



MATEUS OLIVEIRA SILVA

O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO POR MEIO DA  
METODOLOGIA DO ESTUDO DE CASO: UMA PROPOSTA  
DESENVOLVIDA NO ENSINO MÉDIO DE QUÍMICA

Lavras  
2023

Mateus Oliveira Silva

O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO POR MEIO DA  
METODOLOGIA DO ESTUDO DE CASO: UMA PROPOSTA  
DESENVOLVIDA NO ENSINO MÉDIO

Monografia apresentada ao Departamento de  
Química da Universidade Federal de Lavras,  
como requisito parcial para a obtenção do  
título de Licenciado em Química.

Profa. Dra. Rita de Cássia Suart

Orientadora

**Lavras**

**2023**

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por me capacitar e me amparar durante toda a graduação, sem Ele nada disso seria possível. E por colocar pessoas incríveis no meu caminho, que me auxiliaram e torceram por mim durante todo o processo.

Aos meus pais, Wilson e Vicentina, que foram meu alicerce e sempre confiaram no meu potencial, com toda empolgação e suporte emocional. Agradeço, ainda, por tudo que me ensinaram, pois pude compreender com facilidade que respeito e generosidade abrem sorrisos e portas. Além de toda essa ajuda, ainda sobrou tempo para me ajudarem nas disciplinas cursadas, sendo que a ideia do Caso desta pesquisa veio deles, juntamente com minha Madrinha.

Agradeço muito ao meu irmão Wilson Júnior, que torceu tanto para mim e vibrou a cada conquista minha. Se dispôs a qualquer necessidade minha e esteve presente nos meus momentos de felicidade e dificuldade. Sendo para mim, uma pessoa que tenho como parâmetro de sucesso e caráter. Espero um dia poder retribuir tanto que já fez por mim. Juntamente, à minha cunhada, Karol, que faz do meu irmão muito feliz, e compõe a família com qualidades únicas.

Agradeço a minha namorada Gabrielly, que ouviu todas minhas angústias e preocupações, sempre com muito carinho e buscando formas de me ajudar. Agradeço a todo companheirismo, amor e cuidado. Os desafios se tornam agradáveis com sua companhia. Sou uma pessoa muito mais feliz ao seu lado, me orgulho de poder compartilhar a vida com você. Um abraço para meus sogros e meus dois cunhados.

Agradeço a toda minha família, em especial minha madrinha Cida, que me acompanha desde sempre, e me auxiliou com sua experiência a criar a história do Caso. Tenho muita sorte em tê-la como madrinha. Um abraço especial para meus primos, Amanda e Ângelo, e ao meu padrinho, Emando.

Um agradecimento especial para minha orientadora Rita, que tenho grande admiração desde o primeiro contato. Sua ajuda foi indispensável para minha formação, espero que um dia me torne um profissional semelhante. Todo seu caráter e inteligência a tornam uma das pessoas mais brilhantes que tive o privilégio de conhecer.

Um agradecimento direcionado ao Programa de Reflexão Orientada (PRO) que participou e contribuiu da escrita e processos de análise deste trabalho, além de todo companheirismo.

Por fim, gostaria de agradecer a alguns professores em especial, que marcaram minha graduação. Agradeço ao Paulo, pela sua amizade e carisma, que sempre se mostrou disposto a ajudar e tornar a graduação mais agradável. Agradeço também à Marianna, que foi uma excelente professora e me ajudou na elaboração do caso. Ao professor Márcio, por ter um conhecimento exemplar e se mostrar preocupado quanto a aprendizagem de seus alunos. À professora Josy, que com sua gentileza e bom humor melhora nossos dias. E à professora Renata, que foi uma importante mediadora e amiga.

“Se você acha Ciências entediante, está aprendendo com o professor errado.”.

(Richard Feynman)

## RESUMO

O ensino de Química ainda persiste de forma mais tradicional e voltado para a memorização de fórmulas e conceitos em grande parte das escolas no ensino básico. Dessa forma, nessa pesquisa buscou-se utilizar da metodologia de Estudo de Caso, juntamente com uma contextualização CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente), como forma de romper com o ensino tradicional e colocar os alunos como protagonistas do seu aprendizado, mediando os alunos a desenvolverem diferentes habilidades cognitivas, relacionadas ao Pensamento Crítico. A pesquisa foi realizada com alunos do terceiro ano do Ensino Médio em uma escola pública, e demonstrou potencial para o desenvolvimento do Pensamento Crítico a partir do uso da metodologia de Estudo de Caso e contextualização CTSA, podendo ser inferido a partir dos resultados obtidos. O Caso desenvolvido para esta pesquisa, conta a história de um pai que precisa sustentar seus filhos na faculdade e decide produzir cachaça, porém, seu produto fica ruim e a principal problemática do Caso é que a cana-de-açúcar utilizada para produzir a cachaça foi irrigada com água salobra. Nesse sentido, trabalhou-se com os alunos conceitos de: Temperatura de Fusão, Temperatura de Ebulição, Substância Simples, Substância Composta, Fases de uma Mistura, Destilação, Densidade, Oxidação, Descarte de lixo, Poluição e Reutilização. A análise foi feita com 10 alunos de Química do Ensino Médio, a partir de Questionários respondidos pelos estudantes, sendo que os dois primeiros foram elaborados segundo o Modelo de Kortland (1996). O referencial utilizado para análise foram categorias reelaboradas a partir de Fernandes et al., (2019). O sucesso da metodologia se deu, também, ao uso da abordagem investigativa, que motivou os alunos a participarem e se engajarem nas discussões propostas. Trabalhos que procurem metodologias de ensino que rompam com o ensino tradicional devem ser cada vez mais pesquisados, como forma de promover uma aprendizagem significativa para os alunos.

**Palavras-chave:** Estudo de Caso; Pensamento Crítico; CTSA; Modelo de Kortland; Motivação.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>9</b>
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>15</b>
<b>a. METODOLOGIA DE PESQUISA.....</b>	<b>15</b>
<b>b. METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS.....</b>	<b>17</b>
<b>c. METODOLOGIA DE ANÁLISE.....</b>	<b>22</b>
<b>4. ANÁLISE E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>a. ANÁLISE DO CASO.....</b>	<b>28</b>
<b>b. ANÁLISE DAS AULAS MINISTRADAS.....</b>	<b>32</b>
<b>c. ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS.....</b>	<b>33</b>
<b>5. DISCUSSÃO DOS DADOS.....</b>	<b>37</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>48</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>50</b>
<b>8. APÊNDICES.....</b>	<b>53</b>
<b>a. APÊNDICE 1 - O CASO PROPOSTO.....</b>	<b>53</b>
<b>b. APÊNDICE 2 - PLANOS DE AULA.....</b>	<b>55</b>
<b>c. APÊNDICE 3 - TABELAS COM PONTUAÇÃO DOS     QUESTIONÁRIOS.....</b>	<b>62</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A Química como uma ciência indispensável para a compreensão de conceitos e assuntos de grande importância para a sociedade, infelizmente, se encontra desvalorizada e descredibilizada pelos estudantes nas escolas de ensino médio, entre outros motivos, por razões de aulas tradicionais que não levam à uma motivação para o aprendizado, ou também, devido ao ensino de conceitos específicos e complexos para aprender, dos quais são feitas poucas relações do aprendizado com situações do cotidiano (STRACK; MARQUES; DEL PINO, 2009; DE LIMA, 2012).

A apropriação do conhecimento científico na área de química possibilita que melhores decisões sejam tomadas, levando em consideração o bem comum, e é um incentivo no desenvolvimento das áreas de saúde e tecnologia, que proporcionam melhores condições de vida para a sociedade. De tal forma, deve-se sempre inovar o ensino e torná-lo mais atrativo aos estudantes, buscando sua participação ativa no processo de construção do conhecimento, formando cidadãos mais críticos e participativos em âmbito social.

O Currículo Referência de Minas Gerais (CRM) evidencia que uma das competências e habilidades na preparação básica para o trabalho seja a de:

Compreender e avaliar diferentes ideias, opiniões, informações e contextos para construir argumentos, tomar decisões e comunicá-las, de maneira assertiva, a públicos distintos fazendo uso de diferentes meios, mídias e linguagens (MINAS GERAIS, 2022, p. 338).

Nesse sentido, a proposta de utilização de metodologias diferenciadas, como o Estudo de Caso, coloca o estudante como principal construtor do seu próprio aprendizado, fomentando o desenvolvimento do Pensamento Crítico e conscientizando sobre seu papel perante a sociedade, para que as decisões tomadas levem em consideração aspectos éticos, ambientais e sociais. Dessa forma, auxilia também o estudante no desenvolvimento das competências e habilidades acima citadas.

A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) traz em foco como uma das finalidades do ensino médio “o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do Pensamento Crítico”, fomentando a importância da ética e do desenvolvimento intelectual (BRASIL, 2018, p. 464). A BNCC

também faz incentivo às metodologias e estratégias didático-pedagógicas diversificadas, além de permitir que o professor recorra a diferentes ritmos e a conteúdos complementares, caso seja necessário.

O Estudo de Caso é um método de ensino que possibilita ao estudante aprender conteúdos de química por meio da resolução de um caso, além de permitir que o professor elabore questionamentos que irão direcionar e mediar seus alunos no processo de aprendizagem. Aprender por meio de um Caso que traz em questão a produção de “Cachaça”, poderá trazer maior motivação e participação pelos estudantes, pois é um produto fortemente conhecido no Brasil e Minas Gerais.

A tomada de decisões de maneira crítica e consciente 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 tomadas de decisões que afetam negativamente a sociedade no geral. O olhar crítico para essas informações é uma maneira de se conscientizar e incitar o Pensamento Crítico, que leva em consideração aspectos direcionados ao bem comum. Vale ressaltar que o desenvolvimento do Pensamento Crítico deve ser um processo contínuo e gradual, pois a formação de cidadãos críticos, participativos e conscientes leva à uma sociedade mais justa e igualitária.

A contextualização CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente) é uma forma de levar os estudantes a relacionarem e refletirem questões que fomente o Pensamento Crítico, pois considera fatores de influência social relacionados com o científico, tecnológico e ambiental, incentivando na construção de atitude e valores na tomada de decisão, fundamentada e responsável (ACEVEDO, 1996). O Estudo de Caso é uma metodologia que possibilita o professor desenvolver tais questões com os alunos, através da contextualização CTSA que estimula o Pensamento Crítico.

As potencialidades de se trabalhar o Estudo de Caso são muitas, pois há melhor chance de se obter um aprendizado significativo, já que o professor consegue maior engajamento dos alunos nas aulas, pois são incentivados a serem os protagonistas de seu aprendizado, por meio de mediação e questionamentos norteadores. Metodologias de ensino diferenciadas levam ao estudante perceber que o conteúdo trabalhado é interessante, prazeroso

e eficaz na construção de um mundo mais participativo e cidadão (LEITE; LIMA, 2015), e o Estudo de Caso se encaixa como uma metodologia diferenciada para o ensino de Química.

Assim, o objetivo desta pesquisa é analisar o desenvolvimento do Pensamento Crítico pelos estudantes do ensino médio de química, a partir da metodologia Estudo de Caso. O Estudo de Caso foi elaborado e analisado considerando as características para um bom caso, proposta por Herreid (1998), bem como a contextualização CTSA. Também investigou-se nessa pesquisa as potencialidades do Estudo de Caso por meio de filmagens e trechos das aulas ministradas.

Neste sentido, entendemos que, se o Estudo de Caso abordar conceitos CTSA e estiver de acordo com todas as características de um Bom Caso, propostas por Herreid (1998), então poderá contribuir para o desenvolvimento do Pensamento Crítico dos alunos.

Portanto, o Estudo de Caso elaborado nesta pesquisa, intitulado “Assoviando e chupando cana”, o qual foi aplicado na Escola Estadual Padre Alberto Fuger, Campo Belo MG, demonstra inicialmente grande potencial para o ensino de conceitos, principalmente os relacionados à Temperatura de Fusão, Temperatura de Ebulição, Substância Simples, Substância Composta, Fases de uma Mistura, Destilação, Densidade, Oxidação, Descarte de lixo, Poluição e Reutilização (do bagaço da cana). O Pensamento Crítico dos estudantes foi fomentado através da mediação do professor sobre questões de descarte de resíduos adequado as consequências de seu acúmulo e sua reutilização, de tal forma os alunos foram incentivados a pensarem de forma que leve em consideração impactos no âmbito social, reconhecendo a importância de cuidar do Meio Ambiente e visar o bem da sociedade.

A avaliação desse Estudo de Caso se faz importante, pois os alunos carecem de meios que os motivem a participar ativamente do papel de construção do conhecimento, os quais parecem ter desencadeado desmotivação que interfere negativamente no processo de aprendizagem (MORAES; VARELA, 2007). Assim, estratégias que façam uma contextualização com situações ou problemas reais e que proporcionem momentos de reflexão, poderão levar a maior motivação dos estudantes e desenvolvimento de diferentes habilidades (STRACK; MARQUES; DEL PINO, 2009).

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

O caso apresentado nesta pesquisa foi elaborado pelo próprio autor do trabalho. De forma criativa e dinâmica, trata diferentes conceitos químicos que podem ser abordados pelos professores no ensino médio. O foco em questão possibilita desenvolver esse caso com alunos do primeiro ano do ensino médio, porém, dependendo do aprofundamento dado pelo professor, ele pode ser desenvolvido no segundo e no terceiro ano. Aprender os conceitos químicos como, Temperatura de Fusão, Temperatura de Ebulição, Substância Simples, Substância Composta, Fases de uma Mistura, Destilação, Densidade, Oxidação, Descarte de resíduo, Poluição e Reutilização, se faz relevante, pois influencia diretamente na capacidade do estudante participar e se posicionar nas discussões de situações específicas que envolvem a sociedade e, para opinar de forma ética e crítica, apropriando-se de um conhecimento científico (MARCONDES, 2016).

Uma forma de se compreender a importância de aprender química, são pelas “Fake News” (notícias falsas) que estão sendo cada vez mais disseminadas. O olhar crítico do estudante, juntamente com sua bagagem de conhecimentos, o permitirá pensar criticamente sobre a veracidade da informação que está sendo passada, e dessa forma, não compartilhar aquela notícia para que não ocorra mais desinformação. Um exemplo disso está em tantas notícias falsas que foram espalhadas sobre a COVID-19. Uma em específico, trata sobre diversas frutas com pH diferente que poderiam matar o vírus, pois o mesmo não sobreviveria ao pH maior que 5,5, apontando o pH do limão como 9,9 e do abacate como 15,6. O conhecimento científico no aluno permite que tenha um olhar crítico à notícia e perceba de cara algumas incoerências que tiram a confiabilidade das informações, como sendo afirmando na “Fake News” em questão que o pH do limão é 9,9, e é sabido que o mesmo deve ser menor que 7, pois é uma fruta ácida, e o abacate tem um pH de 15,6, que excede o limite de 14 da escala, em condições de 25° Celsius. São essas percepções críticas que devem ser fomentadas nos alunos.

Marcondes (2016, p. 284) traz uma maneira de se definir o conceito de contextualização:

“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.”.

Ou seja, a contextualização com uma prática norteadora e motivadora para o estudante, possibilita uma relação da matéria estudada com o dia a dia do aluno, além de considerar os conhecimentos advindos dos contextos de estudos contextualizados, tem a mesma relevância ou até mais que os conceitos científicos. Já Silva e Marcondes (2010) acrescentam, ainda, que a contextualização está voltada para a formação cidadã e possibilita a aprendizagem mais significativa dos conteúdos científicos, além da intervenção consciente.

A contextualização CTSA tem como objetivo auxiliar os alunos a desenvolverem essas percepções críticas e reconhecerem sua responsabilidade perante a sociedade, além de incentivá-los a assumir uma postura de comprometimento pela busca de soluções para problemas enfrentados pela sociedade (SANTOS, SCHNETZLER, 2010; RICHETTI; ALVES FILHO, 2014). Dessa forma, os alunos devem compreender a necessidade de cuidar do meio ambiente, não o poluindo, sabendo reciclar e reutilizar materiais e utilizar do Pensamento Crítico, corroborando para uma sociedade mais consciente.

Nessa premissa, compreende-se “Pensamento Crítico” como um movimento acadêmico que visa desenvolver habilidades específicas, e, também, a própria capacidade de o indivíduo avaliar corretamente argumentos vindo de outros e construir argumentos sólidos (RAINBOLT, 2010; FREIRE, 2007). Cabe ressaltar, que Sasseron e Carvalho (2014), definem argumento como:

“...todo e qualquer discurso em que aluno e professor apresentam suas opiniões em aula, descrevendo ideias, apresentando hipóteses e evidências, justificando ações ou conclusões a que tenham chegado, explicando resultados alcançados.” (SASSERON; CARVALHO, 2014, p. 395).

Cerullo e Cruz (2010) acrescentam que o Pensamento Crítico não é algo aprendido, é um processo em que se desenvolve uma orientação da mente, incorporado com domínio afetivo e cognitivo.

Levando em consideração todos os conceitos que podem ser trabalhados para a solução do caso proposto nesta pesquisa, ele possibilita uma interdisciplinaridade da química

com as disciplinas de geografia e biologia, pois a solução final é que a cachaça tem o aroma e sabor diferenciado por ser cultivada nas proximidades de águas salinas, as quais absorvem uma quantidade maior de sal e tem características específicas (MORAIS, 2020). Cabe ressaltar que a aplicação não abordará a questão da interdisciplinaridade, sendo essa apenas uma potencialidade. A importância de uma atividade que permita a interdisciplinaridade com outras disciplinas potencializa a aprendizagem dos alunos e auxilia na relação dos conceitos científicos com outras disciplinas, como aponta Strack, Marques e Del Pino (2009, p. 18-19):

“[...] a prática docente está comprometida com um currículo rígido, que prestigia conteúdos desconectados entre si, numa ausência de interdisciplinaridade e, sobretudo, da realidade dos alunos, situação que cria a desvalorização da aula como um local de construção e mudança, tanto dos alunos como dos professores.”.

O currículo tradicional que é imposto aos alunos, onde o conhecimento é depositado na cabeça do aluno, por meio de sua fonte de conhecimento, que é o professor, leva à maioria das vezes, à desmotivação dos estudantes na participação do seu processo de aprendizagem. A falta de relação da matéria com situações cotidianas e até mesmo compreensões que proporcionam um melhor entendimento do mundo, é um dos fatores que leva o aluno ao desinteresse pela disciplina (CARDOSO; COLINVAUX, 2000). Deve-se haver, portanto, uma mediação que direcione os alunos a fazer relação do conteúdo estudado com situações reais, levando a química escolar para a química do cotidiano, e como aos alunos é proposto resolver um Caso, cujo faz alusão a uma situação real, poderá permitir que eles façam relação do conteúdo que estão aprendendo com aplicações no cotidiano. Acorda-se também com Strack, Marques e Del Pino (2009, p. 19) que abordagens diferentes das tradicionais potencializam a motivação dos alunos para o aprendizado:

Abordagens que tragam estímulo para buscar um aprofundamento dos temas, e uma diversificação das formas em que as aulas são trabalhadas. Em linhas gerais, abordagens nas quais as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente são realçadas como forma de integração da escola e do aluno com o ambiente no qual eles estão inseridos.

A necessidade de formar cidadãos críticos e conscientes também é destacada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), onde evidencia a necessidade do ensino proporcionar processos que permitam aos alunos desenvolver o Pensamento Crítico:

“Para formar esses jovens como sujeitos críticos, criativos, autônomos e responsáveis, cabe às escolas de Ensino Médio proporcionar experiências e processos que lhes garantam as aprendizagens necessárias para a leitura da realidade, o enfrentamento dos novos desafios da contemporaneidade (sociais, econômicos e ambientais) e a tomada de decisões éticas e fundamentadas.” (BRASIL, 2022, sp)

Como forma de nortear esta pesquisa e identificar os principais focos de pesquisas utilizando o método Estudo de Caso, artigos de outros pesquisadores foram consultados buscando compreender qual o seu objetivo, metodologia e inferências encontradas em cada situação.

Nesse sentido, Pazinato e Braibante (2014) desenvolveram uma pesquisa utilizando da metodologia do Estudo de Caso com o seguinte objetivo: “Auxiliar os estudantes na interpretação de textos, promover a capacidade de identificação e resolução de problemas, além de possibilitar a aplicação dos conteúdos de Química” (PAZINATO; BRAIBANTE, 2014, p.15), dando foco, também, para a formação cidadã e participação nas decisões de caráter sociais. O autor evidencia que os objetivos da pesquisa foram alcançados, enfatizando que a metodologia auxiliou os alunos no desenvolvimento das habilidades citadas, além de permitir a aplicação dos conceitos aprendidos de química no cotidiano.

Uma proposta de pesquisa semelhante foi apresentada por Sousa, Rocha e Garcia (2012), em que o objetivo foi analisar as implicações que podem ser delineadas a partir dos pontos de vista dos alunos a respeito de sua concepção sobre a aprendizagem através do método de Estudo de Caso, com foco em formar cidadãos críticos e que saibam se posicionar perante os problemas enfrentados no cotidiano. Foi passado aos estudantes um questionário perguntando quais habilidades foram mais incentivadas a serem desenvolvidas através do uso da proposta de Estudo de Caso, sendo que habilidades como: “Realizar trabalho em grupo; Investigação de soluções de problemas; Argumentação diante de questionamentos; Solucionar problemas.”, ganharam maior destaque, apontadas pelos estudantes como as habilidades mais exercitadas. Dessa forma, vale ressaltar que tais habilidades se relacionam com o desenvolvimento do Pensamento Crítico do aluno, proporcionando momentos em que os estudantes reflitam sobre soluções para problemas, investiguem, avaliem e formulem argumentações.

Martins e Salgado (2014) trazem também uma pesquisa mostrando a aplicação de um Estudo de Caso para avaliar parâmetros da compreensão do conceito de eletroquímica em paralelo ao desenvolvimento de habilidades que se relacionam, novamente, com o desenvolvimento do Pensamento Crítico. A pesquisa foi realizada com alunos do terceiro ano do ensino médio, em uma escola pública em Porto Alegre. Como resultado, a turma foi dividida em grupos para resolverem casos únicos. O material gerado foi um relatório final e uma apresentação produzida pelos estudantes detalhando a solução encontrada para o problema, e, dessa forma, foi observado que habilidades como análise, argumentação e tomada de decisão foram desenvolvidas, contribuindo para a formação do cidadão.

A metodologia do Estudo de Caso também é utilizada para investigar outras vertentes, como no trabalho desenvolvido por Souza (2016), o qual teve como foco analisar a apropriação do conhecimento científico pelos estudantes sobre conceitos de química através da temática “adulteração da gasolina”. Utilizou-se critérios para avaliar as respostas dadas pelos alunos através de questionários como: correta, parcialmente correta e incorreta. E dessa forma, analisou se houve aprendizagem dos conceitos científicos pelos alunos. Os autores apontaram que a metodologia utilizada contribuiu para alcançar os objetivos propostos.

O referencial que será utilizado para analisar os dados desta pesquisa será Fernandes et al. (2019). Os autores se basearam nos critérios de Freire (2007), que julga os estágios necessários que os alunos devem passar para o desenvolvimento do Pensamento Crítico, para elaborar suas categorias. São eles: “ter curiosidade intelectual/epistemológica sobre o assunto ou fato; observar de forma ampla e plural o fato ou assunto; interpretar de forma aprofundada aquilo que está posto; e por fim, argumentar de modo fundamentado sobre o assunto.” (FERNANDES et al., 2019).

Como resultados da pesquisa, Fernandes et al. (2019) obtiveram um aumento significativo no nível do Pensamento Crítico manifestado pelos alunos com o decorrer do Estudo de Caso. Ressaltam, também, que a metodologia Estudo de Caso demanda grande empenho, tanto do professor quanto dos alunos, para que se desenvolva da melhor forma possível. Algumas habilidades também foram destacadas por terem sido desenvolvidas através da metodologia Estudo de Caso, 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).

A partir das categorias iniciais propostas, readaptamos de forma que faça melhor relação com os objetivos desta pesquisa. As categorias reelaboradas serão descritas com melhor precisão na metodologia de análise.

A elaboração do Estudo de Caso foi realizada na disciplina “Abordagens Investigativas no Ensino de Química (GQI-180)”, através do ensino remoto, no período do segundo semestre de 2020, onde, através de leituras e mediação da professora da disciplina, teve-se como resultado final o Caso “Assoviando e chupando cana” (Apêndice 1). O principal referencial teórico utilizado para elaboração do Caso foi de Luciana Passos Sá (2006), a qual traz de forma traduzida e explicada os critérios propostos por Herreid (1998) para qualificar um bom caso. São eles:

- **Um bom caso narra uma história:** o fim não deve existir ainda;
- **Um bom caso desperta o interesse pela questão:** para que um caso pareça real, deve haver um drama, um suspense. O caso deve ter uma questão a ser resolvida;
- **Um bom caso deve ser atual:** deve tratar de questões atuais, onde o estudante perceba que o problema é importante;
- **Um bom caso produz empatia com os personagens centrais:** os personagens devem influenciar na maneira como certas decisões foram tomadas.
- **Um bom caso inclui citações:** é a melhor maneira de compreender uma situação e ganhar empatia para com os personagens. Deve-se adicionar vida e drama a todas as citações;
- **Um bom caso é relevante ao leitor:** os casos escolhidos devem envolver situações que os estudantes provavelmente saibam enfrentar. Isto melhora o fator empatia e faz do caso algo que vale a pena estudar;
- **Um bom caso deve ter utilidade pedagógica:** deve ser útil para o curso do estudante;
- **Um bom caso provoca um conflito:** a maioria dos casos é fundamentada sobre algo

controverso;

- **Um bom caso força uma decisão:** deve haver urgência e seriedade envolvida na resolução dos casos;
- **Um bom caso tem generalizações:** deve ter aplicabilidade geral e não ser específico para apenas uma curiosidade;
- **Um bom caso é curto:** os casos devem ser suficientemente longos para introduzir os fatos de um caso, mas não tão longos, que provoque uma análise tediosa.

Baseado nesse referencial, passamos a apresentar a metodologia de pesquisa e a discussão dos resultados obtidos.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.a METODOLOGIA DE PESQUISA**

A metodologia de pesquisa envolveu a análise de um Estudo de Caso desenvolvido pelo próprio pesquisador (que também atuou como professor na aplicação do caso) em uma disciplina anterior no curso, e se analisou o desenvolvimento do Pensamento Crítico pelos alunos por meio da metodologia do Estudo de Caso. O Caso foi elaborado considerando o referencial de Herreid (1998), de forma que se qualifique como um bom caso, e, assim, possa ser aplicado e desenvolvido como forma de auxiliar no desenvolvimento do Pensamento Crítico dos alunos de Química do Ensino Médio.

A pesquisa se caracteriza como qualitativa (LUDKE; ANDRÉ, 1986), utilizando a análise do conteúdo de Bardin (2010) para análise dos dados, a qual, por meio dos dados obtidos, foram feitas inferências sobre a manifestação do desenvolvimento do Pensamento Crítico.

A Sequência de Aulas para desenvolvimento do Estudo de Caso foi elaborada e pensada como forma de auxiliar na contemplação dos objetivos da pesquisa. Os planos de aula foram elaborados e, posteriormente, o autor do trabalho apresentou-os ao grupo de orientandos da professora orientadora, como forma de validá-los. O caso e as aulas foram elaborados contemplando a perspectiva CTSA, nos quais, juntamente com a mediação nas

aulas e momentos de reflexão, foi possível incentivar os alunos a refletirem sobre tais perspectivas e sensibilizá-los a reconhecer seu papel no meio social e a importância de preservar o meio ambiente, além de como a evolução da ciência e da tecnologia ocorrem e podem contribuir para a sociedade e meio ambiente. A Sequência de Aulas com maior detalhamento pode ser encontrada no apêndice 2.

A primeira aula teria como foco introduzir a metodologia de Estudo de Caso aos alunos e coletar as suas concepções prévias sobre os conceitos que seriam trabalhados ao longo da Sequência de Aulas, além de iniciar a problematização de alguns conceitos e refletir sobre a problemática do caso.

A segunda aula teve como objetivo utilizar de um vídeo<sup>1</sup> o qual aborda o processo de produção da cachaça, a fim de mediar os alunos sobre quais fatores podem auxiliá-los na solução do caso, e quais hipóteses levantadas na primeira aula poderiam ser desconsideradas.

A terceira aula foi utilizada para dar enfoque aos aspectos Sociedade e Meio Ambiente, utilizando da temática de lixo, levando os estudantes a considerar os impactos negativos para a sociedade e o meio ambiente, relacionado ao descarte incorreto de lixo.

A quarta aula teve como propósito a resolução do caso, a qual, por meio de um questionário mediador, foi discutido com os estudantes quais soluções foram encontradas para o caso e quais seriam as melhores decisões a serem tomadas com relação ao problema.

Em todas as aulas, foram entregues questionários para os alunos responderem. Os questionários foram desenvolvidos com a ajuda da orientadora, que também participou da validação, juntamente com auxílio de demais orientados, como forma de certificar se os questionários atendiam ao objetivo da pesquisa. Vale ressaltar que os questionários foram pensados de maneira a auxiliar os alunos a refletirem ao máximo sobre questões que fomentassem o desenvolvimento do Pensamento Crítico e a resolução do caso.

Os questionários propostos na primeira e segunda aula eram iguais, e foram desenvolvidos a partir do Modelo de Kortland. O questionário da terceira aula buscava levar os alunos a refletirem sobre questões sociais e ambientais, a partir da temática lixo. O questionário da aula quatro incentivava os estudantes a proporem uma melhor solução para o

---

<sup>1</sup><https://www.youtube.com/watch?v=4dvkmEbpMM>

problema do caso. Os questionários podem ser encontrados com maior detalhamento na Metodologia de Coleta de Dados (e no apêndice 2), com as respectivas denominações: Quadro 1 - Questionários 1 e 2 distribuídos aos alunos na aula 1 e 2, respectivamente.; Quadro 2 - Questionário distribuído aos alunos na aula 3.; Quadro 3 - Questionário distribuído aos alunos na aula 4.

A pesquisa foi realizada em uma escola pública da cidade de Campo Belo, Minas Gerais, a qual contou com grande apoio da professora regente da escola, que disponibilizou suas aulas e se dispôs a qualquer necessidade, desde o momento em que o pesquisador solicitou desenvolver a Sequência de Aulas proposta. Vale destacar que a professora regente teve papel fundamental para auxiliar em manter os alunos organizados, para que não conversassem assuntos paralelos às aulas. As aulas foram ministradas para alunos do terceiro ano do ensino médio, presencialmente, no primeiro semestre de 2022, sendo que a análise foi realizada com 10 alunos do terceiro ano A (3º A).

### **3.b METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS**

Os dados foram coletados através dos questionários aplicados durante o desenvolvimento do Estudo de Caso em sala de aula, juntamente com gravações que permitiram analisar pontos específicos das aulas e momentos que os alunos demonstraram o Pensamento Crítico. Algumas respostas foram transcritas a fim de auxiliar na análise.

O Pensamento Crítico foi analisado baseado no referencial teórico de Fernandes et al. (2019), utilizando os questionários respondidos pelos alunos durante as aulas, os quais, através de um modelo normativo, as tomadas de decisão sobre o Estudo de Caso seriam incentivadas. A proposta segue conforme o esquema representado a seguir (SILVA, 2016):

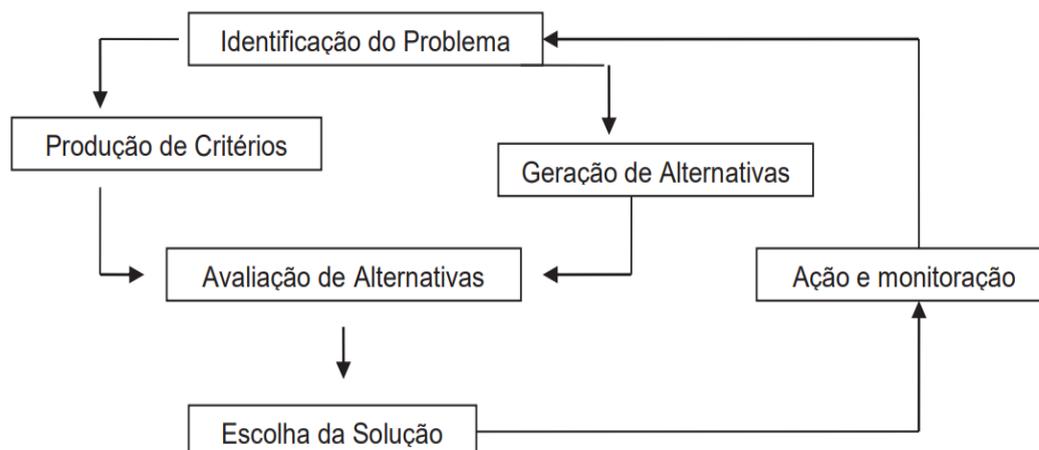


Figura 1 - Modelo de tomada de decisão de Kortland (1996), elaborado por Silva (2016).

Dessa forma, os Questionários 1 e 2, apresentado a seguir no Quadro 1, foram desenvolvidos considerando o Modelo de Kortland, e, assim, foi proposto aos alunos, possibilitando que reflitam sobre o Estudo de Caso nas duas primeiras aulas, considerando pensar sobre ele de forma crítica, voltado à direcioná-los na exposição de compreensões e relações que fizeram considerando aspectos CTSA em sua resposta, para a resolução do caso.

**QUESTIONÁRIO ELABORADO SEGUINDO O REFERENCIAL DE KORTLAND**

1. Faça uma reflexão sobre o Estudo de Caso, e explique os principais assuntos apresentados.
2. Qual a gravidade do problema apresentado?
3. Relacione o problema apresentado com questões de (Justifique sua resposta em todos):

CIÊNCIA	TECNOLOGIA
<div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 60px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <p><b>PROBLEMA</b></p> </div>	
MEIO AMBIENTE	SOCIEDADE

Outros aspectos:

4. De que forma o problema afeta a sociedade e o meio ambiente?
5. Quais decisões podem ser tomadas de acordo com a situação do caso?
6. É possível solucionar o caso apenas com as decisões citadas anteriormente? Justifique.
7. Considerando aspectos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, qual das medidas é a mais adequada para solução do problema? Por quê?
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 solução do caso.

Quadro 1 - Questionários 1 e 2 distribuídos aos alunos na aula 1 e 2, respectivamente.

Vale destacar que, o Quadro 1, correspondente aos Questionários 1 e 2 distribuídos aos alunos na aula 1 e 2, respectivamente e, foram desenvolvidos considerando as ideias do Modelo de Kortland, incentivando os estudantes a exporem suas ideias e forçando tomadas de decisões e reflexões. A pergunta número 1, por exemplo, “1- Faça uma reflexão sobre o

Estudo de Caso, e explique os principais assuntos apresentados” leva o aluno a identificar o problema e os principais aspectos do caso. A pergunta número 2 do Quadro 1 “2- Qual a gravidade do problema apresentado?” incentiva o estudante a propor os critérios a respeito do caso, onde poderá refletir sobre quais impactos a problemática do caso traz. A pergunta número 3 do Quadro 1 “3- Relacione o problema apresentado com questões de (Justifique sua resposta em todos)” incentiva o estudante a identificar o problema através dos eixos Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente. A pergunta número 4 do Quadro 1 “4- De que forma o problema afeta a Sociedade e o Meio Ambiente?” incentiva o aluno, novamente, a produzir critérios sobre as possibilidades de impacto do problema à sociedade e ao Meio Ambiente. A pergunta número 5 do Quadro 1 “5- Quais decisões podem ser tomadas de acordo com a situação do caso?” leva o estudante a gerar alternativas que possam solucionar o caso, mesmo que não sejam alternativas ideais. A pergunta de número 6 do Quadro 1 “6- É possível solucionar o caso apenas com as decisões citadas anteriormente? Justifique.” incentiva o estudante a avaliar as alternativas e se elas são válidas para solucionar o problema do caso. Na pergunta 7 do Quadro 1 “7- Considerando aspectos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, qual das medidas é a mais adequada para a solução do problema? Por quê?” levando o aluno a escolher a melhor solução para o caso considerando aspectos CTSA, além de estimular a decisão/ação do aluno. A pergunta número 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.” incentiva que o aluno escolha uma solução, juntamente com a ação e monitoramento dos detalhes de sua decisão.

Nesse raciocínio, o Questionário 3, apresentado a seguir no Quadro 2, foi desenvolvido pensando em fomentar o Pensamento Crítico dos alunos quanto seu papel perante a sociedade e ao meio ambiente, e quais ações poderiam trazer prejuízos para ambos e a importância de atuar conscientemente em decisões relevantes para a sociedade e que preservassem o meio ambiente. Onde na pergunta número 1, por exemplo “1- Como o descarte inadequado de resíduos afeta a sociedade?”, leva o aluno a identificar o problema considerando a perspectiva da sociedade, produzir critérios e avaliá-los. Na pergunta número 2 “2- E o meio ambiente?”, novamente, leva o estudante a identificar o problema que pode

causar ao meio ambiente, produzir critérios e avaliá-los. Por fim, a pergunta número 3 “3- Como pode ser reutilizado o bagaço da cana do Caso?”, leva o aluno a gerar alternativas e produzir critérios.

### QUESTIONÁRIO AULA 3

- 1- Como o descarte inadequado de resíduos afeta a sociedade?
- 2- E o meio ambiente?
- 3- Como pode ser reutilizado o bagaço da cana do Caso.

Quadro 2 - Questionário distribuído aos alunos na aula 3.

Por fim, o Questionário 4, apresentado a seguir no Quadro 3, teve como objetivo sistematizar os conteúdos trabalhados e auxiliar os alunos a compreenderem a melhor solução para o caso, de forma que considerassem aspectos da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente. A pergunta número 1, que solicita ao estudante relacionar aspectos CTSA com o caso, leva o aluno a identificar o problema e produzir critérios. A pergunta número 2 “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.”, leva o aluno a gerar alternativas, avaliá-las e escolher a melhor solução.

### QUESTIONÁRIO AULA 4

1. Mostre como os seguintes aspectos se relacionam com o caso:
  - a. Ciência;
  - b. Tecnologia;
  - c. Sociedade;
  - d. Meio Ambiente.
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.

Quadro 3 - Questionário distribuído aos alunos na aula 4.

### 3.c METODOLOGIA DE ANÁLISE

A análise foi realizada utilizando-se a Análise de Conteúdo, correspondendo à visão de Laurence Bardin, que auxiliou na organização do material coletado, proposição de categorias (priori e a posteriori), leitura flutuante e inferências (SANTOS, 2012).

As aulas foram analisadas como forma de identificar quais aspectos CTSA foram abordados em quais aulas, e suas ênfases dadas, como forma de possibilitar inferências a partir das respostas dos alunos aos Questionários propostos. Nesse sentido, através das gravações das aulas, o pesquisador as assistiu novamente e considerou que na primeira aula, foram abordados todos os aspectos (CTSA); na segunda aula, o foco se deu em CT, e os aspectos SA foram superficialmente abordados; na terceira aula, os aspectos SA foram abordados, e CT não apareceram; por fim, na quarta aula, todos os aspectos foram abordados (CTSA). Mais detalhes se encontram no tópico Análise das aulas ministradas (4.b).

Para determinar qual turma seria analisada, foi realizada uma análise breve dos materiais coletados e notou-se que uma das turmas se destacou perante as outras na participação, conforme mostra a Tabela 1, a seguir, onde Q1, Q2, Q3 e Q4 correspondem aos Questionários 1, 2, 3 e 4, respectivamente, e a “SOMA” é a somatória da quantidade de respostas obtidas nos quatro Questionários.

	<b>Q1</b>	<b>Q2</b>	<b>Q3</b>	<b>Q4</b>	<b>SOMA</b>
<b>3ºA</b>	19	20	22	20	81
<b>3ºB</b>	23	21	23	10	77
<b>3ºC</b>	15	10	13	7	45
<b>3ºD</b>	19	11	15	11	56

Tabela 1 - Quantidade de alunos que responderam os questionários em cada aula da Sequência de Aulas.

Assim, as respostas dos alunos da turma do 3º A foram analisados, pois foi a turma que mais participou respondendo aos questionários, em um total de 81 respostas. No entanto, foram analisadas apenas as respostas dos alunos que responderam todos os questionários propostos, a fim de acompanhar a possível evolução do Pensamento Crítico do estudante

durante toda etapa da Sequência de Aulas, se restringindo a analisar 10 alunos, e 40 questionários respondidos, no total.

As categorias adaptadas pelo próprio pesquisador, possibilitaram analisar as respostas do estudante considerando os níveis de Pensamento Crítico manifestados pelos alunos nos questionários e seu desenvolvimento com o decorrer da Sequência de Aulas, considerando que os alunos foram provocados e incentivados a responder os questionários considerando dados, informações, situações, impactos à sociedade e ao meio ambiente.

O nível de desenvolvimento do Pensamento Crítico manifestado por meio das respostas dos alunos aos questionários aplicados, foi realizado utilizando o referencial de Fernandes et al. (2019), o qual necessitou de alterações, pois suas categorias não se adequaram tão bem na proposta de pesquisa deste trabalho, uma vez que as categorias originais foram elaboradas considerando a Sequência de Aulas específica para a pesquisa de Fernandes et al. (2019). Dessa forma, a reelaboração das categorias buscou deixá-las objetivas e específicas para esta pesquisa.

As categorias propostas por Fernandes et al. (2019) seguem uma ordem que vai de 1 à 4 (PC-1, PC-2, PC-3 e PC-4), e são divididas em subcategorias que variam entre N1, N2, N3 e N4 (a subcategoria N4 está presente apenas na categoria 4), sendo que, quanto maior os níveis alcançados nas respostas, maior será o Pensamento Crítico manifestado. Apresenta a seguir, na Figura 2, a proposta original:

#### **Categoria 1: Curiosidade Intelectual/Epistemológica (PC-1)**

- **N1:** Aquele indivíduo que se considera satisfeito com as informações que se depara; que não sente o desejo de conhecer e aprender mais, não sente necessidade interna da busca por respostas. Aceita as informações/ explicações sem questioná-las.
- **N2:** Busca por informações e explicações, mas não faz buscas por conhecimentos mais aprofundados e fundamentados; ou seja, o indivíduo possui curiosidade, mas não chega a ser uma curiosidade intelectual/ epistemológica devido à superficialidade da busca por informações.
- **N3:** O indivíduo questiona as informações e explicações que lhes são apresentadas; sente necessidade interna da busca por respostas e, assim, por conhecimentos mais aprofundados e fundamentados. Possui honestidade intelectual, ou seja, está disposto a reformular suas posições diante de novas informações, além de ter perspectivas múltiplas ao examinar questões (CARRAHER, 1983).

<sup>2</sup> CARRAHER, David Willian. Senso crítico: do dia-a-dia às ciências humanas. São Paulo: Pioneira, 1983.

### Categoria 2: Pluralidade na observação (PC-2)

- N1:** Diferentemente de uma observação plural, onde há mais de um aspecto sendo observado, por meio de um olhar ingênuo, o indivíduo considera apenas aquilo que lhe interessa e/ou o que ele tem conhecimento. Não há interesse por parte do indivíduo em considerar outras opiniões, outras maneiras de encarar o fato. O observador desconhece o assunto e em consequência disso não tem condições de averiguar através de diferentes pontos de vista aquele fenômeno ou fato.
- N2:** O observador possui conhecimento moderado do assunto, e averigua o fato ou questão sob poucos pontos de vista, ou seja, a observação de um fato ou fenômeno ocorre através da combinação de duas óticas diferentes: CT, CS, CA, TS, TA ou SA.
- N3:** O indivíduo apresenta conhecimento sobre o assunto, buscando aprofundá-lo e observa um mesmo fato ou questão sob diferentes pontos de vista. A observação de um fato ou fenômeno se dá por meio da combinação de 3 a 4 óticas diferentes: CTS, CTA, CSA, TSA ou CTSA.

### Categoria 3: Profundidade na interpretação (PC-3)

- N1:** O indivíduo entende o fato/ informação e considera este conhecimento suficiente, em outras palavras, apenas toma conhecimento dos fatos. É uma interpretação ingênua e superficial, no qual pode ser denominada de pseudo-interpretação. Diferente da interpretação profunda, uma pseudo-interpretação engloba o entendimento apenas do fato em si, ou seja, é caracterizada como uma pseudo-interpretação, aquela interpretação que não busca informações além do que foi noticiado.
- N2:** O indivíduo leva em consideração a tendenciosidade nas informações e por isso busca por referenciais. Todavia, apresentam dificuldades para interpretar profundamente os fatos/ informações pesquisadas, resultando no desenvolvimento de argumentos mais simples.
- N3:** O indivíduo crítico leva em consideração a tendenciosidade nas informações no momento de interpretar e analisar o fato, buscando sempre novos referenciais. Consegue interpretar aquilo que foi dito e também aquilo que foi omitido, ou seja, consegue observar bem e interpretar de forma profunda as informações e ideias subjetivas. Manifesta lógica nas informações e nos argumentos apresentados.

### Categoria 4: Argumentação fundamentada (PC-4)

- N1:** A falta de poder argumentativo reflete um nível baixo de pensamento crítico. A ausência de argumentação é uma falha no processo do uso do PC, o que pode ser decorrente de um pensamento crítico não tão bem desenvolvido. São consideradas nesta categoria as respostas que não apresentam argumentos, ou seja, apresentam um conjunto de informações sem conclusões ou pareceres.
- N2:** Respostas que apresentam argumentos, mas não são bem fundamentados, ou seja, apresentam um conjunto de informações e conclusões baseadas em suposições. Devido ao desconhecimento de determinado assunto, o indivíduo tenta explicar algo tendo em consideração apenas o que acha sobre o tema.
- N3:** Respostas que apresentam argumentos simples, ou seja, apresentam um conjunto de informações não aprofundadas e conclusões simplórias, todavia, não são informações e conclusões baseadas em suposições. O indivíduo conhece o assunto e contextualiza-o com questões sociais, ambientais e tecnológicas, porém, a abordagem "Ciência" apresenta-se descontextualizadas das demais. Reiterando o exposto, a "Ciência" aparece no corpo do texto, mas não fundamenta os argumentos.
- N4:** Apresenta um conjunto de afirmações que inclui conclusão. Ao apresentar um argumento, usam-se premissas, evidências e informações para defender ou fundamentar esta conclusão. O indivíduo consegue convencer os outros de sua opinião por apresentar informações verídicas de maneira organizada, aprofundada, porém de fácil compreensão. Ainda, nesta subcategoria foram considerados afirmações e argumentos que apresentaram contextualização CTSA.

Figura 2 - Níveis do Pensamento Crítico Fernandes et al. (2019, p. 5).

Ainda, foi dado um valor para cada categoria e subcategoria, de forma que levasse em consideração a dificuldade de cada nível. A soma vai de 10 a 34, e quanto maior o valor da soma encontrada na resposta dos modelos de Kortland, maior o Pensamento Crítico manifestado, conforme apresentado a seguir, na Figura 3.

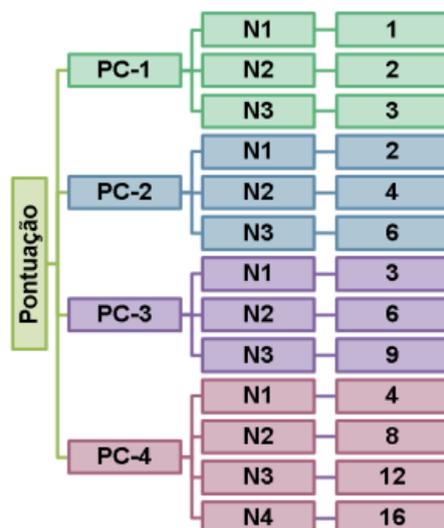


Figura 3 - Valores do nível de Pensamento Crítico para cada categoria Fernandes et al. (2019).

Para esta pesquisa, a categoria 4 foi a que necessitou de mais mudanças, pois considerando as fundamentações necessárias para um argumento, segundo Toulmin (2001)<sup>3</sup>, não houve argumentação por parte dos alunos. Dessa forma, a categoria 4, **Argumentação Fundamentada**, passou a se chamar: **Expressão Fundamentada**. As novas categorias foram validadas pela orientadora, pelo próprio pesquisador e participantes do grupo de pesquisa da orientadora deste trabalho.

Dessa forma, apresenta-se, a seguir, as categorias com as respectivas alterações:

<sup>3</sup> Segundo Toulmin (2001), são necessárias algumas condições para que exista um argumento e que ele seja considerado como bom, são elas: Dado, Conclusão, Justificativa, Conhecimento Básico, Qualificador Modal e Refutação. Dessa forma, notou-se que os alunos não os apresentaram em suas respostas, o que ocasionou desconsiderarmos que tivesse havido uma argumentação por parte deles. Portanto, a categoria 4 foi renomeada para “Expressão Fundamentada”, para se enquadrar melhor.

### **Categoria 1: Curiosidade Intelectual/Epistemológica (PC-1)**

- **N1:** O indivíduo apenas 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 apenas 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 (SA). 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).

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

Conseqüentemente, a soma também teve de se adequar, pois a categoria PC-4, Expressão Fundamentada, agora apresenta somente 3 níveis:

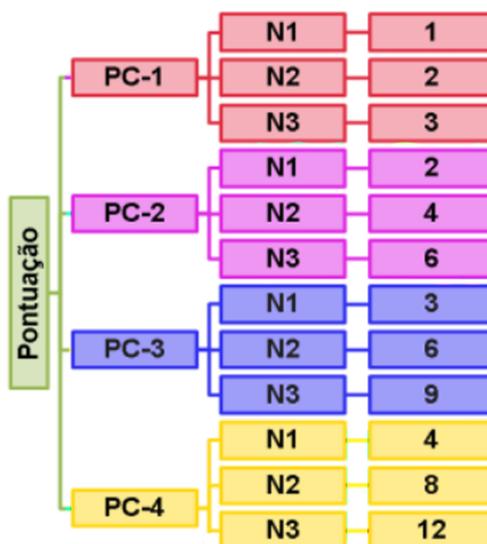


Figura 5 - Pontuações para qualificar o desenvolvimento do Pensamento Crítico após alterações.

Cada resposta, de cada um dos dez alunos investigados nesta pesquisa, para cada um dos quatro Questionários será classificada de acordo com os níveis da Figura 4, e, dessa maneira, cada nível corresponde a um valor específico, como mostrado na Figura 5, portanto, a soma será realizada para cada resposta do aluno. Como, por exemplo, um aluno que em uma pergunta específica, sua resposta alcance Nível 3 na categoria PC-1 (Curiosidade Intelectual/Epistemológica), irá somar 3 pontos; alcance Nível 2 na categoria PC-2 (Pluralidade na Observação), irá somar mais 4 pontos; alcance Nível 3 na categoria PC-3 (Profundidade na Interpretação), irá somar mais 9 pontos; e, por fim, alcance Nível 2 na categoria PC-4 (Expressão Fundamentada), irá somar mais 8 pontos. Nesse sentido, para a questão analisada, a resposta do aluno terá pontuação de  $3+4+9+8=24$ . E, ao fim, será realizada uma média de cada valor das questões respondidas, como forma de desconsiderar as perguntas não respondidas. Como, por exemplo, o aluno M alcança os respectivos níveis para cada categoria, apresentados na tabela 2 a seguir, para o Questionário 1:

Perguntas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Níveis das categorias	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	*	*
Pontuação para cada pergunta	10	10	16	16	11	11	*	*

Tabela 2 - Exemplo da análise e média realizada na pesquisa.

A média feita considerou apenas as questões respondidas, pois os Questionários da primeira e segunda aula eram iguais, e muitos alunos se hesitaram em responder novamente as mesmas perguntas. Nesse sentido, a média para o aluno M ficará da seguinte forma:

$$\frac{10+10+16+16+11+11}{6} = 12,33$$

Ou seja, para o Questionário 1, o aluno M alcança uma pontuação de 12,33. Essa classificação dos níveis para todos os alunos que foram analisados pode ser encontrada no apêndice 3.

Vale ressaltar que a aplicação do mesmo Questionário para as aulas 1 e 2, teve como objetivo avaliar a evolução dos alunos, no sentido de analisar respostas mais elaboradas na segunda aplicação, ou até mesmo, algumas perguntas que não conseguiram responder no primeiro Questionário, e no segundo sim.

As aulas foram analisadas assistindo gravações de áudio e vídeo, que foram previamente aceitas pelos alunos e pela professora regente, e de um diário de campo contendo momentos específicos de cada aula que pudessem ajudar no momento de revisão das gravações.

## 4. ANÁLISE E DISCUSSÃO

### 4.a ANÁLISE DO CASO

A aplicação do caso possibilita dar início ao desenvolvimento de conteúdos como

Temperatura de Fusão, Temperatura de Ebulição, Substância Simples, Substância Composta, Fases de uma Mistura, Destilação, Densidade, Oxidação, Descarte de lixo, Poluição e Reutilização<sup>4</sup>. Aprender tais conceitos é importante para o estudante em diversas situações da sua vida, sendo elas situacionais (tomadas de decisões em âmbitos sociais, levando em consideração o aprendizado significativo desses conceitos), ou em situações cotidianas (o simples fato de adicionar sal de cozinha “NaCl” em água para cozinhar mais rápido um ovo). Vale ressaltar que a análise do caso foi realizada na disciplina “Abordagens Investigativas no Ensino de Química (GQI-180)”, e com auxílio da professora regente, pôde-se destacar as potencialidades de se trabalhar o Caso “Assoviando e Chupando Cana” (presente no apêndice 1), além de refletir diversos conteúdos relevantes para a formação docente do pesquisador.

Em uma de suas falas, Daniel, o irmão mais velho de Pedro, sugere ao pai que reutilize os resíduos da cachaça, ou seja, utilizar de maneira inteligente o bagaço da cana. Isso pode possibilitar que o professor incentive os alunos a desenvolver seu Pensamento Crítico em relação à sustentabilidade e conscientização, entendendo que o acúmulo de lixo pode trazer risco à saúde da própria família e de vizinhos, ao atrair formigas e ratos, além da reutilização, dando foco ao bagaço da cana como um excelente combustível para produção de etanol. O professor é incentivado a trazer momentos de reflexão com seus alunos sobre questões globais, fazendo relação da poluição com outras ações que prejudicam o meio ambiente.

A cachaça é um produto simples de se fazer, que diversas pessoas conhecem ou já ouviram falar. O fato de se trabalhar essa temática não está em incentivar os alunos ao consumo de bebidas alcoólicas ou que criem afinidade com a mesma, é simplesmente por permitir trabalhar diversos conceitos químicos, geográficos (pode se falar sobre o solo brasileiro, estudar um pouco mais o clima e altitude de onde é cultivada a cana) e biológicos de grande importância em contexto escolar e social. Questões econômicas também tornam mais interessante a contextualização do Caso com a cachaça, pois o Brasil é um grande

---

<sup>4</sup> Dependendo do ano que está sendo trabalhado, o conceito de oxidação pode não ser de fácil compreensão “para o primeiro ano”. No entanto, a maioria dos conceitos está direcionado para o primeiro ano. O professor pode aprofundar e problematizar mais nesses conteúdos para que seja mais efetivo com alunos do segundos e terceiros anos, também.

cultivador da cana-de-açúcar e a cachaça é uma renda de impacto para o país, muito comum também em Minas Gerais.

Segue a análise do caso “Assoviando e chupando cana” de acordo com as características para um bom caso propostas por Herreid (1998):

- **Um bom caso narra uma história:** Logo no início do caso proposto, há uma narrativa introdutória, que destaca os locais de importância, a situação e hábitos de cada um dos personagens principais, bem como o tempo que se passa (quando). No decorrer da história também são apresentados diálogos entre os personagens principais.
- **Um bom caso desperta o interesse pela questão:** A situação da família induz certa empatia pelos próprios leitores e o drama enfrentado pelo João mostra a necessidade de uma solução. Ainda, a escola que foi desenvolvido o Caso, está localizada em uma região que produz cachaça, assim como cidades vizinhas. Diversos alunos conhecem o produto, são filhos de agricultores que plantam cana-de-açúcar ou até mesmo conhecem nomes de grandes produtoras do produto.
- **Um bom caso deve ser atual:** A atualidade do caso é exibida no primeiro parágrafo, informando que a situação ocorreu no ano de 2019, sendo um ano consideravelmente atual e livre de pandemias.
- **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. Outra forma de empatia que pôde ser criada do caso com os alunos que participaram da pesquisa, foi que alguns acompanham seus pais em plantio e cultivo de alguma espécie, permitindo maior relação entre os personagens e os alunos.
- **Um bom caso inclui citações:** “É lá de Lagoa da Prata filho, seu tio Ronaldo cultiva elas próximo a um lago salino, eles chamam de Praia Municipal.”. Essa é uma citação do 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. Já com relação aos conceitos abordados, são de grande importância para situações específicas de decisões destinadas ao bem social ou situações cotidianas.
- **Um bom caso provoca um conflito:** O conflito do caso é específico na aprovação de Pedro na Universidade e a condição financeira de João. Outro conflito poderia vir na solução do caso encontrada pelos alunos, ao afirmar que o que pode dar sabor e aroma característico à cachaça, ser a presença do sal, vindo da região que as canas foram plantadas, porém com o estudo de “Temperatura de ebulição”, espera-se que os estudantes compreendam que o sal não estará presente na cachaça, pois não atingiria a temperatura para o sal se transformar em gás e passar pelos próximos processos de destilação.
- **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. O problema característico da cachaça impede que João comercialize o produto e consiga pagar as despesas dos filhos, portanto, a necessidade de uma tomada de decisão vem em descobrir o motivo da cachaça estar imprópria para o consumo e regularizar os procedimentos para que seu João obtenha lucro.
- **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.

#### 4.b ANÁLISE DAS AULAS MINISTRADAS

A análise das aulas foi realizada através de gravações feitas durante a ministração da Sequência de Aulas, e teve como foco destacar quais aspectos dentre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente foram abordados com maior ênfase com os estudantes em cada uma das quatro aulas da Sequência de Aulas. Cabe ressaltar que cada aula poderá abranger mais de um aspecto e, apresentar níveis diferentes. Dessa forma, a análise das aulas será apresentada por meio da Tabela 3, a seguir, por meio dos aspectos CTSA que foram promovidos, bem a ênfase dada.

	<b>Aspecto(s) abordados</b>	<b>Aspecto(s) superficialmente abordado</b>	<b>Aspecto(s) não abordados</b>
<b>1ª aula</b>	CTSA		
<b>2ª aula</b>	CT	SA	
<b>3ª aula</b>	SA		CT
<b>4ª aula</b>	CTSA		

Tabela 3 - Aspectos que foram abordados nas aulas.

A primeira aula abordou a introdução da metodologia de Estudo de Caso e levantamento das principais concepções prévias dos alunos. Dessa forma, todos os aspectos (CTSA) foram abordados uniformemente, buscando contextualizar o caso com questões de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente.

A segunda aula teve como foco abordar os conceitos científicos e tecnológicos por meio do processo de produção de cachaça, portanto, os aspectos Sociedade e Meio Ambiente foram apenas citados durante a aula. A ênfase ficou em CT pois era uma aula que buscava dar subsídios, com conceitos químicos, para os estudantes refletirem sobre a problemática do caso e buscarem uma solução.

A terceira aula foi utilizada para tratar a conscientização do descarte adequado de lixo e seus impactos, caso descartado de forma incorreta. Porém, os aspectos Ciência e Tecnologia não foram, nem mesmo, abordados superficialmente. Compreende-se como uma

preocupação do pesquisador em trazer discussões que envolvessem também os aspectos de Sociedade e Meio Ambiente, que foram apenas superficialmente abordados na aula dois.

A quarta aula foi realizada para um fechamento/sistematização do caso e havia um momento específico para evidenciar como a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente se relacionam diretamente com o caso, abrangendo, assim, todos os aspectos.

Vale lembrar, que foram feitas gravações das aulas, com a devida permissão dos alunos presentes, e esse material foi utilizado para uma análise mais fidedigna.

#### **4.c ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS**

Como cada questão foi analisada isoladamente e, apenas um pequeno número de estudantes participou das quatro aulas e respondeu aos quatro Questionários, será feita a análise de cada uma das questões e a média de suas somas, para cada Questionário, a fim de que se tenha inferências mais fidedignas quanto ao Pensamento Crítico manifestado, pois muitos alunos não se dispuseram a responder novamente questões “repetitivas”, como eles mesmos diziam, e isso poderia influenciar nos resultados. Cabe ressaltar que, dessa forma, a maior soma possível que indica maior evolução do Pensamento Crítico será de 30, pois considerando que a resposta do aluno alcance o maior nível possível (N3), terá a pontuação referente a cada categoria, de acordo com a Figura 5. Assim, por exemplo, considerando o valor do nível 3 de PC-1, sendo ela 3; do nível 3 de PC-2, sendo de 6; do nível 3 de PC-3, sendo de 9, e, por fim, do nível 3 de PC-4, sendo de 12, os valores somados (3+6+9+12), totalizam 30 pontos.

Como forma de não expor a verdadeira identidade dos participantes, as letras do alfabeto foram utilizadas no lugar dos nomes. A Tabela 4, a seguir, apresenta o valor alcançado, de acordo com a Figura 5, em cada pergunta da resposta dada pelo estudante no primeiro Questionário, onde P1, P2, P3, respectivamente, se referem à Pergunta 1, Pergunta 2, Pergunta 3, e assim por diante. Os espaços preenchidos por “\*” são as perguntas que os alunos não responderam, porém, não irão entrar no cálculo da média de acordo com a discussão feita anteriormente, a coluna da quantidade de pergunta que cada aluno respondeu em cada questionário em relação à quantidade total de perguntas está representada por PR. Vale

ressaltar que a média total dos valores de Pensamento Crítico alcançados pelos alunos no Questionário 1, foi de **12,77**.

QUESTIONÁRIO 1										
ALUNO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	MÉDIA	PR
A	10	10	20	20	11	10	*	*	13,5	6/8
C	11	10	*	10	11	10	14	10	10,85	7/8
F	12	10	*	12	10	10	12	*	11	6/8
G	10	13	*	*	11	10	10	*	10,8	5/8
H	13	13	*	15	13	10	13	*	12,8	6/8
M	10	10	16	16	11	11	*	*	12,3	6/8
P	20	20	14	12	11	*	*	*	15,4	5/8
R	10	10	12	14	12	10	13	*	11,57	7/8
T	10	11	14	12	14	19	11	13	13	8/8
U	10	14	*	15	27	*	*	*	16,5	4/8

Tabela 4 - Valor alcançado em cada resposta pelos respectivos alunos no questionário 1.

A Tabela 5 a seguir, corresponde ao valor alcançado, de acordo com a Figura 5, em cada pergunta da resposta dada pelo estudante no segundo questionário, novamente, onde P1, P2, P3..., respectivamente, se referem à Pergunta 1, Pergunta 2, Pergunta 3, e assim por diante. Os espaços preenchidos por “\*” são as perguntas que os alunos não responderam, porém, não irão entrar no cálculo da média de acordo com a discussão feita anteriormente, a coluna da quantidade de pergunta que cada aluno respondeu em cada questionário em relação à quantidade total de perguntas está representada por PR. Vale ressaltar que a média total dos valores de Pensamento Crítico alcançados pelos alunos no Questionário 1, foi de **15,79**.

QUESTIONÁRIO 2										
ALUNO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	MÉDIA	PR
A	*	*	13	20	13	10	11	*	13,4	5/8
C	20	17	29	12	10	20	14	*	17,4	7/8
F	10	14	*	10	10	10	10	*	10,66	6/8
G	11	13	29	24	10	19	*	*	17,66	6/8
H	19	10	*	16	11	11	11	*	13	6/8
M	*	*	12	19	11	10	10	*	12,4	5/8
P	*	20	13	30	11	15	*	13	17	6/8
R	26	*	*	*	23	10	*	30	22,25	4/8
T	18	20	30	24	24	10	13	13	19,62	8/8
U	*	*	13	18	11	20	11	*	14,6	5/8

Tabela 5 - Valor alcançado em cada resposta pelos respectivos alunos no questionário 2.

A Tabela 6 a seguir, corresponde ao valor alcançado, de acordo com a Figura 5, em cada pergunta da resposta dada pelo estudante no terceiro questionário, novamente, onde P1, P2, P3, respectivamente, se referem à Pergunta 1, Pergunta 2, Pergunta 3, e assim por diante. Os espaços preenchidos por “\*” são as perguntas que os alunos não responderam, porém, não irão entrar no cálculo da média de acordo com a discussão feita anteriormente, a coluna da quantidade de pergunta que cada aluno respondeu em cada questionário em relação à quantidade total de perguntas está representada por PR. Vale ressaltar que a média total dos valores de Pensamento Crítico alcançados pelos alunos no Questionário 1, foi de **20,12**.

QUESTIONÁRIO 3					
ALUNO	P1	P2	P3	MÉDIA	PR
A	24	24	20	22,66	3/3
C	20	20	*	20	2/3
F	10	18	20	16	3/3
G	20	20	10	16,66	3/3
H	19	11	19	16,33	3/3
M	20	24	18	20,66	3/3
P	24	24	11	19,66	3/3
R	30	24	18	24	3/3
T	18	30	20	22,66	3/3
U	24	24	20	22,66	3/3

Tabela 6 - Valor alcançado em cada resposta pelos respectivos alunos no questionário 3.

A Tabela 7 a seguir, corresponde ao valor alcançado em cada pergunta da resposta dada pelo estudante no quarto questionário, novamente, onde P1, P2, P3, respectivamente, se referem à Pergunta 1, Pergunta 2, Pergunta 3, e assim por diante. Os espaços preenchidos por “\*” são as perguntas que os alunos não responderam, porém, não irão entrar no cálculo da média de acordo com a discussão feita anteriormente, a coluna da quantidade de pergunta que cada aluno respondeu em cada questionário em relação à quantidade total de perguntas está representada por PR. Vale ressaltar que a média total dos valores de Pensamento Crítico alcançados pelos alunos no Questionário 1, foi de **20,35**.

<b>QUESTIONÁRIO 4</b>				
<b>ALUNO</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>PR</b>
<b>A</b>	*	30	30	1/2
<b>C</b>	*	24	24	1/2
<b>F</b>	20	10	15	2/2
<b>G</b>	*	11	11	1/2
<b>H</b>	*	20	20	1/2
<b>M</b>	*	30	30	1/2
<b>P</b>	15	16	15,5	2/2
<b>R</b>	12	20	16	2/2
<b>T</b>	*	16	16	1/2
<b>U</b>	*	26	26	1/2

Tabela 7 - Valor alcançado em cada resposta pelos respectivos alunos no questionário 4.

As tabelas com maior detalhamento da classificação das respostas podem ser encontradas no apêndice 3.

## **5. DISCUSSÃO DOS DADOS**

De maneira geral, compreende-se que a metodologia de Estudo de Caso contribuiu de forma significativa para o desenvolvimento do Pensamento Crítico dos alunos que participaram da pesquisa, sendo que as médias totais dos alunos foram crescente com o desenvolvimento da Sequência de Aulas (12,77, 15,79, 20,12 e 20,35, respectivamente), reforçando assim, que essa metodologia auxilia no desenvolvimento do Pensamento Crítico dos alunos (PAZINATO; BRAIBANTE, 2014; SOUSA; ROCHA; GARCIA, 2012; MARTINS; SALGADO, 2014; SOUZA, 2016).

Para discussão dos dados, foram selecionados alguns alunos que tiveram um crescimento significativo em suas médias, demonstrando que refletiram sobre os conceitos e

aspectos tratados durante as aulas.

Verifica-se, por exemplo, conforme as Tabelas 4 e 5, que o aluno C evoluiu sua pontuação de 10,85 para 17,4, sendo que a pergunta de número 3, do Questionário 1 e 2 (apresentados no Quadro 1), a qual solicitava para relacionar os aspectos Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente com o caso proposto, não foi respondida no primeiro questionário e já, no segundo, o aluno conseguiu respondê-la, relacionando corretamente todos os aspectos. A seguir, apresenta-se a transcrição, realizada pelo próprio autor do trabalho, da resposta do aluno C para a pergunta 3, do Questionário 2:

- No aspecto CIÊNCIA, o aluno C responde: “Processo da cana até virar cachaça”.
- No aspecto TECNOLOGIA, o aluno C responde: “Processo de destilação”.
- No aspecto MEIO AMBIENTE, o aluno C responde: “Mal cultivo”.
- No aspecto SOCIEDADE, o aluno C responde: “Economia”.

Nessa segunda resposta, o estudante alcança o nível N3 de PC das 4 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”, pois essa informação não havia sido apresentada pelo estudante anteriormente e não foi discutida nas aulas até o momento em que o estudante respondeu ao questionário, alcançando nível 3 da categoria em sua resposta. Quanto a Pluralidade na Observação (PC-2), o estudante consegue relacionar, corretamente, pelo menos 3 aspectos da relação CTSA e, dessa forma, a resposta se classifica no nível 3. Quanto à Profundidade da Informação (PC-3), o estudante, além de trazer novas informações, demonstra compreender corretamente as demais, e sua resposta se classifica, também, no nível 3. E por último, na categoria Expressão Fundamentada (PC-4), o aluno faz corretamente a relação dos aspectos CTSA com sua resposta, atingindo o nível 3 de Pensamento Crítico, demonstrando grande evolução, já que não conseguiu responder a questão na primeira aula e, após alguns conceitos e ideias tratados, respondeu corretamente e trouxe novas informações. Assim, considera-se que o estudante C pode ter se sentido mais motivado após conseguir responder às questões, ou ter se sentido

mais motivado também com a metodologia diferenciada (LEITE; LIMA, 2015; STRACK; MARQUES; DEL PINO, 2009). O mesmo aconteceu com os alunos G e U, que não responderam à questão 3 na primeira aula, porém, na segunda, conseguiram responder corretamente.

Já o aluno H, para questão 4, apresentada no segundo questionário, alcança nível 3 nas categorias PC-1, Curiosidade Intelectual/Epistemológica e PC-2, Pluralidade na Observação, porém nas categorias PC-3, Profundidade na Interpretação e PC-4, Expressão Fundamentada, há um decaimento inesperado, do nível 3 para o nível 1, em ambas as categorias. Esse motivo se dá, embora o aluno tenha trazido uma informação nova e relacioná-la com os aspectos CTSA, ao aluno julgar que o problema principal do caso ser o pH do solo, sendo que, na verdade, é a salinidade da água utilizada para irrigar a plantação de cana de açúcar. A seguir, apresenta-se a transcrição, realizada pelo próprio autor do trabalho, da resposta do aluno H para a pergunta 4, do Questionário 2:

A pergunta número quatro questionava: De que forma o problema afeta a sociedade e o meio ambiente?

O aluno H responde da seguinte forma:

“Afeta a sociedade de forma alimentar, pois muitos agricultores não olham para o pH, e isso pode prejudicar nós e a natureza, pois sem a regularização do pH as plantas ficam doentes.”.

Considerando a Curiosidade Intelectual/Epistemológica (PC-1), o aluno alcança o nível 3, pois apresenta novas informações sobre a necessidade de verificar o pH do solo antes do cultivo e quais prejuízos pode ocasionar caso não seja feito. Ao analisar a Pluralidade na Observação (PC-2), o aluno relaciona sua resposta com, pelo menos, 3 aspectos, considerando os impactos para a sociedade, a ciência ao analisar o pH do solo e a natureza (meio ambiente), alcançando, também, o nível 3. Já na categoria Profundidade na Interpretação (PC-3), o estudante decresce o nível para N1, pois demonstra julgar sua compreensão sobre o assunto como a única necessária, sem refletir ou tirar dúvidas com o professor, e acaba afirmando que o problema do caso é o pH do solo, e não se atenta que o problema principal do caso, que é a

salinidade da água utilizada para irrigação da cana de açúcar. Também na categoria Expressão Fundamentada (PC-4), a resposta se classifica como N1, pois o estudante responde justificando que o pH do solo é o principal problema do caso.

O aluno R demonstra uma evolução relevante do primeiro questionário para o segundo questionário, passando sua pontuação média de 11,57 para 22,25, mesmo respondendo uma quantidade menor de questões, pois alcança nível 3 na pergunta 1, nas categorias PC-2 (Pluralidade na Observação) e PC-4 (Expressão Fundamentada); na pergunta 5, alcança nível 3 na categoria PC-3 (Pluralidade na Interpretação); e na pergunta 8, alcança nível 3 em todas as categorias (PC-1, PC-2, PC-3 e PC-4). É válido ressaltar que os alunos nunca tinham respondido o mesmo questionário mais de uma vez, e isso desmotivou grande parte da turma responder as mesmas questões que já foram respondidas anteriormente. Uma das questões que mais chama atenção desse aluno, foi a de número 8, que solicitava aos alunos demonstrarem um plano de ação através de uma história, desenho e/ou fluxogramas, relacionando as 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, realizada pelo próprio autor do trabalho, da resposta do aluno R para a pergunta 8, do Questionário 2:

A pergunta número 8 questionava: 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 solução do caso.

O aluno R respondeu da seguinte forma:

“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 alcança nível 3, pois são apresentadas outras informações que não foram refletidas durante as aulas, sendo elas os cursos gratuitos e divulgação correta. Também na categoria 2 (PC-2), Pluralidade na Observação, o estudante alcança nível 3 em sua resposta, pois ela se relaciona com todos os aspectos, sendo os cursos gratuitos e a divulgação ao

aspecto Sociedade, e a parte de analisar o solo à Ciência, à Tecnologia e ao Meio Ambiente. Na categoria 3 (PC-3), Profundidade na Interpretação, a resposta se qualifica como nível 3, pois além de o estudante compreender de maneira correta uma decisão coerente a ser tomada, traz nova informações. Na categoria 4 (PC-4), Expressão Fundamentada, a resposta também alcança nível 3, pelo fato de o aluno relacionar os aspectos CTSA em sua resposta e, fundamentar sua resposta com a matéria estudada.

O aluno T foi o único aluno que respondeu todas as questões do questionário 1 e do questionário 2, e apresentou um aumento significativo na sua pontuação, de 13 para 19,62. Porém, algo que chama atenção é que, no primeiro questionário, apresentou um nível 3 na categoria PC-1 (Curiosidade Intelectual/Epistemológica), para a pergunta de número 6, que no segundo, decresceu. A seguir, apresenta-se a transcrição, realizada pelo próprio autor do trabalho, da resposta do aluno T para a pergunta 6, do Questionário 1:

A pergunta número 6 questionava: É possível solucionar o caso apenas com as decisões citadas anteriormente? Justifique.

O aluno T respondeu:

“Provavelmente não, deve-se pesquisar mais sobre toda a produção e as reações químicas que podem acontecer.”.

Considerando a categoria 1 (PC-1), Curiosidade Intelectual/Epistemológica, a resposta do aluno T pode ser classificada no nível 3, sendo que o aluno apresenta novas informações, dizendo que deve-se pesquisar sobre as reações químicas que podem acontecer, considerando que essa informação ainda não tinha sido refletida com os alunos e partiu do próprio estudante. Já categoria 2 (PC-2), Pluralidade na Observação, a resposta se classifica como 2, pois o estudante relaciona duas óticas diferentes em sua resposta, sendo elas Tecnologia, quando se refere à produção da cachaça, e Ciência, ao se referir às reações químicas. Na categoria 3 (PC-3), Profundidade na Interpretação, a resposta se classifica como nível 2, pois o aluno T demonstra compreender a informação e expressa corretamente seus pontos de vista. E por último, na categoria 4 (PC-4), Expressão Fundamentada, a resposta se classifica no nível 1 por ser apenas informações que o aluno apresenta, sem conclusões ou embasamento teórico. A seguir, apresenta-se a transcrição, realizada pelo próprio autor do

trabalho, da resposta do aluno T para a pergunta 6, do Questionário 2:

A pergunta número 6 questionava: É possível solucionar o caso apenas com as decisões citadas anteriormente? Justifique.

O aluno T respondeu:

“Provavelmente sim, pois o solo foi o grande causador do problema.”.

Nesse momento, cabe considerar que mais informações foram fornecidas aos alunos, e o aluno T, além de simplificar sua resposta, apenas apontou uma forma de compreender o problema, sem abranger com mais detalhes. Dessa forma, na categoria 1 (PC-1), Curiosidade Intelectual/Epistemológica, a resposta passa a se classificar como nível 1, pois o aluno apenas apresenta informações que lhe foram apresentadas. Na categoria 2 (PC-2), Pluralidade na Observação, a resposta também se classifica como nível 1, pois a resposta do aluno não faz relação com pelo menos duas perspectivas diferentes, permanece apenas em Meio Ambiente. Na categoria 3 (PC-3), a resposta continua como nível 1, pois o aluno afirma que o solo foi o grande causador do problema, mas não demonstra compreender o que aconteceu com o solo para que causasse o problema, julgando apenas seu conhecimento como suficiente. Na categoria 4 (PC-4), a resposta se classifica também no nível 1, pois o estudante não utiliza corretamente e mais aprofundada os conceitos ensinados para fundamentar sua resposta.

Cabe ressaltar que a pergunta de número 3, a qual solicitava que os alunos relacionassem o problema apresentado com questões de Ciência, Tecnologia, Meio Ambiente e Sociedade, além de identificar o principal problema do caso foi uma das perguntas com menos respostas no primeiro questionário, tendo um total de 5 respostas de 10 alunos participantes da pesquisa, e quando aplicada novamente no segundo questionário, aumentou para um total de 7 respostas, de 10 alunos. Isso pode se justificar pela dificuldade enfrentada pelos alunos em relacionar partes do caso com os aspectos CTSA, já que era o primeiro contato da classe com tais aspectos, mas, logo ao fim da primeira aula, foi discutido com a orientadora o que poderia ser feito para auxiliar os alunos na compreensão da pergunta número 3 e como fazer uma mediação. A partir disso, antes de entregar o questionário aos alunos, foram feitas algumas perguntas que os levassem a refletirem sobre o que eram esses aspectos CTSA e o quais pontos se relacionam com eles. Além disso, na primeira e segunda

aulas, os aspectos Ciência e Tecnologia foram mais trabalhados, e os aspectos Sociedade e Meio Ambiente, foram abordados somente na primeira aula.

A pergunta de número 8, dos primeiro e segundo questionários, solicitava que os alunos demonstrassem um plano de ação por meio de uma história, desenho e/ou fluxogramas, utilizando os personagens do caso, juntamente com a melhor decisão a ser tomada para a solução do caso. Essa foi a questão que menos se obteve resposta, talvez devido ao fato de solicitar um maior “trabalho” pelos alunos para responder, o que parece não os ter motivado. Algo inesperado, pois, como traz Sasseron e Carvalho (2010), o desenho pode atuar auxiliando na exposição de ideias e conceitos fundamentados pelos alunos, que, não necessariamente, conseguiriam expor através da escrita.

Nesse mesmo sentido, a pergunta número 1, do questionário quatro, novamente solicitava que os alunos relacionassem os aspectos CTSA com o caso, como forma de sistematizar o conteúdo e evidenciar diversas relações entre os aspectos. Novamente obtivemos poucas respostas por parte da classe, pelo motivo de os alunos não julgarem necessário responder por uma terceira vez uma pergunta que questionava a relação do caso com aspectos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, contabilizando apenas 3 respostas, de 10 alunos.

O Questionário 3 foi o que teve menos questões não respondidas pelos alunos, sendo que o questionário aplicado contava com apenas três perguntas, as quais envolviam reflexão sobre a Sociedade e o Meio Ambiente. Tal fato pode ser compreendido pelo uso de ideias e conceitos já conhecidos pelos alunos, sendo eles: Poluição, Descarte de lixo, Reutilização. Junto a isso, as reflexões 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 Pensamento Crítico dos estudantes e sensibilizando-os sobre a importância de atuarem conscientemente na sociedade, tomando decisões corretas e que não impactam o Meio Ambiente (ACEVEDO, 1996).

O aluno A demonstra evoluir consideravelmente sua pontuação no Questionário 3, alcançando uma média de 22,66, sendo que no Questionário 1, obteve uma pontuação média de 13,5, e no Questionário 2, alcançou 13,4. Pode-se observar, dessa forma, em sua resposta

para a questão número 1 do Questionário 3, que o aluno alcança níveis 3 para duas categorias, PC-1 (Curiosidade Intelectual/Epistemológica) e PC-3 (Profundidade na Interpretação). A seguir, apresenta-se a transcrição, realizada pelo próprio autor do trabalho, da resposta do aluno A para a pergunta 1, do Questionário 3:

A pergunta número 1 questionava: 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 alcança nível 3, pois demonstra que o aluno domina os conceitos que utiliza para responder, 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 de nível 2, pois 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 passa a ser nível 3, pois traz informações corretas e ainda apresenta informações de outras fontes. Quanto à categoria Expressão Fundamentada (PC-4), a resposta se classifica como nível 2, pois há fundamentação dos conceitos estudados na resposta do aluno.

O aluno T chama atenção para sua resposta na questão número 2 do Questionário 3, a qual alcança nível 3 em todas as categorias. Ainda, nota-se que sua pontuação média para o Questionário 3 (22,66) foi a maior quando comparada com outros Questionários. Vale ressaltar que a pergunta número 2 do Questionário 3 é um complemento da pergunta número 1, portanto, a primeira pergunta questionava como o descarte inadequado de resíduos afeta a sociedade, e a segunda pergunta direciona para como o descarte inadequado de resíduos afeta o meio ambiente. A seguir, apresenta-se a transcrição, realizada pelo próprio autor do trabalho, da resposta do aluno T para a pergunta 2, do Questionário 3:

A pergunta número 2 questionava: E o meio ambiente?

O aluno T respondeu:

“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) da resposta, se classifica como nível 3, pois o estudante demonstra domínio sobre as informações que apresenta, e também traz novas informações. Alcança nível 3 também na categoria Pluralidade na Observação (PC-2), pois em sua resposta apresenta relacionar pelo menos três aspectos, sendo evidenciada a Ciência na parte que 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”. Sobre a Profundidade na Interpretação (PC-3), a resposta alcança nível 3, pois além de novas informações, demonstra que consegue compreender corretamente o assunto. Por fim, analisando a Expressão Fundamentada (PC-4), também alcança 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, sendo que isso pode ser justificado pelo fato de os alunos estarem mais motivados pela metodologia e abordagem adotada durante a Sequência de Aulas (LEITE; LIMA, 2015; STRACK; MARQUES; DEL PINO, 2009), ou, também por ser uma aula de sistematização e retomar por todos os aspectos CTSA, sendo um momento em que o professor retomou discussões, levou os alunos a pensarem sobre diferentes perspectivas, e, com isso, os alunos podem ter fundamentado alguns conceitos e tiveram a oportunidade de refletir sobre mais questões que fomentaram o Pensamento Crítico (CARVALHO, 2013; SILVA, OLIVEIRA, SUART, 2021).

Por exemplo, o aluno A consegue alcançar com sua resposta, nível 3 em todas as categorias para a pergunta 2 do Questionário 4. E chama atenção para o aumento significativo de sua média comparando com os Questionários anteriores, sendo que no primeiro Questionário alcança média de 13,5; no segundo Questionário 13,4; no terceiro Questionário 22,66; e, por fim, no quarto Questionário 30. Vale ressaltar que o aluno A alcança pontuação

máxima no último Questionário sem responder a primeira pergunta, porém, acredita-se que o aluno não compreendeu que a primeira pergunta era para ser respondida isoladamente, demonstrando ter respondido à pergunta 1 e 2 juntamente. A seguir, apresenta-se a transcrição, realizada pelo próprio autor do trabalho, da resposta do aluno A para a pergunta 2, do Questionário 4:

A pergunta número 2 solicitava: Demonstre a melhor solução do caso através de uma história, desenho e fluxogramas, utilizando os personagens do caso com a melhor decisão a ser tomada para solução do caso.

O aluno A respondeu:

“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 se classifica como nível 3, pois são apresentadas informações novas sobre o uso do bagaço da cana para fazer o etanol e fertilização da terra. Sobre a Pluralidade na Observação (PC-2), é feita pelo menos associação com três aspectos, 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), se classifica como nível 3, pois são apresentadas informações coerentes com o conteúdo estudado e ainda traz informações novas. Sobre a Expressão Fundamentada (PC-4), nota-se a fundamentação dos conceitos estudados em sua resposta, e ainda faz relação com aspectos CTSA.

O aluno P é um dos que responde à pergunta 1 do Questionário 4 separadamente, porém, apesar de trazer relações interessantes, apresenta uma concepção alternativa que diminui significativamente sua pontuação. A pergunta solicitava novamente que os alunos fizessem relação dos aspectos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente com o caso, e, ao relacionar o Meio Ambiente, o aluno afirma que a salinidade da água utilizada para

irrigar a cana-de-açúcar gerou acidez para o solo, por mais que durante as aulas foram destacados que o sal era Cloreto de Sódio (NaCl) e que não alteraria pH. A seguir, apresenta-se a transcrição, realizada pelo próprio autor do trabalho, da resposta do aluno P para a pergunta 1, do Questionário 4:

- No aspecto CIÊNCIA, o aluno P responde: “Relaciona quimicamente, pela destilação.”.
- No aspecto TECNOLOGIA, o aluno P responde: “O triturador e os outros equipamentos utilizados para a criação da cachaça.”.
- No aspecto SOCIEDADE, o aluno P responde: “O objetivo do pai em ajudar seus filhos gerou a ideia da produção da cachaça, porém, gerou um prejuízo, já que a cachaça não pode ser utilizada, o bagaço da cana foi gerado, tendo que ser resolvido antes de trazer pragas para a região.”.
- No aspecto MEIO AMBIENTE, o aluno P responde: “A acidez do solo gerada pelo lago salino pode gerar uma possível degradação da flora da região, afetando também a fauna.”.

Analisando a Curiosidade Intelectual/Epistemológica (PC-1) da resposta, se classifica como nível 2, pois nota-se que o estudante buscou apresentar novas informações além das que foram debatidas em sala de aula, porém, demonstra não ter domínio sobre as informações que traz. O nível mais alto alcançado é na categoria Pluralidade na Observação (PC-2), onde o aluno alcança nível 3, pois relaciona pelo menos três aspectos dos CTSA em sua resposta. A profundidade na Interpretação (PC-3) é classificada como nível 1, pois o estudante apresenta desvio dos conceitos estudados, e julga sua compreensão superficial sobre o assunto como suficiente. Analisando a Expressão Fundamentada (PC-4), a resposta também se classifica como nível 1, pois como há a presença de uma afirmação errada, a resposta não faz relação com a matéria estudada.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desta pesquisa foi desenvolver uma Sequência de Aulas abordando a metodologia do Estudo de Caso como forma de fomentar o Pensamento Crítico de estudantes do Ensino Médio. Dessa forma, pode-se dizer, a partir dos resultados obtidos, que houve uma manifestação evolutiva do Pensamento Crítico por parte dos alunos, sendo que com o desenvolvimento do Estudo de Caso, e com auxílio de questionamentos e problematização, os estudantes conseguiram responder 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.

A metodologia de Estudo de Caso, juntamente com a abordagem investigativa utilizada para sua aplicação, foi novidade para todos os estudantes, que nunca haviam se deparado com essa metodologia e disseram ter se sentido motivados a buscar por uma solução. Notou-se, ainda, que no início das aulas, grande parte dos alunos não participavam 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 da aulas, os alunos foram engajando nas discussões com maior frequência.

É válido ressaltar que os estudantes alegaram 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 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 para que se tenha mais pesquisas voltadas para a formação crítica de cidadãos, tanto como outras pesquisas que busquem melhores formas de ensino/aprendizagem e a formação de indivíduos 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 sua orientadora e com demais alunos orientados pela professora, o que possibilitou destacar potencialidades, como: o uso da abordagem investigativa, aplicação da metodologia de Estudo de Caso, contextualização CTSA. E limitações, como por exemplo: ansiedade em ministrar aulas, falta de experiência e inseguranças. Tais limitações sobre a prática docente poderão ser cada vez mais aprimoradas a partir do contato com a profissão e reflexão sobre a própria prática. Concluindo assim, 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 Estudo de Caso, a partir da análise de suas respostas para os questionários.

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

## 7. REFERÊNCIAS

- BARDIN, L. Análise de Conteúdo. Lisboa: Edições 70, 4ª ed., 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2022.
- CARDOSO, Sheila Pressentin; COLINVAUX, Dominique. Explorando a motivação para estudar química. **Química Nova**, v. 23, n. 3, p. 401-404, 2000.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning**, v. 1, p. 1-19, 2013.
- CERULLO, Josinete Aparecida da Silva Bastos; CRUZ, Diná de Almeida Lopes Monteiro da. Raciocínio clínico e Pensamento Crítico. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 18, p. 124-129, 2010.
- DE LIMA, José Ossian Gadelha. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista espaço acadêmico**, v. 12, n. 136, p. 95-101, 2012.
- DE MORAIS, JOSÉ EDSON FLORENTINO. USO DE ÁGUAS SALOBRAS E FRAÇÃO DE LIXIVIAÇÃO NO CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR, 2020.
- DE SOUZA PEREIRA, Ademir. Estudo de caso no ensino de química: o teste de adulteração da gasolina em foco. **Pesquisa e Debate em Educação**, v. 6, n. 2, p. 31-47, 2016.
- DÍAZ, José Antonio Acevedo. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. **Biblioteca Digital da OEI**, 1996.
- SANTOS, F. M. dos. ANÁLISE DE CONTEÚDO: A VISÃO DE LAURENCE BARDIN. *Revista Eletrônica de Educação, [S. l.]*, v. 6, n. 1, p. 383-387, 2012.
- FERNANDES, C. G. ; SOUZA, J.A. ; SUART, R. C. ; THOMASI, S. S. . Estudo de Caso como Estratégia para Desenvolver o Pensamento Crítico em Licenciandos em Química. In: XII ENPEC, 2019, Natal. Anais do XII ENPEC, 2019.
- FREIRE, Leila Inês Follmann et al. Pensamento crítico, enfoque educacional CTS e o ensino de química. 2007.
- HERREID, Clyde Freeman. What makes a good case. **Journal of college science teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

KORTLAND, K. “An STS Case Study about Students’ Decision Making on the Waste Issue”. *Science Education*, vol. 80, n. 6, 1996, p. 673.

LEITE, Luciana Rodrigues; LIMA, José Ossian Gadelha de. O aprendizado da Química na concepção de professores e alunos do ensino médio: um Estudo de Caso. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 96, n. 243, p. 380-398, 2015.

LUDKE, Menga & ANDRÉ, Marli E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária, 1986. 99p.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro et al. Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de química em formação continuada. **Investigações em ensino de ciências**, v. 14, n. 2, p. 281-298, 2016.

MARTINS, André Abreu; SALGADO, Tania Denise Miskinis. Estudos de caso: uma abordagem alternativa para o estudo de eletroquímica no Ensino Médio. *Encontro de Debates sobre o Ensino de Química*, v. 1, n. 1, p. 244-252, 2014.

MINAS GERAIS. Currículo Referência de Minas Gerais. Minas Gerais, 2022.

MORAES, Carolina Roberta; VARELA, Simone. Motivação do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem. **Revista eletrônica de Educação**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2007.

PAZINATO, Maurícus Selvero; BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes. O Estudo de Caso como estratégia metodológica para o ensino de Química no nível médio. *Revista Ciências & Ideias* ISSN: 2176-1477, v. 5, n. 2, p. 1-18, 2014.

RAINBOLT, George et al. Pensamento crítico. **Fundamento**, n. 1, 2010.

RICHETTI, Graziela Piccoli; DE PINHO ALVES FILHO, José. Automedicação no Ensino de Química: uma proposta interdisciplinar para o Ensino Médio. **Educación Química**, v. 25, p. 203-209, 2014.

SÁ, Luciana Passos. **A argumentação no ensino superior de química: investigando uma atividade fundamentada em estudos de casos**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SANTOS, W.L.P., e SCHNETZLER, R. P, *Educação em Química: compromisso com a cidadania* (4ª edição). Ijuí-RS: Unijuí, 2010.

SASSERON, Lúcia Helena; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Escrita e desenho: análise de registros elaborados por alunos do ensino fundamental em aulas de ciências. **Revista**

**Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 2, 2010.

SASSERON, Lucia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. A construção de argumentos em aulas de ciências: o papel dos dados, evidências e variáveis no estabelecimento de justificativas. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 02, p. 393-410, 2014.

SILVA, Daniel Gedder et al. Modelo de Tomada de Decisão de Kortland no Delineamento de Atividade Didática para o Ensino de Bioquímica. **Revista de Graduação USP**, v. 1, n. 2, p. 89-93, 2016.

SILVA, Erivanildo Lopes da; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 12, p. 101-118, 2010.

SILVA, Raniele Aparecida da; OLIVEIRA, Isadora Mota; SUART, Rita de Cássia. ANÁLISE DOS NÍVEIS DE INVESTIGAÇÃO DE PLANOS E AULAS DESENVOLVIDOS POR UMA PROFESSORA EM FORMAÇÃO INICIAL EM QUÍMICA. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 26, n. 2, 2021.

SOUSA, RS de; ROCHA, Paula Del Ponte; GARCIA, Irene Teresinha Santos. Estudo de caso em aulas de química: percepção dos estudantes de nível médio sobre o desenvolvimento de suas habilidades. **Química Nova na escola**, v. 34, n. 4, p. 220-228, 2012.

STRACK, Ricardo; MARQUES, Magdalena; DEL PINO, José Claudio. Por um outro percurso da construção do saber em educação química. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 1, p. 18-22, 2009.

TOULMIN, S. Os usos do argumento. Trad. Reinaldo Guarany. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

## 8. APÊNDICES

### APÊNDICE 1 - O CASO PROPOSTO

#### Assoviando e chupando cana

Pedro teve uma infância muito tranquila no interior de Minas Gerais, em uma cidadezinha chamada Candeias. Foi criado junto com seu irmão, Daniel, onde, desde criança, trabalhavam na roça com seu pai, João, para ajudar no sustento da família.

O tempo foi passando até que Pedro chegou ao terceiro ano do ensino médio, em 2019. Fez o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) e conseguiu ingressar em química na UFLA (Universidade Federal de Lavras), onde seu irmão, Daniel, já cursava agronomia. João trabalhava incansavelmente colhendo café para sustentar Daniel na faculdade, e quando soube que seu outro filho, Pedro, também entrou para a faculdade, ficou cheio de orgulho, porém, a preocupação em conseguir pagar as despesas dos dois lhe fez ter uma ideia:

*(João) - Meus filhos, estive pensando em algo para conseguir manter vocês na faculdade! Seu tio Ronaldo planta cana-de-açúcar lá em Lagoa da Prata, MG, e pensei em comprar a cana dele para produzirmos cachaça e vender.*

*(Pedro) - Que legal pai! Como entrei em química e o Daniel já estuda agronomia, poderemos usar do que aprendermos e fazer uma boa cachaça!*

Certo tempo depois, João ligou para seu irmão, Ronaldo, colocou a conversa em dia, comprou a cana e preparou seu primeiro lote depois de aprender como se produz cachaça em um curso de extensão oferecido pela UFLA. Seus filhos estavam presentes no dia em que a primeira produção ficou pronta e ansiosos para saborear a cachaça:

*(Daniel) - Eu bebo primeiro!*

*(Pedro) - Agora que já tenho 18 anos também quero ver se ficou bom.*

Embora todos estivessem com grande expectativa em ser o primeiro a beber, João pegou um copo e experimentou antes de todos, e, com a expressão indignada, disse:

*(João) - Nossa, acho que alguma coisa está errada... A cachaça está com um aroma e sabor estranho.*

Daniel e Pedro pegaram o copo, sentiram o cheiro e beberam logo em seguida.

*(Daniel) - O pai, isso aqui deve que pegou gosto desse equipamento seu aí, provavelmente algum dos canos está enferrujado.*

*(Pedro) - Eu não conheço o gosto de cachaça, mas essa aqui está bem ruim.*

Depois de ter trocado todos os canos do equipamento de destilação, fizeram novamente a cachaça e perceberam que ficou com o mesmo cheiro e sabor.

*(Daniel) - Assim não dá não pai, essa cana que o senhor comprou é de onde mesmo?*

*(João) - É lá de Lagoa da Prata filho. Seu tio Ronaldo cultiva elas próximo a um lago salino. Eles chamam de Praia Municipal, mas tenho quase certeza que ele não realizou a análise do solo antes de cultivar a cana de açúcar...*

*(Pedro) - Então vamos fazer assim pai! Eu vou pedir uma ajuda para colegas de classe do ensino médio e o Daniel pergunta a seus amigos e professores da faculdade também para nos auxiliar. (As aulas da faculdade de Pedro ainda não começaram, por isso buscou ajuda com os amigos do ensino médio).*

*(Daniel) - Sim pai! A gente vai conseguir produzir uma boa cachaça juntos! E outra, será que a gente não encontra uma utilidade para esse bagaço de cana que sobrou aí não? Porque se acumular vai atrair formigas e ratos para toda vizinhança.*

*(João) - Ótima ideia Daniel! E obrigado meus filhos, assim que possível me deem um retorno, por favor.*

Vocês são os amigos de Pedro e vão auxiliar encontrar as soluções para o cheiro e sabor desagradáveis da cachaça, para entender as causas e evitar que o fato ocorra novamente. Para isso, formulem hipóteses, pesquisem e discutam com o professor e seus colegas e respondam às atividades solicitadas.

## APÊNDICE 2 - PLANOS DE AULA

### 1. Dados de Identificação

Escola: Estadual Padre Alberto Fuger		
Professor(a): Mateus Oliveira Silva		Disciplina: Química
Série: 3º ano	Período: manhã	Número de aulas: 4

### AULA 1

**1. Conceito(s):** A leitura do caso que envolve todos os conceitos gerais da SA: Temperatura de Fusão, Temperatura de Ebulição, Destilação, Descarte de Resíduo, Poluição e Reutilização.

**2. Objetivos:** O objetivo específico desta aula será mediar e problematizar algumas questões para que os alunos reflitam sobre o Estudo de Caso abordado e apresentem suas primeiras concepções, juntamente com possíveis soluções para ele.

**3. Estratégia/Abordagem:** A estratégia utilizada será um Estudo de Caso com a temática cachaça. A abordagem será investigativa para que os alunos participem ativamente no processo de construção do conhecimento.

**4. Justificativa para escolha da estratégia/abordagem:** O Estudo de Caso é uma metodologia que tem grande potencial em incentivar os estudantes a querer aprender e permite que o professor fomente o Pensamento Crítico (como em questão o Estudo de Caso é contextualizado de forma CTSA). A abordagem coloca o aluno como protagonista do seu próprio aprendizado, além de permitir que o professor realize uma mediação para que identifique concepções alternativas e faça a reorientação.

**5. Desenvolvimento da aula:** Os 3 primeiros minutos de aula foram destinados à explicação de como seria trabalhadas as quatro aulas da sequência didática. Os próximos 20 minutos foram destinados para realizar a leitura do Estudo de Caso em conjunto e breve discussão e problematização no final da leitura. Seguem as questões que foram levantadas como

problematização inicial:

1. Vocês conhecem como é produzida a cachaça?
2. Por que a cachaça estava com aroma e sabor estranho?
3. O que se deve fazer com o bagaço da cana que restou?

Em seguida, será distribuído aos alunos o Questionário 1, apresentado a seguir como Quadro 1, que segue o referencial de Kortland, para o qual os alunos utilizaram o restante da aula para respondê-lo.

**6. Recursos:** O quadro, giz, a fala do professor, o questionário prévio, o Estudo de Caso.

**7. Avaliação:** A avaliação dos estudantes será feita durante todo o processo de ensino, por meio de questionamentos, debates e a formulação de respostas dos estudantes.

**QUESTIONÁRIO ELABORADO SEGUINDO O REFERENCIAL DE KORTLAND**

1. Faça uma reflexão sobre o Estudo de Caso, e explique os principais assuntos apresentados.
2. Qual a gravidade do problema apresentado?
3. Relacione o problema apresentado com questões de (Justifique sua resposta em todos):

CIÊNCIA	TECNOLOGIA
<div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 60px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <b>PROBLEMA</b> </div>	
MEIO AMBIENTE	SOCIEDADE

Outros aspectos:

4. De que forma o problema afeta a sociedade e o meio ambiente?
5. Quais decisões podem ser tomadas de acordo com a situação do caso?
6. É possível solucionar o caso apenas com as decisões citadas anteriormente? Justifique.
7. Considerando aspectos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, qual das medidas é a mais adequada para solução do problema? Por quê?
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 solução do caso.

Quadro 1 - Questionários 1 e 2 distribuídos aos alunos na aula 1 e 2, respectivamente.

## AULA 2

**1. Conceito(s):** Temperatura de Fusão, Temperatura de Ebulição, Destilação e absorção de nutrientes.

**2. Objetivos:** O objetivo da aula é trabalhar com os alunos conceitos químicos que direcionem os estudantes a pensar na solução do Caso

**3. Estratégia/Abordagem:** A estratégia utilizada será um Estudo de Caso com a temática cachaça. A abordagem será investigativa para que os alunos participem ativamente no processo de construção do conhecimento.

**4. Justificativa para escolha da estratégia/abordagem:** Através do Estudo de Caso foram trabalhados conteúdos químicos de forma investigativa para direcionar o pensamento dos estudantes e auxiliá-los através da mediação para que cheguem à uma solução da problemática.

**5. Desenvolvimento da aula:** Os primeiros 5 minutos foram destinados a discussão sobre o as respostas dos alunos ao Questionário 1, e suas principais dúvidas e dificuldades. Em seguida, os próximos 30 minutos foram direcionados para assistir um vídeo sobre o processo de fabricação da cachaça e em seguida trabalhar os conteúdos Temperatura de Fusão, Temperatura de Ebulição, Destilação e absorção dos nutrientes pela planta da cana de açúcar. As seguintes perguntas mediaram tal processo:

1. O que é temperatura de Fusão/Ebulição?
2. Essa propriedade é única para cada material?
3. Qual a temperatura mínima deve ter no caldeirão com o caldo de cana para produzir cachaça? (Os alunos terão visto uma tabela com os respectivos PF/PE do etanol)
4. Por onde as plantas absorvem os nutrientes?
5. Água salobra prejudica as plantas de alguma forma?

Os 15 minutos finais foram destinados aos alunos e responderem novamente as perguntas do Questionário 1, que foram chamadas na análise de Questionário 2, representado

no Quadro 1, que segue o referencial do modelo de Kortland, visando buscar as relações que eles conseguiram fazer após se trabalhar os conteúdos.

Link do vídeo sobre a produção da cachaça: <https://www.youtube.com/watch?v=4dvkmEbpMM>

**6. Recursos:** O quadro, o giz, a fala do professor, o vídeo, o questionário, o Estudo de caso.

**7. Avaliação:** A avaliação dos estudantes será feita durante todo o processo de ensino, por meio de questionamentos, debates e a formulação de respostas dos estudantes.

### AULA 3

**1. Conceito(s):** Descarte de lixo, Poluição e Reutilização.

**2. Objetivos:** Fomentar o Pensamento Crítico sobre questões de descarte do bagaço da cana, poluição e reutilização.

**3. Estratégia/Abordagem:** A estratégia utilizada será um Estudo de Caso com a temática cachaça. A abordagem será investigativa para que os alunos participem ativamente no processo de construção do conhecimento.

**4. Justificativa para escolha da estratégia/abordagem:** O Estudo de Caso aborda conceitos de descarte adequado, poluição, prejuízos para a sociedade sobre o descarte inadequada de resíduos e reutilização, dessa forma será fomentado o Pensamento Crítico dos alunos através do descarte e reutilização do bagaço da cana.

**5. Desenvolvimento da aula:** Os 20 minutos iniciais da aula será distribuído aos alunos o questionário 3 para levantar concepções de como os alunos pensam sobre a importância do descarte correto de lixos, resíduos e a reutilização dos mesmos:

1. O que é poluição?
2. Você descarta seu lixo de forma correta?
3. Como o descarte inadequado de resíduos afeta a sociedade?
4. E o meio ambiente?
5. Como poderia ser reutilizado o bagaço da cana do Estudo de Caso?

O restante da aula foi destinado para os alunos responderem um questionário

abordando a temática de descarte de resíduos e poluição ambiental. Apresenta a seguir o questionário proposto na aula 3, representado no Quadro 2:

<p><b>QUESTIONÁRIO AULA 3</b></p> <p>1- Como o descarte inadequado de resíduos afeta a sociedade?</p> <p>2- E o meio ambiente?</p> <p>3- Como pode ser reutilizado o bagaço da cana do Caso.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Quadro 2 - Questionário distribuído aos alunos na aula 3.

Tais perguntas tem como foco incentivar a reflexão dos alunos e fomentar a conscientização sobre que tipo de prejuízo acarreta para a sociedade e o meio ambiente o descarte inadequado do bagaço da cana e demais resíduos, além de considerar como a reutilização pode ser benéfica e também rentável para outros setores, utilizando de respostas dadas pelos próprios alunos e uma discussão mediada.

**6. Recursos:** O quadro, o giz, a fala do professor, o questionário, o Estudo de caso.

**7. Avaliação:** A avaliação dos estudantes será feita durante todo o processo de ensino, por meio de questionamentos, debates e a formulação de respostas dos estudantes.

#### AULA 4

**1. Conceito(s):** Conceitos gerais da SA

**2. Objetivos:** Fechamento do Estudo de Caso e reorientação de possíveis concepções alternativas

**3. Estratégia/Abordagem:** A estratégia utilizada será um Estudo de Caso com a temática cachaça. A abordagem será investigativa para que os alunos participem ativamente no processo de construção do conhecimento.

**4. Justificativa para escolha da estratégia/abordagem:** Através de debates e mediações durante as aulas será possível investigar possíveis desenvolvimento do Pensamento Crítico nos estudantes, principalmente destacar concepções alternativas dos estudantes para

reorientação sobre a solução do caso.

**5. Desenvolvimento da aula:** A aula teve início com os alunos respondendo algumas perguntas que direcionam para a resolução do caso:

<p style="text-align: center;"><b>QUESTIONÁRIO AULA 4</b></p> <p>1. Mostre como os seguintes aspectos se relacionam com o caso:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Ciência;</li><li>b. Tecnologia;</li><li>c. Sociedade;</li><li>d. Meio Ambiente.</li></ul> <p>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.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Quadro 3 - Questionário distribuído aos alunos na aula 4.

Em seguida, houve um debate com os alunos expondo suas as dificuldades e soluções que encontraram sobre a problemática do caso, buscando verificar se todos conseguiram compreender a solução correta do caso e destacar possíveis concepções alternativas que emergiram durante o aprendizado para reorientação. Durante o debate, também foram destacadas questões de responsabilidade individual perante o meio social, sobre como a participação ativa e crítica em decisões importantes para a sociedade devem ser consideradas, fomentando o Pensamento Crítico com os estudantes.

**6. Recursos:** O quadro, o giz, a fala do professor, o questionário, o Estudo de caso.

**7. Avaliação:** A avaliação dos estudantes será feita durante todo o processo de ensino, por meio de questionamentos, debates e a formulação de respostas dos estudantes.

## APÊNDICE 3 - TABELAS COM PONTUAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

As tabelas a seguir demonstram os níveis alcançados pelos alunos em cada categoria (PC-1, PC-2, PC-3 e PC-4) nas perguntas respondidas em cada questionário, que serão chamadas de P1, P2, P3, respectivamente.

QUESTIONÁRIO 1								
Aluno	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
<b>A</b>	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0
<b>C</b>	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:2 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1
<b>F</b>	PC-1:1 PC-2:2 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:1 PC-2:2 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:2 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0
<b>G</b>	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:2 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0
<b>H</b>	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:2 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:2 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:1 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0
<b>M</b>	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0

<b>P</b>	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:2 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0
<b>R</b>	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:2 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:3 PC-2:2 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:2 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0
<b>T</b>	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:2 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:1	PC-1:3 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:1 PC-4:1
<b>U</b>	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:1 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:1	PC-1:3 PC-2:3 PC-3:2 PC-4:3	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0

Tabela 8 - Questionário 1 respondido pelos alunos com seus respectivos níveis alcançados.

QUESTIONÁRIO 2									
Alunos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
<b>A</b>	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0
<b>C</b>	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:2 PC-2:3 PC-3:3 PC-4:3	PC-1:1 PC-2:2 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:2 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:2 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0
<b>F</b>	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:2 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0
<b>G</b>	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:2 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:3 PC-3:3 PC-4:3	PC-1:3 PC-2:2 PC-3:3 PC-4:2	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0
<b>H</b>	PC-1:1 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:3 PC-2:3 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0
<b>M</b>	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:1 PC-2:2 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0
<b>P</b>	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:3 PC-2:3 PC-3:3 PC-4:3	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:3 PC-2:1 PC-3:2 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:1 PC-4:1
<b>R</b>	PC-1:2 PC-2:3 PC-3:2 PC-4:3	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:3 PC-4:2	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:3 PC-2:3 PC-3:3 PC-4:3

<b>T</b>	PC-1:2	PC-1:2	PC-1:3	PC-1:3	PC-1:3	PC-1:1	PC-1:2	PC-1:2
	PC-2:1	PC-2:2	PC-2:3	PC-2:2	PC-2:2	PC-2:1	PC-2:2	PC-2:2
	PC-3:2	PC-3:2	PC-3:3	PC-3:3	PC-3:3	PC-3:1	PC-3:1	PC-3:1
	PC-4:2	PC-4:2	PC-4:3	PC-4:2	PC-4:2	PC-4:1	PC-4:1	PC-4:1
<b>U</b>	PC-1:0	PC-1:0	PC-1:2	PC-1:2	PC-1:2	PC-1:2	PC-1:2	PC-1:0
	PC-2:0	PC-2:0	PC-2:2	PC-2:1	PC-2:1	PC-2:2	PC-2:1	PC-2:0
	PC-3:0	PC-3:0	PC-3:1	PC-3:2	PC-3:1	PC-3:2	PC-3:1	PC-3:0
	PC-4:0	PC-4:0	PC-4:1	PC-4:2	PC-4:1	PC-4:2	PC-4:1	PC-4:0

Tabela 9 - Questionário 2 respondido pelos alunos com seus respectivos níveis alcançados.

<b>QUESTIONÁRIO 3</b>			
<b>Alunos</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>
<b>A</b>	PC-1:3 PC-2:2 PC-3:3 PC-4:2	PC-1:3 PC-2:2 PC-3:3 PC-4:2	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2
<b>C</b>	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0
<b>F</b>	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2
<b>G</b>	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1
<b>H</b>	PC-1:1 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:3 PC-2:1 PC-3:2 PC-4:2
<b>M</b>	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:3 PC-2:2 PC-3:3 PC-4:2	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:2 PC-4:2
<b>P</b>	PC-1:3 PC-2:2 PC-3:3 PC-4:2	PC-1:3 PC-2:2 PC-3:3 PC-4:2	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1
<b>R</b>	PC-1:3 PC-2:3 PC-3:3 PC-4:3	PC-1:3 PC-2:2 PC-3:3 PC-4:2	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:2 PC-4:2

<b>T</b>	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:3 PC-2:3 PC-3:3 PC-4:3	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2
<b>U</b>	PC-1:3 PC-2:2 PC-3:3 PC-4:2	PC-1:3 PC-2:2 PC-3:3 PC-4:2	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2

Tabela 10 - Questionário 3 respondido pelos alunos com seus respectivos níveis alcançados.

<b>QUESTIONÁRIO 4</b>		
<b>Alunos</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>
<b>A</b>	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:3 PC-2:3 PC-3:3 PC-4:3
<b>C</b>	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:3 PC-2:2 PC-3:3 PC-4:2
<b>F</b>	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2	PC-1:1 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1
<b>G</b>	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:2 PC-2:1 PC-3:1 PC-4:1
<b>H</b>	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2
<b>M</b>	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:3 PC-2:3 PC-3:3 PC-4:3
<b>P</b>	PC-1:2 PC-2:3 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:3 PC-2:3 PC-3:1 PC-4:1
<b>R</b>	PC-1:1 PC-2:2 PC-3:1 PC-4:1	PC-1:2 PC-2:2 PC-3:2 PC-4:2

<b>T</b>	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:3 PC-2:3 PC-3:1 PC-4:1
<b>U</b>	PC-1:0 PC-2:0 PC-3:0 PC-4:0	PC-1:2 PC-2:3 PC-3:2 PC-4:3

Tabela 11 - Questionário 4 respondido pelos alunos com seus respectivos níveis alcançados.