

Manifestação do Pensamento Crítico por estudantes do ensino médio de química por meio da metodologia de Estudo de Caso

Mateus Oliveira Silva¹

Rita de Cássia Suart²

Resumo: Este artigo explora a utilização da metodologia de Estudo de Caso para promoção do Pensamento Crítico em estudantes de química, abordando situações próximas ao cotidiano dos alunos. A química, constantemente apresentada de maneira distante à realidade dos estudantes, é trabalhada nessa pesquisa a partir da produção de cachaça, e envolve questionamentos que incentivam na consideração de diferentes aspectos para tomadas de decisões que considerem o bem-estar social e o cuidado ambiental. Esta pesquisa qualitativa foi desenvolvida em uma escola pública com alunos do terceiro ano do ensino médio na disciplina de química. Apesar de uma resistência inicial dos estudantes às argumentações e questionários, ao longo do processo os alunos se tornaram mais participativos e motivados. Os resultados indicam que o Estudo de Caso contribuiu para o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao Pensamento Crítico.

Palavra-Chave: Modelo de Kortland. Respostas Escritas. Formação de Professores.

Manifestation of Critical Thinking by high school chemistry students through the Case Study methodology

Abstract: This article explores the use of the Case Study methodology to promote Critical Thinking among chemistry students, addressing situations closely related to their daily lives. Chemistry, often presented in ways that feel distant from students' realities, is examined in this study through the topic of cachaça production, incorporating questions that encourage students to consider various aspects for decision-making, including social well-being and environmental care. This qualitative research was conducted at a public school with third-year high school chemistry students. Although students initially showed resistance to the arguments and questionnaires, they became more engaged and motivated as the process progressed. The results indicate that the Case Study contributed to the development of Critical Thinking skills.

Keywords: Kortland Model. Written Responses. Teacher Training.

Manifestación del Pensamiento Crítico por estudiantes de secundaria en química mediante la metodología de Estudio de Caso

Resumen: Este artículo explora el uso de la metodología de Estudio de Caso para promover el Pensamiento Crítico en estudiantes de química, abordando situaciones cercanas a la vida cotidiana de los alumnos. La química, a menudo presentada de manera lejana a la realidad de los estudiantes, se trabaja en este estudio a través del

¹Universidade Federal de Lavras (UFLA) — Lavras (MG), Brasil. ✉ oliveira.mateusosilva@gmail.com  <https://orcid.org/0009-0001-3123-3996>.

²Universidade Federal de Lavras (UFLA) — Lavras (MG), Brasil. ✉ ritasuart@ufla.br  <https://orcid.org/0000-0002-1924-5353>.

tema de la producción de cachaça, incorporando cuestionamientos que incentivan la consideración de diversos aspectos para la toma de decisiones que tengan en cuenta el bienestar social y el cuidado ambiental. Esta investigación cualitativa se desarrolló en una escuela pública con estudiantes de tercer año de secundaria en la asignatura de química. Aunque los estudiantes inicialmente mostraron resistencia a los argumentos y cuestionarios, a lo largo del proceso se volvieron más participativos y motivados. Los resultados indican que el Estudio de Caso contribuyó al desarrollo de habilidades relacionadas con el Pensamiento Crítico.

Palabras clave: Modelo de Kortland. Respuestas Escritas. Formación Docente.

1 Introdução

A Química, como uma ciência indispensável para a compreensão de conceitos e assuntos de grande importância para a sociedade, infelizmente se encontra, muitas vezes, desvalorizada e desacreditada pelos estudantes das escolas de ensino médio. Isso acontece, entre outros motivos, por razões de aulas tradicionais que não levam à uma motivação para o aprendizado ou, também, devido ao ensino de conceitos muito específicos, complexos e com poucas relações com situações do cotidiano (Alcivar, Quimi e Barberan, 2020).

No entanto, a apropriação do conhecimento científico possibilita que melhores decisões sejam tomadas, levando em consideração o bem comum e melhores condições de vida para a sociedade (Kelp *et al.*, 2023; Yacoubian, 2018). De tal forma, deve-se sempre inovar o ensino e torná-lo mais atrativo aos estudantes, buscando sua participação mais ativa no processo de construção do conhecimento.

A tomada de decisões de maneira crítica se mostra cada vez mais relevante, pois a sociedade atual está cercada de informações contraditórias e sem fundamentos, que são facilmente espalhadas e concebidas como verdade, acarretando escolhas que afetam negativamente o coletivo. O olhar crítico para essas informações é uma maneira de promover o Pensamento Crítico (PC), que leva em consideração aspectos direcionados ao bem comum. Vale ressaltar que o desenvolvimento do PC deve ser um processo contínuo e gradual, pois a formação de cidadãos mais críticos, participativos e mais conscientes de suas ações, leva a uma sociedade mais justa e igualitária (Tenreiro-Vieira e Vieira, 2014).

Nesse sentido, a proposta de utilização de metodologias diferenciadas, como o Estudo de Caso (EC), o qual coloca o estudante como principal construtor do seu

próprio aprendizado, pode fomentar o desenvolvimento do PC, sensibilizando-o sobre seu papel perante a sociedade, para que as decisões tomadas levem em consideração aspectos éticos, ambientais e sociais (Mahdi, Nassar e Almuslamani, 2020; Martins e Salgado, 2014; Pazinato e Braibante, 2014).

Dessa forma, a contextualização CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) pode possibilitar que os estudantes reflitam sobre questões e problemas cotidianos que fomentem o PC, pois ela cria um ambiente que favorece discussões sobre fatores de influência social relacionados com o âmbito científico, tecnológico e ambiental, incentivando o desenvolvimento de atitudes e valores para a tomada de decisões fundamentadas e responsáveis (Moretti, Rocha e Silva, 2021). É nesta direção que o EC se torna uma metodologia para possibilitar ao professor desenvolver tais questões com os alunos, utilizando dessa contextualização para estimular o PC.

Considerando o exposto e em consonância com nossas preocupações em promover o PC, temos como questão de pesquisa investigar como o EC pode contribuir e mobilizar a promoção do PC em estudantes de química do ensino médio. Assim, o objetivo específico deste artigo foi analisar a promoção do PC manifestado de forma escrita nas respostas elaboradas por estudantes do ensino médio de química, durante a sua participação na resolução de um estudo de caso.

2 Referencial Teórico

O EC é compreendido como uma metodologia de ensino que se baseia na utilização de narrativas (casos) de diversas situações, sendo reais ou simuladas, na qual a tomada de decisões para a solução do problema é o seu principal objetivo, em um espaço de aprendizado mediado por questionamentos pelo professor, os quais irão direcionar os estudantes no processo de aprendizagem (Sá, 2006). Nesse sentido, Brito, Silva e Razera (2020) reforçam que o EC é uma metodologia viável para a construção do conhecimento científico, para a motivação, o interesse e a autonomia dos alunos para o aprendizado de ciências.

Herreid (1998) ressalta alguns critérios para que o Caso possibilite uma construção mais significativa de conceitos e possa levar a maior motivação dos alunos no processo de aprendizagem, sendo eles: Um bom caso narra uma história; Um bom

caso desperta o interesse pela questão; Um bom caso deve ser atual; Um bom caso produz empatia com os personagens centrais; Um bom caso inclui citações; Um bom caso é relevante ao leitor; Um bom caso deve ter utilidade pedagógica; Um bom caso provoca um conflito; Um bom caso força uma decisão; Um bom caso tem generalizações; Um bom caso é curto.

Aliado à aprendizagem de conhecimentos científicos, o EC contextualizado pode aproximar o mundo abstrato das ciências com a realidade do aluno, além de possibilitar uma relação dos conteúdos estudados com situações do dia a dia, podendo motivar e nortear o aprendizado dos estudantes. Segundo Marcondes *et al.* (2016, p. 284):

Em outra perspectiva, a contextualização é vista como princípio norteador no processo de ensino na qual os contextos de estudo são objetos de conhecimento tão ou mais importantes que os conceitos científicos.

É válido ressaltar que, muitas vezes, a contextualização é resumida de forma inadequada, relacionada apenas a uma exemplificação do conteúdo com o cotidiano do aluno, de forma que possam se familiarizar com ele. No entanto, Bonatto e Lauxen (2023) trazem contribuições sobre a contextualização, argumentando que ela está voltada para a formação cidadã e, aliado a isso, busca promover uma aprendizagem mais significativa dos conteúdos científicos, além de contribuir para a intervenção mais consciente do indivíduo no meio em que vive.

Nesse sentido, uma forma de contextualização que tem se mostrado relevante, é a contextualização CTSA, a qual tem como objetivo auxiliar os alunos a desenvolverem percepções críticas e a reconhecerem sua responsabilidade em decisões importantes e coletivas, além de incentivá-los a assumir uma postura de comprometimento pela busca por soluções para problemas enfrentados pela sociedade (Rezende e Suart, 2024). Ainda, Cantanhede, Rizzatti e Cantanhede (2022) acrescentam que até o ano de 1990, tal abordagem era conhecida apenas pelos eixos CTS, sem considerar o Meio Ambiente, representada pela letra “A”, pois a temática de cuidado ambiental, até então, não tinha devida relevância e foi acrescida somente depois. Nesse viés, os autores ainda ressaltam a relevância da contextualização CTSA, que busca por significar e valorizar conhecimentos que não se restringem

apenas ao da disciplina, voltados também para a formação mais cidadã.

O ensino tradicional, que coloca o professor como fonte de conhecimento e que “transmite” informações para os alunos, pouco possibilita para o estudante desenvolver tais habilidades, restringindo a promoção de habilidades de pensamento crítico e o protagonismo do seu processo de ensino e aprendizagem. Portanto, acorda-se com Cunha *et al.* (2024, p. 11), sobre a necessidade de implementar abordagens diferentes das tradicionais que potencializam a motivação dos alunos para o aprendizado:

mas também destaca a necessidade contínua de adaptação dos educadores e sistemas educacionais para proporcionar um ambiente de aprendizagem eficaz e motivador para os estudantes

Pazinato e Braibante (2014) realizaram uma pesquisa com 32 estudantes do ensino médio em Santa Maria, RS, usando a metodologia de Estudo de Caso focada na melhoria da interpretação de textos e na habilidade de resolver problemas com conceitos de química. O caso, intitulado “A saúde de Maria Eduarda”, abordou temas como energia, unidades do SI e nutrição. Os alunos, organizados em grupos, produziram relatórios como parte da avaliação da pesquisa, os quais demonstraram sucesso no alcance dos seus objetivos, destacando a contribuição do EC em possibilitar a utilização dos conhecimentos químicos em situações do dia a dia e no desenvolvimento de habilidades, como identificação e resolução de problemas e interpretação de textos.

Martins e Salgado (2014) também conduziram uma pesquisa com estudantes do terceiro ano do ensino médio em uma escola pública de Porto Alegre, aplicando a metodologia de Estudos de Caso, buscando avaliar a compreensão de eletroquímica juntamente com o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao pensamento crítico. A pesquisa envolveu a divisão da turma em cinco grupos, cada um trabalhando em casos diferentes envolvendo conceitos como Corrosão, Metais de Sacrifício, Pilhas, Metais Pesados e Etilômetros. Os alunos entregaram relatórios finais e apresentaram suas soluções, demonstrando o desenvolvimento de habilidades como análise, argumentação, tomada de decisão, pesquisa e resolução de problemas, corroborando, assim, com evidências de que a metodologia EC pode auxiliar no

desenvolvimento de habilidades que se relacionam com o PC.

Compreende-se, portanto, PC como um movimento educacional que visa desenvolver habilidades específicas, como analisar dados, buscar soluções, gerar e analisar alternativas, produzir critérios e, também, a própria capacidade de o indivíduo avaliar criticamente argumentos vindos de outros e de construir argumentos mais sólidos. Assim, o PC não é algo aprendido, mas um processo em que se desenvolve por meio de uma orientação da mente, incorporado com domínio afetivo e cognitivo (Freire, 2007; Wasser, 2021).

Nesse viés, Newman *et al.* (1995) propuseram um modelo para identificar a manifestação do PC por meio de respostas dadas por alunos a questionamentos feitos a eles, por meio de indicadores positivos, para quando havia manifestação do PC, e negativo, para quando não havia a manifestação do PC. Um exemplo está no indicador “Conhecimento/Experiência”. Ele é qualificado como positivo, quando o aluno utiliza em sua resposta um material relevante que esteja além do material disponibilizado em sala de aula, evidenciando, também, o uso de seu conhecimento prévio e experiências pessoais. Já é negativo, quando o aluno deixa de utilizar algum material que faça relação com o tema em estudo e não se sente motivado a buscar conhecimentos externos. Os demais indicadores podem ser consultados no trabalho de Newman *et al.* (1995).

O referencial que será utilizado para analisar os dados desta pesquisa será o de Fernandes *et al.* (2019). No trabalho, os autores aplicaram um EC para alunos do curso Licenciatura em Química do ensino superior que envolvia conceitos de Química Orgânica. Para elaborarem suas categorias, os autores se basearam nos critérios de Freire (2007) e as propuseram de forma que determinem estágios e níveis que evidenciam o desenvolvimento do PC.

Como resultados da pesquisa, Fernandes *et al.* (2019) obtiveram um aumento significativo no nível do PC manifestado pelos alunos com o decorrer do EC. Os autores ressaltam, também, que a metodologia de EC demanda grande empenho, tanto do professor quanto dos alunos, para que seja possível alcançar um desenvolvimento satisfatório do PC pelos alunos. Algumas habilidades também foram destacadas por terem sido desenvolvidas por meio da metodologia EC, são elas:

“pesquisar, ampliar os conhecimentos, analisar um fato ou fenômeno sob diversos pontos de vista, trabalhar em equipe, levantar hipótese, argumentar, criticar, dialogar e propor soluções para diversos problemas” (Fernandes *et al.*, 2019, p. 11).

Outro referencial que deu suporte para a promoção e avaliação do PC pelos estudantes sem situações problematizadoras foi proposto por Freire (2007), a qual desenvolveu quatro categorias para isso, representando uma perceptiva de PC crítica e outra não crítica.

A Figura 1 a seguir, mostra as categorias criadas por Freire (2007), separadas por “Crítica”, quando o aluno demonstra alguma habilidade relacionada ao PC; e “Não Crítica”, quando o estudante não apresenta habilidades relacionadas ao PC:

Figura 1: Categorias relacionadas ao PC, propostas por Freire (2007).

Crítica	Não Crítica
Curiosidade Intelectual/Epistemológica: quando o estudante demonstra ter um desejo individual de buscar conhecimento ou explicações para além do que lhe foi oferecido, ou seja, quando demonstra interesse em saber mais.	Ignorância Intelectual/Epistemológica: que se compreende como o contrário da Curiosidade, evidenciada quando o aluno demonstra não querer buscar por novas informações e apenas aceita tudo que lhe é oferecido, sem questionar ou estar motivado para conhecer mais.
Pluralidade na Observação: quando o estudante consegue abranger diferentes pontos de vista sobre um mesmo assunto, como por exemplo, quando faz a relação CTSA de forma adequada.	Observação Ingênua: sendo o contrário da Pluralidade. Nesse caso o aluno apenas faz uma observação sobre o assunto de forma simples e limitada, considerando apenas o que lhe interessa e não busca por fazer interpretações mais abrangentes.
Profundidade na Interpretação: quando o estudante demonstra considerar a tendenciosidade das informações, sendo que não aceita toda informação como verdade antes de buscar interpretar qual meio, ou quem a apresentou, e analisar se a informação pode estar manipulada ou se tem veracidade.	Pseudo-Interpretação: quando o estudante entende o que lhe foi apresentado e já considera que sabe todas outras informações que façam relação com o assunto, fazendo generalizações erradas e tendo falsas interpretações.
Argumentação Fundamentada: quando o estudante apresenta mais que seu ponto de vista sobre o assunto, e também busca informações que possam fundamentar sua argumentação, de forma que chegue a uma conclusão crítica sobre o assunto.	Ausência de Argumentos: quando o estudante não traz nada além que seu ponto de vista, apenas sua opinião sem nenhuma justificativa ou conclusão.

Fonte: Dos autores

Nessa premissa, considera-se que pesquisas direcionadas a avaliar a contribuição da metodologia de EC no desenvolvimento do PC, são de grande valia, como forma de evidenciar suas potencialidades e limitações.

3 Metodologia

O EC elaborado nesta pesquisa, intitulado de “Assobiando e chupando cana”,

é fruto de um trabalho de monografia. Ele foi elaborado pelos pesquisadores com o intuito de contribuir para a promoção do PC pelos estudantes.

A metodologia envolveu a análise e a aplicação do EC, desenvolvido pelos pesquisadores, sendo um deles, professor em formação inicial, o qual foi o responsável pela aplicação da sequência de aulas. Sua elaboração considerou as características de um bom caso, propostas por Herreid (1998).

A Figura 2 a seguir, mostra os critérios estabelecidos por Herreid e, também, como o caso “Assobiando e chupando cana” os contemplou:

Figura 2: Análise do caso “Assobiando e chupando cana”, pelos critérios de Herreid (1998).

Característica para um bom caso	Como estão presente no caso
Um bom caso narra uma história	O caso é uma história, ou seja, uma narrativa contando uma sequência de acontecimentos que envolvem personagens, lugares, e diálogos entre os personagens.
Um bom caso desperta o interesse pela questão	A situação da família induz certa empatia pelos próprios leitores e o drama enfrentado por João mostra a necessidade de uma solução. Ainda, diversos alunos que participaram do desenvolvimento deste Estudo de Caso conhecem o produto “Cachaça”, pois são filhos de agricultores que plantam cana-de-açúcar ou até mesmo conhecem nomes de grandes produtoras de cachaça.
Um bom caso deve ser atual	A atualidade do caso é exibida no primeiro parágrafo, informando que a situação ocorreu no ano de 2019.
Um bom caso produz empatia com os personagens centrais	O diálogo dos personagens, o drama financeiro e o problema a ser enfrentado, aproxima o leitor dos personagens principais, motivando-o a encontrar uma solução para o caso, mesmo que indiretamente.
Um bom caso inclui citações	O trecho que afirma que a cana de açúcar é cultivada em Lagoa da Prata, próxima a um lago salino, é uma citação presente no caso.
Um bom caso é relevante ao leitor	Os conteúdos abordados são de importância para o estudante, principalmente em questões de participação crítica em âmbito social.
Um bom caso deve ter utilidade pedagógica	Considerando o incentivo de desenvolver o Pensamento Crítico dos alunos em relação à sustentabilidade, conscientização e reutilização de materiais, a relevância é mostrada no aprendizado do convívio social.
Um bom caso provoca um conflito	O conflito do caso é específico na aprovação de Pedro na Universidade e a condição financeira de João.
Um bom caso força uma decisão	A estratégia usada para determinar urgência na solução foi a entrada do filho mais novo na Universidade, onde suas despesas são bancadas pelo pai que necessita de uma renda para manter seus filhos estudando.
Um bom caso tem generalizações	A compreensão dos conceitos abordados não está apenas para solução desse caso, serve, também, como aprendizado que poderá ser utilizado em outras situações.
Um bom caso é curto	Este caso é de um tamanho ideal para que se crie empatia suficiente com os personagens, explique corretamente a situação e condições específicas, deixando claro para o estudante qual a problemática deve ser solucionada, sem ficar cansativo.

Fonte: Dos autores

O caso em questão conta a história de um pai e seus dois filhos universitários. Para sustentá-los e aumentar a renda da família, ele começa a produzir cachaça a partir da cana-de-açúcar cultivada pelo seu irmão em Lagoa da Prata, MG; lavoura essa irrigada com a água de um lago salino. No entanto, suas primeiras tentativas de

produzir cachaça foram frustrantes, levando a um produto de forte odor e muito amargor. Neste cenário, os estudantes precisariam, por meio dos conceitos e da contextualização CTSA promovida durante as aulas, resolver o problema considerando a relação da água de irrigação com o produto de baixa qualidade.

É importante destacar que a cachaça é um produto simples de se produzir, conhecida por diversas pessoas e o fato de se trabalhar essa temática não está em incentivar os alunos ao consumo de bebidas alcoólicas ou de criar afinidade com a mesma, mas por ela possibilitar desenvolver diversos conceitos químicos, geográficos e biológicos de grande importância em contexto escolar e social.

A pesquisa se caracteriza como qualitativa (Pitanga, 2020), tendo como abordagem metodológica um estudo de caso desenvolvido em uma escola pública de uma cidade do interior de Minas Gerais, para 22 alunos do terceiro ano do ensino médio, de forma presencial, no primeiro semestre de 2022. Para análise dos dados utilizamos a análise do conteúdo de Bardin (2010), a qual, por meio dos dados obtidos, foram feitas inferências sobre a manifestação do desenvolvimento do PC pelos estudantes por meio do EC. Embora esse estudo se limite a uma situação de estudo em específico, ela também apresenta potencialidades de contribuir para outras áreas do conhecimento, já que proporciona ações e encaminhamentos para promoção do PC de estudantes a partir do desenvolvimento do EC.

As aulas para o desenvolvimento do EC foram elaboradas e pensadas como forma de auxiliar na contemplação dos objetivos da pesquisa. Os planos de aula utilizados pelo professor foram elaborados e, posteriormente, apresentados à um grupo de pesquisa, como forma de validá-los.

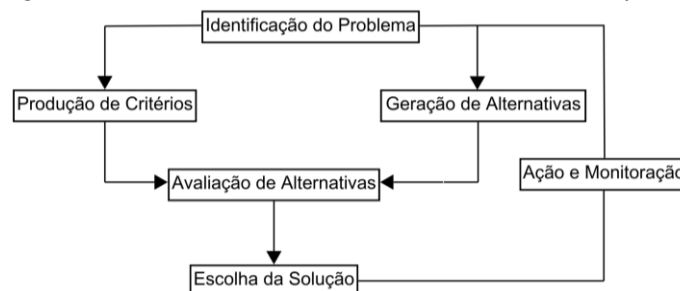
A primeira aula teve como foco apresentar a metodologia de EC aos alunos e levantar as suas concepções prévias sobre os conceitos que seriam tratados ao longo das aulas, além de iniciar a problematização de alguns conceitos, de forma a possibilitar uma reflexão a respeito do caso. A segunda aula teve como objetivo utilizar de um vídeo³, o qual abordava o processo de produção da cachaça, e a partir dos processos discutidos no vídeo, desenvolver conceitos químicos relacionados. A

³<https://www.youtube.com/watch?v=4dvkmEbpgMM>

terceira aula teve como objetivo desenvolver assuntos de temática social e ambiental, utilizando do assunto de descarte e reutilização do lixo e resíduos. A quarta aula teve como propósito a resolução do caso, sendo um fechamento/sistematização. Por meio de um Questionário mediador, discutiu-se com os estudantes quais soluções foram encontradas para o caso e quais seriam as melhores decisões a serem tomadas com relação ao problema.

Os dados foram coletados por meio dos Questionários aplicados durante o desenvolvimento do EC em sala de aula, em todas as aulas. A sua proposição foi embasada no Modelo proposto por Kortland (1996), o qual incentiva o estudante a tomar decisões de forma que considerasse diferentes aspectos dentre os CTSA, fomentando o desenvolvimento do PC e, também, ajudando o aluno a refletir sobre questões importantes para a resolução do caso. Apresenta-se, a seguir, na Figura 3, o Modelo de Kortland:

Figura 3: Modelo de tomada de decisão de Kortland (1996).



Fonte: Dos autores

No Quadro 1 a seguir, será demonstrada a relação de cada pergunta elaborada para os Questionários 1 e 2 com os critérios propostos por Kortland (1996). Os Questionários apresentavam as mesmas perguntas e foram respondidos pelos estudantes na primeira e na segunda aula, respectivamente.

Durante a pesquisa, após a aplicação do Questionário 2, percebemos que grande parte dos alunos se mostraram insatisfeitos em responderem novamente as mesmas perguntas e, por considerarmos que esse fato poderia impactar negativamente os resultados da pesquisa, os Questionários das aulas 3 e 4 foram reelaborados, buscando reduzir a quantidade de perguntas, mas de forma a não perdermos a fidedignidade e validade dos dados.

Quadro 1: Relação das perguntas do Questionário 1 e 2 com os critérios de Kortland (1996).

Questionários 1 e 2	
Número da pergunta	Críticos de Kortland (1996)
1- Faça uma reflexão sobre o Estudo de Caso e explique os principais assuntos apresentados.	Identificação do Problema
2- Qual a gravidade do problema apresentado?	Produção de Críticos
3- Relacione o problema apresentado com questões de (Justifique sua resposta em todos): -Ciência; -Tecnologia; -Sociedade; -Meio Ambiente.	Identificação do Problema
4- De que forma o problema afeta a Sociedade e o Meio Ambiente?	Produção de Críticos
5- Quais decisões podem ser tomadas de acordo com a situação do Caso?	Geração de Alternativas
6- É possível solucionar o caso apenas com as decisões citadas anteriormente? Justifique.	Avaliação de Alternativas
7- Considerando aspectos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, qual das medidas é a mais adequada para a solução do problema? Por quê?	Escolha da Solução
8- Demonstre um plano de ação através de uma história, desenho e fluxogramas, utilizando os personagens do caso com a melhor decisão a ser tomada para a solução do caso.	Geração de Alternativas/Avaliação de Alternativas/Escolha da Solução/Ação e Monitoração

Fonte: Dos autores

O Questionário 3, respondido na terceira aula, foi desenvolvido pensando em fomentar o PC dos alunos quanto suas decisões no impacto da sociedade e do meio ambiente. É válido ressaltar que, como foi necessário reduzir o tamanho dos Questionários, alguns Críticos de Kortland (1996) deixaram de ser explicitamente contemplados nas perguntas propostas, o que não implica na impossibilidade de os estudantes terem utilizado as habilidades relacionadas a eles. Além disso, o fato de o Questionário 3 exigir menos habilidades relacionadas a alguns critérios, pode ter auxiliado os estudantes a pensarem de forma mais estruturada e gradativa sobre os demais critérios, presentes no Questionário 4. Apresenta-se, a seguir, no Quadro 2, as respectivas relações dos critérios de Kortland (1996), com cada pergunta do Questionário 3.

Quadro 2: Relação das perguntas do Questionário 3 com os critérios de Kortland (1996).

Questionário 3	
Número da pergunta	Críticos de Kortland (1996)
1- Como o descarte inadequado de resíduos afeta a sociedade?	Identificação do Problema/Produção de Críticos
2- E o Meio Ambiente?	Produção de Críticos
3- Como pode ser reutilizado o bagaço da cana do Caso?	Identificação do Problema

Fonte: Dos autores

Já no Quadro 3, apresenta-se as respectivas relações dos critérios de Kortland (1996), com cada pergunta, para o Questionário 4, respondido pelos estudantes na quarta e última aula:

Quadro 3: Relação das perguntas do Questionário 4 com os critérios de Kortland (1996).

Questionário 4	
Número da pergunta	Crítérios de Kortland (1996)
1- Mostre como os seguintes aspectos (CTSA) se relacionam com o caso.	Identificação do Problema/Produção de Crítérios
2- Demonstre a melhor solução do caso através de uma história, desenho e/ou fluxogramas, utilizando os personagens do caso com a melhor decisão a ser tomada para a sua solução.	Geração de Alternativas/Avaliação de Alternativas/Escolha da Solução/Ação e Monitoração

Fonte: Dos autores

Os Questionários também passaram por validação por um grupo de pesquisa.

A análise das respostas dos estudantes aos Questionários foi realizada utilizando-se a Análise de Conteúdo, correspondendo à visão de Laurence Bardin, que auxiliou na organização do material coletado, proposição de categorias, leitura flutuante e inferências (Bardin, 2010).

Apresenta-se, a seguir, na Figura 4, as categorias e reelaboradas e seus respectivos níveis (N):

Figura 4: Categorias reelaboradas a partir do referencial de Fernandes *et al.* (2019).

Categoria 1: Curiosidade Intelectual/Epistemológica (PC-1)
N1: O indivíduo apresenta informações que já foram apresentadas durante as aulas. Aceita as informações/explicações sem refletir ou questioná-las.
N2: O indivíduo busca apresentar outras informações além das que foram apresentadas, porém, não demonstra domínio aprofundado sobre as novas informações.
N3: O indivíduo apresenta outras informações novas e demonstra domínio e compreensão sobre elas.
Categoria 2: Pluralidade na Observação (PC-2)
N1: O indivíduo não demonstra fazer relações do seu ponto de vista com nenhum outro aspecto ou situação.
N2: O indivíduo apresenta relação da sua resposta considerando relacionar aspectos entre: Ciência-Tecnologia (CT), Ciência-Sociedade (CS), Ciência-Ambiente (CA), Tecnologia-Sociedade (TS), Tecnologia-Ambiente (TA) e Sociedade-Ambiente (AS), porém, apenas entre duas óticas diferentes.
N3: O indivíduo demonstra relacionar sua resposta considerando pelo menos três óticas diferentes: Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), Ciência-Tecnologia-Ambiente (CTA), Ciência-Sociedade-Ambiente (CSA), Tecnologia-Sociedade-Ambiente (TSA) ou Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA).
Categoria 3: Profundidade na Interpretação (PC-3)
N1: O indivíduo julga como necessário apenas sua compreensão superficial sobre o assunto, não busca fazer generalizações ou questionamentos.
N2: O indivíduo compreende a informação de forma correta e expressa corretamente seu ponto de vista.
N3: O indivíduo consegue compreender de maneira correta a informação e ainda traz informações de outras fontes que pesquisou.
Categoria 4: Expressão Fundamentada (PC-4)
N1: O indivíduo se expressa apenas utilizando de um conjunto de informações sem conclusões e/ou que façam relação com a matéria estudada.
N2: O indivíduo utiliza dos conceitos estudados para fundamentar sua resposta.
N3: O indivíduo se fundamenta nos conceitos estudados e ainda faz relação da sua resposta com Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA).

Fonte: Dos autores

O nível de desenvolvimento do PC manifestado por meio das respostas dos alunos aos Questionários aplicados, foi analisado utilizando o referencial de Fernandes *et al.* (2019), o qual necessitou de alterações, pois algumas categorias não se adequaram tão bem à questão e pesquisa deste trabalho, uma vez que as categorias originais elaboradas para a pesquisa de Fernandes e colaboradores se

direcionavam para o ensino superior. Nesse sentido, assim como esses autores, partiu-se dos critérios de Freire (2007) para a readaptação das categorias.

Fernandes *et al.* (2019) também apresentam uma forma de se avaliar o desenvolvimento do PC dos alunos, utilizando de um sistema de soma, que considera os níveis alcançados pelas respostas dos alunos em cada categoria proposta, que aumentam proporcionalmente ao nível em que a resposta foi classificada. Assim, também foi reelaborado o sistema de soma, partindo-se do princípio que as habilidades manifestadas em PC-1, PC-2, PC-3 e PC-4, de um mesmo nível, tem a mesma credibilidade e, portanto, os níveis equivalentes têm o mesmo valor.

A figura 5 a seguir mostra o sistema de pontuação.

Figura 5: Pontuações para qualificar o desenvolvimento do PC após alterações.



Fonte: Dos autores

Como forma de se alcançar maior fidedignidade nas inferências, foram analisadas as respostas de dez alunos, pois estes participaram de todas as aulas e responderam todos os quatro Questionários propostos. Cada resposta, de cada um dos dez alunos, para cada um dos quatro Questionários, será classificada de acordo com os níveis da Figura 4, e, dessa maneira, o valor da resposta do aluno será de acordo com a Figura 5.

Destaca-se que também foi realizada validação das análises das respostas dos estudantes pelo grupo de pesquisa.

Evidencia-se que pesquisa está cadastrada em comitê de ética⁴ e que a

⁴Essa pesquisa está cadastrada no Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 81218524.1.0000.5148

identidade dos estudantes foi mantida em sigilo, sendo eles representados pelas letras do alfabeto.

4 Resultados e discussão

Cabe ressaltar, que a maior soma possível que indica maior evolução do PC será de 12, pois considerando que as respostas do aluno sejam classificadas no maior nível possível (N3), terá o valor referente a cada uma das categorias, de acordo com a Figura 5. Assim, por exemplo, considerando o valor do nível 3 para todas as categorias (PC-1, PC-2, PC-3 e PC-4), a resposta do aluno alcançará $3+3+3+3$, totalizando 12 pontos.

A Tabela 1, a seguir, apresenta a média contemplada, de acordo com a Figura 5, por cada estudante em cada Questionário aplicado. Vale ressaltar que a média total dos valores de PC alcançados pelos alunos no Questionário 1 foi de **5,32**, no Questionário 2, foi de **6,4**, no Questionário 3, foi de **8,16**, e, por fim, no Questionário 4, foi de **9,1**.

Tabela 1: Média dos alunos para cada Questionário aplicado.

Questionário 1										
Alunos	A	C	F	G	H	M	P	R	T	U
Média	5,5	4,6	4,5	4,4	5,3	5,3	6,6	5,0	5,0	7,0
Questionário 2										
Alunos	A	C	F	G	H	M	P	R	T	U
Média	5,8	6,8	4,3	7,0	5,7	4,8	7,3	8,75	7,9	6,2
Questionário 3										
Alunos	A	C	F	G	H	M	P	R	T	U
Média	9,3	8	6,3	6,7	6,7	8,3	8,3	9,7	9	9,3
Questionário 4										
Alunos	A	C	F	G	H	M	P	R	T	U
Média	12	10	12	5	8	12	7,5	6,5	8	10

Fonte: Dos autores

Verifica-se, analisando os Questionário 1 e 2, que o aluno C evoluiu sua média de 4,6 para 6,8. A pergunta de número 3, por exemplo, solicitava a relação dos aspectos Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente com o caso proposto, a qual não foi respondida pelo estudante no primeiro Questionário. Já no segundo, o aluno conseguiu respondê-la, relacionando corretamente todos os aspectos, conforme excerto a seguir: CIÊNCIA: “Processo da cana até virar cachaça”.; TECNOLOGIA, “Processo de destilação”.; MEIO AMBIENTE: “Mal cultivo”.; SOCIEDADE: “Economia”.

Assim, a resposta do estudante foi classificada no nível N3 de PC nas quatro

categorias (PC-1, PC-2, PC-3 e PC-4). Considerando a Curiosidade Intelectual/Epistemológica (PC-1), no aspecto Sociedade, o aluno traz uma informação nova quando descreve sobre “Economia”. Essa informação não havia sido apresentada pelo estudante anteriormente e não havia sido discutida nas aulas até aquele momento, podendo ter vindo de pesquisas/buscas feitas pelo estudante, sendo assim classificada como nível N3, habilidades de PC consideradas de suma relevância para Freire (2007). Quanto à Pluralidade na Observação (PC-2), o estudante consegue relacionar, corretamente, pelo menos 3 aspectos da relação CTSA e, dessa forma, a resposta foi classificada no nível N3. Quanto à Profundidade da Informação (PC-3), além de trazer novas informações, o estudante demonstra compreender corretamente as demais, e sua resposta se qualifica, também, como nível N3. Por último, na categoria Expressão Fundamentada (PC-4), o aluno utiliza dos conceitos tratados corretamente para fundamentar sua resposta, além de abranger os quatro aspectos CTSA, tendo sua resposta classificada no nível 3 de PC, o que demonstra grande evolução, possibilitando inferir que ele pode ter se sentido mais motivado a responder à questão devido às exigências da metodologia diferenciada (Alcivar, Quimi e Barberan, 2020). Além disso, os conceitos tratados em sala de aula podem ter auxiliado o aluno a expandir sua visão, de forma a abranger diferentes aspectos da relação CTSA para justificar as suas decisões. O mesmo aconteceu com os alunos G e U, que não responderam à questão 3 na primeira aula, porém, na segunda, conseguiram responder corretamente.

Cabe ressaltar que a pergunta de número 3, a qual requeria que os alunos relacionassem o problema apresentado com questões de Ciência, Tecnologia, Meio Ambiente e Sociedade, além de solicitar a identificação do principal problema do caso, recebeu no primeiro Questionário apenas 5 respostas para 10 alunos participantes da pesquisa, e quando aplicada novamente no segundo Questionário, aumentou para um total de 7 respostas. Ambos os Questionários foram entregues ao fim das respectivas aulas. Isso pode se justificar pela dificuldade enfrentada pelos alunos em relacionar o caso com os aspectos CTSA, desde seu início, já que era um dos primeiros contatos da classe com a metodologia EC e uma abordagem que contemplasse tais aspectos. A partir disso, antes de entregar o Questionário aos alunos, na segunda aula, foram feitas algumas perguntas que os levassem a refletir sobre o que tratavam os aspectos

CTSA. No entanto, considerando as regências das primeira e segunda aulas, os aspectos Ciência e Tecnologia foram mais enfatizados pelo professor em formação inicial, e os aspectos Sociedade e Meio Ambiente foram abordados de maneira mais superficial, sendo este, um forte indício que pode justificar a maior presença de respostas considerando os aspectos Ciência e Tecnologia, em relação à Sociedade e Meio Ambiente. Uma visão sobre essa dificuldade em abordar os quatro aspectos CTSA é trazida por Marcondes *et al.* (2016). Os autores argumentam que o professor, e neste caso um professor em formação inicial, pode ainda centrar e valorizar suas explicações enfatizando a ciência, e, assim, outros aspectos fiquem em segundo plano. Dessa forma, chama a atenção para a relevância de momentos de discussão na formação inicial de professores, que busquem romper com traços do ensino mais tradicional e conteudista.

O aluno R demonstra uma evolução relevante do primeiro Questionário para o segundo, passando sua média de 5 para 8,75, mesmo respondendo uma quantidade menor de perguntas no Questionário 2. Isso se justifica, pois a maior parte de suas respostas para o Questionário 2 foram classificadas em níveis maiores, como por exemplo, para a pergunta 1, a qual foi classificada no nível 3 nas categorias PC-2 (Pluralidade na Observação) e PC-4 (Expressão Fundamentada); para a pergunta 5, apresenta nível 3 na categoria PC-3 (Pluralidade na Interpretação); e na pergunta 8, foi classificada como nível 3 em todas as categorias (PC-1, PC-2, PC-3 e PC-4). Uma das respostas que mais chamou a atenção foi a de número 8, que solicitava demonstrar um plano de ação através de uma história, desenho e/ou fluxogramas, relacionando os personagens do caso com a melhor decisão a ser tomada para ele. O aluno R, inicialmente, não havia respondido a essa pergunta, no primeiro Questionário, mas já no segundo, por mais que não utilize dos gêneros textuais solicitados na pergunta, traz contribuições interessantes. A seguir, apresenta-se a transcrição da resposta dada pelo aluno R para a pergunta 8, do Questionário 2.

“É por em prática cursos gratuitos, divulgação correta sobre analisar o solo é uma solução para o problema.”.

Considerando a categoria 1 (PC-1), Curiosidade Intelectual/Epistemológica, a resposta do aluno foi classificada como nível 3, pois são apresentadas outras

informações que não foram refletidas durante as aulas, sendo elas os cursos gratuitos e divulgação correta, acordando assim com as ideias propostas por Newman *et al.* (1995), ao se referirem sobre o indicador de PC “Conhecimento/Experiência”, sendo ele manifestado positivamente quando o aluno apresenta um material relevante que foi trazido de fora da sala de aula, ou seja, que o professor não apresentou ao aluno. Também na categoria 2 (PC-2), Pluralidade na Observação, a resposta do estudante foi classificada como nível 3, pois ela se relaciona com todos os aspectos, sendo os cursos gratuitos e a divulgação, ao aspecto Sociedade, e a proposta de analisar o solo, relacionado à Ciência, à Tecnologia e ao Meio Ambiente. Na categoria 3 (PC-3), Profundidade na Interpretação, a resposta foi classificada como nível 3, pois além de o estudante compreender de maneira correta uma decisão coerente a ser tomada, traz novas informações. Na categoria 4 (PC-4), Expressão Fundamentada, a resposta também foi classificada como nível 3, pois o aluno se embasa nos conhecimentos aprendidos em sala de aula para expor sua ideia, além de relacionar corretamente com aspectos CTSA, indo assim, em direção ao proposto por Moreira (2023), na relevância de o aluno estabelecer corretamente as possíveis relações que possam ser feitas a partir do conhecimento aprendido significativamente.

A pergunta de número 8, do primeiro e do segundo Questionários, foi a questão que menos se obteve respostas, talvez devido ao fato de solicitar um maior envolvimento para sua resolução pelos alunos, o que parece não os ter motivado. Algo inesperado, pois, como traz Masi (2021), o desenho pode atuar auxiliando na exposição de ideias e conceitos fundamentados pelos alunos, que, não necessariamente, conseguiriam expor através da escrita, além de auxiliar na conexão de ideias. E essa falta de motivação, apontada por Cruz e Güllich (2022), pode ser vinculada ao costume dos alunos com abordagens de ensino mais tradicionais e que fomentam pouco seu PC, fazendo com que não se sintam interessados em responder perguntas que demandem maior esforço cognitivo.

O Questionário 3 foi o mais respondido pelos estudantes, e contava com apenas três perguntas, ou seja, um menor número de perguntas em relação aos das aulas anteriores, o que pode ter contribuído para um maior engajamento nas respostas e, conseqüentemente, níveis de PC mais elevados. Deve-se levar em conta, também, que os alunos já estavam na terceira aula, podendo ter mais argumentos

fundamentados para responder às perguntas, devido ao desenvolvimento de conceitos e reflexões. Aliado a isso, os questionamentos da aula direcionaram os alunos a considerar os danos que o descarte incorreto do lixo poderia causar à sociedade e ao meio ambiente, além dos danos causados pela poluição, incentivando o desenvolvimento do PC e sensibilizando-os sobre a importância de atuarem mais conscientemente na sociedade, tomando decisões corretas e que não impactassem o Meio Ambiente (Rodrigues e Rodrigues, 2024 Tenreiro-Vieira e Vieira, 2014).

O aluno A demonstra evoluir consideravelmente sua média no Questionário 3, alcançando um valor de 9,3, sendo que no Questionário 1, obteve uma média de 5,5, e no Questionário 2, alcançou 5,8. Pode-se observar isso, em sua resposta para a questão número 1 do Questionário 3, que foi classificada como nível 3 para duas categorias, PC-1 (Curiosidade Intelectual/Epistemológica) e PC-3 (Profundidade na Interpretação). A pergunta solicitava “Como o descarte inadequado de resíduos afeta a sociedade?” O aluno A respondeu:

“Afeta com doenças, animais indesejados, infertilidade do solo se os resíduos forem jogados no lugar errado.”.

Analisando a Curiosidade Intelectual/Epistemológica (PC-1), a resposta é classificada como nível 3, pois demonstra que o aluno domina os conceitos que utiliza para responder à questão, e, ainda, traz novas informações a respeito da infertilidade do solo causada pelo descarte incorreto de resíduos. Considerando a Pluralidade na Observação (PC-2), a resposta passa a ser classificada como nível 2, pois se relaciona com apenas dois aspectos, considerando impactos a sociedade e ao meio ambiente, ao julgar que o descarte de resíduos atrai animais e doenças (sociedade) e infertilidade do solo (ambiente). Ao analisar a Profundidade na Interpretação (PC-3), a resposta foi classificada como nível 3, pois traz informações corretas e ainda apresenta informações de outras fontes, fazendo relação com o indicador “Relevância” proposto por Newman *et al.* (1995), sendo que na resposta do aluno estão presentes informações relevantes relacionadas à pergunta e que não há concepções alternativas, ou poucas. Quanto à categoria Expressão Fundamentada (PC-4), a resposta foi classificada como nível 2, pois em sua resposta, o aluno apresenta fundamentação com os conceitos estudados, porém, não faz relação com

os aspectos CTSA.

O aluno T chama atenção quanto sua resposta para a questão de número 2 do Questionário 3, alcançado nível 3 em todas as categorias. Ainda, nota-se que sua média para o Questionário 3 (9) foi a maior quando comparada com outros Questionários. Vale ressaltar que a pergunta número 2 é um complemento da pergunta número 1. A primeira pergunta questionava como o descarte inadequado de resíduos afetava a sociedade, e a segunda pergunta direcionava para como o descarte inadequado de resíduos afetava o meio ambiente. A seguir, apresenta-se a resposta do aluno T:

“Afeta contaminando o solo com substâncias resultantes de reações químicas, como o chorume, contaminando também rios e lençóis freáticos. Podendo acarretar doenças.”

Considerando a Curiosidade Intelectual/Epistemológica (PC-1), a resposta foi classificada como nível 3, pois o estudante demonstrou domínio sobre as informações que apresentava e trouxe novas informações. Foi classificada como nível 3, também na categoria Pluralidade na Observação (PC-2), pois ele relaciona pelo menos três aspectos da abordagem CTSA, sendo evidenciada a Ciência quando se refere às “substâncias resultantes de reações químicas”, o Meio Ambiente quando diz sobre “Afeta contaminando o solo... rios e lençóis freáticos”, e por fim, a sociedade, quando adiciona “Podendo acarretar doenças”. Assim, é válido ressaltar que, nesse momento, os alunos conseguiam de forma satisfatória fazer relações considerando aspectos CTSA, e como defendido por Gava e Rocha (2024), essa habilidade possibilita ao aluno interpretar situações e questões de forma abrangente e menos abstratas, tais como os relacionados à natureza social, política, ambiental e econômico. Sobre a Profundidade na Interpretação (PC-3), a resposta foi classificada como nível 3, pois além de novas informações, demonstra que consegue compreender corretamente o assunto. Por fim, analisando a Expressão Fundamentada (PC-4), também foi classificada como nível 3, pois o aluno se fundamenta em conceitos tratados durante a Sequência de Aulas e faz relação, ainda, com aspectos CTSA em sua resposta.

O quarto Questionário foi o que a sala obteve melhor média total das pontuações. Assim, é válido ressaltar que os alunos se encontravam, nesse momento,

bem mais motivados pela metodologia e a abordagem adotadas, sendo muito mais participativos e dispostos a refletir sobre as problematizações, assim como afirmam Alcivar, Quimi e Barberan (2020), sobre as metodologias que colocam o estudante como centro do processo de aprendizagem oferecerem melhores possibilidades deles se sentirem motivados e participarem conscientemente e criticamente na construção do seu próprio conhecimento. Ainda, essa aula foi direcionada para sistematização das ideias, e o professor em formação inicial retomou os aspectos CTSA envolvidos no caso, bem como identificados pelos alunos nas respostas aos Questionários anteriores, sendo um momento que proporcionou discussões e, como ressaltam, Silva, Oliveira e Suart (2021), o momento de discussão permite levar o aluno a considerar diferentes perspectivas, auxiliando-os na fundamentação de alguns conceitos ainda não tão consolidados, tendo a oportunidade de refletirem sobre mais ideias que fomentem o PC.

Por exemplo, a resposta do aluno A para a pergunta 2, a qual foi classificada no nível 3, em todas as categorias. Chama atenção o aumento significativo de sua média comparada aos Questionários anteriores, sendo que no primeiro Questionário alcançou média de 5,5; no segundo Questionário 5,8; no terceiro Questionário 9,3; e, por fim, no quarto Questionário 12,0. Vale ressaltar que o aluno A alcançou valor máximo no último Questionário sem responder à primeira pergunta, porém, acredita-se que o aluno não compreendeu que a primeira pergunta era para ser respondida isoladamente, demonstrando ter respondido às perguntas 1 e 2 juntamente. A pergunta solicitava: “Demonstre a melhor solução do caso através de uma história, desenho e/ou fluxogramas, utilizando os personagens do caso com a melhor decisão a ser tomada para a sua solução.”. E o aluno deu a seguinte resposta:

“Para diminuir o sal da cana ele pode mudar de lugar a plantação, a irrigação da cana, trocar o lago, usar mais tecnologias para a plantação, usar o bagaço da cana para alimentar porcos, serve para fazer o etanol e com o consumo certo não atrapalha a convivência da população, com pragas e insetos inadequados, e ao meio ambiente o plantio adequado para não atrapalhar a fertilização da terra, a ciência ajuda com a destilação da cachaça.”.

Analisando a Curiosidade Intelectual/Epistemológica (PC-1), a resposta foi

classificada como nível 3, pois são apresentadas informações novas sobre o uso do bagaço da cana para produzir o etanol e melhorar a fertilização da terra, podendo fazer relação, novamente, com outro indicador sugerido por Newman *et al.* (1995), o qual argumenta sobre a “Novidade”, estando presente quando o aluno não repete apenas o que já foi feito, ou que escreve praticamente as mesmas informações trazidas pelo professor. Sobre a Pluralidade na Observação (PC-2), a resposta foi classificada como nível 3, pois é feita associação com pelo menos três aspectos da relação CTSA: a Ciência quando se refere à destilação da cachaça; a Tecnologia citada diretamente na resposta “usar mais tecnologia para a plantação”; a Sociedade quando se refere ao convívio da população; e o Meio Ambiente quando fala sobre a fertilidade da terra. Ao analisar a Profundidade na Interpretação (PC-3), ela é classificada como nível 3, pois são apresentadas informações coerentes com o conteúdo estudado e ainda traz informações novas. Sobre a Expressão Fundamentada (PC-4), foi classificada como nível 3, pois nota-se a fundamentação dos conceitos estudados em sua resposta, a qual ainda apresenta relação com aspectos CTSA, o que, de acordo com Tenreiro-Vieira e Vieira (2014), demonstra ser uma habilidade relacionada ao desenvolvimento do PC, pois o aluno conseguiu fundamentar sua resposta a partir do conhecimento que significou.

Assim, a partir dos resultados, observa-se que os estudantes desenvolveram seu PC, manifestando habilidades relacionadas à: Curiosidade Intelectual/Epistemológica, buscando por informações confiáveis; Pluralidade na Observação, fazendo relação dos aspectos CTSA em suas respostas; Profundidade na Interpretação, demonstrando compreender corretamente as informações e Expressão Fundamentada, já que alunos apresentam se fundamentar nos conceitos estudados nas suas respostas, além de, ainda, fazer relações CTSA.

5 Considerações Finais

Aprender por meio de um Caso que abordou a questão da produção de “Cachaça”, pode ter trazido maior motivação e participação pelos estudantes, pois é um produto fortemente conhecido no Brasil e principalmente, em Minas Gerais.

Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi desenvolver um EC como forma de fomentar o PC de estudantes do Ensino Médio. Pode-se dizer, a partir dos resultados

obtidos, que houve uma manifestação evolutiva do PC por parte dos alunos, sendo que com o desenvolvimento do EC, e com auxílio de questionamentos e problematização, os estudantes responderam perguntas que antes não conseguiam, considerando suas opiniões sobre diferentes perspectivas, levando em conta o bem da sociedade e o cuidado com o meio ambiente. Ainda, é válido enfatizar, que os alunos foram incentivados a escrever suas respostas o mais bem elaboradas possíveis, pois como apontado por Suart *et al.* (2013), a habilidade de escrever não tem sido valorizada em disciplinas de exatas, sendo que é dado muito enfoque nas fórmulas e cálculos, e os alunos acabam por não terem momentos para refletirem e aperfeiçoar suas habilidades de escrita.

A metodologia de EC, juntamente com a abordagem investigativa desenvolvida durante as aulas, foi novidade para todos os estudantes, que pouco haviam se deparado com essa metodologia e disseram ter se sentido motivados a buscar por uma solução para o caso. Notou-se, ainda, que no início das aulas, grande parte dos alunos não participava dos questionamentos e mediações realizadas pelo professor/pesquisador, mesmo já tendo familiaridade com ele, demonstrando não estarem acostumados com o ensino investigativo, e se sentindo desconfortáveis por serem questionados consecutivamente. Porém, com o progresso das aulas, os alunos foram engajando nas discussões com maior frequência e demonstrando se sentirem mais motivados a dar sequência no desenvolvimento das discussões.

É válido ressaltar que os estudantes alegaram em aula, não ter gostado de responder o mesmo Questionário duas vezes seguidas, podendo assim, justificar a quantidade de perguntas que não foram respondidas no segundo Questionário.

A formação de cidadãos mais conscientes, participativos e críticos, que saibam atuar de maneira positiva em decisões importantes que envolvam o bem da sociedade e do meio ambiente, se mostra cada vez mais indispensável, portanto, essa pesquisa é uma forma de contribuir e incentivar novas pesquisas voltadas para uma formação mais crítica de cidadãos, tanto como outras pesquisas que busquem melhores abordagens de ensino e para a formação de indivíduos mais críticos.

A elaboração, desenvolvimento, aplicação e avaliação desta pesquisa, contribuiu de forma significativa para a formação do próprio pesquisador, contando

com momentos de debates e reflexões com o grupo de pesquisa, o que possibilitou destacar potencialidades, como: o uso da abordagem investigativa, que incentiva o estudante a ser protagonista do seu aprendizado, e o professor atua como um mediador/problematizador; aplicação da metodologia de EC, a qual possibilita os estudantes no desenvolvimento de diferentes habilidades, como analisar dados, buscar soluções, gerar alternativas, analisar alternativas, produzir critérios; e contextualização CTSA, que traz importantes contribuições para o desenvolvimento do PC, levando os estudantes a refletirem sobre situações importantes, de forma que considerem aspectos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente.

Mas, as ações desenvolvidas também mostraram limitações, como por exemplo, a ansiedade do professor em formação inicial em ministrar aulas, bem como falta de experiência e inseguranças. Isso reforça, a importância de o professor em formação inicial ter contato com situações relacionadas à profissão de professor, podendo se familiarizar com o ambiente de sala de aula, desenvolver planos de aulas, e realizar discussões com seu grupo e orientador, para reformular ideias e medidas, como forma de se tornar um profissional responsável e reflexivo.

Assim, consideramos que esse trabalho foi importante, tanto para o desenvolvimento pessoal e profissional do pesquisador, quanto para os estudantes que participaram dele, os quais demonstraram ter desenvolvido seus pensamentos mais críticos com auxílio da metodologia de EC, a partir da análise de suas respostas para os Questionários.

Dessa forma, enfatiza-se que se utilize da metodologia de EC como forma de auxiliar os estudantes a desenvolverem diferentes habilidades cognitivas e o PC, em qualquer etapa da educação, tanto no ensino médio quanto no ensino superior. Ainda, o pesquisador ressalta que utilizaria novamente da metodologia de EC quando exercer a profissão docente.

Referências

ALCIVAR, C. M. M.; QUIMI, T. L. I.; BARBERAN, M. F. Z. The motivation and its importance in the teaching-learning process. **International Research Journal of Managemen, IT& Social Sciences**, Reino Unido, v. 7, n. 1, p. 138-144, 2020.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 4. ed., 2010.

BONATTO, A.; LAUXEN, A. A. As possibilidades para a contextualização no ensino e aprendizagem de ciências da natureza: uma revisão das publicações em revistas da área de ensino. **Revista Debates em Ensino de Química**, Recife, v. 9, n. 1, p. 102-117, 2023.

BRITO, A. C. B.; SILVA, J. B.; RAZERA, J. C. C. Os estudos de caso no ensino de ciências e as crenças de autoeficácia no processo motivacional dos alunos. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 15, n. 3, p. 1-17, 2020.

CUNHA, M. R. *et al.* Abordagens inovadoras no ensino de ciências e matemática. **Caderno Pedagógico**, Curitiba, v. 21, n. 4, p. 1-19, 2024.

DA CRUZ, L. L.; DA COSTA GÜLLICH, R. I. O desenvolvimento do Pensamento Crítico em Ciências por meio de estratégias de ensino em livros didáticos. **Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Mato Grosso, v. 10, n. 3, p. 1-22, 2022.

CANTANHEDE, S. C. S.; RIZZATTI, I. M.; CANTANHEDE, L. B. Panorama do ensino de química sob a perspectiva CTSA no cenário brasileiro: uma análise qualitativa a partir do software IRAMUTEQ. **Revista CTS**, Buenos Aires, p. 272-302, 2022.

FERNANDES, C. G. *et al.* EC como Estratégia para Desenvolver o Pensamento Crítico em Licenciandos em Química. In: **XII ENPEC**. Natal: UFRN, 2019, p. 1-11.

FREIRE, L. I. F. *et al.* **Pensamento crítico, enfoque educacional CTS e o ensino de química**. 2007.

GAVA, J. E. D.; ROCHA, S. M. S. Potencialidades das oficinas pedagógicas baseadas na abordagem ctsa, no ensino de ciências na educação de jovens e adultos. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 19, n. 1, p. 217-228, 2024.

HERREID, C. F. What makes a good case. **Journal of College Science Teaching**, Richmond, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

KELP, N. C. *et al.* Developing science literacy in students and society: Theory, research, and practice. **Journal of Microbiology & Biology Educations**, v. 24, n. 2, p. 1-4, 2023.

KORTLAND, K. "An STS Case Study about Students' Decision Making on the Waste Issue". **Science Education**, v. 80, n. 6, 1996, p. 673.

MAHDI, O. R.; NASSAR, I. A.; ALMUSLAMANI, H. A. The Role of Using Case Studies Method in Improving Students' Critical Thinking Skills in Higher Education. **International Journal of Higher Education**, Ontário, v. 9, n. 2, p. 297-308, 2020.

MARCONDES, M. E. R. *et al.* Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de química em formação continuada. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 281-298, 2016.

MARTINS, A. A.; SALGADO, T. D. M. Estudos de caso: uma abordagem alternativa para o estudo de eletroquímica no Ensino Médio. In: **Encontro de Debates sobre o Ensino de Química**. Santa Cruz do Sul: UNISC, 2014, p. 244-252.

MASI, C. Drawing for learning: A review of the literature. **Drawing Research Theory Practice**, Reino Unido, v. 6, n. 1, p. 199-218, 2021.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. Lf Editorial, 2023.

MORETTI, A. A. da S.; ROCHA, Z. de F. D. C.; SILVA, C. A. da. Evidências da alfabetização científica em grafias de ilustrações na perspectiva CTSA no Ensino de Química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 1–20, 2021.

NEWMAN, D. R.; WEBB, B.; COCHRANE, C. “A content analysis method to measure critical thinking in face-to-face and computer supported group learning”. **Interpersonal Computing and Technology Journal**, Bloomington, v. 3, n. 2, p. 56-77, 1995.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. O EC como estratégia metodológica para o ensino de Química no nível médio. **Revista Ciências & Ideias**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 1-18, 2014.

PITANGA, Â. F. Pesquisa qualitativa ou pesquisa quantitativa: refletindo sobre as decisões na seleção de determinada abordagem. **Revista Pesquisa Qualitativa**, São Paulo, v. 8, n. 17, p. 184-201, 2020.

REZENDE, E.; SUART, R. C. Abordagem CTSA em livros didáticos: uma análise em obras da área de ciências da natureza do novo ensino médio. **Revista Ciências & Ideias**, v. 15, p. 1-20, 2024.

RODRIGUES, A. P.; RODRIGUES, F. I. A. Sequências Didáticas e enfoque CTSA: uma intervenção com a temática “Lixo”. **Conexão Com Ciência**, Crateús, v. 1, n. 4, 2024.

SÁ, L. P. **A argumentação no ensino superior de química**: investigando uma atividade fundamentada em estudos de casos. 2006. 165f. Tese (Doutorado) – Instituto de Química. Universidade de São Paulo. São Carlos.

SILVA, R. A. da; OLIVEIRA, I. M.; SUART, R. C. Análise dos níveis de investigação de planos e aulas desenvolvidos por uma professora em formação inicial em química. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 26, n. 2, 2021.

SUART, R. C. *et al.* Utilização de redações como metodologia avaliativa de estudantes brasileiros do ensino médio de Química. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, Barcelona, n. Extra, p. 3467-3471, 2013.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. Construindo práticas didático-Pedagógicas promotoras da literacia científica e do pensamento crítico. **Madrid Oei IBERCENCIA**,

2014.

WASSER, A. Critical thinking. **New Literary History**, Baltimore, v. 52, n. 2, p. 191-209, 2021.

YACOUBIAN, H. A. Scientific literacy for democratic decision-making. **Revista Internacional de Educação em Ciências**, Bielsko-Biała, v. 40, n. 3, p. 308-327, 2018.