beleza, indicando relações com aspectos culturais e econômicos. As respostas agrupadas nas articulações CT e CTS enfatizam funções dos produtos, higiene, composição química e aplicações tecnológicas voltadas ao cuidado corporal. Observa-se ausência de mobilização explícita da categoria da Tecnologia e Ambiente, e a presença de uma resposta classificado como “ausência de mobilização”, por não estabelecer relação com os domínios da abordagem CTSA.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da análise dos dados do questionário prévio, contemplando a identificação dos domínios CTSA previstos e efetivamente mobilizados. Também é examinada a estrutura do caso utilizado na SA, à luz das características propostas por Herreid (1998), articuladas à abordagem CTSA. Por fim, apresentamos a análise dos laudos periciais elaborados pelos estudantes, com o propósito de identificar os domínios CTSA esperados e mobilizados durante a atividade.

4.1 Análise do questionário prévio

Para identificar conhecimentos prévios sobre funções orgânicas, cosméticos e sua relação com CTSA, aplicou-se um questionário com nove questões na primeira aula. A aula iniciou com apresentação do professor, dos objetivos da sequência e da organização das atividades, buscando engajar os estudantes. Em seguida, foram dadas orientações e destacou-se que o questionário não teria caráter avaliativo, mas de participação. Os alunos responderam em cerca de 30 minutos.

Cada questão do questionário foi analisada com base nos domínios mobilizados nas respostas, permitindo, ao final, um panorama geral. As respostas foram organizadas conforme as categorias do Quadro 02.

A seguir serão apresentadas as análises e discussões considerando cada questão do questionário prévio, inserindo o que era esperado, a partir da observação do planejamento, e o que foi mobilizado pelos alunos em relação aos domínios CTSA.

4.1.1 Questão 01

A questão 01 do questionário prévio foi elaborada com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o uso de cosméticos em seu cotidiano. A questão foi a seguinte: Você usa algum cosmético no seu dia a dia? ()Sim ()Não

A intenção foi verificar se os estudantes compreendem que os cosméticos não se limitam à função estética, mas também desempenham um papel relevante na higiene pessoal, na prevenção de doenças e no bem-estar geral. A partir dessa compreensão, todos os alunos deveriam indicar que usam cosméticos em seu dia a dia, considerando minimamente os hábitos de higiene como escovar os dentes (uso da pasta de dente), tomar banho ou lavar as mãos (uso de sabonete).

A pergunta foi dicotômica, e, portanto, as respostas "sim" ou "não" não permitem inferir diretamente relações com os domínios CTSA.

A maioria dos estudantes (14 de 15) relatou utilizar cosméticos no dia a dia, o que indica familiaridade com o tema e reforça seu potencial contextualizador. Embora apenas um estudante do sexo masculino tenha declarado não fazer o uso desses produtos, sua justificativa apresentada na terceira questão revelou uma associação entre cosméticos e cuidados com a pele. Assim como observado no estudo de Yamaguchi e Ferreira (2019), a análise dos dados evidenciou que os itens mencionados pelos estudantes, em sua maioria, estão associados a produtos tradicionalmente direcionados ao público feminino. Essa percepção evidencia a presença de conhecimentos prévios construídos a partir de vivências sociais, ainda que permeados por uma visão limitada que associa os cosméticos exclusivamente à estética.

4.1.2 Questão 02

A questão 02 foi propositalmente ampla, permitindo que os estudantes indicassem livremente palavras sobre os cosméticos relacionadas a qualquer um dos domínios CTSA ou que fizessem parte de dois ou mais domínios. A questão 02 foi a seguinte: Cite três palavras que vem em sua mente, quando você pensa em cosméticos.

Pensávamos que os alunos mobilizariam palavras relacionadas ao domínio da ciência, como química orgânica, pH e substâncias. Também palavras vinculadas ao domínio da tecnologia, como: fabricação, equipamentos e máquinas. Além disso, esperava-se o uso de termos ligados ao domínio da sociedade, como: autoestima, consumo e aparência. Era possível, ainda, que mobilizassem palavras relacionadas exclusivamente ao domínio do ambiente, como: resíduos, sustentabilidade e poluição. Também se esperava a citação de palavras que se encaixam em mais de um domínio, como: cosméticos naturais (C+A), consumo consciente (S+A) e testes em animais (C+S+A).

Essa atividade possibilitou a identificação de concepções prévias acerca desses produtos, revelando a forma como os estudantes os percebem em seu cotidiano. É importante ressaltar que, como a questão solicitava apenas a indicação de palavras, não é possível inferir com exatidão os motivos das escolhas dos estudantes. Ainda assim, foi proposta uma categorização em conformidade com o Quadro 02. Por exemplo, palavras como “*beleza*”, “*estética*” e “*higiene*” foram incluídas nas categorias Tecnologia, por impulsionarem inovações na indústria cosmética, e Sociedade, campo que engloba a percepção e a valorização da beleza, com forte dimensão social. Termos como “*creme*”, “*maquiagem*”, “*perfume*”, “*shampoo*”,

“batom”, “produtos para a pele” e “produtos para o cabelo” foram distribuídos entre Ciência, pelo conhecimento científico aplicado em sua produção; Tecnologia, pelas técnicas de formulação e aplicação; e Sociedade, por seu amplo uso e comercialização. Já “álcool”, “óleos” e “ingredientes” foram enquadrados em Ciência, por se tratar de substâncias químicas com propriedades específicas; em Tecnologia, pelo uso em formulações industriais; e em Ambiente, devido aos possíveis impactos ambientais.

Termos como “hidratação”, “cheiro” e “limpeza” foram agrupados e categorizados nos domínios da Ciência, Tecnologia e Sociedade. O domínio da Ciência foi contemplado por envolver processos biológicos e químicos relacionados à saúde da pele, além de remeter às propriedades químicas e sensoriais, abrangendo a ciência dos aromas. Esses aspectos são impulsionados por produtos tecnológicos, justificando a presença do domínio da Tecnologia. Por fim, o domínio Social foi considerado em função do impacto desses elementos na sociedade, na saúde e no bem-estar.

A palavra “química” foi destacada por estar inserida nas quatro dimensões da abordagem CTSA. O estudo da Química é essencial para a compreensão da composição e das reações envolvidas nos cosméticos, constituindo a base científica para o desenvolvimento de diversos produtos que podem, por sua vez, gerar impactos sociais e ambientais significativos. Por outro lado, ao mobilizar esse termo, o estudante pode expressar concepções distintas sobre a Química, como uma percepção negativa dos cosméticos por conterem “produtos químicos” ou a associação direta da Química à poluição ambiental.

Os termos “pele” e “saúde” foram categorizados dentro do domínio da Ciência, por se relacionarem a objetos de estudo biológicos e fisiológicos. A saúde, por sua vez, está diretamente vinculada ao conhecimento científico das áreas da Biologia, Medicina, Química e Farmacologia; ao domínio da Sociedade, por se tratar de um objeto de estudo com implicações sociais, como os padrões de beleza, e por representar uma construção social influenciada por políticas públicas, condições socioeconômicas, acesso a serviços, cultura e qualidade de vida; e, ainda, ao domínio do Ambiente, considerando que os seres vivos podem estar expostos a diversos fatores ambientais, sendo a saúde humana intimamente ligada ao meio em que se vive.

As palavras “comércio”, “cuidado”, “autocuidado” e “educação” foram relacionadas exclusivamente ao domínio da Sociedade: “comércio”, pela atividade de compra e venda de produtos; “cuidado” e “autocuidado”, pela dimensão de saúde e bem-estar; e “educação”, pelo papel que desempenha na construção social de conhecimentos e valores. Por fim, o último grupo de termos, “utilitários”, “relógio”, “fones de ouvido” e “óculos”, embora não se associe diretamente à temática das aulas, pode ser categorizado dentro do domínio da Tecnologia, por

referir-se a ferramentas e produtos desenvolvidos para uso prático, bem como a dispositivos tecnológicos.

Pensando em facilitar a visualização dos domínios mobilizados elaboramos a Figura 03. Nesse sentido, as palavras foram organizadas por contemplar um dos quatro domínios: ciência (C), tecnologia (T), sociedade (S) e ambiente (A). Ou, as palavras que se relacionavam simultaneamente a dois ou mais domínios, foram inseridas na categoria denominada CTSA. Por fim, considerou-se uma última categoria para agrupar as palavras que não se enquadram em nenhum dos domínios mencionados, como descrito no Quadro 02. Destacamos, ao observar a Figura 03 que nenhuma das palavras apresentadas foi classificada na categoria de ausência de mobilização de domínios CTSA, ou exclusivamente nos domínios específicos de Ciência ou Ambiente.

A categorização apresentada na Figura 03 revela a diversidade de palavras associadas pelos estudantes aos cosméticos, evidenciando diferentes domínios CTSA, ainda que essas associações tenham sido inferidas de forma ampla, já que os estudantes não explicitaram diretamente os significados atribuídos. Essa ausência de explicitação remete à ideia de representações sociais, conforme discutido por Olbertz (2019), ao investigar como estudantes do Ensino Médio representam a Química presente nos cosméticos e produtos de beleza. A autora observa que essas representações se constroem com base em vivências cotidianas, muitas vezes permeadas por impressões superficiais e informações fragmentadas, o que limita a compreensão conceitual aprofundada sobre os conteúdos químicos.

Por exemplo, *maquiagem*, *shampoo* e *perfume* podem ser considerados pertencentes ao domínio da tecnologia, uma vez que se desenvolveram significativamente ao longo do tempo e, atualmente, são produzidos por meio de processos industriais cada vez mais modernos. No entanto, essas palavras também podem aparecer associadas a outros domínios, como os da ciência e da sociedade, pois todos esses produtos são elaborados a partir de conhecimentos científicos e exercem grande impacto social.

Palavras como *beleza*, *estética* e *higiene* foram agrupadas por apresentarem um domínio principal em comum: o da sociedade. Tais termos envolvem a percepção e a valorização da beleza, possuindo, portanto, forte dimensão social. Além disso, relacionam-se com o domínio da tecnologia, em virtude do grande impulso tecnológico que promovem.

Figura 03 – Categorização das palavras citadas na questão 02: Cite três palavras que vem em sua mente, quando você pensa em cosméticos.



Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 03: A figura apresenta as respostas dos estudantes organizadas segundo as categorias da Ciência (C), Tecnologia (T), Sociedade (S) e Ambiente (A), bem como suas articulações (CTSA, CTS, CTA, CSA). Observa-se a predominância de menções relacionadas à Ciência e às inter-relações CTS/CTSA, com destaque para termos associados à beleza, estética e higiene (shampoo, creme, maquiagem, perfume, batom), produtos para pele e cabelo, álcool, óleo e ingredientes, além de aspectos como hidratação, limpeza, química e saúde. Na categoria Tecnologia, aparecem referências a utilitários, relógio, fones de ouvido e óculos, enquanto na categoria Sociedade destacam-se comércio, cuidado e educação. Nota-se, ainda, ausência de mobilização explícita da categoria Ambiente nas respostas analisadas.

As palavras *álcool*, *óleo* e *ingredientes* foram agrupadas por estarem relacionadas, prioritariamente, ao domínio da ciência. Todas elas correspondem a substâncias presentes na composição dos cosméticos e apresentam propriedades diversas. No entanto, também podem ser inseridas nos domínios da tecnologia e do meio ambiente, considerando seu uso em produtos tecnológicos e os impactos ambientais que podem provocar, seja em sua obtenção, seja em seu descarte inadequado.

De acordo com os dados apresentados na Figura 03, observa-se que a maioria das palavras indicadas pelos estudantes pode estar associada a mais de um dos domínios CTSA, o que evidencia o caráter interdisciplinar das questões relacionadas aos cosméticos. Essa constatação reforça o argumento de Marcondes *et al.* (2015), ao apontar que o tema dos cosméticos se configura como pertinente e acessível, justamente por estar inserido no cotidiano dos alunos.

Os domínios Ciência, Tecnologia e Sociedade parecem de forma recorrente e interligada, por exemplo: Produtos cosméticos (shampoo, creme, maquiagem etc.) são simultaneamente resultados de conhecimento científico, aplicação tecnológica e possuem função social. Termos como beleza, estética e higiene são fortemente associados ao domínio Sociedade, mas também impulsionam a tecnologia e dependem de ciência aplicada.

O domínio Ambiente apareceu com menos frequência, e quase sempre com o impacto secundário (álcool, óleo, ingredientes), geralmente associado a riscos ambientais, como poluição ou descarte incorreto.

Dessa forma, observa-se que os estudantes citaram palavras bastante distintas, que podem contemplar um ou mais domínios. Contudo, será possível analisar se os domínios foram, de fato, mobilizados de maneira adequada e integrada no momento em que os discentes foram solicitados a escolher uma das palavras citadas e explicá-la, conforme será apresentado na seção seguinte.

4.1.3 Questão 03

A pergunta da questão 03 foi elaborada com o intuito de levar o estudante a escolher uma das palavras citadas na questão 02 e explicá-la. Dessa forma, seria possível compreender os domínios CTSA mobilizados por eles. A pergunta da questão 03 foi: Explique a palavra que você considera a mais importante sobre os cosméticos.

Esperava-se que os alunos mobilizassem o domínio da Ciência, ao explicarem conceitos relacionados à Química; o domínio da Tecnologia, ao tratarem da fabricação de cosméticos ou do desenvolvimento de produtos; e o domínio da Sociedade, ao abordarem a pressão estética no contexto social. Também era esperado que envolvessem conhecimentos relacionados ao Meio Ambiente, como ao discutirem o descarte inadequado de produtos químicos ou os impactos ambientais causados pela poluição gerada por esses itens. Além disso, havia a expectativa de que os estudantes articulassem mais de um domínio em suas respostas, por exemplo, ao mencionarem produtos veganos, cuja discussão envolve aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais.

A Figura 04 apresenta a explicação dos estudantes para a palavra escolhida, a qual está destacada na sentença. Nela, também são indicadas as categorias correspondentes, conforme o Quadro 02 apresentado anteriormente.

Figura 04 – Respostas dos estudantes na questão 3: Explique a palavra que você considera a mais importante sobre os cosméticos.



Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 04: A figura apresenta as respostas dos estudantes organizadas segundo as categorias da Ciência (C), Tecnologia (T), Sociedade (S) e Ambiente (A), bem como em articulações como CT e CTS. Na categoria Ciência, destacam-se menções a cuidados com o corpo, saúde e ingredientes dos cosméticos, evidenciando a compreensão de propriedades, composição e efeitos no organismo. Na categoria Sociedade, aparecem referências à limpeza, autocuidado, comércio e padrões de beleza, indicando relações com aspectos culturais e econômicos. As respostas agrupadas nas articulações CT e CTS enfatizam funções dos produtos, higiene, composição química e aplicações tecnológicas voltadas ao cuidado corporal. Observa-se ausência de mobilização explícita da categoria da Tecnologia e Ambiente, e a presença de uma resposta classificado como “ausência de mobilização”, por não estabelecer relação com os domínios da abordagem CTSA.

Ao escolherem uma das palavras citadas na questão 02 para serem explicadas, observamos, por meio da Figura 04, que os alunos mobilizaram diferentes domínios CTSA, de forma isolada ou integrada. As respostas foram categorizadas com base no Quadro 02, sendo também destacados os domínios CTSA mobilizados.

As respostas dos estudantes que apresentaram explicações semelhantes foram agrupadas, assim como aquelas que mobilizaram os mesmos domínios de análise. Por exemplo, os estudantes que explicaram a palavra *creme* apresentaram as seguintes justificativas:

E07 – *Creme, hidrata nossa pele.*

E10 – *Creme hidratante porque a maioria deles tem vitaminas boas para o corpo em sua composição.*

Nota-se que ambas as explicações atribuem ao creme a função de hidratar a pele, reconhecendo, de forma simplificada, sua atuação sobre processos fisiológicos do corpo humano. O domínio da tecnologia também se faz presente, considerando que os cremes hidratantes são produtos desenvolvidos por meio de processos industriais e tecnológicos. Assim, as respostas foram classificadas nos domínios da Ciência e Tecnologia (C&T).

Houve, ainda, situações em que os estudantes mobilizaram três domínios simultaneamente, como no caso do estudante E15 ao explicar a palavra *química*:

E15 – *Química, pois como os cosméticos é feito tem uma extrema relevância, pois pode trazer problemas ao usuário se não for bem testado.*

Percebe-se, por meio dessa justificativa, uma compreensão da química como base para a fabricação dos cosméticos, destacando o papel da ciência na formulação segura dos produtos. Ao mesmo tempo, a menção à importância dos testes evidencia o domínio tecnológico, que abrange o desenvolvimento, a validação e o controle de qualidade. Por fim, ao indicar possíveis riscos aos usuários, o estudante reconhece as implicações sociais e éticas envolvidas. Sendo mobilizados os domínios Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Outro exemplo de integração de mais de um domínio foi identificado na resposta do estudante E8 ao explicar a palavra *higiene*:

E8 – *Higiene: Pois a maioria dos cosméticos está relacionado com necessidades básicas do ser humano, como: tomar banho (sabonete), escovar os dentes (pasta de dente), lavar os cabelos (shampoo e condicionador) etc.*

Observa-se que o estudante relaciona os cosméticos à satisfação de necessidades básicas humanas, como a higiene pessoal. Essa perspectiva evidencia o papel social da higiene,

construída culturalmente como um valor essencial à saúde, à convivência e à dignidade. Além disso, os exemplos citados indicam a mobilização dos domínios da Ciência e da Tecnologia, uma vez que tais produtos são elaborados a partir do conhecimento científico e de processos tecnológicos específicos. Assim, a resposta mobiliza os domínios Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Por outro lado, houve casos em que os estudantes mobilizaram apenas um domínio, como na explicação sobre a palavra *comércio*:

E14 – *Comércio, o desempenho e como afeta a economia.*

Percebe-se que o estudante destaca o comércio e seu impacto na economia, evidenciando a compreensão de aspectos sociais e econômicos que influenciam a circulação de bens e serviços. Nesse caso, apenas o domínio Sociedade (S) foi mobilizado.

De forma geral, nas respostas analisadas, os domínios da Ciência e da Tecnologia foram recorrentes, principalmente ao abordar o conhecimento científico envolvido nos processos de fabricação e nas funções atribuídas aos cosméticos, bem como as tecnologias aplicadas ao seu desenvolvimento e produção.

Em relação ao estudante que citou a palavra *relógio*, observa-se que foi mobilizado o conceito de Tecnologia. No entanto, apesar da pertinência do domínio, a palavra e sua justificativa não se enquadram diretamente no tema da sequência de aulas, que tratava dos cosméticos.

Ao analisarmos as Figuras 03 e 04, verificamos que alguns estudantes, ao justificarem suas escolhas, mobilizaram de forma coerente os domínios CTSA. Alguns integraram mais de um domínio em suas respostas, enquanto outros poderiam ter feito essa integração, mas não o fizeram. Por exemplo, os estudantes que explicaram as palavras *creme* mobilizaram os domínios da Ciência e da Tecnologia, mas poderiam também ter incluído o domínio da Sociedade, destacando que esses produtos são amplamente utilizados e possuem grande impacto social.

Por outro lado, houve estudantes que integraram mais domínios em suas justificativas. Um exemplo disso é a explicação referente à palavra *higiene*. Embora o termo esteja inicialmente associado aos domínios da Tecnologia e da Sociedade, o estudante incluiu o domínio da Ciência em sua resposta, ampliando a análise.

Dessa forma, as figuras 03 e 04 revelam que os estudantes, ainda que com diferentes níveis de aprofundamento conceitual, mobilizaram os domínios CTSA ao refletirem sobre os cosméticos. A Ciência aparece como o domínio mais acionado, possivelmente por estar mais diretamente vinculado aos conteúdos escolares, como química. A Tecnologia é mobilizada principalmente quando há menção a produtos, testes, eficácia e processos de desenvolvimento. A Sociedade emerge de forma significativa, especialmente nas explicações que tratam de autocuidado, aparência, higiene e economia.

Por fim, o domínio Ambiente, embora presente na Figura 03, não foi diretamente mobilizado nas respostas dos estudantes (Figura 04), o que pode indicar uma lacuna na percepção ambiental relacionada ao tema. Conforme Jacobi (2003) enfatiza, a articulação entre meio ambiente e educação para a cidadania constitui um desafio contemporâneo, exigindo a construção de novos saberes capazes de apreender processos sociais cada vez mais complexos e lidar com riscos ambientais em constante intensificação. Assim, integrar de forma mais efetiva a dimensão ambiental em propostas pedagógicas de enfoque CTSA pode contribuir para a formação de cidadãos mais conscientes e comprometidos com a sustentabilidade.

4.1.4 Questão 04

A questão 04 foi elaborada com o objetivo de mobilizar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito dos benefícios e possíveis reações adversas que os cosméticos podem provocar à saúde humana. A questão 04 foi:

Pensando nos cosméticos, de modo geral:

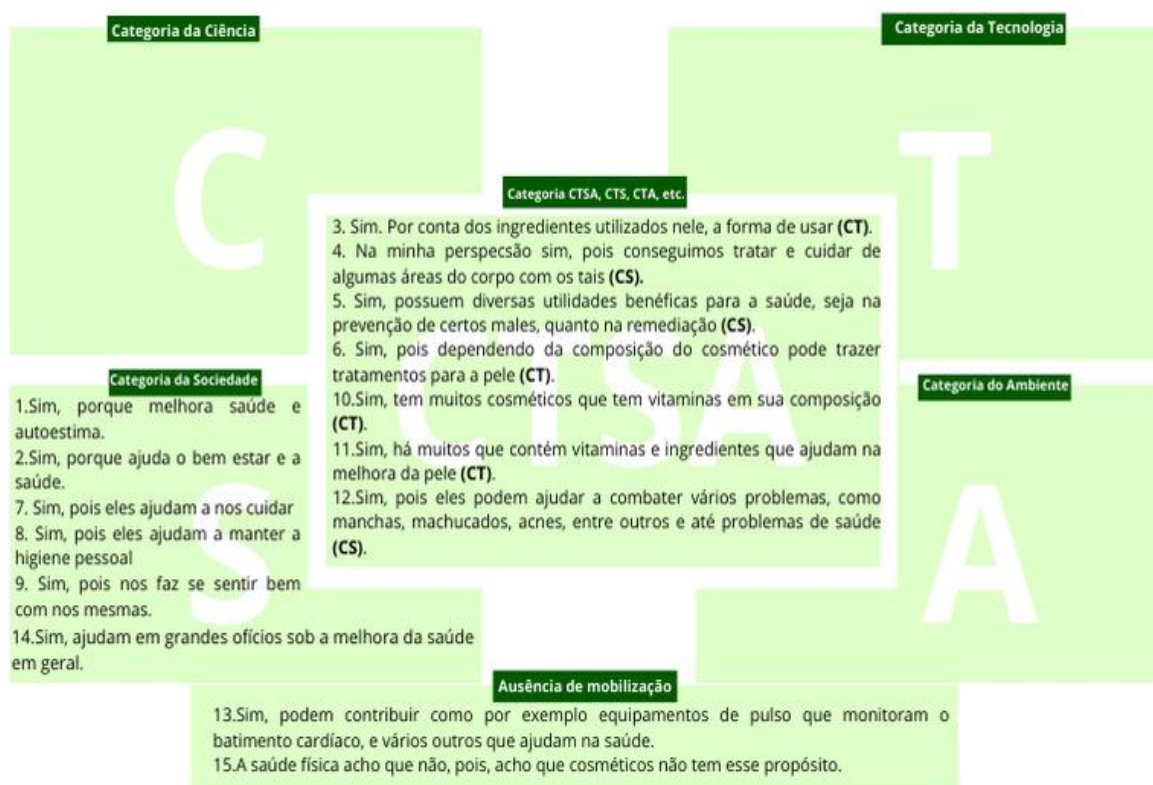
- a)** Eles podem trazer benefícios à saúde humana? Por quê?
- b)** Eles podem trazer malefícios à saúde humana? Por quê?

O domínio principalmente esperado nesta questão é o da Sociedade, uma vez que os estudantes poderiam, por exemplo, destacar o impacto social positivo que os cosméticos exercem sobre a autoestima e o bem-estar. E na pergunta (b), os estudantes podem abordar os possíveis efeitos negativos, como reações adversas que, em casos mais graves, podem comprometer seriamente a saúde.

Além disso, os domínios da Ciência e da Tecnologia podem ser mobilizados de forma integrada. Esperava-se que os estudantes reconheçam a importância do conhecimento científico para o desenvolvimento de formulações mais seguras, bem como o papel da tecnologia na produção, testagem e regulamentação desses produtos.

As figuras 05 e 06 apresentam as respostas dos estudantes às perguntas (a) e (b) da questão 04, acompanhadas de suas respectivas justificativas. As respostas foram categorizadas de acordo com a classificação previamente estabelecida no Quadro 02.

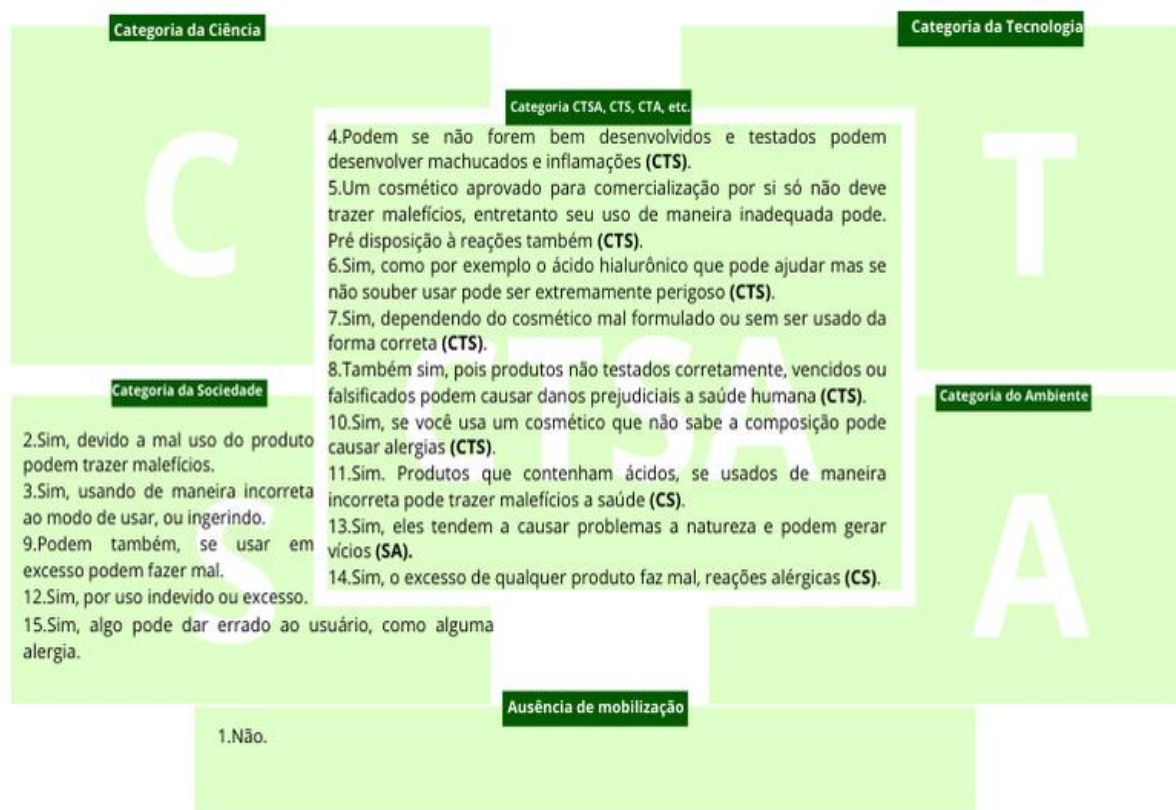
Figura 05 – Respostas dos estudantes na questão 4(a): Pensando nos cosméticos, de modo geral: a) Eles podem trazer benefícios à saúde humana? Por quê?



Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 05: A figura apresenta as respostas dos estudantes organizadas segundo as categorias da Ciência (C), Tecnologia (T), Sociedade (S) e Ambiente (A), bem como nas articulações CT e CS. Observa-se predominância de mobilizações nas inter-relações entre Ciência e Tecnologia (CT), especialmente em menções à composição dos cosméticos, presença de vitaminas, ingredientes e formas de uso, evidenciando a compreensão de aspectos químicos associados às funcionalidades dos produtos. Na articulação Ciência–Sociedade (CS) e na categoria Sociedade (S), destacam-se referências à saúde, bem-estar, autoestima e higiene pessoal, indicando a percepção dos impactos sociais e individuais do uso de cosméticos. Não foram identificadas mobilizações explícitas nas categorias da Ciência (C), Tecnologia (T) e Ambiente (A) de forma isolada. Constatam-se, ainda, respostas classificadas como “ausência de mobilização”, por não estabelecerem relações diretas com os domínios da abordagem CTSA.

Figura 06 – Respostas dos estudantes na questão 4(b): Pensando nos cosméticos, de modo geral: b) Eles podem trazer malefícios à saúde humana? Por quê?



Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 06: A figura apresenta as respostas dos estudantes organizadas segundo as categorias da Ciência (C), Tecnologia (T), Sociedade (S) e Ambiente (A), bem como em articulações como CTS, CS e SA. Observa-se predominância de mobilizações na articulação Ciência–Tecnologia–Sociedade (CTS), especialmente em menções a riscos associados ao uso inadequado de cosméticos, reações alérgicas, inflamações, composição química (ácidos e ácido hialurônico), produtos vencidos ou falsificados e possíveis danos à saúde humana. Na categoria Sociedade (S), destacam-se referências ao uso incorreto, excesso e malefícios ao usuário. Registra-se ainda uma mobilização pontual na articulação Sociedade–Ambiente (SA), ao mencionar impactos à natureza. Não foram identificadas mobilizações explícitas nas categorias Ciência (C), Tecnologia (T) e Ambiente (A) de forma isolada, além de uma resposta classificada como “ausência de mobilização”, por não estabelecer relação com os domínios da abordagem CTSA.

A análise da Figura 05, referente às respostas da questão 4a, evidencia que, além de mobilizarem o domínio Sociedade (S), como era esperado, os estudantes também apresentaram outros domínios de forma integrada, como se observa no caso do estudante E11.

E11- *Sim, há muitos que contém vitaminas e ingredientes que ajudam na melhora da pele.*

Verificamos a mobilização dos domínios Ciência (C) e Tecnologia (T). O estudante menciona vitaminas e ingredientes presentes na composição dos cosméticos, indicando reconhecer o papel dos conhecimentos científicos relacionados às propriedades químicas e biológicas desses componentes na melhoria da pele. Além disso, ao fazer referência aos ingredientes, também se observa a mobilização do domínio da tecnologia, uma vez que a escolha e a incorporação desses compostos nos produtos envolvem processos industriais e tecnológicos voltados para a eficácia e a segurança das formulações cosméticas.

Ainda nas respostas da questão 4a, podemos analisar a resposta da E12:

E12 – Sim, pois eles podem ajudar a combater vários problemas, como manchas, machucados, acnes, entre outros e até problemas de saúde.

A resposta evidencia a mobilização dos domínios Ciência (C) e Sociedade (S). A menção a problemas como manchas, machucados, acnes e questões de saúde demonstra o reconhecimento de processos fisiológicos e químicos relacionados à atuação dos cosméticos, indicando uma compreensão pautada em conhecimentos científicos sobre seus efeitos e possíveis tratamentos. Além disso, a referência ao uso de cosméticos para tratar e prevenir problemas estéticos e de saúde está vinculada a práticas sociais e culturais de cuidado com o corpo, refletindo valores que influenciam a percepção de bem-estar e saúde no cotidiano.

Ainda na Figura 05, observam-se as respostas dos estudantes E13 e E15, ambas categorizadas como ausência de domínio. As respostas foram as seguintes:

E13 – Sim, podem contribuir, como por exemplo equipamentos de pulso que monitoram o batimento cardíaco, e vários outros que ajudam na saúde.

E15 – A saúde física acho que não, pois acho que cosméticos não têm esse propósito.

A categorização como ausência de domínio se justifica porque, no caso do E13, embora a resposta mencione tecnologias relacionadas à saúde, ela se distancia completamente da temática da pergunta (e da sequência didática), que tratava especificamente dos cosméticos e de seus potenciais benefícios. Já a resposta de E15 não deixa explícito o raciocínio do estudante quanto à relação entre cosméticos e saúde física, limitando-se a negar a contribuição desses produtos sem apresentar fundamentação ou articulação conceitual.

A partir das respostas na Figura 06, referentes às justificativas da questão 4b, percebe-se que o domínio Sociedade (S), também foi o mais mobilizado, já que a questão foi com esse

propósito, porém evidencia-se que alguns estudantes articularam três domínios, como por exemplo, os estudantes a seguir:

E4– Podem se não forem bem desenvolvidos e testados podem desenvolver machucados e inflamações.

E5– Um cosmético aprovado para comercialização por si só não deve trazer malefícios, entretanto seu uso de maneira inadequada pode. Pré-disposição a reações também.

As respostas dos estudantes demonstram a mobilização dos domínios Ciência, Tecnologia e Sociedade, pois, ao mencionar os efeitos dos cosméticos e seus ingredientes, evidencia a compreensão de princípios científicos que explicam sua ação; ao se referir à forma de produção ou aplicação, reconhece os processos tecnológicos envolvidos; e, ao associar o uso desses produtos a aspectos de bem-estar ou saúde, evidencia práticas e valores sociais relacionados ao cuidado com o corpo. Solomon (1988) destaca que, nas discussões que envolvem ciência e tecnologia, é essencial considerar as questões éticas e os valores humanos, estimulando os alunos a reconhecerem seu potencial de influência como cidadãos e a participarem democraticamente da sociedade por meio da expressão fundamentada de suas opiniões. Nessa mesma direção, Santos e Mortimer (2000) ressaltam que as decisões cotidianas sobre o consumo de produtos químicos devem levar em conta não apenas a eficiência para os fins desejados, mas também os efeitos sobre a saúde, os impactos ambientais, o valor econômico e as questões éticas relacionadas à sua produção e comercialização. Essa articulação evidencia que a abordagem CTSA pode favorecer uma compreensão integrada desses múltiplos aspectos, fortalecendo a formação crítica e cidadã.

4.1.5 Questão 05

A questão 05 foi elaborada intencionalmente como o objetivo de mobilizar o domínio da Tecnologia, ao levar os estudantes a refletirem sobre os avanços tecnológicos observados na indústria de cosméticos ao longo do tempo. A questão 05 foi: Você considera que os cosméticos evoluíram ao longo do tempo, comparando com as épocas dos seus pais e avós?

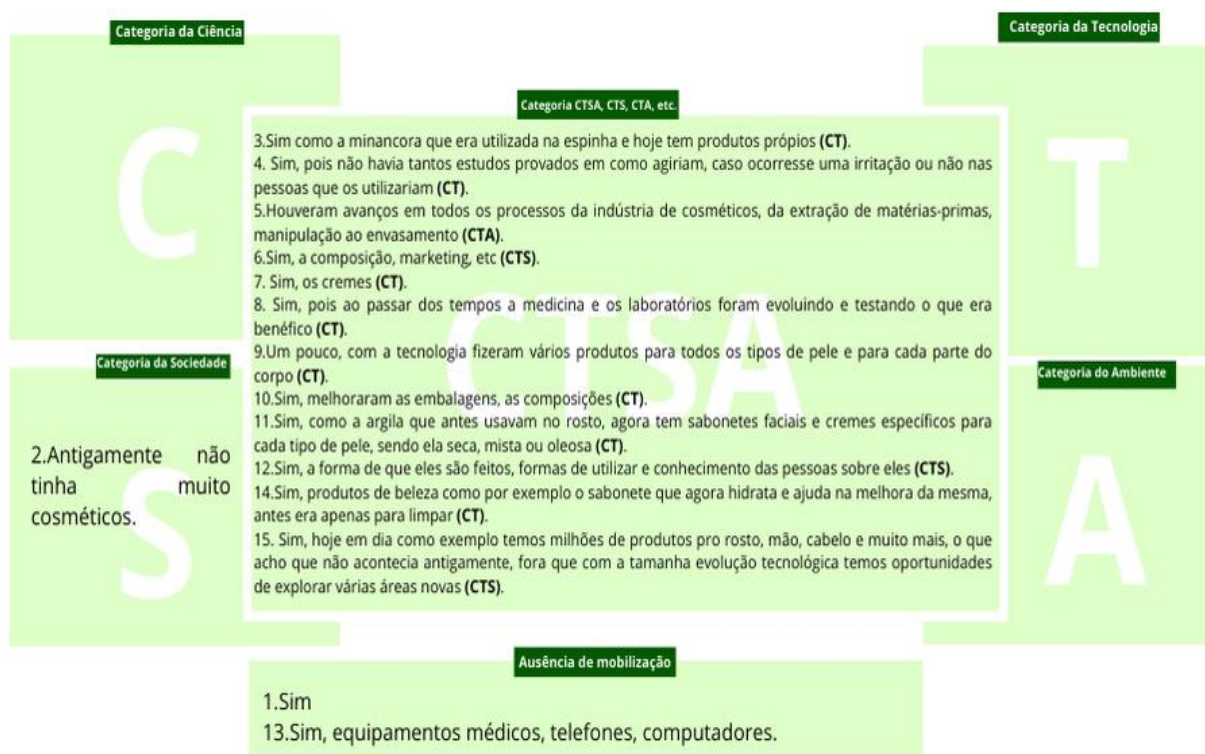
- a) Se sim, cite exemplos dessas mudanças.
- b) Se não, justifique.

Esperava-se que os estudantes mobilizassem o domínio da Tecnologia (T), reconhecendo aspectos como a evolução nas matérias-primas utilizadas e o desenvolvimento de equipamentos industriais voltados ao aperfeiçoamento dos processos de fabricação.

Além disso, era esperado que os estudantes também mobilizassem o domínio da Ciência, ao abordarem a evolução das formulações cosméticas. Um exemplo relevante é a transformação na produção de sabonetes: anteriormente limitados à versão em barra, hoje existem diversas formas, como sabonetes líquidos, em gel, em mousse, entre outros. Essa diversidade de produtos evidencia o avanço do conhecimento científico na área, refletindo na adaptação das formulações às necessidades de eficácia e segurança para o consumidor.

A Figura 07 apresenta as respostas dos estudantes à pergunta (a) da questão 05; não houve nenhuma resposta à pergunta (b). Além disso, estão indicadas as categorias, conforme a classificação previamente estabelecida no Quadro 02.

Figura 07 – Respostas dos estudantes na questão 05: Você considera que os cosméticos evoluíram ao longo do tempo, comparando com as épocas dos seus pais e avós?
A) Se sim, cite exemplos dessas mudanças.



Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 07: A figura apresenta as respostas dos estudantes organizadas segundo as categorias da Ciência (C), Tecnologia (T), Sociedade (S) e Ambiente (A), bem como nas articulações CT, CTA e CTS. Observa-se predominância de mobilizações na articulação Ciência–Tecnologia (CT), com destaque para menções à evolução dos cosméticos, avanços nos processos industriais, composição, embalagens, diversificação de produtos e desenvolvimento de itens específicos para diferentes tipos de pele. Também se identificam mobilizações em CTS, ao relacionar composição, marketing e ampliação do conhecimento social sobre os produtos. A categoria Sociedade (S) aparece de forma pontual, ao mencionar mudanças históricas no consumo de cosméticos. Não foram identificadas mobilizações explícitas na categoria da Ciência (C), Tecnologia (T) e Ambiente (A). Registram-se ainda respostas classificadas como “ausência de mobilização”, por não estabelecerem relações diretas com os domínios da abordagem CTSA.

A partir dos resultados apresentados na Figura 07, observa-se que praticamente todos os estudantes mobilizaram o domínio da Tecnologia (T), o que era esperado, considerando que a questão foi elaborada com esse propósito. Palácios *et al.* (2005) ressaltam que o conhecimento tecnológico é constituído tanto por conhecimento codificado quanto por conhecimento tácito, este último relacionado a habilidades e técnicas. O conhecimento codificado, por sua vez, é composto por saberes científicos, pelo conhecimento tecnológico vinculado à ciência (em termos de conteúdo e método), pelo conhecimento desenvolvido no próprio exercício da atividade tecnológica e pelo conhecimento técnico. Essa concepção amplia a compreensão sobre a mobilização do domínio Tecnologia nas respostas, evidenciando a inter-relação entre ciência, prática e aplicação técnica no desenvolvimento de soluções.

Houve casos em que os estudantes integraram três domínios, por exemplo.

E12 – *Sim, a forma de que eles são feitos, formas de utilizar e conhecimento das pessoas sobre eles.*

E15 - *Sim, hoje em dia como exemplo temos milhões de produtos pro rosto, mão, cabelo e muito mais, o que acho que não acontecia antigamente, fora que com a tamanha evolução tecnológica temos oportunidades de explorar várias áreas novas.*

As respostas dos estudantes E12 e E15 evidenciam a mobilização integrada dos domínios Ciência (C), Tecnologia (T) e Sociedade (S). O estudante E12 reconhece aspectos relacionados à forma como os cosméticos são produzidos e utilizados, remetendo aos princípios científicos e tecnológicos envolvidos na sua formulação e aplicação, além de ressaltar a importância do conhecimento social acerca desses produtos. Já a resposta do estudante E15, ao mencionar a ampla variedade de cosméticos disponíveis atualmente e a evolução tecnológica que possibilitou essa diversidade, revela a compreensão de que os avanços científicos e tecnológicos estão diretamente associados às mudanças sociais e culturais no uso e na

percepção dos cosméticos ao longo do tempo. Nessa perspectiva, Santos e Mortimer (2000) destacam que a tecnologia pode ser compreendida como o conhecimento que permite controlar e modificar o mundo, associada de forma indissociável ao conhecimento científico. Essa inter-relação, embora muitas vezes erroneamente reduzida à ideia de ciência aplicada, está claramente presente nas percepções dos estudantes, reforçando a integração dos domínios no contexto analisado.

Houve caso em que o estudante integrou o domínio Ambiente (A) na sua resposta junto aos domínios Ciência e Tecnologia.

E5 – Houve avanços em todos os processos da indústria de cosméticos, da extração de matérias-primas, manipulação ao envasamento.

A resposta do estudante E5 evidencia uma compreensão ampla sobre a evolução da indústria de cosméticos, mobilizando os domínios Ciência, Tecnologia e Ambiente (CTA). Ao mencionar os avanços nos processos de manipulação e envasamento, o estudante demonstra reconhecer o papel da ciência na formulação e controle de qualidade dos produtos, bem como a importância da tecnologia para aprimorar os métodos de produção e industrialização. Além disso, a referência à extração de matérias-primas sugere uma percepção dos impactos e desafios ambientais relacionados ao uso de recursos naturais, o que reflete a mobilização do domínio Ambiente.

4.1.6 Questão 06

A questão 06 foi elaborada com o objetivo de levar os estudantes a refletirem sobre os impactos ambientais causados pelos cosméticos, mobilizando, prioritariamente, o domínio Ambiente. A questão 06 foi: Os cosméticos podem causar algum dano ao meio ambiente? Explique.

Esperava-se que os alunos justificassem suas respostas mencionando aspectos como a contaminação ambiental provocada pelas embalagens, o descarte inadequado de produtos fora da validade e os efeitos da extração de matérias-primas do meio ambiente para a produção cosmética.

Além disso, a questão possibilita a mobilização dos domínios da Ciência e da Sociedade. No domínio científico, os estudantes podem abordar a presença de produtos químicos nos cosméticos que, ao serem descartados incorretamente, atuam como contaminantes ambientais, afetando diretamente os ecossistemas aquáticos e terrestres. No domínio social pode-se discutir

De acordo com as informações apresentadas na Figura 08, observa-se que a maioria dos estudantes mobilizaram o domínio Ambiente (A), como era esperado. Com exceção de um estudante que não apresentou qualquer domínio, com a simples resposta “sim”, todos os demais demonstraram compreender e articular dois ou mais domínios. Um exemplo pode ser identificado na resposta de E2:

E2 – Sim, alguns tem substâncias químicas que agravam o meio ambiente.

A resposta evidencia a mobilização dos domínios Ciência e Ambiente, pois reconhece a presença de substâncias químicas na composição dos cosméticos, o que remete ao conhecimento científico sobre os componentes e suas propriedades. Além disso, o aluno associa esses compostos aos impactos ambientais negativos, indicando uma percepção sobre os possíveis efeitos da poluição e contaminação decorrentes do uso ou descarte inadequado desses produtos.

Houve também respostas em que os estudantes integraram três domínios, Ciência, Tecnologia e Ambiente (CTA), como exemplificado nas respostas a seguir:

E9 – Pode sim. Devido a embalagem de certos produtos, o modo de material de certa embalagem, pode ser prejudicial ao meio ambiente.

Nesta resposta, o domínio Tecnologia é evidenciado na menção aos diferentes materiais utilizados na produção das embalagens, enquanto o domínio Ciência aparece de forma implícita, ao indicar conhecimento sobre as propriedades desses materiais, como resistência e degradação. O domínio Ambiente é mobilizado ao relacionar diretamente a escolha e o descarte inadequado das embalagens com os prejuízos causados ao meio ambiente.

Outro exemplo relevante é a resposta de E10, que mobilizou os mesmos domínios, de forma ainda mais detalhada:

E10 – Os cosméticos em si imagino que não, mas dependendo do tipo da embalagem (plástico/vidro..) podem causar danos ao meio ambiente pelo alto tempo que gastam p/ se decompor.

O estudante demonstra o domínio Ciência ao reconhecer que o tempo de decomposição varia conforme as características físico-químicas dos materiais (plástico, vidro, etc.). O domínio

Tecnologia aparece ao abordar o uso desses materiais na fabricação das embalagens, enquanto o Ambiente é contemplado ao identificar o impacto negativo dessas embalagens sobre o meio ambiente em razão de sua lenta degradação.

Destaca-se, ainda, o estudante E6, cuja resposta integrou os quatro domínios da abordagem CTSA:

E6 – Tanto as embalagens quanto os compostos que se forem descartados de qualquer jeito pode causar problemas.

O domínio Ciência é mobilizado pela menção aos “compostos”, remetendo ao conhecimento sobre a composição química dos cosméticos. O domínio Tecnologia aparece na referência às “embalagens”, indicando a preocupação com os materiais e processos envolvidos em sua fabricação. O domínio Sociedade surge de forma implícita, ao evidenciar a responsabilidade humana quanto ao descarte correto, refletindo uma consciência crítica sobre os impactos sociais e ambientais relacionados ao consumo e à gestão de resíduos. Por fim, o domínio Ambiente é mobilizado ao apontar que o descarte inadequado pode gerar impactos negativos no meio ambiente, como poluição ou contaminação.

Essa questão, portanto, estimulou o debate sobre a preservação ambiental, reforçando a importância da reflexão sociocientífica. Nesse sentido, Santos (2007) destaca que a abordagem CTS envolve a discussão de questões sociocientíficas que contemplam atitudes e valores voltados à cidadania planetária, à preservação ambiental e à redução das desigualdades econômicas, sociais, culturais e étnicas.

4.1.7 Questão 07

Essa questão foi elaborada com o objetivo específico de levar os estudantes a mobilizarem o domínio da Ciência, por meio da identificação e exemplificação de funções orgânicas. A questão 07 foi: Cite três palavras que vem em sua mente, quando você pensa em funções orgânicas.

Esperava-se que os estudantes mobilizassem o domínio da Ciência (C) mencionando os grupos funcionais como álcoois, fenóis, ésteres, ácidos carboxílicos, entre outros. Além das propriedades de cada função.

É importante ressaltar que, como a questão solicitava apenas a indicação de palavras relacionadas às funções orgânicas, não é possível inferir com exatidão os motivos que levaram

os estudantes às suas escolhas. Entretanto, elaboramos uma categorização das palavras, na qual apresentamos as justificativas para a mobilização de determinados domínios, considerando as categorias descritas no Quadro 02. Como exemplo, os termos “*frutas*”, “*verdura*”, “*produtos orgânicos*”, “*árvore*”, “*folha*”, “*orgânico*”, “*plantação*”, “*organismo*” e “*vivo*” foram reunidos por sua semelhança e categorizados no domínio Ambiente, por associarem o termo “orgânico” a elementos da natureza, sem detalhar seus aspectos químicos ou de produção, com foco na origem natural e ambiental. Termos como “*coisas vindas da natureza*”, “*natureza*”, “*ambiente*”, “*terra*”, “*que vem do ambiente*”, “*cuidado ao meio ambiente*”, “*meio ambiente*”, “*renovável*” e “*desenvolvimento*”, embora agrupados por suas semelhanças ao se relacionarem com elementos do meio ambiente, foram categorizados exclusivamente dentro do domínio Ambiente, pois esse conjunto de palavras utiliza um vocabulário centrado na sustentabilidade e na ecologia, demonstrando uma mobilização específica desse domínio.

De modo complementar, palavras como “*composto de componentes químicos de um produto*”, “*química*”, “*substância*”, “*óleo*”, “*petróleo*”, “*moléculas*”, “*ácidos*”, “*bases*”, “*óxidos*” e “*composições*” foram enquadradas no domínio Ciência, por trazerem conceitos diretamente relacionados à Química, como moléculas, substâncias, ácidos e composições químicas, evidenciando uma tentativa de mobilização de conhecimentos científicos, ainda que permeada por algumas concepções equivocadas.

Termos como “*embalagem orgânica*”, “*lixo orgânico*”, “*reciclagem*”, “*lixo*” e “*produtos econômicos*” foram agrupados por suas semelhanças e categorizados nos domínios da Sociedade, por se relacionarem a aspectos econômicos vinculados aos produtos, e do Ambiente, em razão da referência à gestão de resíduos e à reciclagem. Por fim, termos como “*utilidade*”, “*ajuda*”, “*manter estável*”, “*produtos que podem ser utilizados*” e “*para que pode servir*” enquadram-se nos domínios da Tecnologia e da Sociedade, o primeiro, por destacar a funcionalidade e a aplicação dos produtos; e o segundo, por evidenciar aspectos de utilidade social e impacto no cotidiano.

Para facilitar a visualização dos domínios mobilizados elaboramos a Figura 09. Destacamos, ao observar a Figura 09 que nenhuma das palavras apresentadas foi classificada na categoria de ausência de mobilização de domínios CTSA, ou nos domínios específicos de Tecnologia ou Sociedade.

Figura 09 – Categorização das palavras citadas na questão 07: Cite três palavras que vem em sua mente, quando você pensa em funções orgânicas



Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 09: A figura apresenta a organização das palavras e expressões mencionadas pelos estudantes nas categorias Ciência (C), Tecnologia (T), Sociedade (S) e Ambiente (A), bem como em articulações como TS e SA. Na categoria Ciência, destacam-se termos relacionados à composição química dos produtos, como substâncias, moléculas, ácidos, bases, óxidos e petróleo. Na categoria Ambiente, concentram-se referências a elementos da natureza e à sustentabilidade, como frutas, verduras, árvores, solo, organismos, meio ambiente e recursos renováveis. As articulações TS e SA evidenciam menções à utilidade social dos produtos, estabilidade, reciclagem, lixo e embalagens orgânicas, indicando conexões entre dimensões sociais e ambientais.

As palavras citadas pelos estudantes foram organizadas na Figura 09, considerando suas semelhanças. Cabe destacar que, como os alunos foram solicitados apenas a indicar três palavras, o agrupamento foi realizado com base na interpretação dos significados inferidos em

cada termo. A verificação de quais domínios CTSA foram efetivamente mobilizados será aprofundada na questão seguinte, em que os estudantes precisaram explicar uma dessas palavras.

O primeiro agrupamento reúne termos como *frutas*, *verdura* e *folha*, que indicam uma associação do termo “orgânico” a elementos diretamente provenientes da natureza. Nesse caso, verifica-se a mobilização exclusiva do domínio Ambiente (A).

O segundo agrupamento abrange palavras como *natureza*, *meio ambiente* e *renovável*, as quais se relacionam a aspectos ecológicos e ambientais, tais como sustentabilidade, preservação e renovabilidade dos recursos naturais. Assim como no grupo anterior, há mobilização restrita ao domínio Ambiente (A).

O terceiro grupo é formado por termos como *química*, *composições* e *petróleo*, que demonstram uma tentativa de vincular o conceito de “orgânico” à Química, por meio de referências a *moléculas* e *substâncias*. Contudo, algumas associações, como *ácidos*, *bases* e *óxidos*, não correspondem ao contexto científico das funções orgânicas. Nesse grupo, observa-se a mobilização apenas do domínio Ciência (C).

O quarto agrupamento, composto por termos como *embalagem orgânica*, *lixo orgânico* e *reciclagem*, remete a noções de resíduos e biodegradabilidade, frequentemente associadas ao senso comum. Diferentemente dos grupos anteriores, esse conjunto mobiliza dois domínios: Sociedade (S) e Ambiente (A), pois relaciona tanto aspectos sociais e econômicos quanto preocupações com descarte e impactos ambientais.

Por fim, o quinto agrupamento inclui termos como *utilidade*, *produtos que podem ser utilizados* e *para que pode servir*, que destacam a funcionalidade e a aplicação de produtos no contexto social. Nesse caso, há a mobilização dos domínios Tecnologia (T) e Sociedade (S).

Os resultados evidenciam que os estudantes apresentaram dificuldades em associar o termo “orgânico” às funções orgânicas no contexto científico, recorrendo, em sua maioria, a palavras relacionadas ao senso comum, como *frutas*, *verdura*, *lixo orgânico* e *meio ambiente*. Essa tendência sugere uma forte influência do uso cotidiano do termo “orgânico”, geralmente associado a alimentos naturais, sustentabilidade ou biodegradabilidade, em detrimento de conceitos químicos mais precisos, como as diferentes classes de compostos orgânicos. Esse quadro reflete um paradoxo frequentemente observado no ensino de Química Orgânica nas escolas, o qual, segundo Nascimento, Ricarte e Ribeiro (2007), é geralmente marcado por uma abordagem desconectada do cotidiano do estudante e extremamente teórica. Dessa forma, torna-se fundamental que o ensino dessa disciplina seja trabalhado de maneira mais dinâmica e

contextualizada, buscando despertar o interesse do estudante por meio da correlação entre os conteúdos teóricos e práticos.

4.1.8 Questão 08

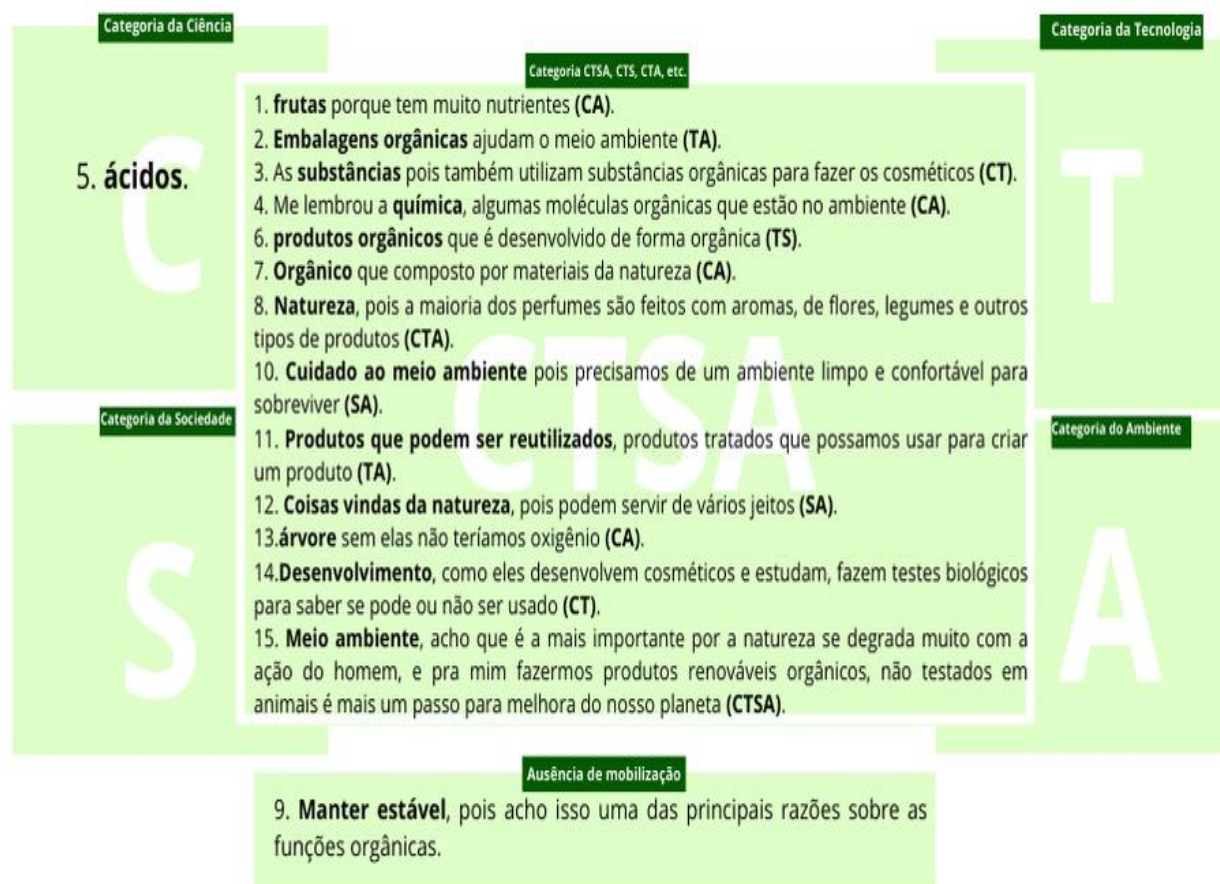
Essa pergunta é aberta e permite diferentes tipos de respostas, o que possibilita ao estudante demonstrar seus conhecimentos, principalmente no que se refere ao domínio da Ciência. A questão 08 foi: Explique a palavra que você considera a mais importante sobre as funções orgânicas.

No entanto, dependendo da palavra escolhida e da forma como a explicação é construída, é possível também estabelecer relações com os demais domínios CTSA. Por exemplo, ao citar a aplicação de alguma função orgânica na produção de cosméticos, o aluno mobiliza o domínio da Tecnologia; ao abordar uma função orgânica relacionada à contaminação ambiental, mobiliza os domínios da Ciência e do Ambiente; e, ainda, ao conectar o uso de determinadas substâncias orgânicas a práticas sociais, culturais ou à saúde pública, aciona o domínio da Sociedade.

A pergunta estimula o aluno a refletir de forma autônoma, argumentar com mais clareza e estabelecer conexões entre os conteúdos escolares e suas vivências cotidianas.

A Figura 10 apresenta a explicação dos estudantes para a palavra escolhida, a qual está destacada na sentença. Nela, também são indicadas as categorias correspondentes, conforme o Quadro 02 apresentado anteriormente.

Figura 10 – Respostas dos estudantes na questão 08: Explique a palavra que você considera a mais importante sobre as funções orgânicas



Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 10: A figura apresenta as respostas dos estudantes organizadas segundo as categorias da Ciência (C), Tecnologia (T), Sociedade (S) e Ambiente (A), bem como em articulações como CA, TA, TS, SA, CTA e CTSA. Observa-se mobilização significativa das inter-relações entre Ciência e Ambiente (CA), evidenciada por menções a frutas, moléculas orgânicas, árvores, oxigênio e materiais da natureza. As articulações CTA e CTSA destacam referências ao desenvolvimento de cosméticos, uso de substâncias orgânicas, processos de produção, testes biológicos e proposições de produtos renováveis e não testados em animais. Na dimensão Sociedade e Ambiente (SA), aparecem preocupações com o cuidado ambiental e a importância de um ambiente limpo para a sobrevivência. Registra-se, ainda, uma resposta classificada como “ausência de mobilização”, por não estabelecer relações explícitas com os domínios da abordagem CTSA.

De acordo com os resultados apresentados na Figura 10, verifica-se que a maioria dos estudantes mobilizaram o domínio da Ciência (C), conforme esperado para esta questão. No entanto, observa-se que, na maioria das respostas, o termo “orgânico” foi associado predominantemente ao meio ambiente, a práticas sustentáveis ou a ideias

relacionadas ao senso comum, em vez de ser vinculado diretamente aos conceitos de funções orgânicas.

Nos exemplos a seguir, os estudantes E3 e E10 relacionaram o tema das funções orgânicas aos cosméticos, mas não de forma conceitualmente correta, como pode ser percebido nas respostas:

E3 – *As substâncias pois também utilizam substâncias orgânicas para fazer os cosméticos.*

E10 – *Desenvolvimento, como eles desenvolvem cosméticos e estudam, fazem testes biológicos para saber se pode ou não ser usado.*

Apesar das imprecisões conceituais, nota-se que essas respostas mobilizam os domínios da Ciência (C) e da Tecnologia (T), ao estabelecerem relações entre conhecimentos científicos e processos tecnológicos associados à produção de cosméticos.

Outro destaque relevante é a resposta do estudante E15, que contemplou os quatro domínios CTSA de forma integrada:

E15 – *Meio ambiente, acho que é a mais importante por a natureza se degrada muito com a ação do homem, e pra mim fazermos produtos renováveis orgânicos, não testados em animais é mais um passo para melhora do nosso planeta.*

Nessa resposta, o domínio da Ciência (C) é identificado na referência a “produtos renováveis orgânicos”, que pressupõe um entendimento, ainda que implícito, de conceitos químicos e biológicos relacionados à composição e renovabilidade de produtos. O domínio da Tecnologia (T) é mobilizado ao evidenciar a necessidade de desenvolver produtos inovadores e sustentáveis, resultantes de processos tecnológicos voltados à minimização de impactos ambientais. O domínio da Sociedade (S) se manifesta na preocupação ética com o uso de animais em testes, revelando valores de consumo consciente e responsabilidade social. Por fim, o domínio do Ambiente (A) é enfatizado ao destacar o cuidado com o meio ambiente, a degradação causada pela ação humana e a busca por soluções que contribuam para a melhoria do planeta.

De modo geral, os resultados revelam que, embora alguns estudantes tenham mobilizado parcialmente o domínio da Ciência e, em menor grau, da Tecnologia, ainda há uma tendência predominante de associar o termo “orgânico” a aspectos do senso

comum, como preservação ambiental, produtos naturais e sustentabilidade. Essa interpretação limitada indica fragilidades na compreensão científica das funções orgânicas, evidenciando a necessidade de um trabalho pedagógico que favoreça a construção de conhecimentos a partir das concepções prévias dos estudantes. Resultados semelhantes foram encontrados por Diniz *et al.* (2020), ao constatarem que poucos discentes apresentavam conhecimentos conceituais adequados sobre as funções orgânicas, e que, quando presentes, estavam vinculados majoritariamente a uma visão naturalista. Os autores ressaltam, ainda, a importância de considerar as concepções alternativas dos estudantes sobre funções orgânicas e meio ambiente, uma vez que elas podem orientar o professor na identificação dos pontos que necessitam ser aprofundados em sala de aula. Nesse sentido, o exemplo do estudante E15, que mobilizou os quatro domínios CTSA de maneira articulada, demonstra o potencial de integração entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente quando há maior consciência crítica e compreensão das inter-relações entre esses campos. De acordo com Loureiro *et al.* (2011), o ensino na abordagem CTSA é fundamental para que o cidadão tenha condições de refletir, individual e coletivamente, sobre os problemas sociais e ambientais, desenvolvendo, ao mesmo tempo, a capacidade argumentativa necessária para intervir com maior propriedade em questões de relevância sociocientífica.

4.1.9 Questão 09

Esta questão foi elaborada com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a composição dos cosméticos, destacando que as matérias-primas utilizadas nesses produtos são formadas por diversas substâncias classificadas como compostos orgânicos, estudadas no âmbito das funções orgânicas. A questão 09 foi: Você acredita que os compostos orgânicos estão presentes nos cosméticos?

- a) Se sim, cite alguns exemplos.
- b) Se não, justifique.

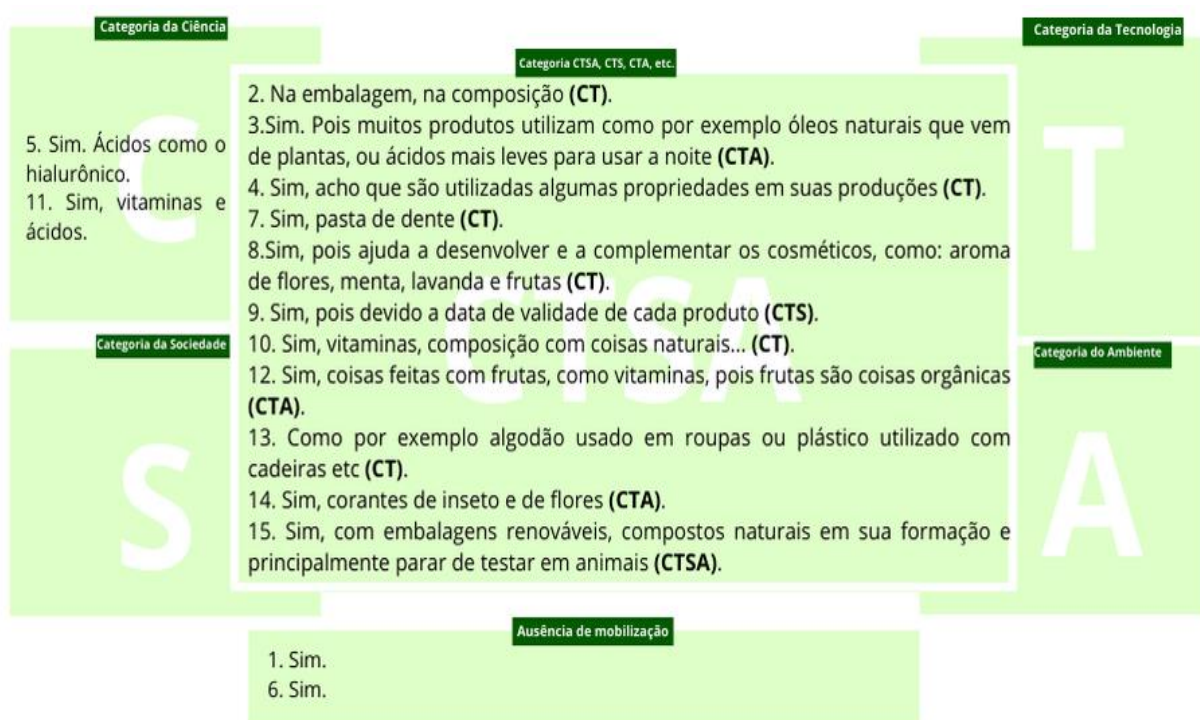
Assim, esperava-se que os alunos conseguissem associar o conhecimento científico construído em sala de aula ao seu cotidiano, mobilizando, principalmente, o domínio da Ciência.

Além disso, era possível a mobilização do domínio da Tecnologia, à medida que os estudantes relacionassem os compostos orgânicos às formulações cosméticas. Um exemplo disso é a identificação dos ésteres como responsáveis pelas fragrâncias presentes

nos cosméticos, muitos dos quais são produzidos artificialmente em laboratório, resultado dos avanços tecnológicos na indústria química.

A Figura 11 mostra algumas respostas dos estudantes à pergunta (a) da questão 09; a questão (b) não teve nenhuma resposta. Além disso, estão indicadas as categorias, conforme a classificação previamente estabelecida no Quadro 02.

Figura 11 – Respostas dos estudantes na questão 09: Você acredita que os compostos orgânicos estão presentes nos cosméticos? a) Se sim, cite alguns exemplos.



Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 11: A figura apresenta as respostas dos estudantes organizadas segundo as categorias da Ciência (C), Tecnologia (T), Sociedade (S) e Ambiente (A), bem como nas articulações CT, CTA, CTS e CTSA. Observa-se predominância de mobilizações na articulação Ciência e Tecnologia (CT), evidenciada por menções à composição, propriedades, validade, ingredientes naturais, vitaminas, ácidos (como o ácido hialurônico), aromas e materiais utilizados em diferentes produtos. As articulações CTA e CTSA indicam relações entre matérias-primas naturais, embalagens renováveis, sustentabilidade e a não realização de testes em animais, integrando dimensões científicas, tecnológicas, ambientais e sociais. Registram-se, ainda, duas respostas classificadas como “ausência de mobilização”, por não explicitarem relações com os domínios da abordagem CTSA.

De acordo com os dados apresentados na Figura 11, observa-se que a maioria dos estudantes mobilizaram o domínio da Ciência (C), conforme era esperado. Um exemplo representativo é a resposta do estudante E5:

E5 – *Sim. Ácidos como o hialurônico.*

Nesse caso, o estudante demonstra compreender o tipo de substância presente em cosméticos, mencionando especificamente um exemplo de matéria-prima utilizada em sua formulação, o que evidencia o uso de conhecimentos científicos relacionados à composição química desses produtos.

Além disso, foi possível identificar respostas em que os estudantes integraram mais de um domínio da abordagem CTSA, como no caso do estudante E4:

E4 – *Sim, acho que são utilizadas algumas propriedades em suas produções.*

Essa resposta revela a mobilização dos domínios da Ciência (C) e da Tecnologia (T), ao estabelecer uma relação entre as propriedades das matérias-primas empregadas e os processos envolvidos na produção de cosméticos, demonstrando uma compreensão ampliada das interações entre conhecimento científico e aplicação tecnológica.

Destaca-se, ainda, a resposta do estudante E15, que mobilizou de forma articulada os quatro domínios CTSA:

E15 – *Sim, com embalagens renováveis, compostos naturais em sua formação e principalmente parar de testar em animais.*

O domínio Científico é contemplado ao mencionar o uso de compostos naturais, o que demonstra familiaridade com os constituintes químicos dos cosméticos. O domínio Tecnológico é evidenciado pela referência às embalagens renováveis, indicando atenção a inovações sustentáveis no design de produtos. O domínio Social emerge na crítica aos testes em animais, refletindo uma preocupação ética e um posicionamento alinhado aos debates contemporâneos sobre direitos dos animais e responsabilidade social da indústria. Por fim, o domínio Ambiental manifesta-se tanto na valorização das embalagens sustentáveis quanto no uso de compostos naturais, sinalizando uma consciência acerca da redução dos impactos ambientais ao longo do ciclo de vida dos produtos.

Embora as respostas analisadas revelem que os estudantes mobilizaram, de diferentes formas, os domínios CTSA, é possível perceber que a compreensão acerca das funções orgânicas ainda se mostra limitada, sobretudo no que diz respeito à sua relação com a natureza. A menção a compostos naturais ou propriedades das substâncias, por

exemplo, ocorre de forma pontual e superficial, sem aprofundamento nos aspectos estruturais ou nos impactos decorrentes do uso e descarte dessas substâncias no meio ambiente. Isso evidencia a necessidade de estratégias didáticas que promovam uma visão mais integrada e crítica sobre os conteúdos químicos, especialmente no que se refere à presença e influência das funções orgânicas nos contextos naturais e sociais. Nesse mesmo sentido, Dias (2017) constatou que, embora os alunos reconheçam a presença da Química no cotidiano e em diferentes práticas sociais, ainda enfrentam grandes dificuldades em relacionar os conceitos químicos e suas transformações a discussões de caráter científico e tecnológico. Tal diagnóstico evidencia a necessidade de que o currículo escolar incorpore, de forma mais sistemática, discussões acerca de conteúdos químicos voltados às interações entre ciência, tecnologia e sociedade, de modo a oportunizar aos estudantes a reflexão crítica sobre as transformações do mundo com base nos conceitos químicos, como aqueles presentes na temática dos cosméticos.

4.1.10 Síntese da análise: Domínios CTSA esperados e mobilizados pelos estudantes antes de participarem da SA

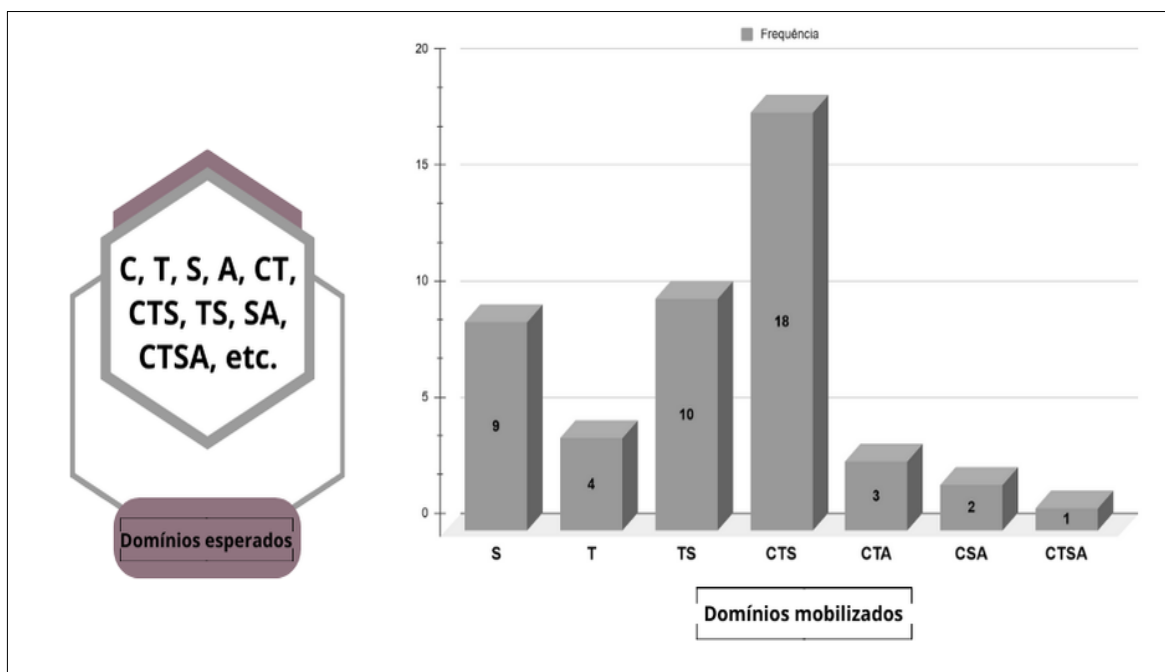
Devemos ressaltar que, ao integrar os domínios CTSA durante a SA, os estudantes também devem mobilizá-los, atribuindo maior complexidade às suas respostas. Dessa forma, o questionário prévio e toda a sequência de aulas, ainda que não analisada, foram elaborados considerando a abordagem CTSA e suas mobilizações, com o intuito de estimular os estudantes, desde o início, a refletirem sob a perspectiva da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Cada pergunta foi planejada em relação a um domínio específico. Como exemplo, podemos citar a questão 5: *“Você considera que os cosméticos evoluíram ao longo do tempo, comparando com as épocas dos seus pais e avós?”* Nessa pergunta, o domínio principal esperado era o da Tecnologia, no qual os estudantes deveriam mobilizá-lo na justificativa de suas respostas, podendo, contudo, integrar outros domínios, o que confere maior complexidade às suas produções.

Iniciamos apresentando uma comparação entre os domínios esperados e mobilizados para as questões 02 e 07; aquelas que solicitaram que os estudantes indicassem três palavras relacionadas, respectivamente, aos cosméticos e às funções orgânicas. Por se tratar da evocação de palavras, havia a possibilidade de mobilização de diferentes domínios CTSA, seja de forma isolada ou integrada. Na Questão 02, referente

aos cosméticos, todos os domínios poderiam ser contemplados e eram esperados, enquanto na Questão 07 o domínio principal esperado era o da Ciência.

A Figura 12 apresenta os domínios esperados, bem como o gráfico com as frequências dos domínios inferidos que foram mobilizados na questão 02, relacionada à temática dos cosméticos. Verifica-se que a mobilização de domínios integrados prevaleceu em relação ao uso isolado, evidenciando maior complexidade nas associações elaboradas pelos estudantes. Especificamente, destaca-se a predominância do domínio Sociedade (S), o que reflete as experiências e vivências dos participantes, que tendem a relacionar os cosméticos à estética, ao cuidado pessoal e ao consumo desses produtos.

Figura 12 – Domínios CTSA esperados e mobilizados pelos estudantes na questão 02



Fonte: Elaboração própria (2025)

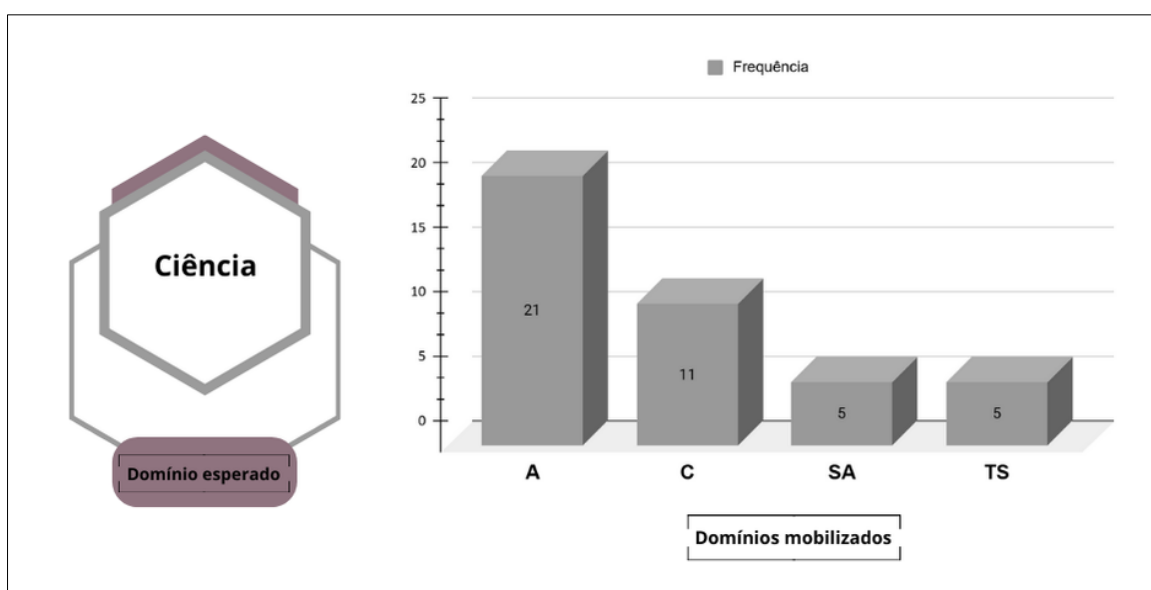
Descrição da Figura 12: A figura apresenta a distribuição das respostas conforme os domínios da abordagem CTSA mobilizados pelos estudantes. Observa-se maior incidência da articulação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), com 18 ocorrências, seguida pelas categorias TS (10) e S (9). As demais categorias apresentam frequências menores: T (4), CTA (3), CSA (2) e CTSA (1). O esquema à esquerda indica os domínios esperados (C, T, S, A e suas possíveis articulações), enquanto o gráfico evidencia quais combinações foram efetivamente mobilizadas nas produções analisadas.

A Figura 13 apresenta o domínio Ciência, esperado para a questão 07, juntamente com a frequência dos demais domínios inferidos que foram mobilizados. Observou-se que, ao responderem à questão, os estudantes utilizaram termos como *orgânicos*,

produtos, frutas, organismos, reciclagem e química, predominando o domínio Ambiente de forma isolada. Além disso, esse domínio também aparece articulado ao da Sociedade (S+A), indicando uma tendência dos discentes em associar as funções orgânicas, ou mesmo a química orgânica, a elementos da natureza. Resultados semelhantes foram constatados por Klein e Lüdke (2020), ao identificarem que os estudantes possuem pouco conhecimento sobre a química presente nos cosméticos, o que torna essa temática particularmente relevante para ser explorada em sala de aula como estratégia para a abordagem da Química Orgânica.

Esses resultados evidenciam a relevância da abordagem CTSA no ensino, pois contribuem para que os estudantes compreendam os conteúdos científicos de maneira mais ampla e contextualizada, desenvolvendo o pensamento científico integrado às dimensões da tecnologia, da sociedade e do ambiente.

Figura 13 – Domínios CTSA esperados e mobilizados pelos estudantes na questão 07



Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 13: Distribuição das respostas dos estudantes quanto aos domínios da abordagem CTSA mobilizados na questão sete. Observa-se predominância de respostas classificadas como A (Ambiental), com 21 ocorrências. Em menor frequência, aparecem respostas que articulam C (Ciência) com 11 ocorrências, bem como aquelas que integram SA (Sociedade e Ambiente) e TS (Tecnologia e Sociedade), com 5 ocorrências cada. O resultado evidencia que, embora o domínio ambiental tenha sido o mais mobilizado, o domínio esperado conforme o esquema à esquerda seria o domínio da Ciência.

Uma comparação que mostra os domínios esperados em cada questão e a frequência com que cada um foi mobilizado pelos estudantes, para as demais perguntas

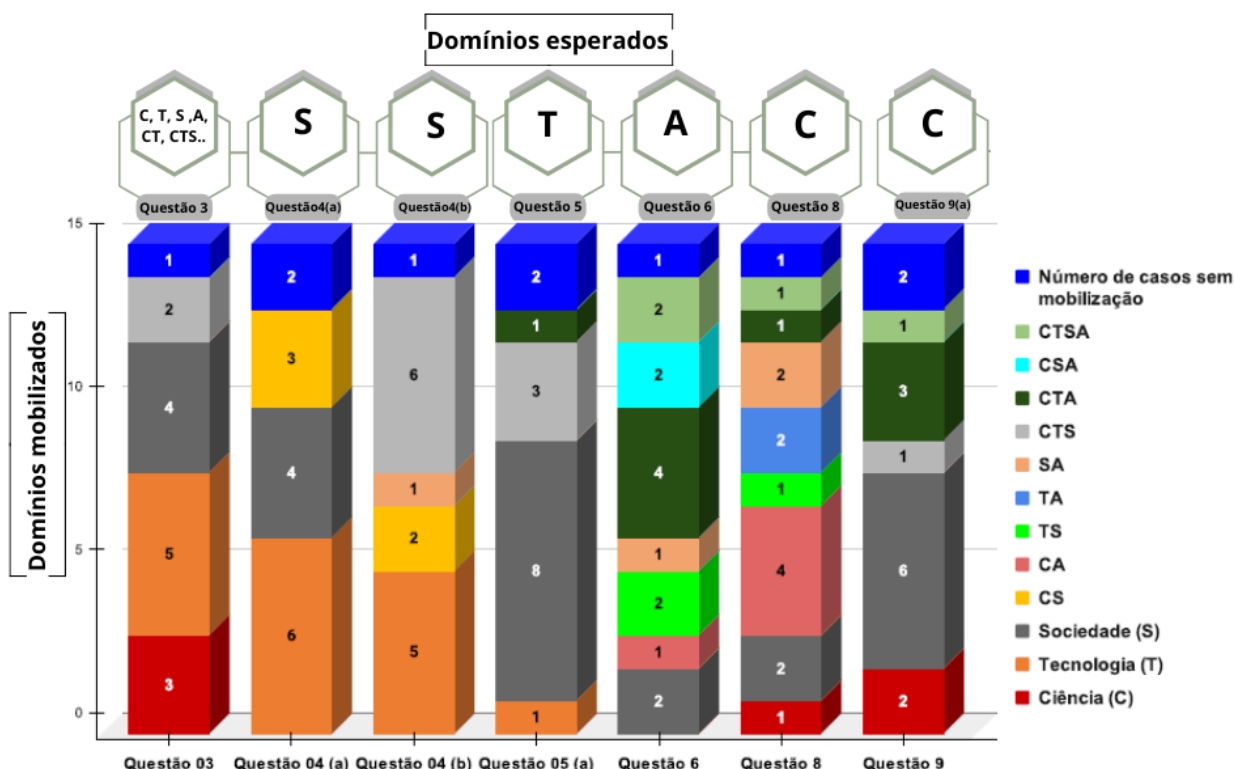
do questionário prévio (3, 4, 5, 6, 8 e 9), está apresentada na Figura 14. De modo geral, observa-se a presença dos domínios Ciência (C), Tecnologia (T) e Sociedade (S) de forma específica nas mobilizações dos estudantes. Já o domínio Ambiente (A), de forma isolada, não aparece na imagem dos domínios mobilizados, pois nenhum estudante o mobilizou individualmente, mas sim em conjunto com outros domínios. Também são evidenciadas na imagem as combinações integradas, quando os estudantes mobilizaram mais de um domínio em suas respostas.

Na Questão 03, esperava-se que os estudantes mobilizassem conhecimentos de C, T, S e A ao abordar conceitos químicos, produção de cosméticos, pressões estéticas e impactos ambientais. Observou-se que a maioria dos estudantes mobilizaram os domínios previstos. Especificamente, três estudantes acionaram o domínio Ciência de forma isolada, cinco recorreram apenas ao domínio Sociedade e outros seis estudantes articularam os domínios Ciência e Tecnologia de maneira integrada, o que conferiu às respostas maior complexidade e potencial para estabelecer conexões mais amplas entre diferentes áreas do conhecimento.

Nas Questões 4(a) e 4(b), que tratavam dos benefícios e malefícios dos cosméticos, o domínio esperado era Sociedade. Na Questão 4(a), observou-se que o domínio S foi o mais mobilizado: seis estudantes o acionaram de forma específica e outros quatro estudantes o integraram ao domínio Ciência (C+S), o que pode indicar um nível mais elevado de complexidade nas respostas. Entretanto, quatro estudantes apresentaram dificuldade e mobilizaram de forma integrada os domínios Ciência e Tecnologia (C+T), sem recorrer ao domínio Social, aspecto que, teoricamente, deveria estar fortemente presente na análise dos benefícios atribuídos aos cosméticos.

Na Questão 4(b), referente aos malefícios, 14 estudantes mobilizaram o domínio S, conforme o esperado. Seis o fizeram de forma isolada, enquanto oito integraram-no a outros domínios, como C+S, S+A e C+T+S. Esse resultado sugere que, ao abordar os malefícios, os estudantes tendem a articular diferentes áreas do conhecimento, ampliando a análise e favorecendo uma compreensão mais abrangente dos impactos desses produtos.

Figura 14 – Domínios CTSA esperados e mobilizados pelos estudantes na aula 01, para as questões 3, 4, 5, 6, 8 e 9



Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 14: Distribuição das respostas dos estudantes, por questão, segundo os domínios da abordagem CTSA mobilizados. No topo, indicam-se os domínios esperados para cada questão: integração dos domínios na Questão 3; domínio Sociedade (S) nas Questões 4(a) e 4(b); Tecnologia (T) na Questão 5; Ambiente (A) na Questão 6; e Ciência (C) nas Questões 8 e 9(a). As colunas empilhadas apresentam a frequência de respostas classificadas em mobilizações isoladas (C, T, S) e em articulações entre domínios (por exemplo, CTS, CSA, CTA, TS, TA, CA, CS, SA), além dos casos sem mobilização. Observa-se predominância de mobilizações coerentes com os domínios esperados em cada questão, embora também se verifiquem respostas que articulam múltiplos domínios da abordagem CTSA e alguns registros sem mobilização explícita.

Na Questão 05, cujo domínio esperado era Tecnologia, observou-se que doze estudantes o mobilizaram de forma integrada com outros domínios, C+T, C+T+A e C+T+S, conferindo maior complexidade e profundidade às respostas sobre a evolução dos cosméticos. Essa integração indica que os estudantes foram capazes de articular conhecimentos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais, demonstrando uma compreensão mais crítica e contextualizada do tema, alinhada à abordagem CTSA. Por outro lado, um estudante mobilizou apenas o domínio S, enquanto dois não acionaram nenhum domínio, um devido à resposta breve e outro por ter se afastado do tema abordado na sequência de aulas, evidenciando variações na apropriação dos conhecimentos pelos estudantes.

A Questão 06 abordou os impactos ambientais dos cosméticos, com o objetivo de mobilizar o domínio Ambiente. Observou-se que dez estudantes articularam de forma integrada aos domínios Ciência, Tecnologia e Sociedade (C+T+S+A), evidenciando respostas mais complexas e uma compreensão mais crítica e contextualizada sobre as interações entre produtos químicos e o meio ambiente. Por outro lado, cinco estudantes apresentaram dificuldades em mobilizar o domínio Ambiente, o que sugere uma lacuna no entendimento da relação entre os produtos químicos e seus impactos ambientais. Esses resultados reforçam a importância da integração do domínio A na abordagem CTSA.

Na Questão 08, na qual os estudantes deveriam explicar as palavras escolhidas sobre funções orgânicas, o domínio esperado era Ciência. Observou-se que 11 estudantes mobilizaram o domínio Ciência, seja de forma isolada ou integrada a outros domínios. Destaca-se que oito desses estudantes o articularam com o domínio Ambiente (C+A), evidenciando um equívoco ao relacionar funções orgânicas diretamente ao meio ambiente. Esse resultado reforça a dificuldade dos estudantes em construir conhecimentos de Química por meio de metodologias tradicionais, ao mesmo tempo em que evidencia a importância da integração de múltiplos domínios na abordagem CTSA. Ao combinar Ciência com outros domínios, os estudantes têm a oportunidade de desenvolver uma compreensão mais crítica e completa, reconhecendo relações complexas entre conceitos químicos, contexto ambiental e outras dimensões sociais e tecnológicas.

Por fim, na Questão 09(a), os estudantes deveriam reconhecer que compostos orgânicos estão presentes nos cosméticos, mobilizando principalmente o domínio Ciência. Doze estudantes acionaram esse domínio, sendo que dez o integraram a outros domínios. A articulação de múltiplos domínios demonstra como a abordagem CTSA favorece a conexão entre conceitos científicos e aspectos tecnológicos, sociais e ambientais, promovendo respostas mais completas e significativas.

De modo geral, a análise das questões evidencia que um número considerável de estudantes mobilizou mais de um domínio de forma integrada, o que sugere um nível maior de complexidade e profundidade em suas respostas. Essa integração permitiu que os estudantes articulassem conhecimentos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais. Os resultados reforçam a relevância da abordagem CTSA, ao demonstrar que a combinação de múltiplos domínios favorece respostas mais completas e significativas, ampliando a capacidade dos estudantes de estabelecer relações entre diferentes áreas do conhecimento e de refletir sobre a aplicação da química em contextos reais.

Resultados semelhantes são evidenciados por Elias e Júnior (2025), ao ressaltarem que a abordagem CTSA, além de contribuir para a formação cidadã dos estudantes, potencializa a contextualização do ensino de Química. Nessa perspectiva, os conteúdos deixam de ser trabalhados de forma fragmentada e passam a ser explorados de maneira integrada, estabelecendo relações com questões sociais, ambientais, éticas, morais e econômicas. Tal direcionamento possibilita que os discentes compreendam a relevância e as aplicações do conhecimento científico no cotidiano, ao mesmo tempo em que favorece o desenvolvimento do pensamento crítico. Assim, os alunos são incentivados a questionar, analisar e avaliar informações científicas e tecnológicas, posicionando-se de forma reflexiva diante das transformações do mundo contemporâneo e assumindo um papel mais ativo e protagonista em seu processo de aprendizagem.

4.3. Análise do Caso: articulações entre a abordagem CTSA e as características de um bom caso

Nesta seção, apresenta-se a análise do Caso, reiterando que toda a sequência, incluindo sua elaboração, foi concebida com o propósito de possibilitar a articulação entre as dimensões CTSA. O Caso intitulado “*O Enigma da Beleza Fatal*”, utilizado ao longo da Sequência de Aulas (SA), é apresentado na íntegra a seguir:

Estudo de Caso: O Enigma da Beleza Fatal

O renomado salão de beleza "Luxo e Beleza" é conhecido por sua inovação em tratamentos capilares, atraindo uma clientela de alto perfil que busca procedimentos de beleza avançados. No entanto, um incidente trágico envolvendo uma jovem cliente fez com que a reputação do salão fosse questionada, levantando preocupações sérias sobre a segurança dos produtos químicos utilizados.

Ana Clara Lima, uma jovem de 21 anos e estudante de design de moda, estava se preparando para um evento importante: a estreia de sua primeira coleção de roupas. Decidida a estar impecável, Ana Clara agendou uma série de procedimentos no "Luxo e Beleza", que incluíam coloração do cabelo, alisamento capilar e maquiagem. Ela escolheu o salão devido à sua excelente reputação e aos procedimentos sofisticados oferecidos.

No dia do evento, Ana Clara chegou ao salão e foi recebida por Flávia, uma das profissionais de beleza mais experientes da equipe. Flávia era especializada em coloração capilar e outros tratamentos capilares avançados, e rapidamente iniciou o atendimento.

Ana Clara: Oi, Flávia! Estou tão animada para o evento de hoje, queria realmente estar impecável."

Flávia: Olá, Ana Clara! Sei o quanto esse evento é especial para você. Como você já está acostumada com a coloração do seu cabelo, que tal aproveitar a ocasião para fazer também um alisamento capilar e uma maquiagem? Assim, você já sai do salão pronta para brilhar no evento! O alisamento deixará seus fios super lisos e brilhantes, e a maquiagem vai dar aquele toque final perfeito. E fique tranquila, pois todos os produtos utilizados aqui no salão são de altíssima qualidade.

Ana Clara sorriu e concordou, confiando na experiência da profissional. O procedimento seguiu conforme planejado, com a coloração, o alisamento e a maquiagem sendo aplicados sucessivamente.

No entanto, algumas horas após os procedimentos, Ana Clara começou a sentir sintomas graves: falta de ar súbita, dor intensa no peito e irritação severa nos olhos. Sua condição piorou rapidamente, levando a uma internação de emergência. Ana Clara faleceu no hospital naquela mesma noite, causando grande choque entre familiares e amigos e gerando uma intensa repercussão na mídia, conforme a reportagem ao lado.

EXCLUSIVO

MORTE TRÁGICA E CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL

SALÃO DE BELEZA ENVOLVIDO EM ESCÂNDALO DUPLO

A morte de Ana Clara Lima, de 21 anos, abalou a cidade e levantou sérias questões sobre a segurança dos procedimentos estéticos realizados no salão "Luxo e Beleza". A tragédia gerou uma onda de indignação e levou a polícia a iniciar uma investigação aprofundada sobre o caso. Peritos estão avaliando os produtos utilizados nos procedimentos e suspeitam que eles possam ter contribuído para o colapso da saúde de Ana Clara. No entanto, a investigação revelou algo ainda mais grave: Maria Olivia Nunes, proprietária do salão, já estava sendo investigada por práticas ambientais inadequadas. Descobriu-se que o salão, além de não seguir as normas de descarte de resíduos químicos, estava despejando substâncias tóxicas no sistema de esgoto, gerando contaminação ambiental. A polícia agora investiga a responsabilidade da dona do salão tanto pela morte de Ana Clara quanto pelo crime ambiental.



Como auxiliares do perito da Polícia Técnico-Científica, a missão de vocês é identificarem a causa responsável pelos graves sintomas e pela morte de Ana Clara, além de propor alternativas de produtos seguros para os procedimentos, avaliando o impacto das substâncias na saúde humana e no meio ambiente. Reúnam as informações necessárias para elaborar um laudo pericial que determine a causa do óbito e apresentem-no ao final.

Fonte: Elaboração própria (2025)

Conforme delineado na metodologia desta pesquisa, o Estudo de Caso foi elaborado com o objetivo de como os estudantes mobilizam os domínios da abordagem CTSA durante a resolução de uma situação-problema contextualizada. Nesta seção, apresenta-se a análise do caso intitulado “*O Enigma da Beleza Fatal*”.

O Caso foi elaborado para articular conteúdos de Química Orgânica, como as funções orgânicas, a uma problemática de relevância social e ambiental. O enredo apresenta uma narrativa envolvendo um incidente em um salão de beleza, que culmina na morte de uma jovem cliente após a realização de procedimentos estéticos. A partir dessa situação-problema, os estudantes são convidados a atuar como auxiliares da Polícia Técnico-Científica, analisando as causas químicas do ocorrido e propondo alternativas seguras e sustentáveis aos produtos utilizados.

Essa estrutura narrativa segue os princípios definidos por Herreid (1998), que caracteriza um “bom caso” como aquele que conta uma história envolvente, apresenta conflito, promove empatia com os personagens, exige tomada de decisão e conduz à reflexão crítica. Ao aplicar esses critérios à análise do caso “*O Enigma da Beleza Fatal*”, observa-se que ele possui início, desenvolvimento e desfecho em aberto, mantendo a atenção do leitor e apresentando as informações de modo gradual. A questão central é a morte da personagem em decorrência do uso de produtos químicos, o que introduz também a dimensão ambiental, por meio do crime de contaminação ambiental cometido pela proprietária do salão.

O Caso apresenta, portanto, caráter de generalidade e aplicabilidade em diferentes contextos, permitindo a abordagem de temas como a química dos cosméticos, a ética profissional, a sustentabilidade, a poluição ambiental e as tecnologias empregadas na formulação de produtos. Essa amplitude reforça a relevância temática, uma vez que situações semelhantes são frequentemente noticiadas, despertando o interesse dos estudantes e aproximando a aprendizagem de sua realidade cotidiana.

A empatia pela personagem é construída a partir da narrativa de Ana Clara e de suas motivações, despertando sensibilização diante do desfecho trágico. Entretanto, a inclusão de

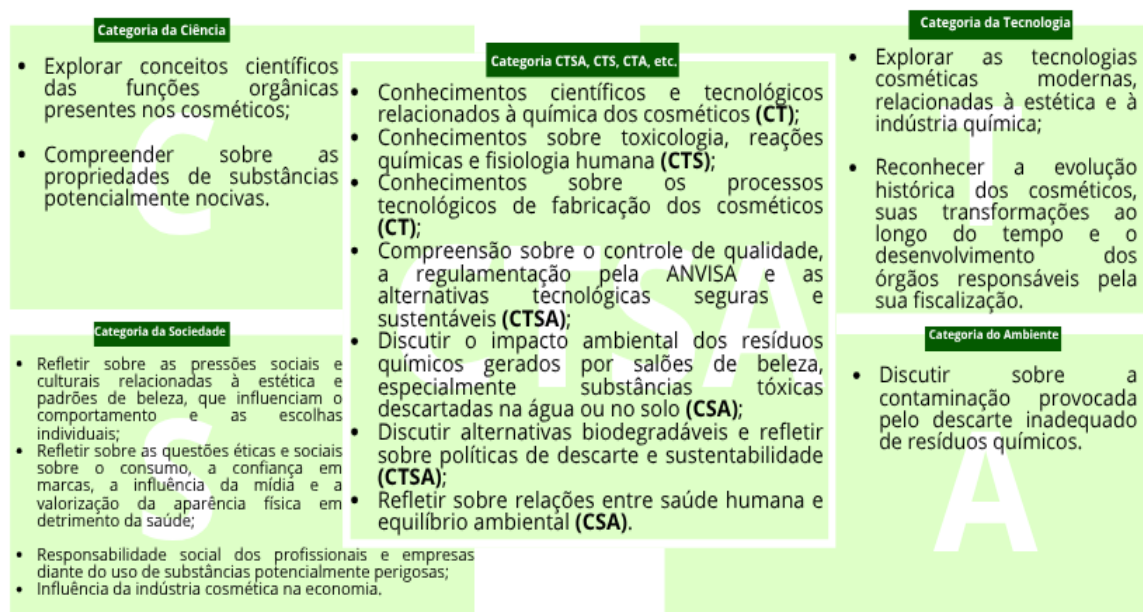
mais falas ou depoimentos poderia intensificar ainda mais essa identificação emocional, aspecto que Herreid (1998) também destaca como fundamental para o envolvimento do leitor.

Além disso, o Caso provoca conflitos e estimula a tomada de decisão, ao permitir a construção de múltiplas hipóteses sobre os produtos utilizados: poderiam ser regulares e provocar reações adversas, ou ainda, falsificados ou não regulamentados. Essas possibilidades instigam a análise crítica sobre a legislação, a responsabilidade ética e o uso de tecnologias seguras. Assim, o Caso conduz os estudantes à formulação de hipóteses, análise de evidências e decisão fundamentada, elementos centrais da metodologia de ensino de Estudo de Caso.

Em síntese, ao considerar o caso “*O Enigma da Beleza Fatal*” como um recurso didático, evidencia-se sua potencialidade no ensino, atendendo ao objetivo principal da metodologia de ensino Estudo de Caso, que, segundo Heath (1992), possibilita aos estudantes analisar problemas reais enfrentados pela sociedade.

No decorrer da pesquisa, fez-se necessário analisar o Caso elaborado a fim de verificar se este contemplava os domínios da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e se poderia favorecer sua mobilização pelos estudantes ao longo da Sequência de Aulas. Assim, apresenta-se uma análise dos domínios CTSA passíveis de mobilização por meio do Caso, sintetizada na Figura 15, na qual esses domínios foram organizados conforme as categorias previamente descritas no Quadro 02. A partir dessas análises, buscou-se compreender em que medida a metodologia de ensino por Estudo de Caso se aproxima dos pressupostos da abordagem CTSA.

Figura 15 – Categorização dos domínios CTSA esperados através do Caso



Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 15: A figura apresenta os domínios esperados através do Caso, quanto às categorias Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, bem como às articulações entre esses domínios (CT, CTS, CTA, CSA e CTSA). No campo da Ciência, destacam-se a exploração de conceitos de funções orgânicas e das propriedades de substâncias potencialmente nocivas presentes em cosméticos. Na Tecnologia, enfatiza-se a análise das tecnologias cosméticas, dos processos de fabricação, da evolução histórica dos produtos e da regulação por órgãos competentes. A dimensão Sociedade contempla reflexões sobre padrões estéticos, consumo, ética, mídia e responsabilidades profissionais e empresariais. Já o Ambiente envolve discussões sobre impactos ambientais e descarte de resíduos químicos. As articulações CTSA evidenciam a integração entre conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais, considerando aspectos de toxicologia, saúde humana, sustentabilidade, regulamentação e alternativas seguras de produção e descarte de cosméticos.

Observamos na Figura 15, que no domínio da Ciência os estudantes podem mobilizar conhecimentos ao explorarem os conceitos científicos das funções orgânicas envolvidas nos cosméticos, como aldeídos, álcoois, ésteres e aminas, presentes em maquiagens, alisantes e tinturas. Esses conceitos estão diretamente ligados à identificação do grupo funcional, características físico-químicas, além da compreensão sobre as reações químicas e toxicidade de substâncias potencialmente nocivas, como o formol, composto central na resolução do caso. Portanto, o domínio científico é estimulado quando os estudantes são instigados a investigar as causas químicas do óbito, associando sintomas fisiológicos aos compostos presentes nos produtos e relacionando-os à química orgânica.

O enredo do Caso também evidencia o uso de tecnologias cosméticas modernas, relacionadas à estética e à indústria química. Assim, o domínio da Tecnologia pode ser explorado quando os estudantes analisam os processos tecnológicos de fabricação dos cosméticos, considerando aspectos como o controle de qualidade, a regulamentação pela ANVISA e as alternativas tecnológicas seguras e sustentáveis. Além disso, é possível discutir como o avanço tecnológico pode gerar benefícios e simultaneamente, riscos, como a exposição a agentes tóxicos e a ausência de testes adequados.

A problemática social que envolve o caso é vinculada à pressão estética e ao consumo de produtos químicos, o que possibilita reflexões críticas sobre diferentes dimensões sociais. Entre elas, destacam-se os padrões de beleza e sua influência na saúde, o papel da mídia e da publicidade, responsabilidade ética dos profissionais e empresas, bem como a influência da indústria cosmética na economia. Desse modo, o domínio Sociedade manifesta-se nas discussões sobre as implicações sociais e éticas do consumo e da produção de cosméticos, além de fomentar a tomada de decisão fundamentada, proposta aos alunos no papel de auxiliares da perícia.

O domínio Ambiental é introduzido na narrativa pela notícia de contaminação provocada pelo descarte inadequado de resíduos químicos. Essa dimensão pode ser explorada pelos estudantes ao avaliarem os impactos ambientais das substâncias químicas utilizadas, proporem alternativas biodegradáveis e discutirem políticas de descarte e sustentabilidade.

Por fim, o caso pode fomentar os domínios CTSA de forma integrada ao possibilitar que os estudantes analisem aspectos como a toxicologia dos produtos cosméticos, as reações químicas envolvidas e elementos de fisiologia humana, mobilizando os domínios da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Além disso, podem investigar questões relacionadas ao controle de qualidade, à regulamentação realizada pela ANVISA e às alternativas tecnológicas seguras e sustentáveis, articulando os quatro domínios da abordagem CTSA. Essa integração também possibilita discutir alternativas biodegradáveis, bem como refletir sobre políticas de descarte e sustentabilidade, novamente envolvendo conjuntamente os quatro domínios CTSA.

Observa-se, portanto, que o Caso contribui para contextualizar e concretizar os domínios CTSA, enquanto a abordagem CTSA, ao ser aplicada sobre o Caso, confere-lhe profundidade crítica e formativa. Essa interação dialógica amplia as possibilidades de aprendizagem científica, tecnológica e cidadã, refletindo a perspectiva proposta por Aikenhead (1994) e Santos e Mortimer (2000), conforme sintetizado a seguir:

- O caso parte de uma situação-problema concreta: a morte de uma jovem estudante em um salão de beleza;

- Conduz à análise da tecnologia envolvida, representada pelos produtos cosméticos e suas substâncias;
- Envolve conteúdo científico, como as funções orgânicas e a toxicologia;
- Culmina em uma reflexão ética e ambiental sobre a questão central.

Diante das análises anteriores, propomos, na Figura 16, um comparativo entre as características de um “bom caso”, conforme proposto por Herreid (1998), pioneiro nessa metodologia de ensino, e os princípios da abordagem CTSA, buscando evidenciar os pontos de articulação entre a metodologia de EC e a abordagem CTSA, destacando como elas podem se complementar no contexto educacional.

Figura 16 – Aproximações e distanciamentos entre EC x CTSA no Caso “O enigma da beleza fatal”

UM “BOM CASO” DE ACORDO COM HERREID (1998)	VS	CTSA
Conta uma história	✓	Não necessariamente, mas narrativas podem ser utilizadas
Foca em uma questão central	✓	Questões sociocientíficas
Aborda temas atuais	✓	Sim
Promove empatia com os personagens	✗	Não possui relação
Utiliza citações	✗	Não possui relação
É relevante para o leitor	✓	É relevante para o estudante
Possui utilidade pedagógica	✓	Sim
Provoca conflito	✓	Sim
Exige tomada de decisão	✓	Sim
Apresenta generalidade	✓	Sim
É conciso	✗	Não possui relação

Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 16: A figura apresenta, em paralelo, critérios como narrativa, foco em uma questão central, atualidade temática, relevância para o leitor/estudante, utilidade pedagógica, presença de conflito e exigência de tomada de decisão. Observa-se convergência entre as duas perspectivas em aspectos como a abordagem de questões relevantes e atuais, o potencial pedagógico, a promoção de conflitos sociocientíficos e a necessidade de posicionamento e tomada de decisão. Por outro lado,

elementos como a promoção de empatia com personagens, o uso de citações e a concisão não se configuram como requisitos essenciais na abordagem CTSA.

Conforme ilustrado na Figura 16, observa-se uma sinergia significativa entre as duas propostas pedagógicas, uma vez que a maioria de suas características se articulam de maneira complementar. Por exemplo, enquanto o estudo de caso se estrutura a partir de uma narrativa, a abordagem CTSA não exige obrigatoriamente esse formato, embora possa integrar elementos narrativos, como reportagens, relatos e situações reais.

O EC concentra-se em uma questão central, assim como a abordagem CTSA, que também se organiza em torno de uma problemática socioambiental, envolvendo dimensões científicas e tecnológicas. Ambas enfatizam temas atuais e socialmente relevantes, que despertem o interesse do leitor ou estudante, neste caso, a segurança no uso de produtos químicos em salões de beleza e seus potenciais impactos à saúde humana e ao meio ambiente. Além disso, ambas têm como finalidade pedagógica favorecer aprendizagens críticas e contextualizadas.

Outro ponto de aproximação diz respeito à geração de conflitos ou tensões, que promovem discussões e estimulam processos de tomada de decisão, característica central tanto no Estudo de Caso quanto na abordagem CTSA. Ambas também apresentam caráter abrangente, podendo ser aplicadas a diversos temas e contextos educativos.

Por outro lado, algumas características específicas do EC não encontram correspondência direta na abordagem CTSA. A promoção de empatia com personagens, por exemplo, é relevante para fortalecer o envolvimento narrativo no do Caso, mas não constitui um elemento necessário na abordagem CTSA. Da mesma forma, o uso de citações para conferir veracidade à narrativa é próprio do Caso, mas não representa uma exigência na construção de atividades pautadas na perspectiva CTSA. Por fim, enquanto o Caso tende a ser conciso para manter a atenção do leitor, a abordagem CTSA pode mobilizar problemáticas mais extensas, dependendo da complexidade das dimensões sociais, ambientais, científicas e tecnológicas envolvidas.

Nesse sentido, ressalta-se a articulação entre o Estudo de Caso e a abordagem CTSA revela uma complementaridade interessante. Por sua natureza investigativa e contextualizada, o Estudo de Caso favorece a mobilização isolada ou integrada dos quatro domínios (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). A abordagem CTSA, por sua vez, amplia o potencial pedagógico do Estudo de Caso ao incorporar dimensões éticas, ambientais e sociocientíficas

que enriquecem o processo de aprendizagem e fortalecem a formação cidadã (Aikenhead, 1994a; Santos, 2011; Sá; Queiroz, 2010; Alba *et al.*, 2013).

Essas considerações reforçam a escolha do Estudo de Caso como metodologia de ensino que estrutura o produto educacional e é adotada nesta pesquisa, por permitir a análise da mobilização dos domínios CTSA de forma contextualizada, reflexiva e crítica. A interação entre a metodologia de EC e a abordagem CTSA contribui para compreender como os estudantes articulam saberes científicos, tecnológicos, sociais e ambientais na resolução de problemas.

Em síntese, entendemos que o caso “*O Enigma da Beleza Fatal*” oferece condições favoráveis à aplicação da abordagem CTSA, que, segundo Santos (2011), busca preparar os estudantes para o exercício da cidadania, possibilitando que se envolvam de forma crítica e fundamentada em debates públicos relacionados a questões sociocientíficas. O caráter investigativo do problema e a elaboração do laudo pericial constituem atividades que estimulam o pensamento crítico e a tomada de decisão (Sá; Queiroz, 2010; Alba *et al.*, 2013).

A seguir, são discutidas as mobilizações efetivas desses domínios observadas nos laudos periciais dos estudantes.

4.4. Análises e discussões dos laudos periciais

Nesta seção, procede-se à análise dos laudos periciais elaborados pelos estudantes durante a Sequência de Aulas (SA). O layout completo do instrumento utilizado encontra-se disponível no Apêndice D. A análise orienta-se pelos domínios CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) esperados pela atividade e por aqueles que foram efetivamente mobilizados pelos estudantes, bem como pela apresentação dos laudos. Para subsidiar a discussão dos resultados, são utilizados trechos das falas dos estudantes, transcritos a partir das apresentações orais realizadas em sala de aula. Destaca-se que o laudo pericial, assim como a própria SA, foi concebido com base na abordagem CTSA, visando à promoção desses domínios.

O processo de construção do laudo pericial ocorreu de forma contínua ao longo da SA, sendo o documento final composto pelo conjunto das atividades desenvolvidas pelos estudantes. Na sexta aula, com as atividades das aulas anteriores e com o apoio dos materiais disponibilizados pelo professor, os quatro grupos de estudantes responderam às questões que compunham o laudo. Para as discussões a seguir, os grupos foram identificados pela numeração 1 a 4. Conforme indicado no Quadro 1, foi destinado um período de 100 minutos para a resolução e entrega do instrumento. Em seguida, os estudantes foram orientados a registrar

imagens dos laudos por meio de seus dispositivos móveis e, a partir desse material, elaborar uma apresentação digital. As exposições ocorreram na sétima e última aula e foram gravadas, possibilitando a análise dos domínios CTSA mobilizados durante a socialização dos resultados.

A estrutura do laudo pericial iniciava-se com uma seção introdutória, composta pela identificação da jovem envolvida no caso e por três questões de caráter investigativo. Essas questões tinham como objetivo levantar informações preliminares sobre o evento analisado e verificar a compreensão dos estudantes acerca do problema proposto. As perguntas abordavam, respectivamente, a ocorrência do óbito, a suposta causa da morte e o meio pelo qual esta teria sido produzida, contemplando possibilidades como envenenamento, uso de produto químico, asfixia ou outros meios insidiosos ou cruéis.

Na sequência, o laudo era constituído por oito questões, elaboradas com o intuito de promover a mobilização dos domínios CTSA de forma isolada ou integrada. Essas questões orientaram os estudantes na análise e na resolução do caso denominado “O Enigma da Beleza Fatal”, possibilitando a articulação entre conhecimentos científicos, aspectos tecnológicos, implicações sociais e considerações ambientais, conforme discutido a seguir.

4.4.1. Quesitos introdutórios

Nos quesitos iniciais do laudo pericial constituídos por perguntas de natureza investigativa, como mostra a Figura 17, todos os grupos evidenciaram a compreensão de que houve a morte da personagem.

Figura 17 – Identificação da personagem e os quesitos iniciais do laudo pericial

Identificação: ANA CLARA LIMA Foi examinado/a nesta data, atendendo a solicitação da autoridade que registrou o fato. Nome do pai: Antônio Sebastião Lima. Nome da mãe: Roberta Oliveira Lima, sexo FEMININO, nascida na data de: 11/03/2005 com idade de 21 ANOS, natural de/o NÃO INFORMADO, residente à NÃO INFORMADO, complemento: NÃO INFORMADO, bairro NÃO INFORMADO, portador/a do Documento: NÃO INFORMADO. Quesitos: 1. Houve morte? _____ 2. Qual a suposta causa da morte? _____ _____ _____ 3. A morte foi produzida por meio de veneno, fogo, produto químico, explosivo, asfixia, tortura ou outro meio insidioso cruel? _____ _____ _____ _____
--

Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 17: Modelo de ficha de identificação e de quesitos periciais utilizado na atividade de elaboração do laudo pericial. O documento apresenta dados básicos de identificação do indivíduo examinado e um conjunto de questões orientadoras, como a verificação da ocorrência de morte, a indicação da suposta causa e a análise do possível meio envolvido (veneno, fogo, produto químico, explosivo, asfixia, entre outros).

Em relação à segunda questão sobre a suposta causa da morte, três grupos atribuíram a uma reação alérgica severa decorrente do uso dos produtos empregados, enquanto um grupo mencionou a utilização de produtos inadequados. Em todas as indicações, as respostas mostraram-se coerentes com o problema proposto no Estudo de Caso (EC).

No que se refere à terceira questão, que investigava o meio pelo qual a morte teria ocorrido, três grupos (1, 2 e 4) associaram o óbito ao uso de produtos químicos. Dentre esses, dois grupos (1 e 2) explicitaram que os produtos químicos teriam provocado reações alérgicas graves, evidenciando a mobilização de conhecimentos relacionados ao domínio da Sociedade,

ao mencionarem os efeitos no organismo humano, bem como ao domínio da Ciência, ao reconhecerem o papel dos produtos químicos utilizados. O grupo 3, entretanto, apresentou uma resposta limitada, restringindo-se ao termo “sim”, o que, segundo os critérios adotados, foi categorizado como ausência de domínio.

Embora os quesitos introdutórios não tenham sido elaborados com a finalidade de promover, de forma direta, a mobilização dos domínios CTSA, a análise das respostas permite identificar indícios iniciais dessa mobilização. Em particular, as respostas dos Grupos 1 e 2 foram classificadas como mobilização integrada dos domínios Ciência e Sociedade, uma vez que articularam a utilização de produtos químicos aos efeitos fisiológicos e às reações alérgicas desencadeadas, antecipando discussões que serão aprofundadas nas questões subsequentes do laudo.

4.4.2 Questão 1

A Questão 01 do laudo pericial foi elaborada com a finalidade de levar os estudantes a explicitarem a causa específica da morte da personagem. A pergunta proposta foi: “*Qual foi a causa específica da morte de Ana Clara? Explique*”. Considerando o nível de detalhamento esperado nas respostas, previa-se, principalmente, a mobilização do domínio da Ciência, por meio da abordagem dos produtos químicos utilizados no salão de beleza, bem como do domínio da Sociedade, ao levantarem hipóteses relacionadas ao comprometimento da saúde da personagem.

A Figura 18 apresenta as explicações elaboradas pelos quatro grupos em resposta a essa questão, bem como as categorias correspondentes às respostas, conforme os critérios estabelecidos no Quadro 02, apresentado anteriormente.

Figura 18 – Respostas dos grupos de estudantes na questão 1: Qual foi a causa específica da morte de Ana Clara? Explique.



Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 18: A figura apresenta as categorias Ciência (C), Tecnologia (T), Sociedade (S) e Ambiente (A), bem como a articulação entre esses domínios (CTSA, CTS, CTA etc.) e a categoria de ausência de mobilização para a questão um. No quadro central, são sintetizadas as respostas dos grupos (G1 a G4), que atribuem a suposta causa da morte a reações alérgicas, intoxicações químicas e ao uso de substâncias potencialmente tóxicas presentes em produtos cosméticos. Todas as respostas foram classificadas na articulação Ciência e Sociedade (CS), evidenciando a mobilização de conhecimentos científicos associados a implicações para a saúde humana, sem a explicitação de relações diretas com os domínios da tecnologia e do ambiente.

De acordo com os resultados apresentados na Figura 18, observa-se que todos os grupos mobilizaram os domínios Ciência e Sociedade (CS) de forma integrada, ao associarem substâncias, reações químicas, produtos cosméticos e até mesmo menções a ácidos e bases em suas respostas. O domínio social aparece quando os estudantes relacionam os sintomas de

alergia e intoxicação ao quadro clínico de Ana Clara, articulando, assim, os conhecimentos científicos com as implicações sociais diretamente relacionadas ao caso. Essa articulação inicial reflete o que Santos (2007) define como um dos objetivos centrais da contextualização: encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares e conhecimentos científicos com problemas reais do cotidiano.

A capacidade de aprofundamento nos domínios CTSA tornou-se ainda mais evidente na apresentação dos laudos periciais. Na apresentação oral, a estudante E4, representante do Grupo 1, ampliou a explicação registrada no laudo:

E4 - Variação de substâncias que gerou uma forte alergia, causando possível asfixia. Coleta e exame dos produtos utilizados no salão, feito no laboratório. Verificamos se os produtos estavam dentro da validade e se foram usados corretamente. (todos estavam dentro da validade mas não sabemos a forma que foram usados e um apresentou alteração).

Nota-se que o grupo recuperou informações coletadas durante a aula experimental realizada no laboratório, correspondente à quinta aula da Sequência de Aulas (SA). Nessa ocasião, os estudantes manusearam diferentes cosméticos e seus respectivos rótulos, incluindo amostras provenientes do salão mencionado no Caso, e realizaram procedimentos investigativos, como testes de pH, análise de odor, ensaio para identificação de formaldeído e verificação da regularidade dos produtos por meio da conferência dos rótulos e de seus números de registro. A partir dessas análises, o grupo indicou que todos os produtos se encontravam dentro do prazo de validade; contudo, ressaltou que não foi possível determinar com precisão a forma de utilização no salão e que um dos produtos apresentou alteração. Essa observação é relevante, pois evidencia que, mesmo dentro da validade, um cosmético pode sofrer modificações em suas propriedades físico-químicas, como variações de pH, odor ou aspecto, em decorrência de armazenamento inadequado, contaminação ou manipulação incorreta, o que pode contribuir para reações adversas, como alergias e possíveis quadros de asfixia. Desse modo, a identificação de alteração em uma das amostras mobiliza o domínio científico ao exigir a interpretação de evidências experimentais e a formulação de hipóteses sobre os efeitos dessas substâncias no organismo humano.

Nesse sentido, a menção à verificação da validade dos produtos e às formas de utilização no salão de beleza reforça a presença dos domínios da abordagem CTSA na atividade proposta. Conforme argumenta Acevedo Díaz (1996), a tecnologia não deve ser compreendida apenas como aplicação direta da ciência, mas como um conjunto de práticas que envolve instrumentos,

normas, regulamentações e saberes organizados, orientados à garantia da segurança e da eficácia de produtos e processos.

Por fim, ao relatarem que uma das amostras analisadas apresentou alteração, os estudantes já direcionavam suas conclusões para a etapa seguinte do laudo, demonstrando continuidade investigativa.

Durante a exposição oral, o estudante E8, representante do grupo 2, argumentou:

E8 - A jovem Ana Clara teve uma morte causada por produtos para cabelo que não estava autorizado (sic) pela ANVISA. Tais produtos causaram uma intoxicação no couro cabeludo da jovem que acabou perdendo sua vida, o salão no qual a garota foi (sic) não se responsabilizou por tal acidente.

A partir dessa argumentação, verifica-se que o grupo aprofundou a análise ao mencionar que o produto não estava autorizado pela ANVISA, informação obtida durante a atividade laboratorial, por meio da verificação dos rótulos disponíveis para consulta. Como o rótulo do produto utilizado no salão não apresentava registro válido no site do órgão regulador, o domínio tecnológico tornou-se evidente na discussão, uma vez que a fiscalização e a regularização de produtos cosméticos fazem parte das dimensões técnicas que permeiam o caso investigado. Segundo Campos (2010), ao perceber as influências da tecnologia e dos órgãos de controle em sua vida, o cidadão desenvolve a capacidade de interferir criticamente na sociedade, compreendendo que a técnica é permeada por interesses políticos e de proteção à saúde coletiva (Palácios *et al.*, 2005).

Durante a apresentação oral, a estudante E10, representante do grupo 3, fez o seguinte comentário:

E10- Então o problema é a intoxicação que a Ana Clara teve que causou a morte dela.

Considerando a resposta registrada no laudo e o trecho da apresentação oral, observa-se que o grupo 3 manteve-se aos domínios científico e social, como esperado e já discutidos anteriormente.

Observa-se que o grupo 4 elaborou uma resposta mais aprofundada, porém equivocada, ao integrar conceitos científicos como substâncias fortes, ácidos, bases e reatividade química, articulando-os aos aspectos sociais relacionados à saúde da personagem.

Durante a apresentação oral, o estudante E5, representante do grupo 4, complementou o entendimento exposto no laudo, declarando:

E5 - Então a teoria do nosso grupo, a teoria principal do nosso grupo, foi que a mistura de duas substâncias, tanto um ácido com uma base formou uma reação, porque ácido e base eles reagem e formam uma reação, e uma reação exotérmica forma uma reação que liberou calor, que foram vários procedimentos que ela passou, misturou ácido com a base e liberou calor, foi uma reação exotérmica que liberou calor no couro cabeludo dela que fez ela ir “pff” (morrer) (sic).

Na apresentação, o estudante detalhou com maior profundidade os conceitos científicos envolvidos na explicação, demonstrando domínio de processos químicos, como reações exotérmicas e liberação de calor. Contudo, os conceitos científicos mobilizados não estão adequadamente articulados para responder à questão sobre a morte da personagem, que se relaciona à toxicidade do formol. Essa persistência em explicações puramente químicas, mesmo quando dissociadas da realidade do problema, exemplifica o que Aikenhead (2009) denomina como a valorização excessiva do conhecimento canônico. Esse fenômeno muitas vezes resulta em um ensino que prioriza a memorização de teorias descontextualizadas, dificultando a transposição do saber científico para uma análise crítica de riscos sociais e ambientais (Jesus *et al.*, 2022). Ao final de sua argumentação, E5 relacionou esses mecanismos aos impactos vivenciados pela personagem, permanecendo, porém, concentrado nos domínios Ciência e Sociedade (CS) como era esperado para essa questão do laudo pericial.

Em síntese, os resultados obtidos na Questão 1 indicam que três grupos (1, 2 e 3) relacionaram corretamente o ocorrido com a intoxicação da personagem, sendo apenas um grupo (4) aquele que não realizou essa associação de forma adequada. Os estudantes mobilizaram, predominantemente, os domínios da Ciência e da Sociedade, conforme previsto para essa etapa do laudo pericial. A análise das respostas revelou que os grupos foram capazes de relacionar substâncias químicas, reações, toxicidade e efeitos no organismo humano às condições de saúde da personagem, demonstrando uma compreensão conceitual coerente com o foco proposto na questão. Esse resultado vai ao encontro das discussões presentes na literatura da abordagem CTSA, especialmente nas análises de Aikenhead (2009), que apontam a recorrente valorização do conhecimento científico canônico nos currículos e nas práticas de ensino. Essa ênfase, frequentemente orientada por demandas acadêmicas e institucionais, tende a dificultar uma articulação mais equilibrada entre os domínios da Ciência, da Tecnologia, da

Sociedade e do Ambiente, afastando o ensino de Ciências de uma perspectiva formativa voltada à cidadania e à contextualização social do conhecimento científico. Nesse sentido, embora tenham surgido indícios de articulação com o domínio da Tecnologia, sobretudo em menções à validade, à manipulação e à regularização de produtos cosméticos, tais abordagens mostraram-se pontuais e pouco aprofundadas, não havendo contribuições significativas relacionadas ao domínio do Ambiente.

4.4.3 Questão 2

A Questão 02 do laudo pericial foi elaborada com o propósito de levar os estudantes à identificação da substância química responsável pela morte da personagem, neste caso, o formaldeído (formol), bem como ao reconhecimento de suas propriedades. A pergunta apresentada foi: *“Qual é a substância química envolvida? Desenhe sua estrutura e identifique a função orgânica correspondente e suas propriedades.”*

No contexto da abordagem CTSA, previa-se a mobilização do domínio da Ciência, uma vez que se esperava que os estudantes representassem estruturalmente o formol, identificassem sua função orgânica e descrevessem propriedades características, tais como odor, volatilidade, toxicidade e reatividade, entre outras. Dessa forma, esta questão tinha como objetivo de observar a articulação dos conhecimentos de química orgânica ao fenômeno investigado no caso pericial.

A Figura 19, apresentada a seguir, mostra as respostas dos grupos a essa questão, bem como a categorização previamente descrita no Quadro 02.

Figura 19 – Respostas dos grupos de estudantes na questão 2: Qual é a substância química envolvida? Desenhe sua estrutura e identifique a função orgânica correspondente e suas propriedades.

Categoria da Ciência

Função orgânica: aldeído

Propriedade: ~~Formol~~ e a solução de um gás, conhecido como formaldeído numa concentração de aproximadamente 40%

Desenho:

$$\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{H} \end{array}$$

Substância: formaldeído

G1

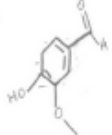
Formol



- testes

G2

Formaldeído:
 nome científico
 formal
 nome popular



Aldeído,
 função orgânica

Possuem um odor bem agradável e pungente.

G3

Éter

$$\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3$$

G4

Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 19: Respostas dos grupos de estudantes (G1 a G4) classificadas na categoria Ciência, evidenciando a mobilização de conhecimentos químicos na análise do caso investigado. Observa-se que os grupos recorreram a conceitos de funções orgânicas, identificação de substâncias e representação de estruturas químicas para explicar a possível presença de compostos como o formaldeído nos produtos utilizados no salão. As produções incluem registros escritos e desenhos estruturais, menções às propriedades e aos efeitos das substâncias no organismo, bem como tentativas de relacionar características químicas a possíveis reações adversas. Tais elementos indicam a mobilização do domínio científico, ao priorizar explicações baseadas em conceitos da Química Orgânica e na identificação de compostos potencialmente nocivos no contexto do Caso.

Conforme apresentado na Figura 18, todas as respostas foram classificadas no domínio da Ciência, uma vez que os estudantes mobilizaram conceitos científicos relevantes para o caso

pericial, como era esperado para esta questão. Observa-se, entretanto, que apesar dessa mobilização, algumas respostas apresentaram equívocos conceituais ou estruturais em relação à substância envolvida no caso.

A análise das respostas expostas na Figura 18 evidencia diferentes níveis de compreensão. Os grupos 1, 2 e 3 identificaram corretamente o nome da substância investigada, o que demonstra um reconhecimento adequado dos conteúdos previstos. Destaca-se que o grupo 1 acertou, além do nome, a fórmula estrutural, a respectiva função orgânica e a concentração do formol em solução, articulando diferentes informações químicas de modo consistente com o caso investigado. O grupo 2, embora tenha identificado corretamente o nome da substância, apresentou uma classificação equivocada ao relacioná-la a outra função orgânica e não trouxe informações, tais como a fórmula estrutural ou outras propriedades físico-químicas. Já o grupo 3 também nomeou adequadamente a substância, incluindo seu nome popular e científico, e acertou a função orgânica correspondente, além de citar características sensoriais, como odores relacionados ao formol. Contudo, houve erro na representação da fórmula estrutural. O grupo 4, por sua vez, não identificou corretamente a substância responsável pela morte da personagem, descrevendo outra função orgânica e apresentando uma fórmula estrutural distinta da substância correta.

Ao analisarmos trechos das apresentações orais dos laudos, é possível aprofundar a compreensão sobre as respostas registradas nos documentos escritos, uma vez que alguns estudantes mobilizaram outros domínios CTSA durante as exposições. Essa evidência reforça o potencial da abordagem CTSA em promover uma formação crítica e reflexiva, ampliando a interpretação do caso para além da dimensão estritamente científica.

Um exemplo desse avanço pode ser identificado no relato do estudante E4, integrante do grupo 1, quando afirma:

E4- Aí a gente também fez uma pesquisa para saber mais ou menos se é normal se acontecesse, ou não se foi apenas com a Ana Clara que aconteceu de ela chegar e ir a óbito sobre o formaldeído. O formaldeído é uma substância tóxica e cancerígena, usada em indústrias e laboratórios. Pode causar irritações, problemas respiratórios e câncer com exposição prolongada. Não há um número exato de mortes atribuídas só a ele, pois costuma estar ligado a outros fatores de risco. Então no caso não é só o formaldeído que consegue te dar uma certeza de quantas mortes específicas a ele, mas ele pode sim causar alergias gravemente e levar à morte.

A partir da fala do estudante E4, constatamos a complexidade da resposta, uma vez que são incorporadas informações relacionadas aos impactos sociais do uso do formaldeído, especialmente quanto à toxicidade e aos riscos associados à exposição humana. Além disso, o estudante faz referência ao emprego dessa substância em contextos industriais e laboratoriais, articulando elementos do domínio tecnológico ao fenômeno analisado.

Dessa forma, compreende-se que a fala de E4 evidencia a mobilização integrada dos domínios da Ciência, Tecnologia e Sociedade, demonstrando uma compreensão ampliada que vai além da mera identificação da substância química envolvida no caso, articulando o conhecimento científico às implicações sociais, econômicas e de saúde pública relacionadas ao uso do formaldeído.

O grupo 2, representado pelo estudante E8, apresentou a seguinte ideia:

E8 - O formol pode causar irritação nos olhos, na pele e nas vias aéreas, além de problemas respiratórios e queimaduras. Em casos mais graves, pode levar ao câncer. Danos aos cabelos. A progressiva com formol pode ressecar os fios, tornando-os quebradiços e opacos, e ainda causar queda de cabelo. Riscos de intoxicação: A inalação do formol durante o processo de alisamento pode levar à intoxicação, com sintomas como falta de ar, dor de cabeça e tonturas.

Ao descrever as características e os efeitos do formaldeído, o estudante E8 mobiliza predominantemente o domínio da Ciência, ao elencar diferentes impactos fisiológicos associados à exposição a essa substância, tais como irritações, problemas respiratórios, queimaduras e riscos de desenvolvimento de câncer. Além disso, o estudante demonstra conhecimento sobre os efeitos do formol nos cabelos, ao relacionar o uso de produtos de alisamento contendo essa substância ao ressecamento, à quebra e à queda capilar.

Paralelamente, a resposta também articula o domínio da Sociedade, uma vez que evidencia os riscos à saúde humana decorrentes do uso e da inalação do formol em procedimentos estéticos, apontando possíveis consequências para indivíduos expostos em salões de beleza. Dessa forma, ao relacionar conhecimentos científicos aos impactos sobre a saúde das pessoas, o estudante ultrapassa uma descrição meramente técnica e estabelece uma conexão com questões sociais relevantes, alinhando sua argumentação à perspectiva CTSA.

O estudante E14, ao representar o grupo 3, apresentou maior profundidade conceitual, conforme observamos no trecho a seguir:

E14 - *Agora sobre o formol, ehh.. O formol ou formaldeído (que é o nome científico dele) é um composto químico que tem a fórmula CH_2O . Ele é um gás incolor e com um cheiro forte e característico, e a gente percebeu isso até mesmo no momento que a gente tava diluindo eles (sic) e vendo o pH, ele tinha um cheiro bem forte e característico. O formol é amplamente utilizado na indústria e em laboratórios, principalmente como conservante e desinfetante (até mesmo por ser bem forte), devido às suas propriedades antimicrobianas. Além disso, é encontrado em produtos como resinas, adesivos, e até em alguns produtos de limpeza. No entanto, é importante ter cuidado como uso do formol, pois ele pode ser tóxico e irritante para a pele e as vias respiratórias. Em concentrações elevadas, a exposição ao formaldeído pode causar problemas de saúde, que foi o que aconteceu com a Ana Clara, novamente realçando, como ela não fez nenhum teste na pele, por mais que ela não sabia que era alérgica a essa substância e acabou indo a óbito. A partir da irritação que ela teve, por mais, e até mesmo sobre as vias respiratórias dela.*

A resposta apresentada pelo estudante E14 evidencia um aprofundamento conceitual significativo em relação à substância investigada. Observa-se que o estudante mobiliza adequadamente o domínio científico, ao identificar corretamente o formaldeído (formol), indicando seu nome científico, fórmula molecular (CH_2O), estado físico, odor característico e propriedades químicas, além de relatar percepções empíricas observadas durante a atividade experimental, como o odor intenso durante a diluição e a análise de pH. Esses elementos demonstram a articulação entre conhecimentos teóricos e a vivência prática em laboratório.

Além disso, o estudante amplia sua explicação ao abordar o domínio tecnológico, ao mencionar as principais aplicações do formaldeído na indústria e em laboratórios, destacando seu uso como conservante, desinfetante e componente de resinas, adesivos e produtos de limpeza, justificando tais usos a partir de suas propriedades antimicrobianas. Essa abordagem revela a compreensão da relação entre as propriedades químicas da substância e suas aplicações tecnológicas.

De forma articulada, a resposta também mobiliza o domínio social, ao discutir os riscos associados à exposição ao formaldeído, enfatizando seus efeitos tóxicos e irritantes à pele e às vias respiratórias. O estudante estabelece, ainda, uma conexão direta com o caso investigado, relacionando os efeitos da substância às consequências à saúde da personagem Ana Clara, destacando a ausência de testes prévios e o desconhecimento de uma possível alergia como fatores agravantes que culminaram no desfecho fatal. Essa contextualização sugere uma compreensão crítica dos impactos do uso inadequado de substâncias químicas na saúde humana.

Assim, ao analisar conjuntamente o laudo pericial e a apresentação oral do grupo, observa-se que, no momento da socialização dos resultados, os estudantes ampliaram a investigação inicial, buscando novas informações e revisando aspectos conceituais previamente registrados. Destaca-se, nesse processo, a correção da fórmula estrutural da substância representada no laudo, o que evidencia um movimento de retomada e aprimoramento do conhecimento científico mobilizado. Tal postura é relevante, pois indica que os estudantes não se restringiram às respostas inicialmente elaboradas, mas recorreram a fontes complementares e ao diálogo coletivo para qualificar suas explicações.

Esse movimento de revisão e aprofundamento conceitual contribuiu para a integração de conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais, ao relacionar a identificação da substância, seus possíveis efeitos no organismo e as condições de uso dos produtos no contexto investigado. Desse modo, a análise evidencia a mobilização articulada dos domínios da abordagem CTSA, na medida em que os estudantes buscaram fundamentar suas conclusões em conceitos científicos, considerar aspectos técnicos relacionados aos produtos e discutir implicações para a saúde e para o contexto social

O Grupo 4, embora tenha apresentado o laudo pericial, não conseguiu identificar corretamente a substância analisada, restringindo-se, de forma equivocada, à argumentação sobre ácidos e bases, conforme o trecho transcrito a seguir da fala do estudante E5, representando seu grupo:

E5 - Isso aqui, é as amostras né que a gente analisou, a gente analisou três amostras, a amostra padrão tinha um pH básico também entre 11 e 12, caráter básico, o odor: Não tinha odor, não tinha cheiro nenhum, era sem cheiro, era sem cheiro nenhum. A amostra A o pH dela era 10 também de caráter básico, mas o pH menor e o odor dela era um odor forte pugnante que eu e meu grupo a gente pensou que parecia o hidróxido de sódio, por ser um cheiro muito pugnante parecia uma base, mas uma base bem forte, então a gente levantou essa teoria de que era o hidróxido de sódio que não sei se vocês conhecem é a soda cáustica, que também era uma base de pH 10 e o odor dele ali...e o peróxido de hidrogênio que foi a....e também lembrando o cheiro de peróxido de hidrogênio tanto de uma como a outra. E a mostra B de pH 4, que é um pH de caráter ácido, então a mostra B era sim um ácido, a amostra B a gente constatou que era um ácido, e um odor também muito forte por mais que ele tava mais diluído foi um odor muito forte, a gente concluiu que era uma ácido. Aí falando sobre a amostra A que possui o objetivo de substância altamente cáustica como o hidróxido de sódio, o peróxido de hidrogênio

não é uma substância cáustica, mas também assemelhou, como a gente não sabe, a gente levantou essas duas teorias, de que pode ser um dos dois, aí falando do...

[...]A amostra B já era um ácido, a amostra B com o pH 4 representa um ácido, que também tinha um odor desagradável, e a gente levantou a teoria de que poderia conter ácidos orgânicos ou inorgânicos, como ácido tioglicólico, e outros ácidos também, que é um ácido, então essas substâncias em combinação com agentes oxidantes podem gerar gases tóxicos, como o dióxido de enxofre, principalmente em ambientes maus ventilados.

No caso do estudante E5, a exposição oral evidenciou equívocos do grupo quanto à identificação da substância presente no cosmético que poderia estar relacionada à morte da personagem. A fala do estudante concentrou-se, predominantemente, na formulação de hipóteses fundamentadas em reações entre ácidos e bases, restringindo a análise a esse eixo conceitual. Tal direcionamento pode estar associado tanto à ênfase conferida à análise de pH realizada na aula experimental quanto aos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o conteúdo de ácidos e bases, os quais orientaram a construção das ideias do grupo.

De modo geral, os resultados da Questão 2 evidenciam que, embora a mobilização do domínio científico tenha sido predominante e esperada, a abordagem CTSA mostrou-se potencialmente fértil para ampliar a compreensão dos estudantes quando estes conseguiram articular o conhecimento químico a contextos tecnológicos e sociais. Conforme discutido por Aikenhead (1994), currículos e práticas de ensino que mantêm a Ciência como eixo central e isolado tendem a restringir a construção de sentidos mais amplos sobre os fenômenos estudados; em contraposição, a integração entre Ciência, Tecnologia e Sociedade favorece uma compreensão contextualizada e socialmente relevante. Nesse sentido, as apresentações orais de alguns grupos, especialmente dos Grupos 1 e 3, revelam avanços importantes ao relacionar propriedades químicas do formaldeído aos seus usos tecnológicos e aos impactos à saúde humana, aproximando o ensino de Química de uma perspectiva formativa orientada à cidadania e à reflexão crítica. Por outro lado, as dificuldades observadas em outros grupos reforçam a necessidade de estratégias didáticas que promovam, de forma intencional, a articulação equilibrada entre os domínios CTSA, evitando a redução da análise a aspectos conceituais isolados.

4.4.4 Questão 3

A Questão 03 do laudo pericial foi elaborada com o objetivo de observar se os estudantes reconheceram que a causa da morte da personagem esteve associada à exposição a uma substância química. Além disso, buscou-se promover a reflexão sobre os possíveis efeitos dessa mesma substância em outras pessoas, considerando a possibilidade de provocar desde reações adversas leves até a ausência de qualquer manifestação alérgica. A questão foi apresentada da seguinte forma: *“Ana Clara veio a óbito ao ser exposta a essa substância. No entanto, vocês acreditam que outras pessoas poderiam apenas apresentar uma reação adversa ao entrar em contato com ela? Justifiquem sua resposta.”*

Os domínios CTSA esperados para essa questão foram, principalmente, os domínios da Ciência e da Sociedade. No domínio da Ciência, esperava-se que os estudantes abordassem aspectos relacionados aos produtos químicos potencialmente agressivos utilizados em salões de beleza, bem como seus efeitos sobre o organismo humano. Já no domínio da Sociedade, a discussão poderia envolver os impactos à saúde humana decorrentes da exposição a esse tipo de substância, evidenciando riscos associados ao seu uso e à falta de informação ou de medidas preventivas adequadas.

A Figura 20, apresentada a seguir, mostra as respostas dos grupos a essa questão, bem como a categorização previamente descrita no Quadro 02.

Figura 20 – Respostas dos grupos de estudantes na questão 3: Ana Clara veio a óbito ao ser exposta a essa substância. No entanto, vocês acreditam que outras pessoas poderiam apenas apresentar uma reação adversa ao entrar em contato com ela? Justifiquem sua resposta.



Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 20: A figura apresenta as categorias Ciência (C), Tecnologia (T), Sociedade (S) e Ambiente (A), bem como a articulação entre esses domínios (CTSA, CTS, CTA etc.) e a categoria de ausência de mobilização. No quadro central, são sintetizadas as respostas dos grupos (G1, G2 e G3), que indicam a possibilidade de diferentes reações do organismo humano à exposição ao formol, considerando variações individuais e quantidade de contato, sendo classificadas na articulação Ciência e Sociedade (CS). Já o grupo G4 foi classificado na categoria de ausência de mobilização, ao afirmar que não haveria risco por não se tratar de algo transmissível.

Podemos observar que as respostas apresentadas pelos grupos 1, 2 e 3 permitem identificar a articulação entre os domínios da Ciência e da Sociedade, como esperado. No domínio da Ciência, os estudantes destacam que os efeitos da substância química variam de acordo com a quantidade de formol em contato com o organismo e com as características

individuais de cada pessoa, evidenciando noções relacionadas à toxicidade e à variabilidade das reações fisiológicas. Por sua vez, o domínio da Sociedade é mobilizado ao reconhecerem que a exposição a esses produtos pode acarretar diferentes complicações à saúde humana, indicando riscos associados ao uso de substâncias potencialmente agressivas em salões de beleza. Ainda que de forma implícita, tais respostas sinalizam preocupações com os impactos do uso dessas substâncias sobre a população, bem como com a necessidade de cuidados e medidas preventivas.

A resposta do grupo 4, mesmo utilizando um critério científico (transmissibilidade) para justificar a inexistência de reação em outras pessoas, foi categorizada como ausência de domínios por apresentar uma interpretação conceitualmente equivocada ao associar reações químicas à ideia de transmissão.

O grupo 1 representado pelo E4 ao apresentar o seu laudo, conseguiu aprofundar ainda mais as discussões sobre essa questão ao argumentar:

E4 - Recomenda-se fazer teste de sensibilidade antes do uso, pois pessoas com pele sensível podem ter reações leves. Que é igual os outros grupos falaram, de colocar.. de fazer um teste breve para ver se uma pessoa às vezes.. não tem...é regulamentado pela ANVISA mas uma pessoa específica tem alguma alergia, então é por isso de qualquer maneira, mesmo que seja legalizado é bom fazer os testes para que não tenha nenhum risco de acontecer igual aconteceu com a Ana Clara.

A fala do estudante E4 representante do grupo 1 demonstra maior profundidade e complexidade. Além de mobilizar os domínios da Ciência e da Sociedade, já identificados na resposta registrada no laudo pericial, os estudantes também articulam o domínio da Tecnologia. No âmbito da Ciência, a resposta evidencia conhecimentos relacionados às reações alérgicas e à sensibilidade individual do organismo frente à exposição a substâncias químicas. No domínio da Sociedade, destaca-se a preocupação com a saúde humana e com a prevenção de riscos associados ao uso desses produtos.

O domínio da Tecnologia é mobilizado quando os estudantes mencionam a regulamentação do produto pela ANVISA, reconhecendo o papel dos órgãos reguladores no controle e na autorização do uso de substâncias químicas. Entretanto, ao afirmarem que, mesmo sendo legalizado, o produto pode oferecer riscos, os estudantes demonstram uma compreensão crítica de que a regulamentação não elimina a necessidade de cuidados individuais, como a realização de testes de sensibilidade. Essa articulação evidencia uma visão integrada entre

conhecimento científico, desenvolvimento tecnológico e implicações sociais, aproximando-se dos pressupostos da abordagem CTSA, que enfatiza a formação de sujeitos capazes de tomar decisões responsáveis considerando dimensões científicas, tecnológicas, sociais e éticas (Mello; Guazzelli, 2011).

Já o estudante E14 representante do grupo 3, ao apresentar o laudo, se posiciona sobre essa questão no seguinte trecho transcrito:

E14 - Formaldeído?! Formaldeído! acho que tem várias variações na verdade, não tem?! Não foi feito o teste antes de realizar o procedimento, o que ela devia ter feito, passado pequenas quantidades no corpo, pra ver como o organismo dela iria reagir, Ehh...por esse motivo quando aplicado o produto no cabelo de Ana Clara, veio conseqüentemente a reação alérgica. Foi o que acabei de falar, como ela não fez nenhum tipo de teste em pequena quantidade por exemplo, na pele, ou até mesmo como foi recomendado atrás da orelha e nem nada do gênero, quando ela passou em grande quantidade em um local que foi fatal pra ela e a reação alérgica levou ela a óbito.

Ao abordar as reações adversas que o formaldeído pode provocar no organismo humano, o estudante E14 demonstra preocupação com a realização de testes prévios antes da execução de procedimentos estéticos. Assim como na resposta registrada no laudo pericial, observa-se a mobilização dos domínios da Ciência e da Sociedade. No domínio da Ciência, o estudante apresenta conhecimentos relacionados às reações alérgicas e à resposta do organismo à exposição a substâncias químicas, bem como à importância do teste de sensibilidade como procedimento preventivo.

No domínio da Sociedade, esse posicionamento evidencia a preocupação com a saúde humana e com a adoção de práticas seguras em contextos coletivos, como os salões de beleza. Além disso, ao mencionar procedimentos comuns nesses estabelecimentos, como a aplicação do produto em pequena quantidade atrás da orelha, o estudante mobiliza conhecimentos associados a práticas tecnológicas vinculadas ao uso de produtos químicos.

Dessa forma, a fala do E14 ultrapassa uma explicação estritamente científica e aponta para uma compreensão integrada entre ciência, tecnologia e implicações sociais, reforçando a relevância da abordagem CTSA na formação de sujeitos mais críticos e reflexivos frente aos riscos envolvidos no uso de substâncias químicas em procedimentos estéticos (Aikenhead, 2009).

Em síntese as repostas dos grupos 1 e 3 mostram-se alinhadas aos pressupostos da abordagem CTSA, que compreende o ensino de Ciências como um espaço privilegiado para a

discussão de valores socialmente relevantes, tais como responsabilidade coletiva, compromisso social e cuidado com a saúde humana e ambiental. Nesse sentido, ao lidar cotidianamente com produtos químicos, os sujeitos são convocados a tomar decisões que extrapolam critérios de eficiência técnica, envolvendo também aspectos éticos, econômicos, ambientais e de saúde (Santos; Mortimer, 2000).

Em contrapartida, os Grupos 2 e 4, ao apresentarem seus laudos periciais, não desenvolveram argumentações adicionais acerca da possibilidade de reações adversas, mesmo que de forma equivocada, limitando-se às informações previamente registradas nos documentos escritos.

4.4.5 Questão 4

A Questão 04 do laudo pericial foi elaborada com a finalidade de levar os estudantes a refletirem sobre os impactos ambientais causados pelo formaldeído. A pergunta proposta foi: *“A substância mencionada na questão anterior causa danos ao meio ambiente se descartada? Quais seriam esses danos?”* Previam-se então, principalmente, a mobilização do domínio Ambiental, em que os estudantes descrevessem os impactos ambientais causados pelo descarte incorreto dessa substância.

A Figura 21 apresenta as explicações elaboradas pelos quatro grupos em resposta a essa questão, bem como as categorias correspondentes às respostas, conforme os critérios estabelecidos no Quadro 02, apresentado anteriormente.

Figura 21 – Respostas dos grupos de estudantes na questão 4: A substância mencionada na questão anterior causa danos ao meio ambiente se descartada? Quais seriam esses danos?



Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 21: A figura apresenta as categorias Ciência (C), Tecnologia (T), Sociedade (S) e Ambiente (A), bem como as articulações entre esses domínios (CTSA, CTS, CTA etc.). No quadro central, observam-se as respostas dos grupos G1 e G2, classificadas na articulação Sociedade e Ambiente (SA), ao destacarem impactos como poluição da água e do solo, contaminação ambiental e prejuízos à fauna. O grupo G3 foi classificado como Ciência e Ambiente (CA), ao relacionar a poluição a efeitos diretos da substância sobre organismos vivos. Já o grupo G4 mencionou poluição marinha e extinção de animais, evidenciando preocupação ambiental, ainda que com menor explicitação conceitual.

De acordo com a Figura 21, observa-se que os estudantes conseguiram mobilizar o domínio do Ambiente, conforme o esperado para esta etapa da atividade. Entretanto, ao

discutirem o descarte inadequado de produtos e seus potenciais impactos ao meio ambiente, os Grupos 1 e 2 também passaram a articular o domínio da Sociedade, ao evidenciarem a relação entre essas práticas e as ações humanas no contexto social. De modo semelhante, o Grupo 3, ao relacionar o contato do meio ambiente com a substância envolvida no Caso, mobilizou o domínio da Ciência, ampliando a análise para além de uma compreensão exclusivamente ambiental. Tal articulação evidencia que a conscientização acerca do descarte adequado de produtos químicos não se restringe a aspectos ecológicos, mas envolve práticas sociais sustentadas por conhecimentos científicos. Esses resultados indicam que a abordagem CTSA favorece uma leitura mais integrada e reflexiva das problemáticas ambientais, na medida em que promove a vinculação entre conteúdos científicos e temas socialmente relevantes, conforme apontado por Santos (2007).

Ademais, ao apresentarem seus laudos periciais, os estudantes aprofundaram as discussões e ampliaram a articulação do domínio ambiental com outros domínios da abordagem CTSA. Essa integração pode ser observada, a seguir, na fala do estudante E4, representante do Grupo 1:

E4 - Os produtos descartados são tóxicos, poluentes, causam riscos a saúde pública e ao meio ambiente. Deve ser feita a coleta da amostra da água e do esgoto próximo ao salão. Envolvimento de órgãos ambientais (CETESB, IBAMA, vigilância sanitária). Aplicação da Lei de Crimes ambientais (Lei nº 9.605/98, pune com multas e até prisão).

A partir dessa fala, percebe-se que o Grupo 1 estabeleceu uma relação consistente entre o problema ambiental apresentado no caso e diferentes esferas de regulação e intervenção social. O domínio Ambiente é mobilizado ao reconhecer os impactos dos resíduos tóxicos sobre os ecossistemas e a saúde humana. O domínio Sociedade manifesta-se na preocupação com a saúde pública, no papel dos órgãos fiscalizadores e na aplicação da legislação ambiental. Já os domínios Ciência e Tecnologia são evidenciados na proposição de coleta e análise de amostras de água e esgoto, indicando a necessidade de procedimentos técnicos e científicos para a identificação e comprovação da contaminação.

Dessa forma, observa-se que o Grupo 1 conseguiu mobilizar de maneira integrada os quatro domínios da abordagem CTSA, articulando conhecimentos científicos, procedimentos técnicos, aspectos legais e implicações socioambientais. Tal articulação revela o potencial dessa abordagem para promover uma compreensão mais ampla e crítica de problemas reais, contribuindo significativamente para a formação cidadã dos estudantes. Tais resultados

convergem com a perspectiva defendida por Aikenhead (2009), segundo a qual a educação científica deve promover o desenvolvimento de capacidades que possibilitem aos estudantes atuarem como cidadãos responsáveis e críticos em um contexto social cada vez mais permeado pela ciência e pela tecnologia. Nessa abordagem, torna-se fundamental que os estudantes compreendam as inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, de modo a favorecer uma atuação cidadã mais consciente e reflexiva.

O grupo 2, durante a apresentação de seu laudo pericial, não aprofundou a discussão acerca dos impactos ambientais associados ao formaldeído, limitando-se ao registro dessas informações no documento escrito, conforme apresentado anteriormente na Figura 20.

Já o grupo 3, representando pelo estudante E14, se posicionou sobre a problemática ambiental envolvida no caso, conforme a fala a seguir:

E14 - Após o uso do produto o descarte de produtos tóxicos requer cuidados especiais e não deve ser feito nos lixos comuns. Já que são lixos que podem causar intoxicações a animais e tudo mais, e também não faz bem ao meio ambiente. O lixo tóxico, também conhecido como resíduos perigosos, deve ser encaminhado para locais especializados ou empresas especializadas que realizam o tratamento adequado.

De acordo com essa fala, observa-se uma articulação clara e consistente dos domínios da abordagem CTSA. O domínio da Ciência manifesta-se no reconhecimento da toxicidade das substâncias químicas e de seus efeitos sobre os organismos vivos, bem como na compreensão da classificação desses materiais como resíduos perigosos. O domínio da Tecnologia é evidenciado ao mencionar a necessidade de encaminhamento dos resíduos a empresas especializadas, o que pressupõe o uso de processos técnicos e tecnológicos específicos para o tratamento e a destinação final adequada.

O domínio da Sociedade relaciona-se à responsabilidade social envolvida no descarte correto desses produtos, destacando a importância de práticas conscientes e seguras por parte dos indivíduos. Por fim, o domínio do Ambiente é mobilizado na preocupação em evitar a contaminação ambiental e os danos à fauna, evidenciando uma compreensão das interações entre ações humanas e impactos ambientais.

Dessa forma, a resposta do estudante revela uma compreensão integrada dos aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais envolvidos no manejo de resíduos químicos, reforçando o potencial da abordagem CTSA.

O estudante E5 representando o grupo 4, também apresentou as ideias do seu grupo referente aos impactos ambientais, conforme a fala a seguir.

E5 - Além do risco à saúde humana, o descarte incorreto dessas substâncias pode provocar contaminação ambiental, caracterizando crime ambiental conforme previsto na lei 9.605/98. Também tem essa parte que eu tinha até esquecido, sobre o descarte do material, porque se é de uma substância que elas são tóxicas, e ela reagindo, que elas são tóxicas, produz gás tóxicos, tem que tomar muito cuidado com o descarte dela né?! Não é só jogar no lixo normal aí, tem essa parte também.

A partir dessa fala, observa-se que o estudante mobiliza de forma integrada diferentes domínios da abordagem CTSA. O domínio da Ciência é evidenciado ao reconhecer a toxicidade das substâncias químicas e a possibilidade de formação de gases tóxicos decorrentes de reações químicas, demonstrando compreensão, ainda que em linguagem cotidiana, de conceitos relacionados à reatividade e aos riscos químicos.

O domínio da Tecnologia manifesta-se implicitamente na necessidade de procedimentos adequados para o descarte desses materiais, o que pressupõe o uso de técnicas e protocolos específicos para o manejo seguro de resíduos perigosos. O domínio da Sociedade é mobilizado ao associar o descarte inadequado à caracterização de crime ambiental, fazendo referência direta à legislação vigente (Lei nº 9.605/98) e à responsabilidade legal e ética dos indivíduos frente a essas práticas.

Por fim, observa-se que o domínio do Ambiente é mobilizado a partir da preocupação com a contaminação ambiental e com os impactos decorrentes do descarte inadequado dessas substâncias. Essa mobilização evidencia uma compreensão ampliada do problema, ao articular implicações científicas, tecnológicas, sociais e ambientais, características centrais da abordagem CTSA. Tais resultados corroboram a perspectiva de Loureiro *et al.* (2011), segundo a qual o ensino orientado por essa abordagem favorece a reflexão individual e coletiva acerca de problemáticas socioambientais e o desenvolvimento da capacidade argumentativa, contribuindo para uma atuação cidadã mais crítica e fundamentada.

4.4.6 Questão 5

A Questão 05 foi formulada da seguinte maneira: “*Qual é a forma correta de descartar a substância ou o produto de maneira segura?*”. Essa questão mobiliza, de forma prioritária, o

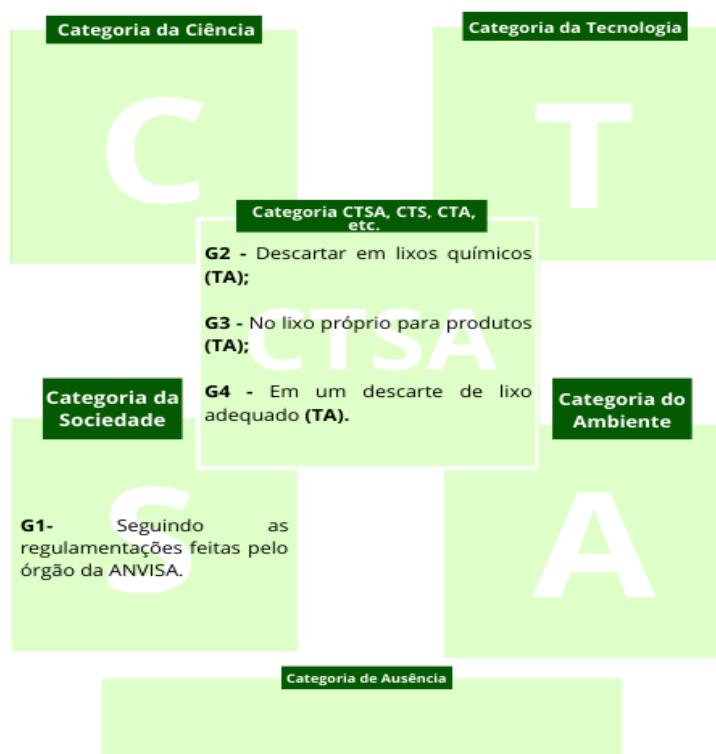
domínio ambiental, ao problematizar o descarte seguro de produtos químicos e suas implicações para o meio ambiente. De maneira implícita, também contempla a proteção da saúde humana, uma vez que o descarte inadequado pode acarretar riscos à população.

Além disso, a questão articula-se ao domínio social, na medida em que o descarte correto de substâncias químicas está diretamente associado às práticas humanas, às normas sociais e à capacidade de distinguir condutas adequadas e inadequadas no manejo desses produtos. Paralelamente, mobiliza o domínio da Tecnologia, uma vez que o descarte seguro pressupõe o uso de sistemas, procedimentos e dispositivos técnicos específicos, como recipientes apropriados, coleta especializada e tratamento adequado de resíduos químicos.

Assim, os domínios Ambiente, Sociedade e Tecnologia configuram-se como os domínios CTSA esperados para esta questão.

A Figura 22 apresenta as explicações elaboradas pelos quatro grupos em resposta a essa questão, bem como as categorias atribuídas às respostas, conforme os critérios estabelecidos no Quadro 02, apresentado na página 44, na seção 3.3.

Figura 22 – Respostas dos grupos de estudantes na questão 05: Qual é a forma correta de descartar a substância ou o produto de maneira segura?



Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 22: A figura apresenta as categorias Ciência (C), Tecnologia (T), Sociedade (S) e Ambiente (A), bem como as articulações entre esses domínios. As respostas dos Grupos 2, 3 e 4 foram classificadas na articulação Tecnologia e Ambiente (TA), ao indicarem o descarte em locais apropriados para resíduos químicos. O Grupo 1 foi classificado na categoria Sociedade, ao mencionar a necessidade de seguir as regulamentações de órgãos como a ANVISA.

A análise comparativa das respostas evidencia diferentes níveis de mobilização dos domínios da abordagem CTSA. A resposta do grupo 1, ao mencionar o cumprimento das regulamentações estabelecidas pela ANVISA, mobiliza predominantemente o domínio Sociedade, ao enfatizar o papel das normas institucionais e da regulação estatal no descarte de produtos químicos, sem explicitar os fundamentos científicos, tecnológicos ou ambientais que sustentam tais normas. Já as respostas dos grupos 2, 3 e 4 apresentam uma ampliação dessa mobilização ao articularem os domínios Tecnologia e Ambiente, uma vez que fazem referência à existência de sistemas e recipientes específicos para o descarte de resíduos químicos, indicando a utilização de infraestruturas técnicas com o objetivo de prevenir impactos ambientais. Embora o grupo 4 não especifique o lixo para descarte.

De modo geral, os grupos mobilizaram os domínios esperados em suas respostas ao laudo pericial; contudo, essa mobilização ocorreu predominantemente de forma isolada e fragmentada. Tal resultado corrobora as observações de Aikenhead (2009), que aponta a dificuldade intrínseca em integrar os diferentes domínios da abordagem CTSA, visto que o conteúdo científico tradicional frequentemente não é percebido pelos estudantes como algo diretamente aplicável a situações cotidianas ou sociocientíficas sem um esforço explícito de reconstrução.

Observa-se que os Grupos 1 e 4 apresentaram respostas centradas em um único domínio, enquanto os Grupos 2 e 3 estabeleceram articulações parciais entre Tecnologia e Ambiente, sem, contudo, desenvolver relações mais consistentes com a dimensão Sociedade. Tais limitações podem estar relacionadas ao fato de que a temática dos cosméticos e de seus impactos ambientais foi abordada de forma mais direta no contexto do Caso e na elaboração do laudo pericial, não se configurando como eixo de discussão contínuo ao longo de toda a Sequência de Aulas (SA). Isso sugere que, embora o planejamento da SA tenha contemplado os pressupostos da abordagem CTSA, determinadas atividades podem ter enfatizado, de maneira mais expressiva, aspectos conceituais e experimentais, o que contribuiu para a menor explicitação das dimensões sociais nas respostas apresentadas pelos estudantes.

Nesse sentido, não se trata de uma limitação da proposta didática, mas de uma evidência da complexidade envolvida na integração efetiva dos domínios CTSA no ensino de Ciências. Conforme argumenta Aikenhead (2009), a transformação do conhecimento científico em

instrumento de análise crítica e de ação cidadã requer intencionalidade pedagógica contínua, bem como oportunidades reiteradas de articulação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente ao longo do processo formativo.

Considerando que a questão anterior abordava os impactos da substância no ambiente, os estudantes concentraram-se em comentar tais efeitos, sem discutir como realizar o descarte de forma adequada; por essa razão, não há trechos das apresentações referentes a essa questão.

4.4.7 Questão 6

A Questão 06 foi: “*Quais pessoas ou órgão devem ser responsabilizados pela morte de Ana Clara?*”. Ela foi elaborada com o objetivo de favorecer a mobilização, prioritariamente, do domínio Sociedade, uma vez que demandava dos estudantes a compreensão das responsabilidades sociais, institucionais e legais envolvidas no caso. Esperava-se que os estudantes reconhecessem o papel das legislações vigentes, bem como dos órgãos reguladores e fiscalizadores, responsáveis pelo controle, autorização e monitoramento da produção e comercialização de produtos cosméticos, especialmente no que se refere à segurança da população.

Nesse sentido, a identificação de instituições como a ANVISA, fabricantes, distribuidores, a proprietária do salão e demais agentes envolvidos na cadeia produtiva e comercialização do cosmético indicaria uma compreensão das relações entre ciência, normas sociais e mecanismos de responsabilização coletiva, caracterizando a mobilização do domínio social conforme a abordagem CTSA.

Entretanto, além do domínio da Sociedade, a própria natureza da questão também possibilitava a articulação com o domínio Tecnologia, na medida em que a responsabilização dos agentes envolve processos tecnológicos específicos, como os procedimentos de fiscalização, regulamentação, testes de segurança, controle de qualidade e autorização de comercialização dos produtos cosméticos. Assim, respostas que mencionassem, ainda que de forma implícita, os protocolos técnicos adotados pelos órgãos reguladores ou as falhas nesses processos poderiam indicar uma integração entre os domínios social e tecnológico.

A Figura 23 apresenta as explicações elaboradas pelos quatro grupos em resposta a essa questão, bem como as categorias atribuídas às respostas, conforme os critérios estabelecidos no Quadro 02, apresentado na página 44, na seção 3.3.

Figura 23 – Respostas dos grupos de estudantes na questão 06: Quais pessoas ou órgãos devem ser responsabilizados pela morte de Ana Clara?



Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 23: A figura apresenta as categorias Ciência (C), Tecnologia (T), Sociedade (S) e Ambiente (A), bem como as articulações entre esses domínios. No quadro central, observam-se as respostas dos Grupos 1 a 4, classificadas na articulação Tecnologia–Sociedade (TS), ao indicarem como responsáveis a dona do salão, a funcionária que realizou a aplicação e as empresas fabricantes dos produtos utilizados. As respostas evidenciam a mobilização de aspectos relacionados à regulamentação, à produção e ao uso de produtos cosméticos, destacando a responsabilidade compartilhada entre agentes sociais e tecnológicos no contexto do caso analisado.

As respostas apresentadas pelos estudantes, categorizadas na Figura 23, evidenciam a mobilização predominante do domínio da Sociedade, uma vez que a responsabilização pela morte da personagem é atribuída a diferentes agentes sociais, como a dona do salão de beleza,

a funcionária e a empresa fabricante. Tal posicionamento revela uma compreensão centrada nas responsabilidades sociais e éticas envolvidas na situação, em consonância com Zeidler *et al.* (2005), que destacam que a abordagem de questões sociocientíficas deve favorecer a análise de valores, responsabilidades e implicações éticas nas decisões relacionadas à ciência e à tecnologia.

Observa-se que, ao apontarem a empresa fabricante como responsável, algumas respostas estabelecem uma articulação implícita com o domínio da Tecnologia, na medida em que remetem, ainda que de forma indireta, aos processos tecnológicos relacionados à produção, controle de qualidade e segurança dos produtos cosméticos. No entanto, essa articulação ocorre de forma limitada, pois não há menção aos procedimentos técnicos de regulamentação, fiscalização ou certificação, nem ao papel de órgãos como a ANVISA no monitoramento desses produtos.

Durante as apresentações orais, observou-se que os estudantes conseguiram aprofundar suas respostas em relação aos registros escritos. Esse avanço pode ser identificado nas falas do estudante E4, representante do Grupo 1, apresentadas a seguir.

E4 - Pelo que a gente foi fazendo os cálculos, foi pensando ali, foi juntando os fatos que a gente foi coletando, a gente conseguiu perceber pela embalagem, o produto que possuía o formol era uma máscara capilar que era uma máscara de hidratação, nós mulheres que fazemos muito hidratação no cabelo a gente tem o conhecimento de que se você ficar de 30 a 40 minutos com essa máscara no cabelo para realmente fazer hidratação, então vamos colocar que ela ficou este tempo com a máscara capilar que possuía uma grande quantidade de formol dentro da sua substância, ok! Ela ficou muito tempo com esse produto que era muita quantidade, então ali ok!

[...]A gente também chegou a olhar no mesmo dia que a gente estava no laboratório se estava legalizado pela ANVISA, por ter uma quantidade muito grande a gente com as pesquisas também percebemos que não estava, não poderia ter produtos mais, chegou e olhou e juntou as peças, não estava legalizado, e aí a gente pensou: Porque então um salão muito renomado teria comprado um produto, não legalizado, com uma quantidade de formol que não é permitida estar dentro de um produto para cabelos?!

[...]A gente chegou a conclusão de que, de que no caso o salão teria comprado possivelmente porque a quantidade de clientes era muito alta e não iria chegar a tempo o produto realmente essencial, seguro, para ser utilizado, então compraram em um lugar mais próximo, mesmo não sendo legalizado.

Nos trechos analisados, o estudante descreve um processo investigativo que envolve a análise de evidências empíricas, como a identificação do formaldeído no rótulo do produto, a estimativa do tempo de exposição da substância no cabelo da vítima e a relação desse tempo com o uso comum de máscaras capilares de hidratação. Ao articular essas informações, o estudante mobiliza conhecimentos associados ao domínio da Ciência, ao relacionar a presença e a quantidade da substância química aos possíveis efeitos decorrentes de sua exposição prolongada.

Paralelamente, observa-se a mobilização do domínio da Tecnologia, especialmente quando o estudante menciona a verificação da regularização do produto junto à ANVISA e reconhece a existência de normas técnicas e processos de fiscalização que regulam a produção e a comercialização de cosméticos. A identificação de que o produto não estava legalizado reforça a compreensão de que a tecnologia não se limita ao artefato em si, mas envolve também os sistemas de controle, regulamentação e garantia de segurança.

Além disso, ao levantar hipóteses sobre os motivos que levaram o salão de beleza a adquirir um produto não regularizado, como a alta demanda de clientes e a busca por alternativas mais acessíveis e imediatas, o estudante amplia sua ideia para o domínio da Sociedade. Nesse momento, são explicitadas questões de ordem econômica, ética e profissional, que culminam na tomada de decisão e na responsabilização da dona do salão pela aquisição e utilização do produto inadequado.

Dessa forma, as falas do estudante E4 evidenciam uma articulação consistente entre os domínios da Ciência, Tecnologia e Sociedade, indicando uma compreensão integrada do problema analisado. Esse posicionamento demonstra não apenas o aprofundamento conceitual, mas também como a metodologia de Estudo de Caso favoreceu a mobilização dos domínios CTSA. Como destacam Sá e Queiroz (2010), ao estimular a análise de evidências, a formulação de hipóteses e a tomada de decisões fundamentadas em contextos reais, o Estudo de Caso promove o "saber como" em detrimento do "saber o quê" (Maia, 2009), habilitando o aluno a buscar informações e aplicá-las para compreender as complexas interações entre ciência e sociedade (Aikenhead, 2009).

O estudante E7, representante do Grupo 2, também apresentou as ideias do seu grupo relacionadas a essa questão, conforme evidenciado no trecho a seguir:

E7 - O caso foi investigado e foi levado a conclusão que a dona do salão e também a empresa fabricante tem total responsabilidade pela morte da jovem.

Observa-se que o Grupo 2 se manteve alinhado à resposta previamente registrada no laudo pericial, sem ampliar ou aprofundar no seu posicionamento durante a apresentação oral. Ainda assim, a resposta mobiliza os domínios da Sociedade e da Tecnologia, ao atribuir a responsabilidade tanto à proprietária do salão quanto à empresa fabricante do produto, embora essa mobilização ocorra de forma pouco articulada e sem explicitação dos processos tecnológicos ou normativos envolvidos.

Por sua vez, os Grupos 3 e 4 não abordaram essa questão durante as apresentações, limitando-se a reiterar as respostas apresentadas em seus respectivos laudos periciais, sem acrescentar novos elementos à discussão.

4.4.8 Questão 7

A Questão 07 foi elaborada com o objetivo de analisar como os estudantes se posicionariam diante de uma situação hipotética de exposição ao formaldeído. A pergunta proposta foi: *“Se vocês frequentassem um salão de beleza e identificassem que a mesma substância química responsável pela morte de Ana Clara estivesse sendo utilizada, qual atitude vocês tomariam?”*.

Essa questão teve como finalidade central estimular a mobilização do domínio da Sociedade, ao provocar reflexões sobre as atitudes que os estudantes adotariam frente a uma situação de risco à saúde coletiva, bem como sobre a dimensão ética envolvida nessas decisões. Esperava-se que, a partir dos conhecimentos adquiridos ao longo da atividade, os estudantes considerassem ações socialmente responsáveis, como o diálogo com os profissionais do salão acerca dos malefícios do formaldeído à saúde humana ou, ainda, a notificação aos órgãos competentes de fiscalização e controle, como a Vigilância Sanitária ou a ANVISA, diante do uso indevido dessa substância.

A Figura 24 apresenta as explicações elaboradas pelos quatro grupos em resposta a essa questão, bem como as categorias atribuídas às respostas, conforme os critérios estabelecidos no Quadro 02, apresentado anteriormente.

Figura 24 – Respostas dos grupos de estudantes na questão 07: Se vocês frequentassem um salão de beleza e identificassem que a mesma substância química responsável pela morte de Ana Clara estivesse sendo utilizada, qual atitude vocês tomariam?



Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 24: A figura apresenta as categorias Ciência (C), Tecnologia (T), Sociedade (S) e Ambiente (A), bem como as articulações entre esses domínios. O Grupo 3 foi classificado na categoria Ciência, ao propor a realização de testes para verificar possíveis reações alérgicas em clientes. No quadro central, as respostas dos Grupos 1 e 2 evidenciam articulações entre domínios: o Grupo 1 foi classificado como Tecnologia e Sociedade (TS), ao sugerir o acionamento de órgãos fiscalizadores e a investigação do salão e da empresa; o Grupo 2 foi classificado como Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), ao mencionar a realização de testes de segurança e a preocupação com riscos associados ao produto. Já o Grupo 4 foi classificado na categoria de ausência, por não indicar ações investigativas ou preventivas relacionadas ao caso.

A análise das respostas dos grupos à Questão 07 de acordo com a Figura 24, evidencia que parte deles mobilizou o domínio da Sociedade, conforme esperado, além de articulá-lo, em diferentes níveis, a outros domínios da abordagem CTSA, como Ciência e Tecnologia. A resposta apresentada pelo Grupo 01, por exemplo, revela uma postura de responsabilidade social e cidadã, ao reconhecer o papel dos órgãos reguladores e de fiscalização no controle do uso de substâncias químicas. Nesse contexto, a menção à ANVISA remete ao domínio da Tecnologia, especialmente no que se refere às normas técnicas e aos processos regulatórios que orientam o uso e a comercialização de produtos químicos. Tal compreensão do controle tecnológico sobre os produtos consumidos aproxima-se da noção de alfabetização tecnológica discutida por Acevedo Díaz (1996), segundo a qual o cidadão é capaz de compreender os elementos que compõem a prática tecnológica e exercer uma postura crítica frente a seus desdobramentos sociais.

A resposta do Grupo 02, por sua vez, faz referência ao “teste de 48 horas”, indicando a mobilização do domínio da Ciência e Tecnologia, ao considerar procedimentos experimentais relacionados à segurança e à reação do organismo humano frente à exposição a uma substância química, e os teste realizados para a seguridade do produto. O “receio” mencionado pelo grupo sugere ainda uma preocupação com a própria integridade física, caracterizando uma mobilização inicial do domínio da Sociedade. Contudo, essa preocupação não se desdobra em ações concretas de caráter social ou institucional. Tal limitação remete ao que Aikenhead (2009) descreve como a dificuldade de transformar o conhecimento canônico em ciência funcional ou ciência do cidadão, capaz de orientar ações práticas em situações do cotidiano.

Em contrapartida, a resposta do Grupo 03, embora remeta a práticas experimentais e tenha sido categorizada no domínio da Ciência, revela uma compreensão inadequada desse domínio ao propor a realização de testes diretamente em clientes, desconsiderando princípios éticos, protocolos de segurança e regulamentações legais. Conforme apontam Santos e Mortimer (2000) e Aikenhead (1985), a compreensão da natureza da ciência é fundamental para que os estudantes reconheçam suas implicações sociais, compreendendo que o conhecimento científico não é neutro, estando relacionado a valores éticos e ao bem-estar social. Observa-se, nesse caso, a ausência de mobilização do domínio da Sociedade, uma vez que a resposta não contempla preocupações relacionadas à ética, à saúde coletiva ou à responsabilidade social.

Por fim, a resposta do Grupo 04 foi categorizada como ausência de mobilização dos domínios CTSA, uma vez que não apresenta elementos que indiquem reflexão ou ação frente à situação de risco proposta. A falta de verificação do produto e de qualquer posicionamento

diante da possibilidade de exposição ao formaldeído evidencia uma postura de não engajamento e ausência de reflexão crítica sobre o problema apresentado. Esse comportamento aproxima-se do que Chassot (2003) e Silva e Marcondes (2014) identificam como uma consequência do ensino tradicional, no qual o cotidiano é frequentemente utilizado apenas como recurso motivacional superficial, sem promover uma contextualização que favoreça a intervenção social e a formação crítica dos estudantes.

De modo complementar, durante as apresentações orais, observou-se que nenhum dos grupos discutiu as atitudes que deveriam ser adotadas diante da exposição de uma pessoa ao formaldeído. Esse resultado indica que, embora os estudantes tenham sido capazes de reconhecer o problema e mobilizar conhecimentos relacionados ao Caso, houve limitações na transposição desse saber para a análise de decisões e ações concretas em contextos de risco. No momento das apresentações, os grupos concentraram-se predominantemente na resolução técnica do problema, deixando em segundo plano a problematização das atitudes individuais e coletivas envolvidas. Conforme destacam Alba *et al.* (2013) e Kortland (1996), o processo de tomada de decisão exige que o estudante avalie criticamente os aspectos positivos e negativos de cada alternativa disponível. Assim, a centralidade atribuída à dimensão técnica evidencia a necessidade de um incentivo pedagógico mais explícito para que os estudantes fundamentem seus argumentos em valores, critérios éticos e informações confiáveis, conforme proposto por Ratcliffe (1997). Tal evidência corrobora a discussão de Santos (2007), ao apontar que a abordagem de questões sociocientíficas, quando não orientada de forma explícita para a tomada de decisão, tende a permanecer no nível do reconhecimento dos impactos, sem avançar para a formação de sujeitos capazes de agir de maneira crítica e responsável diante de situações reais.

4.4.9 Questão 8

A Questão 08 foi elaborada com a finalidade de promover a reflexão dos estudantes acerca das tecnologias envolvidas na indústria de cosméticos que contribuem para a segurança do consumidor. A pergunta proposta foi: *“Com os avanços tecnológicos na indústria de cosméticos, há produtos seguros e regulamentados que podem ser utilizados nos mesmos procedimentos realizados por Ana Clara? Cite algum produto.”* e buscou direcionar os estudantes à identificação de alternativas tecnológicas que substituem substâncias nocivas, como o formaldeído, em procedimentos estéticos.

Essa questão teve como objetivo evidenciar que os avanços científicos e tecnológicos desempenham um papel fundamental no desenvolvimento de produtos cosméticos mais seguros

e regulamentados, reduzindo os riscos à saúde humana. Esperava-se, portanto, que os estudantes reconhecessem essa relação e exemplificassem tais avanços por meio da citação de produtos específicos, mobilizando, de forma articulada, os domínios da ciência e da tecnologia.

A Figura 25 apresenta as explicações elaboradas pelos quatro grupos em resposta à Questão 08, bem como as categorias atribuídas a essas respostas, conforme os critérios estabelecidos no Quadro 02, apresentado anteriormente.

Figura 25 – Respostas dos grupos de estudantes na questão 08: Com os avanços tecnológicos na indústria de cosméticos, há produtos seguros e regulamentados que podem ser utilizados nos mesmos procedimentos realizados por Ana Clara? Cite algum produto.



Fonte: Elaboração própria (2025)

Descrição da Figura 25: A figura apresenta as categorias Ciência (C), Tecnologia (T), Sociedade (S) e Ambiente (A), bem como as articulações entre esses domínios (CTSA, CTS, CTA etc.). No quadro central, observam-se as respostas dos grupos G1, G2 e G4, classificadas na articulação Ciência e Tecnologia (CT), ao sugerirem produtos sem formol, alternativas consideradas mais seguras ou a análise das propriedades dos cosméticos. O grupo G3 foi classificado na articulação Tecnologia e Sociedade (TS), ao destacar a importância de produtos aprovados por órgãos reguladores, como a ANVISA.

De modo geral, as respostas à Questão 08, conforme apresentado na Figura 25, evidenciam mobilizações diferentes dos domínios CTSA. A resposta do Grupo 01, por exemplo, faz referência à composição química do produto, indicando uma mobilização inicial do domínio da Ciência. No entanto, ao relativizar a presença do formaldeído em função do tipo de cosmético, o grupo demonstra uma compreensão conceitual inadequada, ao desconsiderar os riscos associados a essa substância, independentemente da forma de aplicação. Esse resultado corrobora a preocupação de Mitami, Martorano e Santana (2017), ao identificarem que muitos estudantes mantêm uma compreensão limitada sobre a abrangência da Química e suas inter-relações com o ambiente e a saúde, carecendo de uma postura crítica diante de dados científicos. Ademais, a mobilização do domínio da Tecnologia ocorre de maneira limitada, uma vez que não há menção aos processos de desenvolvimento, controle ou regulamentação dos produtos citados.

A resposta apresentada pelo Grupo 02 evidencia o reconhecimento de alternativas tecnológicas aos produtos que contêm formaldeído, ao associar a segurança do consumidor à substituição por cosméticos naturais ou veganos. Embora não haja aprofundamento conceitual, observa-se uma mobilização implícita do domínio da Ciência, ao pressupor diferenças na composição química e nos possíveis efeitos dessas substâncias sobre a saúde humana. Essa busca por alternativas mais seguras exemplifica o que Aikenhead (2009) define como ciência do “preciso saber”, na qual a necessidade prática de proteger a própria saúde motiva a busca por conhecimentos específicos.

No caso do Grupo 03, a menção à aprovação pela ANVISA revela o reconhecimento da importância dos processos regulatórios e das normas técnicas que orientam o desenvolvimento e a comercialização de produtos cosméticos, caracterizando a mobilização do domínio da Tecnologia. Simultaneamente, observa-se a mobilização do domínio da Sociedade, ao considerar o papel das instituições públicas na proteção da saúde coletiva e na garantia da segurança do consumidor, ainda que tal articulação não seja aprofundada.

Por fim, a resposta do Grupo 04, ao citar exemplos de produtos cosméticos, pode ser categorizada como uma mobilização superficial dos domínios da Ciência e da Tecnologia, uma vez que o desenvolvimento desses produtos pressupõe tais conhecimentos. Contudo, a ausência

de justificativas relacionadas à segurança, à regulamentação ou à composição química limita a profundidade da articulação desses domínios, restringindo a análise a uma enumeração de exemplos sem problematização do contexto de risco apresentado.

De modo sintéticos, esses resultados evidenciam que, embora a Questão 08 tenha favorecido a mobilização dos domínios da Ciência e da Tecnologia, tal mobilização ocorreu, em muitos casos, de forma superficial, indicando a necessidade de maior aprofundamento conceitual e de uma articulação mais consistente com aspectos sociais e regulatórios. Ressalta-se, ainda, que apenas o Grupo 01 incorporou essa questão durante a apresentação do laudo, conforme se observa nos trechos transcritos a seguir.

E4 – E aí, a gente também tinha que resolver, propor um novo produto, uma máscara, já que a gente concluiu que o que realmente matou ela foi a máscara com uma grande quantidade de formol dentro da substância, a gente tinha que propor uma nova máscara para substituir essa que foi utilizada.

E4 - A gente pesquisou e chegou na máscara absolute repair da L'Oréal Professionnel, que no caso é uma máscara profissional realmente para salões, que no caso tem um cuidado maior, tem toda a especialidade que realmente um salão de alta qualidade, igual estava denominado aquele salão deveria ser utilizado, é segura para uso profissional, dermatologicamente testada e regulamentada pela Anvisa. Que é o essencial para qualquer utilização, qualquer coisa que você for realizar no meio do comércio hoje em dia. É formulada para reconstrução capilar sem agredir o couro cabeludo.

A fala do estudante E4, representante do Grupo 01, evidencia uma mobilização mais consistente dos domínios da Ciência e da Tecnologia, quando comparada às respostas dos demais grupos. Ao reconhecer que a causa do óbito esteve associada ao uso de uma máscara capilar com elevada concentração de formaldeído, o estudante demonstra compreensão dos riscos relacionados à composição química do produto, mobilizando o domínio científico ao estabelecer uma relação entre substância, efeito biológico e consequência à saúde humana.

Além disso, ao propor a substituição do produto utilizado por uma máscara capilar considerada segura, E4 amplia suas ideias para o domínio da Tecnologia, ao reconhecer a importância dos processos de desenvolvimento, testagem e controle de qualidade dos cosméticos. A menção explícita à realização de testes dermatológicos e à regulamentação pela ANVISA reforça essa mobilização, ao evidenciar a compreensão do papel das normas técnicas

e dos órgãos reguladores na garantia da segurança dos produtos destinados ao uso profissional. Tal articulação indica que a metodologia de Estudo de Caso, como sugerem Sá e Queiroz (2010) e Herreid (1998), foi eficaz em promover o engajamento e a empatia necessários para que o estudante se posicionasse como um profissional responsável.

Observa-se, ainda, uma articulação incipiente com o domínio da Sociedade, na medida em que o estudante destaca a responsabilidade dos estabelecimentos comerciais em utilizar produtos regulamentados e seguros, sobretudo em salões classificados como de “alta qualidade”. Esse posicionamento revela uma preocupação com a proteção do consumidor e com a ética profissional no contexto das práticas estéticas.

A ausência de discussões semelhantes nos trechos das apresentações dos demais grupos (Grupos 02, 03 e 04) sugere que a transposição da resposta escrita do laudo para a fala, ainda constitui um desafio. Conforme apontam Santos e Mortimer (2000), o desenvolvimento de habilidades de comunicação e argumentação em temas CTSA exige prática constante, uma vez que muitos estudantes tendem a retomar um modelo de exposição centrado na descrição do problema, sem avançar para a defesa pública de soluções e tomadas de decisão fundamentadas.

4.5 Síntese das análises dos laudos periciais

A análise integrada das oito questões do laudo pericial, articulada às apresentações orais dos estudantes, permite discutir de forma mais ampla a mobilização dos domínios da abordagem CTSA alinhada à metodologia de Estudo de Caso (EC). A interpretação desses resultados foi realizada a partir da triangulação entre os laudos periciais escritos, as transcrições de trechos das apresentações orais gravadas em áudio e vídeo e o planejamento da Sequência de Aulas, conforme delineado na seção metodológica, possibilitando identificar convergências, divergências e complementaridades na mobilização dos domínios CTSA ao longo do processo investigativo. Dessa forma, a leitura conjunta desses dados evidencia quais domínios foram mais frequentemente mobilizados e como o formato das atividades influenciou a profundidade e a articulação das respostas produzidas pelos estudantes.

Inicialmente, observa-se que as respostas do Grupo 4 apresentaram discrepâncias em relação às demais produções, especialmente no que se refere à coerência conceitual e às ideias apresentadas nas diferentes questões do laudo pericial. Tal resultado pode ser compreendido a partir de aspectos observados durante a aplicação da Sequência de Aulas, uma vez que parte dos estudantes não participou de todas as etapas do processo ou foi remanejada entre turmas, o que comprometeu a apropriação do contexto investigativo e a construção progressiva do

raciocínio necessário à formulação de hipóteses e à resolução do Caso. Ainda que o problema central tenha sido retomado ao longo das aulas, a ausência de continuidade dificultou a articulação entre os conhecimentos mobilizados. Soma-se a isso o fato de que nem todas as respostas registradas nos laudos periciais foram retomadas nas apresentações orais, uma vez que estas se basearam nas imagens fotografadas pelos estudantes em sala de aula, não sendo permitido levar o instrumento para casa. Essa análise reforça a importância de considerar o contexto de produção das respostas, em consonância com os pressupostos da abordagem qualitativa adotada, evitando interpretações descontextualizadas dos dados.

De modo geral, a análise dos laudos periciais escritos indica que os estudantes mobilizaram predominantemente os domínios da Ciência e da Sociedade, especialmente nas questões que exigiam explicações conceituais e relações diretas com a saúde humana. Embora essas mobilizações tenham se mostrado, em grande parte, coerentes com os domínios esperados para cada questão, elas ocorreram com frequência de forma pontual e pouco integrada, sobretudo nas discussões relacionadas ao descarte de substâncias químicas e aos impactos ambientais. Esse padrão corrobora as discussões de Aikenhead (2009), ao evidenciar a dificuldade recorrente dos estudantes em articular, de maneira equilibrada, os diferentes domínios da abordagem CTSA quando o ensino permanece fortemente centrado no conhecimento científico tradicional.

Em contrapartida, nas apresentações orais dos laudos periciais, observou-se um avanço significativo na articulação entre múltiplos domínios CTSA. Nesse momento, os domínios da Tecnologia e do Ambiente passaram a emergir de forma mais explícita, acompanhados de maior aprofundamento nas falas e contextualização das respostas. Esse resultado dialoga diretamente com a estratégia metodológica adotada, que priorizou momentos de socialização e argumentação coletiva durante as atividades da Sequência de Aulas, ampliando as possibilidades de articulação entre os domínios CTSA. Esses dados sugerem que o espaço de socialização oral favoreceu a ampliação das análises e a negociação de significados entre os estudantes, funcionando como um momento de integração dos conhecimentos construídos ao longo da Sequência de Aulas, em consonância com Santos e Mortimer (2000).

Outro aspecto relevante diz respeito à incorporação, nos posicionamentos, de elementos provenientes da prática experimental, tais como análises de pH, observações sensoriais, verificação da validade dos produtos e consulta à regularização junto à ANVISA. Mesmo não sendo explicitamente solicitados no laudo pericial escrito, esses elementos foram retomados espontaneamente pelos estudantes, indicando que a experimentação assumiu um papel central na construção das explicações e na sustentação das hipóteses formuladas. A retomada desses

elementos, mesmo sem solicitação direta no instrumento escrito, evidencia a integração entre diferentes momentos da Sequência de Aulas e reforça a triangulação entre dados experimentais, registros escritos e argumentações orais, fortalecendo a consistência interpretativa dos resultados. Esse achado aproxima-se da concepção de alfabetização científica defendida por Santos e Mortimer (2001), os quais apontam que o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão está diretamente relacionado à discussão de problemas da vida real, especialmente quando vinculados ao contexto local dos estudantes. Nessas situações, os estudantes mobilizam conhecimentos científicos, valores e evidências para sustentar suas argumentações, o que se reflete na incorporação espontânea de elementos experimentais e normativos nas explicações apresentadas.

Nesse contexto, os dados analisados indicam que a metodologia de Estudo de Caso atuou como um elemento estruturante para a mobilização integrada dos domínios CTSA. Ao assumirem o papel de auxiliares da perícia criminal, os estudantes foram levados a analisar evidências, formular hipóteses, justificar decisões e considerar implicações técnicas, sociais e ambientais associadas ao problema investigado, deslocando o foco do “saber o quê” para o “saber como” (Maia, 2009). Tal dinâmica favoreceu o desenvolvimento da argumentação e do pensamento crítico, conforme apontado por Sá e Queiroz (2010), ao mesmo tempo em que possibilitou a articulação entre os diferentes instrumentos de construção de dados previstos no desenho metodológico da pesquisa.

Além disso, verificamos a emergência de equívocos conceituais, como observado em determinadas falas do Grupo 4, nas quais reações químicas foram associadas à ideia de transmissibilidade. Esses equívocos, longe de serem tratados como falhas isoladas, constituíram oportunidades para a reestruturação dos conhecimentos prévios dos estudantes. Tal processo encontra respaldo em Pozo e Crespo (2009), que compreendem essas concepções alternativas como teorias implícitas que devem ser desafiadas e reestruturadas no processo de transição do conhecimento cotidiano para o científico. Essa perspectiva reforça a compreensão do erro como parte constitutiva do processo de aprendizagem em contextos investigativos, permitindo que os estudantes organizem novos modelos mentais a partir da problematização de suas próprias interpretações.

Assim, a análise dos resultados evidencia que a articulação entre a abordagem CTSA e a metodologia de Estudo de Caso favoreceu não apenas a mobilização dos diferentes domínios, mas também o aprofundamento das discussões e a tomada de decisões fundamentadas. Ao lidar com uma problemática que envolve saúde pública, riscos e responsabilidades sociais, os

estudantes foram convocados a uma postura mais crítica e reflexiva, aspecto central da educação científica defendida por Santos e Mortimer (2000).

Sob a perspectiva do pesquisador, observou-se que as apresentações dos laudos periciais ocorreram de forma predominantemente expositiva, com interações pontuais entre os grupos e o professor. Considera-se que uma condução mais dialógica, com intervenções durante ou após as apresentações, por meio de questionamentos e problematizações, solicitações de justificativas e estímulo ao posicionamento dos estudantes, poderia ter ampliado a mobilização dos domínios da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). De acordo com Aikenhead (2005), práticas de ensino alinhadas à perspectiva CTSA demandam espaços de discussão e mediação docente que favoreçam a análise de implicações sociocientíficas e a tomada de decisões fundamentadas. Nesse sentido, tais intervenções tenderiam a explicitar as relações entre os conhecimentos científicos mobilizados e suas implicações tecnológicas, sociais e ambientais, além de promover o confronto de ideias entre os grupos, potencializando a argumentação. Nessa mesma direção, Carvalho (2013) destaca que a atuação do professor, por meio de perguntas orientadoras e do incentivo à argumentação, contribui para que os estudantes explicitem seus raciocínios e avancem na construção de conhecimentos mais sistematizados.

Diante dessas considerações, os resultados indicam que a integração entre a abordagem CTSA e a metodologia de Estudo de Caso não apenas orientou a mobilização conceitual dos estudantes, mas também favoreceu a organização de práticas argumentativas e decisórias coerentes com os objetivos de uma educação científica crítica e contextualizada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

À luz dos objetivos propostos, esta pesquisa analisou como os estudantes mobilizam os domínios da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) na resolução de um Caso contextualizado no ensino de Química, com base na análise dos questionários prévios e dos laudos periciais elaborados e apresentados ao longo da Sequência de Aulas. Dessa forma, buscou-se compreender como conhecimentos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais são acionados diante de uma problemática sociocientífica relacionada ao uso de produtos cosméticos.

A análise do questionário prévio evidenciou que os estudantes conseguiram mobilizar os domínios da abordagem CTSA, frequentemente de forma integrada, ao discutirem a temática dos cosméticos. Nesse contexto, o domínio Sociedade destacou-se como o mais proeminente, refletindo a familiaridade dos alunos com o tema em seu cotidiano. Entretanto, ao serem questionados especificamente sobre o conceito de “funções orgânicas”, observou-se uma fragilidade conceitual significativa, uma vez que os estudantes mobilizaram predominantemente noções associadas ao senso comum, relacionando o termo “orgânico” a ideias de natureza, sustentabilidade e produtos naturais, em detrimento de seu significado no âmbito da Química. Essa dissonância reforça a necessidade de estratégias pedagógicas que promovam a articulação entre o conhecimento científico formal e a realidade vivenciada pelos estudantes.

No que se refere à análise do Caso, os resultados indicam que a articulação entre a metodologia de Estudo de Caso e a abordagem CTSA mostrou-se consistente e pedagogicamente fecunda. O caso “O Enigma da Beleza Fatal” apresentou características centrais de um “bom caso”, conforme discutido por Herreid, ao mobilizar uma narrativa envolvente, uma problemática socialmente relevante e a necessidade de tomada de decisão fundamentada. Ao mesmo tempo, sua estrutura possibilitou a integração dos domínios da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, criando condições para que os estudantes analisassem uma situação real à luz de conhecimentos científicos, implicações sociais, aspectos tecnológicos e impactos ambientais. Essa complementaridade reforça o potencial do Estudo de Caso articulado à abordagem CTSA como estratégia didática promotora de aprendizagens contextualizadas, críticas e socialmente significativas no ensino de Química.

As análises dos laudos periciais revelaram que os estudantes foram capazes de mobilizar diferentes domínios da abordagem CTSA, ainda que de forma desigual. Observou-se que, nos registros escritos, houve predominância dos domínios da Ciência e da Sociedade, enquanto as

apresentações orais favoreceram uma articulação mais integrada entre os domínios, acompanhada de maior aprofundamento nas falas e contextualização das respostas. Nesse processo, também emergiram equívocos conceituais, os quais, longe de configurarem falhas no ensino e aprendizagem, constituíram elementos formativos, possibilitando a identificação de concepções prévias e sua problematização em contextos significativos. Esses resultados reforçam a importância de práticas pedagógicas que valorizem a argumentação, a tomada de decisão e a reflexão crítica frente a questões sociocientíficas contemporâneas.

Nesse sentido, a pesquisa contribui ao evidenciar o potencial do Estudo de Caso, fundamentado na abordagem CTSA, como metodologia de ensino capaz de promover a contextualização dos conteúdos químicos, o desenvolvimento do posicionamento e a tomada de decisões fundamentadas, favorecendo uma compreensão mais ampla e crítica das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Além da investigação acadêmica, esta dissertação resultou na elaboração de um Produto Educacional, intitulado “*Cosméticos e Ensino de Química: uma abordagem CTSA para a revisão das funções orgânicas*”, constituído por uma Sequência de Aulas estruturada a partir do Estudo de Caso “O Enigma da Beleza Fatal”, acompanhada de orientações didáticas, instrumentos de aplicação e critérios de análise fundamentados na abordagem CTSA. O Produto foi concebido de modo a possibilitar sua utilização por professores da Educação Básica, especialmente no ensino de Química Orgânica, oferecendo subsídios teórico-metodológicos para o trabalho com questões sociocientíficas de forma contextualizada e crítica.

O Produto Educacional apresenta potencial de adaptação para diferentes realidades escolares, podendo ser aplicado em turmas do Ensino Médio regular, Educação de Jovens e Adultos ou cursos técnicos, com adequações na complexidade conceitual e na duração das atividades. Além disso, a estrutura do Estudo de Caso pode ser replicada para outros conteúdos da Química, como reações orgânicas, polímeros ou química ambiental, bem como para outras áreas das Ciências da Natureza, mantendo-se a lógica de integração dos domínios CTSA.

No âmbito da área de concentração em Ensino de Ciências e Educação Matemática e da linha de pesquisa voltada às práticas pedagógicas e à formação docente, esta pesquisa começa a preencher uma lacuna da literatura atual ao relacionar explicitamente a abordagem CTSA à metodologia de ensino de Estudo de Caso. Ao articular fundamentos teóricos da abordagem CTSA com a construção e aplicação de um Estudo de Caso, o trabalho contribui para o fortalecimento de investigações que promovem a integração entre conteúdo científico e formação cidadã.

Apesar das contribuições apresentadas, este estudo apresenta limitações inerentes ao contexto em que foi desenvolvido, tais como o número reduzido de participantes e o tempo restrito para a aplicação da sequência de aulas. Soma-se a isso a dificuldade inerente à integração plena dos domínios da abordagem CTSA em um período limitado de intervenção pedagógica, o que pode ter contribuído para que algumas articulações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente não se manifestassem de forma igualmente evidente nas respostas dos estudantes. Ressalta-se, ainda, o contexto específico da sequência de atividades, uma vez que o professor-pesquisador, além de ser o docente regente da turma, possui experiência na área da cosmetologia, o que pode ter influenciado o desenvolvimento da pesquisa.

Como desdobramentos futuros, aponta-se a ampliação da proposta para outros contextos educacionais e conteúdos da Química, bem como o aprofundamento de investigações que explorem a articulação dos domínios CTSA na formação inicial e continuada de professores, contribuindo para o fortalecimento de práticas pedagógicas comprometidas com uma educação científica crítica e socialmente relevante. Como exemplo, sugere-se o desenvolvimento e aplicação de uma sequência de aulas sobre o uso e a regulamentação de agrotóxicos, na qual os estudantes analisem rótulos, impactos ambientais, legislação vigente e implicações sociais, mobilizando, de forma integrada, os domínios da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

REFERÊNCIAS

ABIHPEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS. **Panorama do setor higiene pessoal, perfumaria e cosméticos 2025**. Disponível em: https://abihpec.org.br/site2019/wp-content/uploads/2025/04/Nova-Versao_Panorama-do-Setor-de-Beleza-e-Cuidados-Pessoais_15.07.25_Port.pdf. Acesso em: 01 ago. 2025.

ACEVEDO DÍAZ, J.A. **Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS**. Biblioteca Digital da OEI, 1996a. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Acevedo-Diaz/publication/260596569_Cambiando_la_practica_docente_en_la_ensenanza_de_las_ciencias_a_traves_de_CTS/links/02e7e531b590790ec9000000/Cambiando-la-practica-docente-en-la-ensenanza-de-las-ciencias-a-traves-de-CTS.pdf. Acesso em: 05 jun.2025

ACEVEDO DÍAZ, J.A. **La tecnología en las relaciones CTS: una aproximación al tema. Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas**, v. 14, n. 1, p. 35–44, 1996. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4238>. Disponível em: <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v14-n1-acevedo/2145>. Acesso em: 5 jun. 2025.

AIKENHEAD, G. S. Collective decision making in the social context of science. **Science education**, v. 69, n. 4, p. 453-75, 1985. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/sce.3730690403>. Acesso em: 10 jul. 2025

AIKENHEAD, G. S. Research into STS science education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4005/2569>. Acesso em: 10 jul. 2025.

AIKENHEAD, G. S. Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) Una buena idea como quiera que se le llame. **Educación química**, v. 16, n. 2, p. 304-315, 2005. Disponível em: https://andoni.garritz.com/documentos/aikenhead_a_rose_by_any_other_name.pdf. Acesso em: 10 jul. 2025.

AIKENHEAD, G.S. (1994) What is STS science teaching? In: Solomon, J. and Aikenhead, G.S. Ed., **STS Education In-ternational Perspectives on Reform**, Teacher's College Press, New York.

ALBA, J.; SALGADO, T. D. M.; DEL PINO, J. C. Estudo de Caso: uma proposta para abordagem de funções da Química Orgânica no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, 2013. Disponível: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/1630/1037>. Acesso em: 16 jul. 2025.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Guia de estabilidade de produtos cosméticos**. 1. ed. Brasília, 2004. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/guia-de-estabilidade-de-cosmeticos.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2025.

ANVISA. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **RESOLUÇÃO – RDC Nº211/2005**. 2005. Disponível em:

https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0211_14_07_2005.html. Acesso em 22 jul. 2025.

AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo "paradigma"? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 5, n. 1, p. 68–83, jan. 2003. Disponível: <https://www.scielo.br/j/epec/a/jp44NGpsBjLPrhgMz6PttHq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 09 jul. 2025.

BARBOSA, M. A. P.; GARCIA JÚNIOR, P. J. Metodologias variadas no ensino de ciências: um estudo com professores do município de Ibitirama – ES. **Kiri-kerê: Pesquisa em Ensino**, n. 10, p. 10–20, jun. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/kirikere/article/view/31837/23576>. Acesso em 05 jun. 2025.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BERNARDI, F. M.; PAZINATO, M. S. The case study method in chemistry teaching: A systematic review. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 3, p. 1211-1219, 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, 28 abr. 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso em: 20 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em 07 mai. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Orientação curriculares nacionais do ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2006. v. 2. Disponível em: https://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 06 mai. 2025.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica - Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 06 mai. 2025.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica - Ministério da Educação e Cultura. **PCN + Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 06 mai. 2025.

BRITO, J. Q. A.; SÁ, L. P. Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do ensino médio. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 9, n. 3, 2010. Disponível em: https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen09/ART2_Vol9_N3.pdf. Acesso em: 20 jul. 2025.

BYBEE, R. W. Science Education and the Science-Technology-Society (STS) Theme. **Science education**, v. 71, n. 5, p. 667-683, 1987.

CAMPOS, F. R. G. **Ciência, tecnologia e sociedade**. Florianópolis: Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), 2010. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/206265/2/Esp%20Ci%C3%AAscias%20-%20Ci%C3%AAscia%20tecnologia%20e%20sociedade%20-%20MIOLO.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2025.

CARVALHO, A. M. P. de. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. de (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. v. 1, p. 1–20.

CHAER, G.; DINIZ, R. R. P.; RIBEIRO, E. A. A técnica do questionário na pesquisa educacional. **Revista Evidência**, v. 7, n. 7, 2012. Disponível em: https://www.academia.edu/28821343/A_t%C3%A9cnica_do_question%C3%A1rio_na_pesquisa_educacional. Acesso em: 05 abr. 2025.

CHASSOT, Attico Inácio. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 3. Ed. Unijuí, 2003.

CUNHA, A. M. de O.; KRASILCHIK, Myriam. A formação continuada de professores de ciências: percepções a partir de uma experiência. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 23., 2000, Caxambu. **Anais [...]**. Caxambu: ANPED, 2000. p. 1–14. Disponível em: https://legado.anped.org.br/sites/default/files/gt_08_06.pdf. Acesso em: 8 jul. 2025.

CUNHA, J.S. et al. A química além da beleza: Uma proposta para abordagem das funções orgânicas fundamentada nos cosméticos a partir do ensino por investigação. **Seven Editora**, [S. l.], p. 60–78, 2023. Disponível em: <https://sevenpublicacoes.com.br/editora/article/view/1144>. Acesso em: 17 jun. 2025.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A e PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. 4. Ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DIAS, Vanessa Gonçalves. **A química dos cosméticos com enfoque: ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CTSA)**. 56f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Centro de Formação de Professores, Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras, Paraíba, Brasil, 2017. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/xmlui/bitstream/handle/riufcg/7310/VANESSA%20GON%20c3%87ALVES%20DIAS%20-%20TCC%20LICENCIATURA%20EM%20QU%20c3%8dMICA%202017.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 16 jul. 2025.

DINIZ, F. E. *et al.* Análise das concepções alternativas dos estudantes de Ensino Médio sobre as funções orgânicas e suas relações com o meio ambiente. **Revista Brasileira de Educação Básica**, v. 5, n. 16, p. 1-13, 2020. Disponível em: <https://rbeducacaobasica.com.br/2020/05/06/analise-das-concepcoes-alternativas/>. Acesso em: 06 ago. 2025.

ELIAS, T. R. C., e JUNIOR, P. M. (2025). COSMÉTICOS: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA EM UMA ABORDAGEM CTS. **Revista Ciências & Ideias** ISSN: 2176-1477, 16(1), e25162677. <https://doi.org/10.22407/2176->

1477/2025.v16.2677. Acesso em:
<https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/reci/article/download/2677/2592/15724>.
 Acesso em: 20 jul. 2025.

ELIAS, T. R. C. *et al.* **Cosméticos e identidade: uma sequência didática cts no ensino de química.** **Anais do XIV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS.** Campina Grande: Realize Editora, 2023. Disponível em:
<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/93212>>. Acesso em: 22 jul. 2025.

ELIAS, Talita. R. C. **Abordagem CTSA no Ensino de Química:** análise de uma sequência didática com o tema cosméticos. Dissertação (Mestrado) - Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federal de São Paulo, campus São Paulo, 2024. Disponível em:
https://spo.ifsp.edu.br/images/phocadownload/DOCUMENTOS_MENU_LATERAL_FIXO/POS_GRADUA%C3%87%C3%83O/MESTRADO/Ensino_de_Ci%C3%A4ncias_e_Matem%C3%A1tica/Dissertacoes/2024/Talita_Rebeca_Carvalho_Elias_-_Disserta%C3%A7%C3%A3o_-_2024.pdf. Acesso em: 05 ago. 2025.

FARIA, F. L.; FREITAS-REIS, I. A percepção de professores e alunos do ensino médio sobre a atividade estudo de caso. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 22, n. 2, p. 319-333, 2016. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/46PKBnx4zHDmmVMD5FVTHjN/?format=pdf&lang=pt>.
 Acesso em: 20 jul. 2025.

FARIAS, C. R. de O.; DE FREITAS, D. Educação ambiental e relações CTS: uma perspectiva integradora. **Ciência & Ensino (ISSN 1980-8631)**, v. 1, 2007. Disponível em:
https://www.academia.edu/74498609/Educa%C3%A7%C3%A3o_Ambiental_e_Rela%C3%A7%C3%B5es_CTS_Uma_Perspectiva_Integradora. Acesso em: 06 jun. 2025.

FEITOSA, Sonia Couto Souza. **Método Paulo Freire:** princípios e práticas de uma concepção popular de educação. 1999. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. Disponível em:
<https://acervoapi.paulofreire.org/server/api/core/bitstreams/3d38f1ba-d44f-44aa-b43b-2bdd9bf9521b/content>. Acesso em: 05 jul. 2025.

FENSHAM, P. J. Approaches to the teaching of STS in science education. **International journal of science education**, v. 10, n. 4, p. 346-356, 1988.
<https://doi.org/10.1080/0950069880100402>.

FENSHAM, P. J. Familiar but different: Some dilemmas and new directions in science education. In: **Developments and dilemmas in science education**. Routledge, 1988a. p. 1-26.

FERNANDES, I. M. B.; PIRES, D. M.; DELGADO-IGLESIAS, J. 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, out./dez. 2018.
<https://doi.org/10.4324/9780203064580>.

FERREIRA, M.; DEL PINO, J. C. Estratégias para o ensino de química orgânica no nível médio: uma proposta curricular/Strategies for the Teaching of Organic Chemistry in Higher Secondary Education: A curriculum proposal. **Acta Scientiae**, v. 11, n. 1, p. 101-118, 2009.

Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/58/52>. Acesso em: 08 ago. 2024.

FONSECA, A. B. Ciência, tecnologia e desigualdade social no Brasil: contribuições da sociologia do conhecimento para a educação em ciências. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 6, n. 2, p. 364-377, 2007. Disponível em: https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen06/ART8_Vol6_N2.pdf. Acesso em: 15 jul. 2025.

GALEMBECK, F.; CSORDAS, Y. **Cosmético: a química da beleza**. Rio de Janeiro, maio 2009. Sala de leitura. Disponível em: <https://fisiosale.com.br/assets/9no%c3%a7%c3%b5es-de-cosmetologia-2210.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2025.

HEATH, P. A. Organizing for STS teaching and learning: The doing of STS. **Theory into Practice**, v. 31, n. 1, p. 52-58, 1992.

HERREID, C. F. Case studies in science-A novel method of science education. **Journal of college science teaching**, v. 23, p. 221-221, 1994.

HERREID, C. F. What makes a good case?. **Journal of college science teaching**, v. 27, n. 3, 1998.

HERREID, C. F. The death of problem-based learning?. **Journal of College Science Teaching**, v. 32, n. 6, p. 364, 2003.

HERREID, C. F. What is a case. **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 2, 1997.

HOFSTEIN, A.; AIKENHEAD, G.; RIQUEARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p. 357-366, 1988.

JACOBI, P. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade**. Cadernos de Pesquisa, n. 118, p. 189–206, mar. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cp/a/kJbkFbyJtmCrfTmfHxktgnt/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 05 ago. 2025.

JESUS, C. P. F. de.; ROCHA, S. M. S.; SILVA PORTO, P. S. da. A educação CTS/CTSA como facilitador do processo de ensino e aprendizagem. **Kiri-Kerê-Pesquisa em Ensino**, v. 1, n. 12, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/kirikere/article/view/36308/25248>. Acesso em: 12 jul. 2025.

KLEIN, V.; LÜDKE, E. (2019). Uma investigação sobre motivação e atitudes de estudantes frente a aulas de química orgânica no ensino médio. **Vivências**, 15(29), 81–100. <https://doi.org/10.31512/vivencias.v15i29.53>.

KLEIN, V.; LÜDKE, E. Cosméticos: concepções de estudantes do Ensino Médio. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e150996959-e150996959, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/343707678_Cosmeticos_concepcoes_de_estudantes_do_Ensino_Medio. Acesso em: 06 ago. 2025.

KORTLAND, K. An STS case study about students' decision making on the waste issue. **Science Education**, v. 80, n. 6, p. 673-689, 1996.

KUENZER, Acacia Zeneida. **Ensino médio: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. da C. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. **Ambiente & sociedade**, v. 17, p. 23-40, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/8FP6nynhjdZ4hYdqVFdYRtx/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 jul. 2025.

LIMA FREITAS, T. *et al.* Cosméticos como temática para a abordagem das funções orgânicas no ensino de química. **Periódico Tchê Química**, v. 13, n. 25, p. 61–71, 2016. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=117143010&lang=pt-br&site=ehost-live>. Acesso em: 28 jun. 2024.

LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. de. (orgs.). **Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania**. 5 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MACHADO, Nilson José. **Educação: projetos e valores**. 5. Ed. São Paulo: Escrituras, 2004.

MAIA, Poliana Flávia. **Habilidades investigativas no ensino fundamentado em modelagem**. 239 f. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Educação) -Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro et al. Química Orgânica: Reflexões e Propostas para o seu ensino. **São Paulo: GEPEC–IQUSP**, 2015. Disponível em: http://www.cpscetec.com.br/cpscetec/arquivos/quimica_organica.pdf. Acesso: 16 jul. 2025.

MARCONDES, M. E. R. *et al.* **Analisando materiais didáticos com enfoque CTSA produzidos por professores de Química do Ensino Médio**. Analysing STSE-based instructional materials designed by high school chemistry teachers 2020.

MARCUSCHI, Luiz Antônio. **Da fala para a escrita: atividades de retextualização**. São Paulo: Editora Cortez, 2010.

MARTINS, I. P. Revisitando orientações CTS|CTSA na educação e no ensino das ciências. APEDUC. **Revista – Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 13–29, 2020. Disponível em: <https://apeduc revista.utad.pt/index.php/apeduc/article/view/63/1>. Acesso em: 08 jul. 2025.

MATTAR, J.; AGUIAR, A. P. S. (2018). ACTIVE METHODOLOGIES: PROBLEM-BASED LEARNING, PROBLEM-POSING AND CASE METHOD. **Cadernos De Educação Tecnologia E Sociedade**, 11(3), 404–415. <https://doi.org/10.14571/brajets.v11.n3.404-415>.

MCCONNELL, M. C. (1982). Teaching about science, technology and society at the secondary school level in the United States. An educational dilemma for the 1980s. **Studies in Science Education**, 9(1), 1–32. <https://doi.org/10.1080/03057268208559893>.

MELLO, L. S. G. de.; GUAZZELLI, I. R. B. A alfabetização científica e tecnológica e a educação para a saúde em ambiente não escolar. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 4, n. 1, 2011. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/874/654>. Acesso em: 15 jul. 2025.

MITAMI, Fábio; MARTORANO, Simone A.; SANTANA, Estela F. Análise das concepções sobre química orgânica de alunos do ensino médio. **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XI ENPEC)**, p. 01-08, 2017.

MONTEIRO, Ejane Dusek de Novaes. **Sequência didática, com abordagem CTSA, para o estudo das Funções Orgânicas**. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza, Universidade Federal Fluminense, 2016. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/4774/Dissertacao%20Ejane.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 jul. 2025.

MOURA-FIGUEIRA, A. C.; ROCHA, J.B.T. **Concepções sobre proteínas, açúcares e gorduras: uma investigação com estudantes de ensino básico e superior**. Revista Ciências e Ideias, v.7, n.1, p.23-34, 2016.

MUNCHEN, Sinara. **Cosméticos: uma possibilidade de abordagem para o ensino de química**. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) – Universidade Federal de Santa Maria, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/6657/MUNCHEN%2c%20SINARA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 jul. 2025.

NASCIMENTO, T. L.; RICARTE, M. C. C.; RIBEIRO, S. M. S. Repensando o Ensino de Química Orgânica a nível médio. **In: 47º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA. ÁREA: ENSINO DE QUÍMICA**. 2007. Disponível em: <https://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/6/6-392-618.htm>. Acesso em: 06 ago. 2025.

NIEZER, Tânia Mara. **Ensino de soluções químicas por meio da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)**. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1237/1/PG_PPGECT_M_Niezer%2c%20T%c3%a2nia%20Mara_2012.pdf. Acesso em: 17 jul. 2025.

PALACIOS, Eduardo Marino García; GALBARTE, Juan Carlos González; BAZZO, Walter. **Introdução aos estudos CTS (Ciencia, Tecnología e Sociedad)**. Brasília, Brazil: Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), 2005.

OLBERTZ, Miriam Eliane. **Estudo sobre as possíveis representações sociais de um grupo de alunos do ensino médio sobre a química dos cosméticos e produtos de beleza**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática - Universidade Federal do Paraná), 2019. Disponível em: <https://exatas.ufpr.br/ppgecm/wp->

content/uploads/sites/27/2020/04/MIRIAM-ELIANE-OLBERTZ.pdf. Acesso em: 18 jul. 2025.

OLIVEIRA, D. J.; CHAVES, T. V. Um estudo sobre a base nacional comum curricular (BNCC) a partir dos pressupostos teóricos da abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA). **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 631–656, 2021. DOI: 10.33238/ReBECCEM. 2021. v.5.n.3.28509. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/rebecem/article/view/28509>. Acesso em: 17 jul. 2025.

PAMPLONA, Daniela Aparecida. **Desenvolvimento de um estudo de caso em um componente curricular de Química Orgânica I: domínios CTSA presentes nas resoluções propostas por estudantes do curso de Química**. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2022. Disponível em: https://sip.prg.ufla.br/publico/trabalhos_conclusao_curso/acessar_tcc_por_curso/quimica_licenciatura/index.php?dados=20221201810275. Acesso em: 13 jul. 2025.

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

RATCLIFFE, M. Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. **International Journal of Science Education**, v. 19, n. 2, p. 167-182, 1997. <https://doi.org/10.1080/0950069970190203>.

RODRIGUES, J. C. *et al.* Elaboração e aplicação de uma Sequência Didática sobre A Química dos Cosméticos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 211–224, 2018. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID467/v13_n1_a2018.pdf. Acesso em: 21 jul. 2025.

RODRIGUES, Pâmella Silva. **Proposta de estudo de caso: uma abordagem para o ensino de reações de oxirredução**. 91f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2020. Disponível em: https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/22427/TCC_Pamella%20Silva%20Rodrigues.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 19 jul. 2025.

ROZA SILVA, J. C. da.; ROSA, C. T. W. da.; CORTEZ, J.A contextualização no ensino de ciências: overview. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 7, p. e813974911, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i7.4911. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/4911>. Acesso em: 06 jul. 2025.

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de caso em química. **Química nova**, v. 30, p. 731-739, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/nyCvcHWck6yN3pNq6KpKMtd/#>. Acesso em: 10 ago. 2024.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de caso no ensino de química**. 2. ed. São Paulo: Átomo, 2010.

SÁ, Luciana Passos. **A argumentação no ensino superior de química: investigando uma atividade fundamentada em estudos de casos**. 2005. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) - Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006. doi:10.11606/D.75.2006.tde-16042007-115621. Acesso em: 2025-08-05.

SANTANA, V. R.; SANTOS, W. L. Visão Socioambiental No Ensino De Ciências Naturais No Ensino Fundamental. **VIIEnpec**. Florianópolis, 8 nov. 2009. ISSN: 21766940. Disponível em: <https://axpfep1.if.usp.br/~profis/arquivos/viienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1192.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2025.

SANTOS, PR dos. O Ensino de Ciências e a Idéia de Cidadania. **Mirandum**. Ano X, n. 17, p. 2, 2006.

SANTOS, Sérgio Martins dos. **Estudo de caso: produção de conhecimento escolar a partir dos debates sobre poluição no Rio Doce numa perspectiva CTS/CTSA**. 204 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017. Disponível em: https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/370/DISSERTA%c3%87%c3%83O_Estudo_caso_produ%c3%a7%c3%a3o_conhecimento_escolar.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 24 jul. 2025.

SANTOS, W. L. P. dos. A Química e a formação para a cidadania. **Educ. quím**, Ciudad de México, v. 22, n. 4, 305, 305, 2011. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2011000400004&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 15 ago. 2024.

SANTOS, W. L. P. dos. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino** (ISSN 1980-8631), v. 1, 2007. Disponível em: <https://recursosdefisica.com.br/files/149-530-1-PB.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2024.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 133–162, 2000. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/10060>. Acesso em: 16 ago. 2024.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. Amazônia: **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 9, n. 17, p. 49-62, dez. 2012. ISSN 2317-5125. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/1647>. Acesso em: 05 ago. 2024. doi:<http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v9i17.1647>.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. A dimensão social do ensino de química: um estudo exploratório da visão de professores. In: **Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências (Enpec)**, 2., 1999, Valinhos. Anais [...]. Porto Alegre: ABRAPEC, 1999. Disponível em:

<https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/encontros/enpec/iienpec/Dados/trabalhos/A57.pdf>.

Acesso em: 21 jul. 2025.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, p. 95-111, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/QHLvwCg6RFVtKMJbwTZLYjD/>. Acesso em: 06 ago. 2024.

SILVA, Erivanildo Lopes da. **Contextualização no ensino de química**: idéias e proposições de um grupo de professores. 144f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Acesso em: 05 jun. 2025.

SILVA, E. L. da., e MARCONDES, M. E. R. Contextualização no ensino de ciências: significados e epistemologia. **Tópicos em Ensino de Química**. Tradução. São Carlos: Pedro & João, 2014. Acesso em: 10 ago. 2024.

SILVA, E. L. da.; MARCONDES, M. E. R. Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 12, n. 1, p. 101-118, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eped/a/4zHBSsbkT6fq53byP5Vdns/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 jun. 2025.

SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência e tecnologia: transformando a relação do ser humano com o mundo. **IX Simpósio Internacional Processo Civilizador – Tecnologia e Civilização**. Ponta Grossa, 2009, p. 1-13. Disponível em: <http://www.uel.br/grupo-estudo/processoscivilizadores/portugues/sitesanais/anais9/artigos/workshop/art19.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2025.

SOLOMON, J. Science technology and society courses: Tools for thinking about social issues. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p. 379-387, 1988. DOI: <https://doi.org/10.1080/0950069880100405>.

SOLOMONS, T. W. G., FRUHLE, C. B., Química Orgânica, 7ª edição, LTC – **Livros Técnicos e Científicos Editora S. A.**, Rio de Janeiro, 2001, p. 76-77.

GIFFONI, J. D. de Sousa; SILVA BARROSO, Maria Cleide da.; GOIS SAMPAIO, Caroline de. Aprendizagem significativa no ensino de Química: uma abordagem ciência, tecnologia e sociedade. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, p. e13963416-e13963416, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i6.3416. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/3416>. Acesso em: 31 jul. 2025.

SOUZA, K. R.; KERBAUY, M. T. M. Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação. **Educação e Filosofia**, Uberlândia, v. 31, n. 61, p. 21–44, jan./abr. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/REVEDFIL.issn.0102-6801.v31n61a2017-p21a44>.

SOUZA, V. W. S. de; RODRIGUES, V. B.; FERREIRA, L. H. Estudo do Favorecimento da Aprendizagem Significativa a partir da Metodologia CTSA. **Revista Debates em Ensino de Química**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 118–132, 2022. DOI: 10.53003/redequim.v8i2.4824. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/4824>. Acesso em: 12 jul. 2025.

THE NOBEL PRIZE (<https://www.nobelprize.org/prizes/peace/1995/pugwash/facts/>) acesso em 04 de nov. 2025.

VASCONCELOS, E. R.; FREITAS, N. M. S. O paradigma da sustentabilidade e a abordagem CTS: mediações para o ensino de ciências. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 9, n. 17, p. 89–108, dez. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/1655>. Acesso em: 30 jun. 2024. doi: <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v9i17.1655>.

VAZ, C. R.; FAGUNDES, A. B.; PINHEIRO, N. A. M. O surgimento da ciência, tecnologia e sociedade (CTS) na educação: uma revisão. **Anais do I SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**, CURITIBA, 2009. Disponível em: <https://ensinandoquimica.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/05/o-surgimento-da-cic3aancia-tecnologia-sociedade-na-educac3a7c3a3o.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2024.

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. Disponível em: https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf. Acesso em: 03 ago. 2024.

YAMAGUCHI, K. K. de L.; FERREIRA, S. B. Cosméticos: herói ou vilão? Uma proposta para o ensino de funções orgânicas a partir de uma perspectiva crítico-reflexiva. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 5, n. 2, p. 138-150, 2019. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2452/482483271>. Acesso em: 04 ago. 2024.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.

ZEIDLER, Dana L. et al. Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. **Science education**, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PRÉVIO**Atividade 1 – Questionário Prévio**

Nome: _____ **Turma:** _____

1. Você usa algum cosmético no seu dia a dia? () Sim () Não

2. Cite três palavras que vem em sua mente, quando você pensa em cosméticos.

3. Explique a palavra que você considera a mais importante sobre os cosméticos.

4. Pensando nos cosméticos, de modo geral:

a) Eles podem trazer benefícios à saúde humana? Por quê?

b) Eles podem trazer malefícios à saúde humana? Por quê?

5. Você considera que os cosméticos evoluíram ao longo do tempo, comparando com as épocas dos seus pais e avós?

a) Se sim, cite exemplos dessas mudanças.

b) Se não, justifique.

6. Os cosméticos podem causar algum dano ao meio ambiente? Explique.

7. Cite três palavras que vem em sua mente, quando você pensa em funções orgânicas.

8. Explique a palavra que você considera a mais importante sobre as funções orgânicas.

9. Você acredita que os compostos orgânicos estão presentes nos cosméticos?

a) Se sim, cite alguns exemplos.

b) Se não, justifique.

APÊNDICE B – CASO

Estudo de Caso: O Enigma da Beleza Fatal

O renomado salão de beleza "Luxo e Beleza" é conhecido por sua inovação em tratamentos capilares, atraindo uma clientela de alto perfil que busca procedimentos de beleza avançados. No entanto, um incidente trágico envolvendo uma jovem cliente fez com que a reputação do salão fosse questionada, levantando preocupações sérias sobre a segurança dos produtos químicos utilizados.

Ana Clara Lima, uma jovem de 21 anos e estudante de design de moda, estava se preparando para um evento importante: a estreia de sua primeira coleção de roupas. Decidida a estar impecável, Ana Clara agendou uma série de procedimentos no "Luxo e Beleza", que incluíam coloração do cabelo, alisamento capilar e maquiagem. Ela escolheu o salão devido à sua excelente reputação e aos procedimentos sofisticados oferecidos.

No dia do evento, Ana Clara chegou ao salão e foi recebida por Flávia, uma das profissionais de beleza mais experientes da equipe. Flávia era especializada em coloração capilar e outros tratamentos capilares avançados, e rapidamente iniciou o atendimento.

Ana Clara: Oi, Flávia! Estou tão animada para o evento de hoje, queria realmente estar impecável."

Flávia: Olá, Ana Clara! Sei o quanto esse evento é especial para você. Como você já está acostumada com a coloração do seu cabelo, que tal aproveitar a ocasião para fazer também um alisamento capilar e uma maquiagem? Assim, você já sai do salão pronta para brilhar no evento! O alisamento deixará seus fios super lisos e brilhantes, e a maquiagem vai dar aquele toque final perfeito. E fique tranquila, pois todos os produtos utilizados aqui no salão são de altíssima qualidade.

Ana Clara sorriu e concordou, confiando na experiência da profissional. O procedimento seguiu conforme planejado, com a coloração, o alisamento e a maquiagem sendo aplicados sucessivamente.

No entanto, algumas horas após os procedimentos, Ana Clara começou a sentir sintomas graves: falta de ar súbita, dor intensa no peito e irritação severa nos olhos. Sua condição piorou rapidamente, levando a uma internação de emergência. Ana Clara faleceu no hospital naquela mesma noite, causando grande choque entre familiares e amigos e gerando uma intensa repercussão na mídia, conforme a reportagem ao lado.

EXCLUSIVO

MORTE TRÁGICA E
CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL

SALÃO DE BELEZA ENVOLVIDO
EM ESCÂNDALO DUPLO

A morte de Ana Clara Lima, de 21 anos, abalou a cidade e levantou sérias questões sobre a segurança dos procedimentos estéticos realizados no salão "Luxo e Beleza". A tragédia gerou uma onda de indignação e levou a polícia a iniciar uma investigação aprofundada sobre o caso. Peritos estão avaliando os produtos utilizados nos procedimentos e suspeitam que eles possam ter contribuído para o colapso da saúde de Ana Clara. No entanto, a investigação revelou algo ainda mais grave: Maria Olivia Nunes, proprietária do salão, já estava sendo investigada por práticas ambientais inadequadas. Descobriu-se que o salão, além de não seguir as normas de descarte de resíduos químicos, estava despejando substâncias tóxicas no sistema de esgoto, gerando contaminação ambiental. A polícia agora investiga a responsabilidade da dona do salão tanto pela morte de Ana Clara quanto pelo crime ambiental.



Como auxiliares do perito da Polícia Técnico-Científica, a missão de vocês é identificarem a causa responsável pelos graves sintomas e pela morte de Ana Clara, além de propor alternativas de produtos seguros para os procedimentos, avaliando o impacto das substâncias na saúde humana e no meio ambiente. Reúnam as informações necessárias para elaborar um laudo pericial que determine a causa do óbito e apresentem-no ao final.

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES SOBRE O CASO

Atividade 2: Levantamento de informações sobre o caso ‘O Enigma da Beleza Fatal’

Nomes dos alunos: _____

Turma: _____

Toda a atividade deve ser realizada a partir de discussões entre os membros do grupo.

1. Interpretação geral sobre o caso:

a) Qual o assunto principal do caso?

b) Qual a relação do caso com a disciplina de química?

c) Precisamos buscar mais informações para solucionar o caso ‘O Enigma da Beleza Fatal’? Quais informações são necessárias?

d) Onde podemos buscar/pesquisar informações para solucionar o caso?

2. Quais hipóteses o grupo apresenta como solução do caso?

3. Vocês consideram que a morte foi causada por alguma substância presente nos produtos do salão? Explique.

4. Se a resposta na questão anterior foi sim, vocês consideram que essa substância pode ser descartada no meio ambiente de forma incorreta?

5. Existem formas de sabermos se os produtos utilizados nos procedimentos em salões de beleza são seguros? Explique.

6. Como você avalia a evolução das fiscalizações e regulamentações sobre cosméticos ao longo do tempo? Justifique.

7. Qual é o órgão responsável pela fiscalização de cosméticos em nosso país?

8. Quais informações você possui sobre esse órgão, em relação a sua função e importância.

APÊNDICE D – LAUDO PERICIAL

SECRETARIA DA SEGURANÇA PÚBLICA POLÍCIA TÉCNICO-CIENTÍFICA



Dados da Origem:

PROTOCOLO:

BO: nº2326

REQUISITANTE: Professor _____

Identificação do Laudo:

LAUDO
PERICIAL

Dados da Ocorrência: NATUREZA: INVESTIGATIVO

LOCAL DO EXAME:

Escola _____

DATA DE ENTREGA:

_____/_____/_____

Identificação do(a) Periciado(a):

ANA CLARA LIMA

Auxiliares do perito responsável:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

_____, ____/____/_____

Laudo investigativo Nº 01/2025

Identificação: ANA CLARA LIMA

Foi examinado/a nesta data, atendendo a solicitação da autoridade que registrou o fato. Nome do pai: Antônio Sebastião Lima. Nome da mãe: Roberta Oliveira Lima, sexo FEMININO, nascida na data de: 11/03/2005 com idade de 21 ANOS, natural de/o NÃO INFORMADO, residente à NÃO INFORMADO, complemento: NÃO INFORMADO, bairro NÃO INFORMADO, portador/a do Documento: NÃO INFORMADO.

Quesitos:

1. Houve morte?

2. Qual a suposta causa da morte?

3. A morte foi produzida por meio de veneno, fogo, produto químico, explosivo, asfixia, tortura ou outro meio insidioso cruel?

ATENÇÃO!

Prezados auxiliares da perícia, solicita-se a anexação ao laudo pericial de todas as atividades investigativas realizadas, bem como a descrição das informações relevantes para a resolução do caso. As páginas das atividades e demais pesquisas podem ser inseridas nesta seção do laudo.

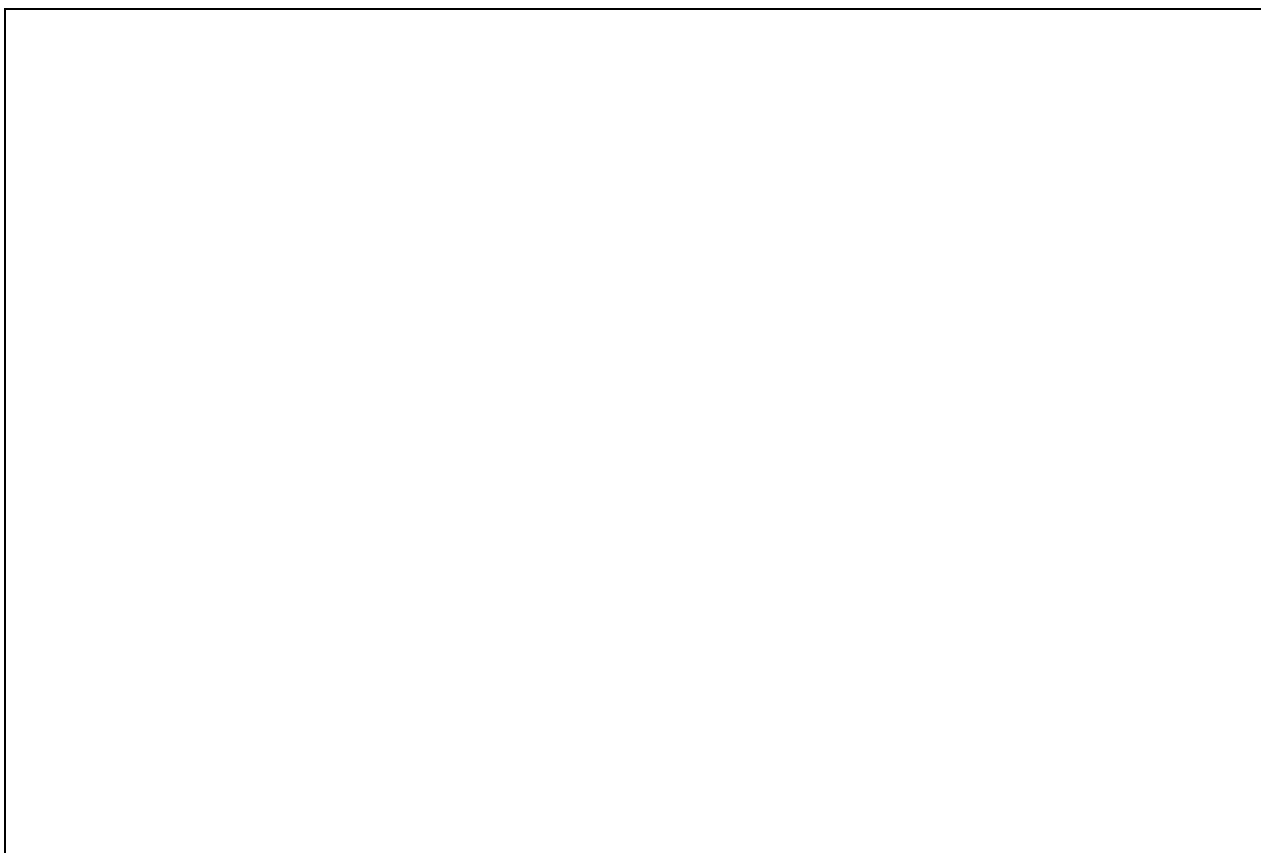
Laudo investigativo N° 01/2025

DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

De acordo com o todos as investigações e discussões sobre o caso, respondam:

1. Qual foi a causa específica da morte de Ana Clara? Explique.

2. Qual é a substância química envolvida? Desenhe sua estrutura e identifique a função orgânica correspondente e suas propriedades.



3. Ana Clara veio a óbito ao ser exposta a essa substância. No entanto, vocês acreditam que outras pessoas poderiam apenas apresentar uma reação adversa ao entrar em contato com ela? Justifiquem sua resposta

4. A substância mencionada na questão anterior causa danos ao meio ambiente se descartada?

Quais seriam esses danos?

5. Qual é a forma correta de descartar a substância ou o produto de maneira segura?

6. Quais pessoas ou órgãos devem ser responsabilizados pela morte de Ana Clara?

7. Se vocês frequentassem um salão de beleza e identificarem que a mesma substância química responsável pela morte de Ana Clara está sendo utilizada, qual atitude vocês tomariam?

8. Com os avanços tecnológicos na indústria de cosméticos, há produtos seguros e regulamentados que podem ser utilizados nos mesmos procedimentos realizados por Ana Clara? Cite algum produto.

A natureza jurídica da morte será esclarecida oportunamente pela autoridade competente

Assinaturas dos auxiliares do perito responsável pelo laudo:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

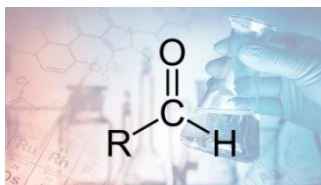
7. A fórmula $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$, é típica de qual **função orgânica** usada em **cosméticos** como **emoliente** e em **cremes hidratantes**?

- a) Ácido carboxílico.
- b) Álcool.
- c) Éster.
- d) Amida.

8. Os **álcoois** são muito utilizados em cosméticos como solventes e antissépticos. Qual é o seu **grupo funcional**?

- a) $-\text{NH}_2$
- b) $-\text{COOH}$
- c) $-\text{OH}$
- d) $-\text{COO}-$

9. A utilização de **aldeídos** em **cosméticos** está mais relacionada a:



- a) Propriedades antioxidantes.
- b) Hidratação profunda.
- c) Fragrâncias e conservação.
- d) Redução de oleosidade da pele.

10. Sobre as **matérias-primas** dos **cosméticos**, é correto afirmar que:

- a) São compostas exclusivamente por ingredientes naturais.
- b) Podem conter substâncias sintéticas e naturais.
- c) Não passam por testes de segurança antes da comercialização.
- d) São todas biodegradáveis e não causam impactos ambientais.

11. Em relação ao **impacto ambiental** dos **cosméticos**, podemos afirmar que:

- a) O uso excessivo de microplásticos pode afetar ecossistemas aquáticos.
- b) Todos os cosméticos biodegradáveis são livres de impactos ambientais.
- c) A indústria cosmética não tem influência na poluição da água.
- d) Ingredientes naturais são sempre mais sustentáveis do que os sintéticos.

12. Uma possível **reação adversa** ao uso de **cosméticos** é:

- a) Aumento da resistência imunológica.
- b) Fortalecimento imediato da barreira cutânea.
- c) Dermatite de contato, alergias ou irritações.
- d) Melhora permanente da textura da pele.

13. Qual das seguintes **tecnologias** é comumente utilizada na formulação de **cosméticos** modernos?

- a) Impressão 3D de embalagens biodegradáveis.
- b) Nanotecnologia para melhorar a absorção de ativos na pele.
- c) Uso exclusivo de ingredientes extraídos manualmente.
- d) Cosméticos que não necessitam de testes dermatológicos.

14. Qual **órgão regula** a produção, venda e segurança dos **cosméticos** no Brasil?

- a) FDA b) ANVISA c) IBAMA d) INMETRO

15. De acordo com a **ANVISA**, um cosmético só pode ser comercializado se:

- a) For produzido com ingredientes 100% naturais.
- b) Passar por testes de segurança e atender às normas regulatórias.
- c) Conter apenas substâncias aprovadas pela FDA.
- d) Não apresentar nenhuma fragrância sintética.

16. A **ANVISA** exige que os cosméticos apresentem em seus rótulos informações como:

- a) Nome do fabricante, composição e prazo de validade.
- b) Apenas o nome do produto e a fragrância.
- c) Quantidade de água utilizada na fabricação.
- d) Lista completa de todos os fornecedores dos ingredientes.

APÊNDICE F – ROTEIRO PARA OS ESTUDANTES DA AULA PRÁTICA
ATIVIDADE 4 - ROTEIRO DA PRÁTICA EXPERIMENTAL: ANALISANDO
COSMÉTICOS USADOS EM SALÕES DE BELEZA

ROTEIRO PARA O ESTUDANTE

INTRODUÇÃO:

O trágico incidente ocorrido no renomado salão de beleza "Luxo e Beleza", envolvendo a jovem Ana Clara Lima, de 21 anos, levantou sérias questões sobre a segurança dos produtos utilizados no local. Após passar por uma série de procedimentos, incluindo coloração do cabelo, alisamento capilar e maquiagem, Ana Clara sofreu complicações graves que resultaram em sua morte. A investigação das causas do falecimento exige uma análise minuciosa dos produtos químicos empregados durante os tratamentos, com o objetivo de identificar possíveis substâncias nocivas que possam ter contribuído para o trágico desfecho. Lembrando também que o salão está envolvido em crime de contaminação ambiental. Nesse contexto, como peritos da Polícia Técnico-Científica, nossa missão será examinar diversas amostras de cosméticos, incluindo uma amostra coletada no salão "Luxo e Beleza", a fim de reunir informações cruciais que serão anexadas ao laudo pericial.

OBJETIVOS:

1. Analisar amostras de cosméticos utilizados em salões de beleza.
2. Identificar possíveis substâncias que possam apresentar riscos à saúde humana e ao meio ambiente em amostras de cosméticos.

AMOSTRAS E REAGENTES:

- ✚ 2 amostras de cosméticos capilares que foram coletadas em salões de beleza da cidade, sendo uma delas, do salão onde Ana Clara Lima realizou os procedimentos.
- ✚ 1 amostra padrão de um produto capilar.
- ✚ 4 rótulos de maquiagens provenientes do salão “Luxo e Beleza”.
- ✚ Leite pasteurizado.
- ✚ Ácido sulfúrico (50%).
- ✚ Percloroeto de ferro (2%).

MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA CADA GRUPO:

- ✚ 4 Recipientes de vidro, frascos ou béqueres de 100mL;

- ✚ 4 Pipetas ou conta-gotas;
- ✚ Máscara de proteção (se necessário, para algum aluno alérgico);
- ✚ Papel e caneta para anotações;
- ✚ Papel indicador de pH;
- ✚ Fita olfativa;
- ✚ Vela ou lamparina;
- ✚ Tubos de ensaio.

METODOLOGIA:

1 Ensaaios Organolépticos

Os ensaios organolépticos são utilizados para avaliar as características sensoriais de um produto. Nesta etapa, será realizado o teste de odor das amostras de cosméticos capilares.

1.1 Odor:

O teste de odor é feito em comparação com uma amostra padrão de referência, acondicionados em mesmo material da embalagem, sendo utilizado o olfato para a comparação.

- ✚ Realize o teste em um local bem ventilado.
- ✚ Coloque uma pequena quantidade de cada amostra de produto capilar em uma fita olfativa.
- ✚ Aproxime cuidadosamente a fita do nariz mantendo uma distância segura para evitar inalação direta. Utilize a técnica de “farejamento indireto”:
 - Utilize a mão ou agite a fita no ar para direcionar os vapores em direção ao nariz sem aproximar a boca da fita.
- ✚ Repita o procedimento anterior para as 3 amostras em análise.
- ✚ Observem e registrem as características do odor, como:
 - Intensidade: leve, moderado ou forte.
 - Qualidade: doce, ácido, amargo, pungente, etc.
 - Persistência: curta, média ou longa duração.
- ✚ Registre detalhadamente as observações na tabela a seguir. Faça as comparações com a amostra padrão analisada para ajudar na identificação do odor. As amostras podem ser classificadas segundo os seguintes critérios:
 - normal, sem alteração;
 - levemente modificada;
 - modificada;
 - intensamente modificada.
- ✚ Inclua nas observações outros aspectos, como intensidade do odor, se é agradável e se permanece por um longo período no ambiente.

Amostra	Odor	Observações
Padrão		
A		
B		

1. Diante do teste de odor realizado, foi possível identificar qualquer alteração olfativa da amostra A, ou amostra B em relação à amostra padrão?

a) Em caso afirmativo, descreva a natureza do cheiro detectado, e indique possíveis substâncias que possam estar associadas a essa diferença.

b) Em caso negativo, justifique.

2. Ensaio físico-químico

2.1. Determinação do pH

A análise do pH da amostra tem como objetivo determinar seu nível de acidez ou basicidade. Para realizar essa análise, pode ser utilizada fita indicadora de pH para obter uma estimativa visual do pH.

- ✚ Inicie os testes a partir dos frascos com as 3 amostras, usados no teste do odor.
- ✚ Pegue um bastão de vidro e 3 fitas de papel indicador de pH.
- ✚ A fita do papel indicador deve ser mergulhada indiretamente na primeira amostra. A técnica correta é mergulhar um bastão de vidro na solução e tocar o papel com a ponta do bastão. Isto evitará a contaminação das soluções com o corante existente no papel.
- ✚ Compare a fita de papel indicador com a escala de cores padrão.
- ✚ Repita o procedimento para as outras duas mostras. Antes de mergulhar o bastão em outra solução ele deverá ser lavado com água destilada.

- ✚ Os resultados deverão ser anotados na tabela a seguir e também responda as perguntas.

Amostra	Valor do pH	Observações
Padrão		
A		
B		

1. Durante a análise de pH realizada, foi detectada alguma variação significativa no pH das amostras em comparação com a amostra padrão?

2. Se sim, forneçam uma explicação detalhada sobre possíveis causas dessa discrepância.

3. Identificando a presença de substâncias que possam apresentar riscos à saúde humana e ao meio ambiente em amostras de cosméticos.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) utiliza um método específico para identificar essa substância em amostras de leite consideradas adulteradas. Essa mesma técnica será empregada na análise da amostra de cosmético.

3.1 Procedimentos

- ✚ Em um tubo de ensaio, adicione 1 mL de leite pasteurizado e uma pequena quantidade do cosmético (1 g) a ser analisado. Agite cuidadosamente até a completa dissolução do cosmético.

- ¶ Em seguida, com o auxílio de um conta-gotas, adicione aproximadamente 1 mL de ácido sulfúrico a 50% e 2 mL de solução de perclorato de ferro a 2% ao tubo contendo a mistura de leite e cosmético.
- ¶ Aqueça a mistura utilizando uma lamparina ou vela, até atingir o ponto de ebulição.
- ¶ Repita o procedimento para as outras duas amostras.
- ¶ Registre as observações no quadro a seguir e responda às questões.

Amostra	Observações
Padrão	
A	
B	

1. A partir das observações feitas pelo grupo, o que se pode concluir com os testes de identificação da substância nos cosméticos?

2. Os testes foram realizados em quais tipos de cosméticos? Expliquem como chegaram a essa conclusão a partir das análises.

3. De acordo com as análises de odor, pH e identificação de substâncias, quais hipóteses podem ser levantadas em relação a essas amostras com o Caso: O Enigma da Beleza Fatal?

4. Análise do registro na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)

Atualmente, a ANVISA, órgão responsável pela fiscalização, regulamentação e aprovação de cosméticos no Brasil, disponibiliza uma ferramenta que permite ao cidadão consultar a regularidade dos produtos, garantindo sua segurança para o uso. Existem dois tipos de produtos: os isentos de registro e os registrados. No primeiro caso, o processo é mais simplificado e, em geral, destinado a produtos de menor risco, enquanto, no segundo, o procedimento é mais burocrático, aplicando-se a produtos de maior risco. A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 752, de 19 de setembro de 2022, define quais produtos são isentos de registro e quais requerem registro (GOV.BR, 2024).

Embora alguns produtos sejam isentos de registro, a empresa fabricante deve comprovar à ANVISA a realização de testes rigorosos para que a agência autorize a comercialização do produto. Assim, todos os produtos, sejam isentos ou registrados, possuem um número de processo gerado pela ANVISA, o qual deve ser impresso no rótulo de todos os produtos. Isso garante ao consumidor o acesso à certificação de que o produto foi analisado pelo órgão regulador e é seguro para o uso.

O número do processo de cosméticos está descrito no rótulo, começando pelos números “25351”.

4.1. Consulta de produtos isentos de registro

A consulta pode ser através do link: <https://consultas.anvisa.gov.br/#/cosmeticos/regularizados/>, inserindo o número de processo que se inicia com “23351”. Essa consulta pode ser realizada para pomadas capilares, desodorantes, sabonetes, condicionadores, xampus e demais grupos de produtos que não estão elencados no art. 34 da RDC 752/2022.

4.2. Consulta de produtos registrados

A consulta pode ser através do link: <https://consultas.anvisa.gov.br/#/cosmeticos/registrados/>, inserindo o número de processo que se inicia com “23351”. Essa consulta pode ser realizada para bronzeadores, protetores solares, repelentes de inseto, alisantes capilares, onduladores capilares e géis antissépticos para as mãos que são de registro obrigatório, conforme o art. 34 da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 752/2022.

4.3. Resultados das consultas

Os resultados das consultas nos sites da Anvisa, podem obter os seguintes resultados e significados:

- ✚ **Ativo:** O produto está regularizado na Anvisa, sendo permitida sua fabricação; importação e comercialização.
- ✚ **Inativo:** O produto não está mais regularizado na Anvisa, sendo proibida sua fabricação e importação. Essa situação ocorre por três fatores, se for cancelado por motivo da não manifestação da empresa dentro dos prazos legalmente estabelecidos para estender a validade do processo de regularização, cancelado a pedido da empresa ou cancelado por irregularidade.

4.4. Procedimentos

Utilizando os rótulos fornecidos pelo professor, das amostras dos cosméticos analisados e cosméticos usados por Ana Clara, façam as consultas nos dois sites mencionados anteriormente (de produtos isentos e registrados), e anote suas observações no quadro a seguir e responda as perguntas.

Amostra	Número de processo	Está ativo?
Padrão		
A		
B		
Rótulo da base		
Rótulo do rímel		
Rótulo do delineador		
Rótulo da sombra		

1. De acordo com as consultas e observações realizadas, o que podemos concluir? Explique

2. De acordo com as consultas realizadas, o que podemos concluir em relação aos produtos usados no salão de beleza “Luxo e Beleza”? Explique.

3. Caso o produto não possua registro ativo, por qual motivo seria?