

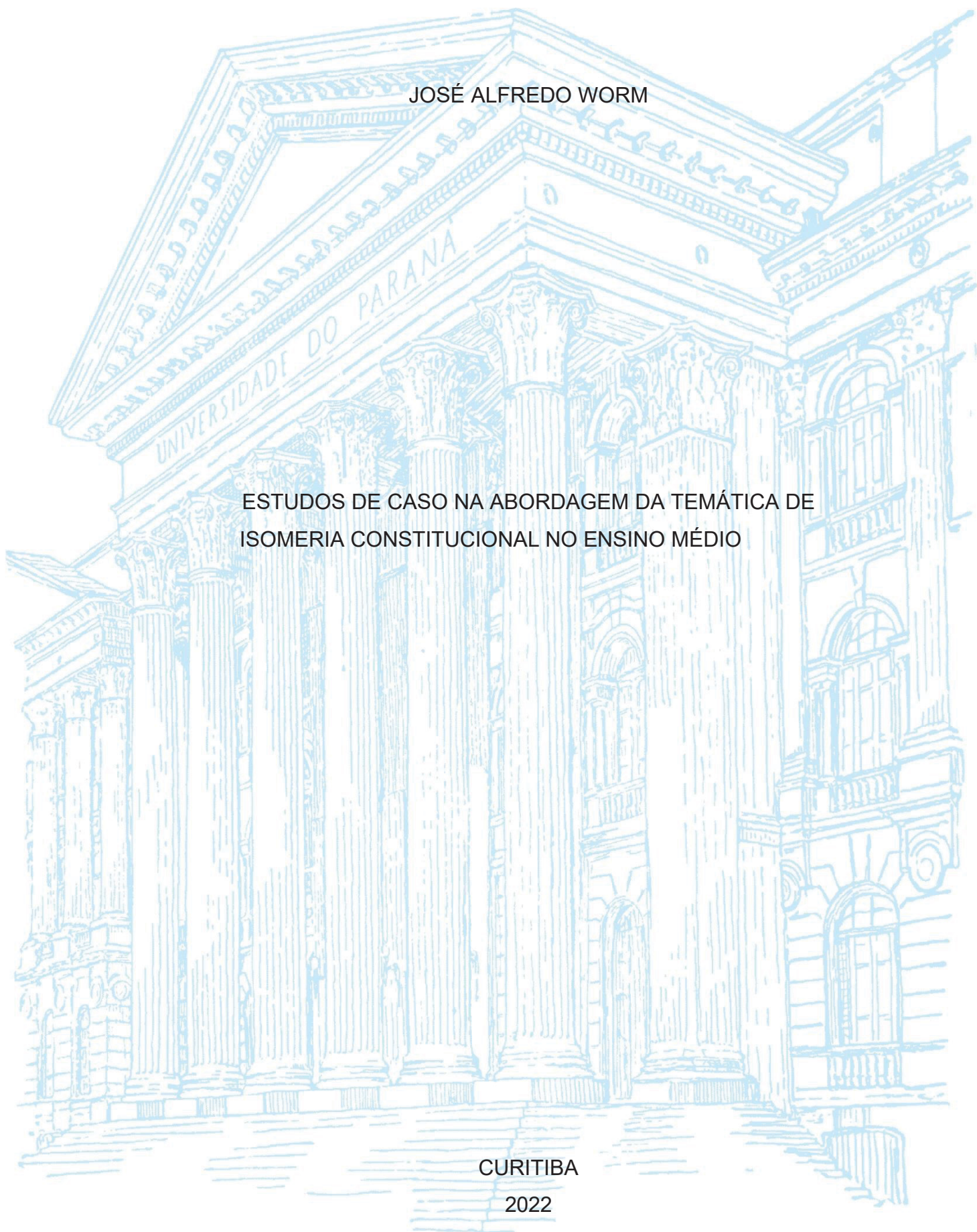
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOSÉ ALFREDO WORM

ESTUDOS DE CASO NA ABORDAGEM DA TEMÁTICA DE  
ISOMERIA CONSTITUCIONAL NO ENSINO MÉDIO

CURITIBA

2022



JOSÉ ALFREDO WORM

ESTUDOS DE CASO NA ABORDAGEM DA TEMÁTICA DE  
ISOMERIA CONSTITUCIONAL NO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao curso de  
Mestrado Profissional em Química em Rede  
Nacional - PROFQUI, Setor de Ciências  
Exatas, Universidade Federal do Paraná,  
como requisito à obtenção do título de Mestre  
em Química.

Orientador: Prof. Dr. George Hideki Sakae  
Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiana Renata  
Gomes Simões

CURITIBA

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Worm, José Alfredo

Estudos de caso na abordagem da temática de isomeria constitucional no ensino médio. / José Alfredo Worm. – Curitiba, 2022.

1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional (PROFQUI).

Orientador: Prof. Dr. George Hideki Sakae

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiana Renata Gomes Simões

1. Química – Estudo e ensino. 2. Química – Isomeria constitucional. I. Sakae, George Hideki. II. Simões, Tatiana Renata Gomes. III. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação Química em Rede Nacional. IV. Título.

Bibliotecária: Roseny Rivelini Morciani CRB-9/1585



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO QUÍMICA EM REDE  
NACIONAL - 31001017169P2

**ATA Nº9-2022**

**ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DE Mestrado PARA A OBTENÇÃO DO  
GRAU DE MESTRE EM QUÍMICA**

No dia vinte e dois de julho de dois mil e vinte e dois às 09:00 horas, na sala Auditório, Departamento de Química, foram instaladas as atividades pertinentes ao rito de defesa de dissertação do mestrando **JOSÉ ALFREDO WORM**, intitulada: **Estudos de Caso na Abordagem da Temática de Isomeria Constitucional, no Ensino Médio**, sob orientação do Prof. Dr. GEORGE HIDEKI SAKAE. A Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação QUÍMICA EM REDE NACIONAL da Universidade Federal do Paraná, foi constituída pelos seguintes Membros: GEORGE HIDEKI SAKAE (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ), ALISSON ANTONIO MARTINS (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ), HERBERT WINNISCHOFER (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ). A presidência iniciou os ritos definidos pelo Colegiado do Programa e, após exarados os pareceres dos membros do comitê examinador e da respectiva contra argumentação, ocorreu a leitura do parecer final da banca examinadora, que decidiu pela APROVAÇÃO. Este resultado deverá ser homologado pelo Colegiado do programa, mediante o atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca dentro dos prazos regimentais definidos pelo programa. A outorga de título de mestre está condicionada ao atendimento de todos os requisitos e prazos determinados no regimento do Programa de Pós-Graduação. Nada mais havendo a tratar a presidência deu por encerrada a sessão, da qual eu, GEORGE HIDEKI SAKAE, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos demais membros da Comissão Examinadora.

CURITIBA, 22 de Julho de 2022.

Assinatura Eletrônica

24/07/2022 20:22:38.0

GEORGE HIDEKI SAKAE

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

24/07/2022 21:40:31.0

ALISSON ANTONIO MARTINS

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

24/07/2022 19:05:35.0

HERBERT WINNISCHOFER

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Departamento de Química - Centro Politécnico - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-3396 - E-mail: profqui@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 208895

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaassinaturas.jsp>  
e insira o código 208895



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO QUÍMICA EM REDE  
NACIONAL - 31001017169P2

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação QUÍMICA EM REDE NACIONAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **JOSÉ ALFREDO WORM** intitulada: **Estudos de Caso na Abordagem da Temática de Isomeria Constitucional, no Ensino Médio**, sob orientação do Prof. Dr. GEORGE HIDEKI SAKAE, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 22 de Julho de 2022.

Assinatura Eletrônica

24/07/2022 20:22:38.0

GEORGE HIDEKI SAKAE

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

24/07/2022 21:40:31.0

ALISSON ANTONIO MARTINS

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

24/07/2022 19:05:35.0

HERBERT WINNISCHOFER

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

---

Departamento de Química - Centro Politécnico - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-3396 - E-mail: profqui@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 208895

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaassinaturas.jsp>  
e insira o código 208895

## AGRADECIMENTOS

Toda vitória é fruto de esforço e dedicação. Foram vários dias e noites dedicados ao cumprimento da demanda assumida: a obtenção do título de Mestre em Química. Esta etapa é fundamental para alcançar um objetivo maior em minha formação docente, que é me tornar um professor cada vez mais capacitado e ser uma referência para meus estudantes.

Agradeço a Deus pela força e conforto nos momentos de desânimo e desamparo e por minha fé, que me proporcionou conforto e confiança para continuar.

Aos meus pais pelas oportunidades que me proporcionaram e por sempre me incentivarem a estudar e me aprimorar, e por não me conformar com minhas condições, mas sim, buscar as oportunidades de crescimento e evolução pessoal e profissional.

À minha esposa pela paciência e pelo incentivo, por me acompanhar durante a realização do exame de admissão e dividir minhas angústias e preocupações e especialmente a meu filho Otto, que chegou nesse mundo durante o curso de mestrado, renovando as expectativas de evoluir profissionalmente e buscar oportunidades mais desafiadoras na carreira profissional.

Agradeço aos meus avós (*in memoriam*) por todo incentivo e por todos os esforços dedicados à minha formação acadêmica, por todos os conselhos dados durante minha juventude e pelo exemplo de pessoas que foram, sempre retas, honestas e trabalhadoras, donos de uma fé inabalável em um futuro melhor e vencedores natos, que suportaram as piores provações e mesmo assim, não se desviaram do caminho do bem.

Agradeço aos professores Dr. George Hideki Sakae e Dra. Tatiana Renata Gomes Simões pela orientação e por sempre terem uma palavra de incentivo e revigoramento, por mostrarem o caminho a ser seguido e pelos conhecimentos compartilhados durante o tempo do curso.

Agradeço aos Professores Dr. Alisson Antonio Martins e Dr. Herbert Winnischofer pelas contribuições em minha banca de qualificação e pelas orientações em relação a condução da minha pesquisa.

Aos colegas do curso de mestrado pelos momentos de aprendizado e ajuda, pela parceria e ajuda nos momentos de dificuldade, que não negavam a auxiliar uns aos outros nos momentos de necessidade.

A equipe diretiva da Escola de Educação Básica Virgílio Várzea por oportunizarem a aplicação de minha pesquisa, e por incentivarem a sempre continuar investindo em minha formação docente.

A meus queridos estudantes do terceiro ano diurno, do ano de 2021, por participarem deste trabalho e contribuírem de maneira tão efetiva para o bom andamento das atividades.

Agradeço também a estudante de ensino médio Eduarda Carolina da Maia pelo apoio e ajuda com a produção e diagramação do produto educacional, assim como o treinamento para uso da plataforma Canva ®.

Agradeço também a CAPES e ao PROFQUI pela oportunidade de cursar o mestrado e buscar meu aperfeiçoamento como profissional. Com certeza os aprendizados adquiridos durante os últimos dois anos contribuirão na melhoria de minhas aulas.

“Vocês não podem esperar construir um mundo sem melhorar as pessoas. Cada um de nós deve trabalhar na sua própria melhora.”

Marie Curie

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é elaborar uma dinâmica colaborativa utilizando estudos de caso para o ensino de isomeria constitucional, em turmas de ensino médio e avaliar como o uso do método pode contribuir na formação dos estudantes. Para esta pesquisa foram utilizadas seis aulas de 50 minutos, em três turmas de terceiro ano de ensino médio. As turmas foram divididas em equipes para a realização das atividades. Cada turma foi identificada de acordo com a região predominante dos estudantes, sendo nomeadas as turmas AP-A, PC-A e RE-A e RE-B. Os termos A e B se referem ao grupo de trabalho da quinzena em questão, uma vez que o período de pandemia obrigou a unidade escolar a diminuir o número de estudantes por sala. Para a aula 01, foi proposta uma atividade, onde os estudantes realizaram a leitura de um pequeno texto e a partir daí, propor uma fórmula estrutural para o composto de fórmula  $C_6H_{14}NO_2$ . Todas as nove equipes produziram suas estruturas, 22% dos resultados apresentaram erros referentes ao número de ligações dos elementos químicos e 78% apresentaram estruturas corretas. Na aula 02 foi feita a análise do estudo de caso 01, que abordou o tema isomeria constitucional de função, na aula 03 foi feita a análise do estudo de caso 02, que abordou o tema isomeria constitucional de cadeia e na aula 04 foi feita a análise do estudo de caso 03, que abordou o tema isomeria constitucional de posição. Após os estudos de caso foram feitas algumas discussões para que os estudantes pudessem visualizar a correlação entre os tópicos apresentados e o conteúdo de isomeria. O uso de estudos de caso se apresentou como uma metodologia diferenciada e empolgante, segundo relatos dos estudantes, uma vez que os textos expõem situações reais de uso de alguns compostos e colocam o estudante como protagonista do processo de aprendizagem, dando-lhe autonomia para desenvolver as atividades como achar mais conveniente, além de promover o debate e a discussão entre estudantes de um mesmo grupo.

Palavras-chave: Ensino; isomeria constitucional; autonomia; protagonismo.

## ABSTRACT

The objective of this work is to elaborate a collaborative dynamics using case studies for the teaching of constitutional isomerism, in high school classes and evaluate how the use of the method can contribute to the formation of students. For this research, six classes were used in three classes of the third year of high school. The classes were divided into teams to carry out the activities. Each class was identified according to the predominant region of the students, classes AP-A, PC-A and RE-A and RE-B were named. Terms A and B refer to the working group for the fortnight in question, since the pandemic period forced the school unit to reduce the number of students per room. For class 01, an activity was proposed, where students read a small text and from there, propose a structural formula for the compound of formula  $C_6H_{14}NO_2$ . All nine teams produced their structures, 22% of the results presented errors regarding the number of bonds of chemical elements and 78% presented correct structures. In class 02, the analysis of case study 01 was carried out, which addressed the theme constitutional isomerism of function, in class 03, the analysis of case study 02 was carried out, which addressed the theme constitutional isomerism of chain and in class 04, the analysis of case study 03, which addressed the issue of constitutional isomerism of position. After the case studies, some discussions were held so that students could visualize the correlation between the topics presented and the isomeric content. The use of case studies was presented as a differentiated and exciting methodology, according to the students' reports, since the texts expose real situations of use of some compounds and place the student as the protagonist of the learning process, giving them autonomy to develop activities as they see fit, in addition to promoting debate and discussion among students from the same group.

Keywords: Teaching; constitutional isomerism; autonomy; protagonism.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: FÓRMULAS ESTRUTURAIS DO CIANATO DE AMÔNIA (A) E DA URÉIA (B).....	19
FIGURA 2: REAÇÃO DE SÍNTESE DA URÉIA A PARTIR DO CIANATO DE AMÔNIO .....	19
FIGURA 3: REPRESENTAÇÃO DAS ESTRUTURAS DO ÁCIDO BUTÍRICO / ÁCIDO CARBOXÍLICO (A) E DO ACETATO DE ETILA / ÉSTER (B) .....	23
FIGURA 4: REPRESENTAÇÃO DA FÓRMULA ESTRUTURAL PARA OS COMPOSTOS 1-PROPANOL / ÁLCOOL (A) E METOXIETANO / ÉTER (B)..	24
FIGURA 5: REPRESENTAÇÃO DA FÓRMULA ESTRUTURAL DOS COMPOSTOS BUTANO / CADEIA NORMAL (A) E METIL PROPANO / CADEIA RAMIFICADA (B).....	25
FIGURA 6: REPRESENTAÇÃO DA FÓRMULA ESTRUTURAL DOS COMPOSTOS 1-PROPANOL / ÁLCOOL PRIMÁRIO (A) E 2-PROPANOL / ÁLCOOL SECUNDÁRIO (B).....	25
FIGURA 7: REPRESENTAÇÃO DA FÓRMULA ESTRUTURAL DO COMPOSTO ORTO-DIIDROXIBENZENO / CATECOL (POSIÇÃO 1,2 ENTRE AS HIDROXILAS NO ANEL AROMÁTICO) .....	26
FIGURA 8: REPRESENTAÇÃO DA FÓRMULA ESTRUTURAL DO COMPOSTO META-DIIDROXIBENZENO / RESORCINOL (POSIÇÃO 1,3 ENTRE AS HIDROXILAS NO ANEL AROMÁTICO) .....	27
FIGURA 9: REPRESENTAÇÃO DA FÓRMULA ESTRUTURAL DO COMPOSTO PARA-DIIDROXIBENZENO / HIDROQUINONA (POSIÇÃO 1,4 ENTRE AS HIDROXILAS NO ANEL AROMÁTICO) .....	27
FIGURA 10: REPRESENTAÇÃO DA FÓRMULA ESTRUTURAL DOS COMPOSTOS ETILAMINA (A) E DIMETILAMINA (B) .....	28
FIGURA 11: FLUXOGRAMA DE ELABORAÇÃO DE UM BOM ESTUDO DE CASO.....	30
FIGURA 12: LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ITAIÓPOLIS/SC .....	34
FIGURA 13: LOCALIZAÇÃO DA ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA VIRGÍLIO VÁRZEA .....	34
FIGURA 14: ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA VIRGÍLIO VÁRZEA.....	35

FIGURA 15: REGIÕES PREDOMINANTES DOS ESTUDANTES PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	36
FIGURA 16: EQUIPES PC-A DURANTE DISCUSSÃO DO TEXTO ORIENTADOR.....	40
FIGURA 17: RESPOSTAS CONTENDO ERROS NA FÓRMULA ESTRUTURAL .....	40
FIGURA 18: RESPOSTAS CONTENDO INFORMAÇÕES CONCISAS DAS POSSÍVEIS FÓRMULAS ESTRUTURAIS. ....	40
FIGURA 19: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 01 EQUIPE PC-A2 .....	44
FIGURA 20: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 01 EQUIPE PC-A1 .....	45
FIGURA 21: EQUIPES TURMA AP-A DURANTE A REALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....	46
FIGURA 22: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 01 EQUIPE AP-A1 .....	46
FIGURA 23: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 01 EQUIPE AP-A3. ....	48
FIGURA 24: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 01 EQUIPE AP-A2. ....	49
FIGURA 25: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 01 EQUIPE RE-A1.....	49
FIGURA 26: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 01 EQUIPE RE-A2.....	50
FIGURA 27: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 01 EQUIPE RE-B1.....	51
FIGURA 28: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 01 EQUIPE RE-B2 .....	51
FIGURA 29: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 02 EQUIPE PC-A1 .....	54
FIGURA 30: REPRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA EQUIVOCADAMENTE NOMEADA DE ISOBUTANO .....	55
FIGURA 31: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 02 EQUIPE PC-A2 .....	55
FIGURA 32: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 02 EQUIPE AP-A2 .....	56
FIGURA 33: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 02 EQUIPE AP-A3 .....	57
FIGURA 34: ESTRUTURAS PROPOSTAS PELA EQUIPE AP-A3.....	57
FIGURA 35: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 02 EQUIPE AP-A1 .....	58
FIGURA 36: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 02 EQUIPE RE-A1 .....	58
FIGURA 37: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 02 EQUIPE RE-A2 .....	59
FIGURA 38: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 02 EQUIPE RE-B1 .....	59
FIGURA 39: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 02 EQUIPE RE-B2 .....	60
FIGURA 40: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 03 EQUIPE PC-A1 .....	62
FIGURA 41: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 03 EQUIPE PC-A2 .....	63
FIGURA 42: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 03 EQUIPE AP-A1 .....	64

FIGURA 43: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 03 EQUIPE AP-A2 .....	65
FIGURA 44: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 03 EQUIPE AP-A3 .....	65
FIGURA 45: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 03 EQUIPE RE-A1 .....	66
FIGURA 46: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 03 EQUIPE RE-A1 .....	66
FIGURA 47: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 03 EQUIPE RE-B1 .....	67
FIGURA 48: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 03 EQUIPE RE-B2 .....	68

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 01: COMPARATIVO ENTRE O ESTUDO DE CASO E O ESTUDO BASEADO EM PROBLEMAS. ....	31
-------------------------------------------------------------------------------------	----

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: TEMPERATURAS DE FUSÃO E EBULIÇÃO PARA OS DIIDRÓXIBENZENOS. ....	27
------------------------------------------------------------------------------	----

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: SATISFAÇÃO DOS ESTUDANTES EM RELAÇÃO CONDUÇÃO DAS AULAS DE ESTUDO DE CASO .....	69
GRÁFICO 2: USOS DA METODOLOGIA DE ESTUDOS DE CASO EM AULAS FUTURAS.....	70
GRÁFICO 3: APRENDIZAGEM DE QUÍMICA UTILIZANDO ESTUDOS DE CASO.....	71
GRÁFICO 4: IMPACTO DO USO DE ESTUDOS DE CASO SOBRE O INTERESSE DOS ESTUDANTES PELA DISCIPLINA DE QUÍMICA.....	72

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DOS TERMOS ESTRUTURANTES.....</b>	<b>18</b>
1.1. Química orgânica e isomeria.....	18
1.2. Estudos de caso.....	28
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>34</b>
3.1. Ambiente da pesquisa e participantes .....	34
3.2. Natureza da pesquisa .....	35
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>39</b>
4.1. Aula 01.....	39
4.2. Aula 02 – Estudo de Caso 01.....	42
4.3. Aula 03 – Estudo de Caso 02.....	52
4.4. Aula 04 – Estudo de caso 03.....	60
4.5. Análise dos questionários .....	68
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>77</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>80</b>
<b>APENDICE .....</b>	<b>87</b>
<b>APENDICE I. TEXTO ORIENTADOR AULA 01. ....</b>	<b>88</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Encarar uma sala de aula nos dias de hoje exige mais que conhecimento sobre o conteúdo a ser ministrado, exige preparação e domínio de técnicas para estimular os estudantes e incentivar a participação dos mesmos em sala de aula.

Atualmente, o estudante tem a seu dispor tecnologias e informações das mais variadas formas e estas, por sua vez, proporcionam os mais diversos estímulos (HENKE et al., 2021). Conforme a Resolução nº3, de 21 de novembro de 2018, a disciplina de química está inserida nos itinerários formativos em ciências da natureza e suas tecnologias, permeando saberes entre a química, a biologia e a física, considerando como o estudante se insere no mundo em que vive, além de propor ações que estimulem sua criatividade e promovam o interesse pela investigação científica, garantindo assim, uma formação plena que lhe assegure inserção social e prepare para o ambiente de trabalho (CNE, 2018).

Anjos (2019) sugere que o motivo pelo qual os estudantes se desinteressam pelas aulas de Química está ligado à metodologia utilizada pelo professor em sala de aula, muitas vezes arcaica.

Dentre as frentes estudadas em Química, na Química Orgânica os estudantes aprendem as características do átomo de carbono, como as cadeias carbônicas se constituem e classes de compostos orgânicos e suas características (SOLOMONS; FRYHLE, 2005).

Com a implementação do novo ensino médio, o currículo base do território Catarinense para as disciplinas do eixo de Ciências da Natureza sofreu modificações. O estudo das funções orgânicas foi atribuído ao grupo 5, que trata dos estudos de matéria, energia e ecossistemas, sendo designado para o sub grupo Natureza da Ciência, código EM13CNT309, cujas habilidades específicas são analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais (SANTA CATARINA, 2020).

Como muitos compostos estudados apresentam estruturas distintas, mas com mesma fórmula molecular, classificamos este conjunto de compostos como isômeros. Os isômeros podem ser estruturais (ou constitucionais) ou estereoisômeros. Nos isômeros estruturais, os compostos se diferenciam pela maneira como os átomos se unem para formar cadeias distintas a partir da mesma fórmula estrutural, já os estereoisômeros se diferenciam pelo arranjo espacial que os átomos apresentam dentro de uma mesma estrutura (SOLOMONS; FRYHLE, 2005).

Diversos autores buscam metodologias que busquem facilitar o aprendizado em sala de aula e dinamizar o processo de ensino-aprendizagem, otimizando o potencial intelectual do estudante em função da busca pela solução de problemas (PAZINATO; BRAIBANTE, 2014).

Uma metodologia que se mostra como uma boa alternativa para tornar as aulas mais dinâmicas e colaborativas, é o estudo de caso. Estudos de caso permitem que o estudante pesquise e estruture soluções para problemas baseados em situações reais. Isso faz com que o estudante se identifique com o texto e busque ativamente a compreensão do fenômeno apresentado (PAZINATO; BRAIBANTE, 2014). Um diferencial em relação ao uso de estudos de caso, é colocar o estudante em uma posição privilegiada e centralizada, dando a ele o poder de decidir a melhor maneira para solucionar a situação proposta (SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007). Os estudantes deverão identificar e definir o problema, consultar as fontes necessárias para se resolvê-lo e apresentar uma solução, enquanto o professor atua como um mediador, auxiliando o estudante na busca por informações (SILVA; OLIVEIRA; QUEIROZ, 2011).

Um estudo de caso se caracteriza por contar uma história, na qual o estudante deve se identificar, apresentando uma situação real ou não, de resolução fácil ou complexa, de acordo com a preferência do autor, e deve ser de fácil leitura, não se estendendo e utilizando todos os recursos necessários para compreensão da informação. Porém, pode apresentar uma certa resistência aos estudantes que muitas vezes buscam apenas a resposta correta em vez de analisar as possibilidades de resultados (SPRICIGO, 2014).

Para Sá et al (2007) e Pazinato e Braibante (2019) o estudo de caso deve contemplar alguns fatores para ser efetivo em sua utilização, tais como: ser

atual, ser relevante ao leitor e despertar sua curiosidade, incluir citações, forçar uma tomada de decisão, provocar um conflito, ter utilidade e produzir empatia entre o leitor e os personagens do caso.

A dificuldade de associar conceitos de química relacionados a funções orgânicas e a constituição de cadeias carbônicas com conceitos de isomeria constitucional para os compostos orgânicos e a disposição espacial das estruturas moleculares se mostra evidente em sala de aulas muitas vezes.

Conforme exposto anteriormente, de que maneira o uso de estudos de caso contribui para uma aprendizagem significativa de isomeria constitucional frente aos métodos tradicionais de ensino?

Destaca-se como objetivo geral elaborar uma dinâmica colaborativa para o ensino de isomeria constitucional utilizando estudos de caso, de modo a facilitar o entendimento dos conceitos de isomeria constitucional. Os objetivos específicos são elencados em estruturar uma metodologia para o ensino de química orgânica pelo uso de estudos de caso, aplicar estudos de caso nas turmas participantes do projeto, avaliar o uso de metodologias inovadoras a partir dos relatos dos estudantes e desenvolver um produto educacional que demonstre o uso de estudos de caso como uma metodologia a ser utilizada por outros professores em sala de aula.

O produto educacional é destinado a professores de química, da rede pública e privada, e apresenta um roteiro de aulas a serem utilizadas nos estudos de isomeria constitucional com seus estudantes, buscando novos métodos para dinamizar a aula e promover o ensino da química.

Frente aos pontos levantados e da importância da inovação nos métodos de ensino para que a aula se torne um ambiente de enriquecimento e aprendizagem, o presente trabalho tem por finalidade desenvolver um produto educacional que empregue o uso de estudos de caso, elaborado a partir do uso de estudos de caso como metodologia de promoção da autonomia educacional de estudantes de uma escola no município de Itaiópolis/SC.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DOS TERMOS ESTRUTURANTES

### 1.1. Química orgânica e isomeria

A ciência química surgiu a partir da manipulação da matéria no decorrer da história. À medida que a sociedade evoluía e o pensamento filosófico se tornava mais refinado, as questões a respeito da compreensão da organização da natureza se tornavam mais complexas, chegando até a química como a conhecemos. (PARANÁ, 2008). A química é a ferramenta que interpreta o mundo físico, e o conhecimento químico sistematizado passa a ter sentido quando se associa com outras áreas (SANTA CATARINA, 2020).

Pode-se dizer também que a química é uma ciência na qual a curiosidade pelo desconhecido e a busca pela solução de problemas são o combustível que alimentam a sua constante evolução (OLIVEIRA E COLS, 2020). O entendimento da química é necessário para que o cidadão possa compreender melhor o mundo em que está inserido, uma vez que a química é a ciência estruturante de diversas outras áreas do conhecimento, como medicina, meio ambiente e tecnologia. (BROWN et al., 2016).

A química é uma ciência muito abrangente, que se permeia entre outros campos do conhecimento e a partir de si, gera uma grande quantidade de conhecimento. Dentre os ramos de estudo da química, a química orgânica se ocupa de estudar os compostos de carbono, sua constituição e propriedades físicas e químicas (ATKINS; JONES, 2012).

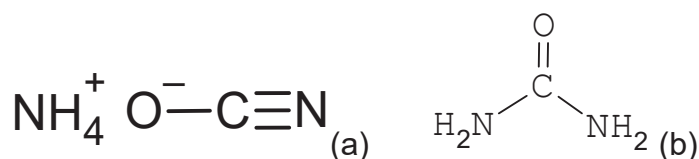
A separação entre substâncias orgânicas e inorgânicas apareceu pela primeira vez no ano de 1777 e foi elaborada pelo químico Torbern Olaf Bergman (1735-1784) que começou a diferenciar compostos orgânicos de compostos minerais (PAVANELLI, 2014). Apesar da categorização entre substâncias orgânicas e inorgânicas ser relativamente nova, a relação do ser humano com a química orgânica é antiga e remete às primeiras civilizações.

*Os humanos têm usado os compostos orgânicos e suas reações por milhares de anos. Os egípcios antigos usavam os compostos orgânicos “índigo” e “alizarina” para tingir roupas. A famosa “violeta real” utilizada pelos fenícios era também uma substância orgânica, obtida de moluscos. Tanto a fermentação de uvas para produzir álcool etílico quanto a qualidade ácida do “vinho azedo” são descritas na Bíblia e provavelmente eram conhecidas anteriormente (SOLOMONS; FRYHLE, 2005, p.3).*

No início do séc. XIX, Jons Jacob Berzelius (1779-1848) sugeriu em seu tratado de química orgânica que os compostos orgânicos seriam produzidos por organismos vivos, no caso animais e plantas, utilizando a força vital do indivíduo. Sendo assim, os cientistas adeptos da teoria do vitalismo acreditavam que apenas organismos vivos poderiam sintetizar compostos orgânicos e estes não poderiam ser produzidos em laboratório (FERREIRA, et al., 2007)

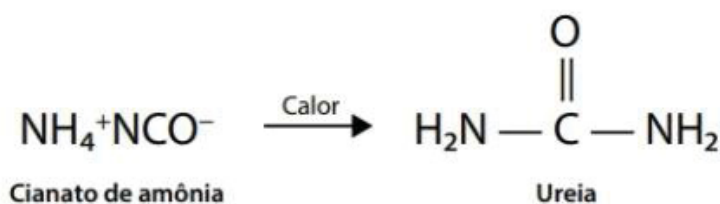
Em 1828, o médico e cientista Friedrich Wöhler (1800-1882) sintetizou um composto orgânico a partir de um composto inorgânico em seu laboratório. A partir do cianato de amônio, Wöhler sintetizou a uréia (FIGURA 1), composto encontrado na urina dos animais superiores. Na verdade, Wöhler sintetizou o cianato de amônio, mas ao aquecer a solução para evaporar a água, ocorreu a transformação do composto em uréia (FIGURA 2) (GREENBERG, 2017).

FIGURA 1: FÓRMULAS ESTRUTURAIS DO CIANATO DE AMÔNIA (A) E DA URÉIA (B)



Fonte: O autor (2021)

FIGURA 2: REAÇÃO DE SÍNTESE DA URÉIA A PARTIR DO CIANATO DE AMÔNIO



Fonte: SILVA; COELHO (2018)

Para muitos químicos ligados a Berzelius, o processo obtido por Wöhler não possuía o rigor científico, uma vez que a síntese orgânica era uma atividade inconcebível segundo a teoria do vitalismo (PAIXÃO; PEREIRA, 2011). No século XIX os estudos científicos deixaram de ser intuitivos e visuais, baseados no senso comum e deram lugar para as teorias alicerçadas sobre a análise

matemática dos fenômenos, determinando-se assim o objeto a ser pesquisado e agrupa os fenômenos segundo suas características (ROSA, 2012).

Em um contexto atual, o rigor científico segue algumas etapas sistematizadas que compreendem a escolha do tema a ser pesquisado, identificar se a proposta já foi pesquisada, justificar a escolha do tema, formular o problema de pesquisa, determinar os objetivos da pesquisa (geral e específicos), definir qual a metodologia será utilizada para conduzir a pesquisa, realizar a coleta dos dados, organizar os dados coletados na forma de resultados, analisar e discutir os resultados encontrados e publicar suas resoluções. (GIL, 2021).

Não só os químicos da época, mas também os filósofos discutiam a respeito do vitalismo. O fisiologista Johannes Peter Müller (1801-1858), ao analisar a síntese da uréia proposta por Wöhler, chegou a questionar o “caráter” orgânico deste composto. Segundo Müller, a uréia se comportava como um composto binário, tanto orgânico quanto inorgânico, e a prova dessa binaridade foi comprovada através do experimento de Wöhler. Müller defendia que o vitalismo tratava de compostos responsáveis pela vivacidade do organismo, e para ele a ureia era descartada do organismo por não contribuir com esse fundamento (VIDAL; PORTO, 2011).

O vitalismo exercia forte influência sobre as crenças científicas, porém, quando Hermann Kolbe (1818-1884) sintetizou ácido acético a partir de substâncias inorgânicas, em 1845, determinando erros na teoria vitalista, acarretando em seu desuso. A síntese de Kolbe foi elaborada de tal forma que o vitalismo não conseguiu argumentos para refutar. Ao sintetizar o ácido acético, presente no vinagre que é uma substância relacionada com o vinho, que por sua vez é produzido a partir da fermentação do açúcar, a animalidade proposta pelos vitalistas a ureia de Wöhler, não conseguia se fundamentar. (GREENBERG, 2017).

Vidal e Porto (2011) alertam que ao se estudar a história da ciência, no caso o surgimento da química orgânica como um ramo da química, deve-se ter sempre em mente, que apesar da experiência realizada por Wöhler ser de fundamental importância científica, foram necessárias repetições desta experiência e diversas outras pesquisas científicas para sacramentar o fim do vitalismo.

Além da revolução causada na química orgânica, a descoberta de Wöhler abriu as portas para outra descoberta: O isomerismo. O termo foi proposto por Berzelius após verificar que os compostos ureia e cianato de amônia possuíam a mesma composição química. Para Berzelius, os isômeros eram chamados de metâmeros, termos que corresponde ao conceito atual para isômeros, compostos que apresentavam mesma fórmula empírica, como por exemplo o gás buteno ( $C_4H_8$ ) e o gás etileno ( $C_2H_4$ ), ambos com compostos por 85,7% de carbono e 14,3% de hidrogênio. (GREENBERG, 2017).

Anteriormente à experiência de Wöhler com o cianato de amônio, a ideia de isomerismo já havia sido considerada. Isso ocorreu em uma disputa entre os dois químicos mais promissores da Alemanha, o próprio Friedrich Wöhler e o químico Justus von Liebig (1083-1873). Liebig e Wöhler trocaram correspondências debatendo ideias a respeito de dois compostos de mesma composição química (o fulminato de prata ( $AgCNO$ ) e o cianato de prata ( $AgOCN$ )). Na época o debate gerou uma grande rivalidade entre o explosivo e temperamental Liebig e o calmo e cauteloso Wöhler, pois ambos refutavam a hipótese de estarem errados sobre suas ideias. (NETO; CAMPOS; JUNIOR, 2013).

Não por menos, a disputa se intensificou. Liebig e Wöhler eram considerados os químicos alemães mais promissores da época e promoveram descobertas importantes em suas respectivas áreas. Liebig, como professor, era um defensor da análise química e sua metodologia era focada no ensino da pesquisa em química, e seus estudantes discutiam os resultados obtidos com toda a turma, além da modernização dos laboratórios universitários (MAAR, 2006). Liebig acreditava que a experimentação era necessária para o ensino de processos químicos, o que tornava suas aulas bastante interessantes e diferenciadas, caindo no agrado de seus estudantes. Também foi responsável pela invenção de um aparato de laboratório para determinar o teor de carbono em tecidos vegetais, o *Kalliaparat* ou aparelho de cinco esferas, além de identificar o radical benzoíla. (DEROSSI; REIS, 2018).

Além de Wöhler descobrir a uréia sintetizada a partir de compostos inorgânicos, também foi responsável pela obtenção do alumínio puro e do berílio a partir de seus minerais correspondentes. Atribui-se a Wöhler a descoberta do carbeto de cálcio e posterior obtenção de gás acetileno a partir deste composto

(ESTEBAN, 2008). As divergências entre as idéias de Liebig e Wöhler sobre seus compostos se encerraram a partir do momento em que ambos resolveram trabalhar juntos na resolução de tal empasse (GREENBERG, 2017)

[...] Wöhler analisou um composto de prata, cianato de prata, e concluiu que era um sal de prata de um ácido desconhecido (ácido cianico). Os resultados desta análise quantitativa foram iguais aos de Liebig. A conclusão óbvia era que uma das análises deve estar errada e um dos químicos deve ser um analista ruim! Liebig, impulsionado por seu caráter agressivo, rapidamente acusou Wöhler de resultados errôneos. Mas Liebig analisou uma amostra do cianato de prata fornecida por Wöhler e verificou que estavam corretos. Nesse ponto, Liebig admitiu abertamente que havia cometido um erro em sua acusação inicial. E curiosamente este foi o ponto de partida de uma amizade e até de uma colaboração científica entre os dois cientistas (ESTEBAN, 2008, p.1201).

Em 1832, Berzelius propôs o termo isômero para compostos que apresentam mesma composição química, mas propriedades físicas diferentes. Para que o conceito de isomeria não fosse utilizado erroneamente, em 1841, ele sugeriu o conceito de alotropia para designar átomos de um mesmo elemento químico que apresentam propriedades diferentes, como o carbono grafite e o carbono diamante, diferenciando assim a isomeria da alotropia (ESTEBAN, 2008).

A isomeria é o ramo da química que estuda compostos que apresentam mesma composição química, mas propriedades físicas e ou químicas diferentes (SOLOMONS; FRYHLE, 2005; ATKINS; JONES, 2012). A definição de isomeria, apresentada pela IUPAC descreve este conceito como:

[...] uma de várias espécies (ou entidades moleculares) que tem a mesma composição atômica (fórmula molecular) mas diferente fórmula linear ou diferentes fórmulas estereoquímicas e, portanto, diferentes propriedades físicas e/ou químicas (IUPAC, 1994).

Não só compostos orgânicos apresentam isomeria, como é comumente ensinado no ensino médio, mas também uma série de compostos inorgânicos como os compostos de coordenação. (NETO; CAMPOS; JUNIOR, 2013). Por exemplo: os compostos inorgânicos de coordenação  $[\text{CoBr}(\text{NH}_3)_5]\text{SO}_4$  e  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4]\text{Br}$ . A diferença entre os dois compostos está na posição do íon  $\text{Br}^-$ , que no caso do primeiro composto está ligado diretamente ao átomo de cobalto, enquanto no segundo composto, o  $\text{Br}^-$  é apenas um contra-íon do complexo catiônico. (ATKINS; JONES, 2012). Podemos então diferenciar os isômeros através das propriedades das espécies iônicas presentes em solução,

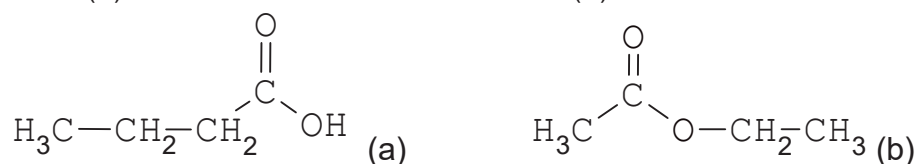
caso os dois isômeros sejam solúveis no mesmo solvente. (WELLER et al., 2017).

A isomeria pode ser dividida em duas classificações de acordo com as características analisadas: a isomeria plana ou constitucional e a isomeria espacial. Para os isômeros constitucionais, a diferença entre os compostos está no arranjo dos átomos nas moléculas, seus grupamentos e estruturas e podem ser classificados em isômeros funcionais, isômeros posicionais<sup>1</sup>, isômeros de cadeia (CORREIA E COLS., 2010; PAVANELLI, 2014), já nos isômeros espaciais, as diferenças nas propriedades dos compostos se deve à orientação espacial dos átomos em uma mesma molécula, uma vez que as conexões entre os átomos não mudam. (FERNANDES, 2014).

Para os isômeros funcionais a diferença entre os compostos está na função química a qual pertencem. Ao alterarmos as conexões entre os átomos que compõe a molécula, obtemos um composto de uma classe diferente, ou seja, um grupo químico diferente. Os principais tipos de isomeria funcional ocorrem entre as funções aldeído/cetona, ácido carboxílico/éster, álcool/éter. Esta regra só não se aplica ao composto benzaldeído, que não apresenta isômero cetona (SILVA; COELHO, 2018).

Como exemplo deste tipo de isomeria, temos o ácido butírico, de fórmula molecular  $C_4H_8O_2$ , pertencente ao grupo químico dos ácidos carboxílicos, que apresenta uma temperatura de ebulição de aproximadamente  $164^\circ C$  e densidade aproximada de  $0,958 \text{ g.cm}^{-3}$  a  $20^\circ C$  e o acetato de etila, que também apresenta fórmula molecular  $C_4H_8O_2$ , porém pertence ao grupo químico dos ésteres, com uma temperatura de ebulição de aproximadamente  $77^\circ C$  e densidade de  $0,902 \text{ g.cm}^{-3}$  a  $20^\circ C$  (FIGURA 3).

FIGURA 3: REPRESENTAÇÃO DAS ESTRUTURAS DO ÁCIDO BUTÍRICO / ÁCIDO CARBOXÍLICO (A) E DO ACETATO DE ETILA / ÉSTER (B)



Fonte: O autor (2021)

<sup>1</sup> Antes da Revisão pela IUPAC, os isômeros posicionais eram subdivididos em Isomeria de Posição e Isomeria de Compensação (ou Metameria), onde a posição do heteroátomo era analisada separadamente as demais estruturas.

As moléculas de acetato de etila e de ácido butírico interagem por ligação de hidrogênio entre os oxigênios do grupo carboxila de uma molécula e o hidrogênio do grupo carboxila da molécula vicinal, porém, o ácido butírico apresenta um hidrogênio ligado a um átomo de oxigênio, enquanto no caso do acetato de etila, todos os oxigênios estão ligados a átomos de carbono. Este fato permite que o ácido butírico realize interações mais fortes, devido as ligações de hidrogênio, necessitando de mais energia para serem rompidas, o que torna o composto menos volátil comparado ao acetato de etila. (SILVA; COELHO, 2018; SOLOMONS; FRYHLE, 2005)

Outro exemplo de isomeria funcional é encontrado entre os compostos 1-propanol e o metoxietano (FIGURA 4).

FIGURA 4: REPRESENTAÇÃO DA FÓRMULA ESTRUTURAL PARA OS COMPOSTOS 1-PROPANOL / ÁLCOOL (A) E METOXIETANO / ÉTER (B)



Fonte: O autor (2021)

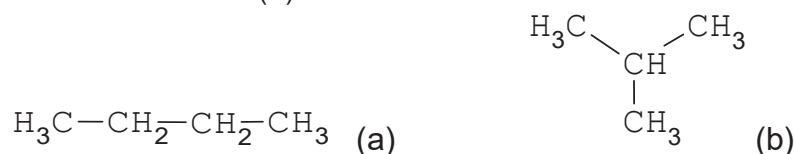
Ambas as estruturas apresentam fórmula molecular  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ , mas pertencem a grupos químicos diferentes. A diferença entre os compostos está na conexão dos átomos de oxigênio, enquanto no álcool, o oxigênio se liga a um hidrogênio e a um carbono, no éter o oxigênio se encontra conectado a dois carbonos. Esse aspecto influencia diretamente nas propriedades dos dois compostos, como no metoxietano o oxigênio ocupa suas duas ligações com carbonos vicinais, ele só pode interagir com outra molécula igual por interação dipolo-dipolo, diferentemente do 1-propanol, que apresenta uma hidroxila, interagindo por ligação de hidrogênio, fator este que resulta em interações intermoleculares mais fortes. Portanto as temperaturas de transição para o álcool são mais elevadas comparadas com o éter. Mas ao analisarmos a solubilidade em água dos dois compostos, o 1-propanol é mais solúvel, pois pode realizar ligação de hidrogênio com moléculas de água através de interações entre o átomo de oxigênio e de hidrogênio da hidroxila. Contudo o metoxietano só realiza

ligação de hidrogênio com a água através do átomo de oxigênio, diminuindo a solubilidade comparada (GARCIA *et. al*, 2015).

Para os compostos classificados como isômeros de cadeia, a diferença está no tipo de cadeia carbônica do composto, podendo a cadeia ser aberta ou fechada, normal ou ramificada (FERNANDES, 2014).

Como exemplo deste tipo de isomeria, temos o butano e o metil propano, pois ambos possuem fórmula molecular  $C_4H_{10}$  (FIGURA 5).

FIGURA 5: REPRESENTAÇÃO DA FÓRMULA ESTRUTURAL DOS COMPOSTOS BUTANO / CADEIA NORMAL (A) E METIL PROPANO / CADEIA RAMIFICADA (B)



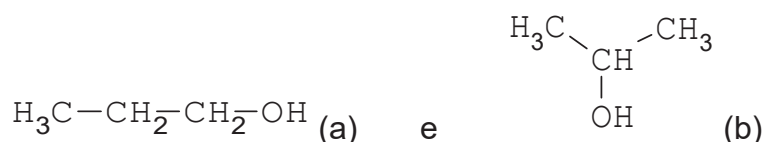
Fonte: O autor (2021)

Os compostos são gases em temperatura ambiente, porém, o gás butano condensa em uma temperatura de  $-1^\circ C$ , enquanto o metil propano condensa a  $-12^\circ C$ . Devido ao arranjo dos átomos nas moléculas, as interações intermoleculares mudam de intensidade, tornando-se mais intensas conforme aumentamos a quantidade de carbonos na cadeia principal. (ATKINS; JONES, 2012)

Como as moléculas de hidrocarbonetos são compostas apenas por carbono e hidrogênio, que apresentam valores de eletronegatividade muito próximos, as moléculas são consideradas pouco polares ou praticamente apolares. Assim, as interações intermoleculares são do tipo forças de London, que aumentam de intensidade conforme aumentamos a quantidade de carbonos na molécula principal, devido á um maior número de interações entre moléculas (ATKINS e JONES, 2012).

Já os isômeros posicionais apresentam diferenças entre os isômeros na posição das estruturas conectadas a cadeia – insaturações, ramificações, grupos funcionais, heteroátomos (FERNANDES, 2014). Os compostos 1-propanol e 2-propanol (FIGURA 6) apresentam fórmula molecular  $C_4H_8$  e se diferenciam na posição da hidroxila na cadeia carbônica.

FIGURA 6: REPRESENTAÇÃO DA FÓRMULA ESTRUTURAL DOS COMPOSTOS 1-PROPANOL / ÁLCOOL PRIMÁRIO (A) E 2-PROPANOL / ÁLCOOL SECUNDÁRIO (B)



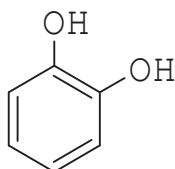
Fonte: O autor (2021)

O composto 1-propanol é um álcool primário, com temperatura de ebulição de 97,2°C, e densidade 0,803 g.cm<sup>-3</sup>, já o 2-propanol é classificado como um álcool secundário, possui temperatura de ebulição de 82,3°C e densidade de 0,786 g.cm<sup>-3</sup> a 20°C.

Essa diferença observada nas temperaturas de ebulição e densidade ocorre devido às forças intermoleculares, ou seja, como o composto 1-propanol possui um grupo hidroxila na extremidade da cadeia, há a formação de uma densidade de carga positiva e a molécula interage com átomos eletronegativos de outras moléculas por ligação de hidrogênio. Já no caso da molécula de 2-propanol, as interações também são do tipo ligação de hidrogênio, porém como a hidroxila está conectada ao carbono central da molécula, as interações realizadas com outras moléculas são menos intensas, portanto, a temperatura de ebulição do 2-propanol será menor que o 1-propanol (BARBOSA, 2004; FERREIRA et al. 2007).

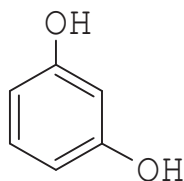
Podemos citar como exemplo de isomeria constitucional posicional, o caso dos diidroxibenzenos (FIGURAS 7, 8 E 9), que são compostos do grupo dos fenóis que apresentam duas hidroxilas ligadas a cadeia carbônica. Ambas apresentam fórmula molecular C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>, porém a posição das hidroxilas faz com que as propriedades físicas mudem de composto para composto, conforme a tabela 1.

FIGURA 7: REPRESENTAÇÃO DA FÓRMULA ESTRUTURAL DO COMPOSTO ORTO-DIIDROXIBENZENO / CATECÓL (POSIÇÃO 1,2 ENTRE AS HIDROXILAS NO ANEL AROMÁTICO)



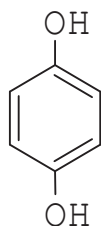
Fonte: O autor (2021)

FIGURA 8: REPRESENTAÇÃO DA FÓRMULA ESTRUTURAL DO COMPOSTO META-DIIDROXIBENZENO / RESORCINOL (POSIÇÃO 1,3 ENTRE AS HIDROXILAS NO ANEL AROMÁTICO)



Fonte: O autor (2021)

FIGURA 9: REPRESENTAÇÃO DA FÓRMULA ESTRUTURAL DO COMPOSTO PARA-DIIDROXIBENZENO / HIDROQUINONA (POSIÇÃO 1,4 ENTRE AS HIDROXILAS NO ANEL AROMÁTICO)



Fonte: O autor (2021)

TABELA 1 TEMPERATURAS DE FUSÃO E EBULIÇÃO PARA OS DIIDRÓXIBENZENOS.

Diidroxibenzeno	Temperatura de Fusão (°C)	Temperatura de Ebulição (°C)
Catecol	105	245,5
Resorcinol	110,7	277
Hidroquinona	171	285

Fonte: adaptado de Barbosa (2004)

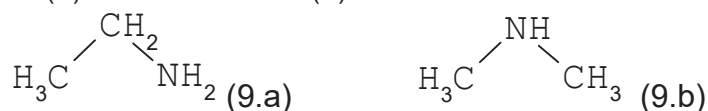
Conforme dados apresentados na Tabela 1, observa-se que à medida que as hidroxilas se afastam, as interações intermoleculares tipo ligação de hidrogênio se tornam mais fortes, o que ocasiona o aumento nas temperaturas de fusão e ebulição dos compostos.

As ligações de hidrogênio podem variar de 4 a 25 kJ.mol<sup>-1</sup>, porém, ainda são mais fracas que a energia de ligações realizadas entre átomos. A ligação de hidrogênio é cerca de 10 vezes mais intensa que as interações de London (ATKINS; JONES, 2012).

Ao compararmos fórmulas moleculares, pode-se observar que uma mesma composição pode apresentar mais de um tipo de isômero constitucional.

Os compostos etilamina e dimetilamina (FIGURA 10), ambos com fórmula molecular  $C_2H_7N$ , apresentam simultaneamente duas possibilidades de representação estrutural.

FIGURA 10: REPRESENTAÇÃO DA FÓRMULA ESTRUTURAL DOS COMPOSTOS ETILAMINA (A) E DIMETILAMINA (B)



Fonte: O autor (2021)

Analisando ambas as moléculas, percebe-se que a etilamina, uma amina primária, apresenta uma cadeia homogênea, enquanto a dimetilamina, uma amina secundária, apresenta uma cadeia heterogênea, o que configura isomeria de cadeia. Porém, se analisarmos a posição do átomo de nitrogênio em ambas as cadeias, percebemos que este se apresenta em posições diferentes, estando na extremidade da cadeia de etilamina e entre os átomos de carbono na cadeia de dimetilamina, sendo então classificada como isomeria posicional.

## 1.2. Estudos de caso

Uma das funções do professor é buscar por metodologias que estimulem os estudantes em sala de aula, conforme recomendações dadas pelas orientações curriculares para o ensino médio e tem por objetivo dinamizar o ambiente de estudo e proporcionar a possibilidade de o estudante construir o conhecimento a partir de suas experiências, fazendo com que os conceitos sejam assimilados e aplicados em seu cotidiano, diferentemente de ser apenas uma carga teórica obrigatória e muitas vezes confusa (LEITE; LIMA, 2015).

De acordo com as Orientações Curriculares para o ensino médio a disciplina de química deve fazer a conexão entre o conhecimento científico e suas aplicações, o contexto histórico envolto em suas descobertas e os avanços tecnológicos propiciados por esse conhecimento, não sendo apenas um conjunto de fatos e teoremas isolados sem significado para o estudante, fazendo com que o mesmo perca o interesse pela disciplina (BRASIL, 2006).

Com a implementação da nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a disciplina de química se torna um componente curricular das Ciências

da Natureza e tem como habilidades o estudo dos fenômenos naturais e as relações entre matéria e energia, assim como os usos potenciais e de novos materiais e suas limitações (BRASIL, 2018).

A educação química deve atuar na construção de um indivíduo crítico e que consiga construir argumentos sobre um determinado tema, entender questões socioambientais decorrentes do desenvolvimento científico e tecnológico. Isso deve se somar a questão da formação cidadã, onde o estudante deve desenvolver atitudes e valores referentes as questões éticas, sociais e ambientais (SILVA et al., 2011).

Buscando tornar o estudante protagonista da sua aprendizagem e incentivá-lo a buscar soluções para a resolução de problemas, o uso de estudos de casos se apresenta como uma metodologia problematizadora investigativa, que possibilita o estudante interconectar conhecimentos prévios, a fim de produzir um conhecimento significativo (Sá et al., 2007).

O método de estudos de casos é uma versão do método da aprendizagem baseada em problemas, ou *Problem Based Learning* (PBL), e foi utilizado pela primeira vez no final da década de 1960, na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, em Ontário no Canadá, se difundindo por outras instituições no decorrer dos anos, como Universidade de Maastrich, na Holanda, Universidade de Newcastle (Austrália) e Escola de Medicina de Harvard, nos Estados Unidos. No Brasil, a Faculdade de Medicina de Marília e a Faculdade de Medicina Centro de Ciências da Saúde da Universidade de Londrina, nos anos de 1997 e 1998 respectivamente, incorporaram o uso de estudos de caso em seus currículos. O principal objetivo desse método, era simular situações reais as quais os estudantes estariam submetidos, fazendo com que desenvolvessem o pensamento crítico e a autossuficiência na resolução de problemas (SÁ; QUEIROZ, 2010).

De acordo com Yin (2001), os estudos de casos foram utilizados com fins educacionais primeiramente em cursos de administração, direito, medicina e administração pública, sendo posteriormente adotados por outros cursos acadêmicos, como as ciências naturais. Segundo o autor, o uso desse tipo de método de ensino não necessita apresentar uma definição completa e acurada do tema, mas criar uma estrutura que promova a discussão e o debate.

Os casos podem ser obtidos a partir de obras específicas, ou seja, casos prontos, ou podem ser produzidos para o momento pedagógico em questão. Para que o professor possa elaborar um caso para estudo com grande potencial de aceitação por parte de seus estudantes, alguns aspectos devem ser considerados (HERREID, 1998).

Os casos devem ser elaborados para que apresentem uma informação e não sejam apenas um texto para entretenimento. Assim, são geralmente escritos na forma de dilemas e contestações, as quais indivíduos isolados ou em grupos são confrontados, fazendo com que o estudante desenvolva o raciocínio e busque soluções aos apontamentos do caso (REIS, 2007).

Para Herreid (1998), um bom caso conta uma história, a qual será analisada pelo leitor e traz consigo uma questão de interessante para o debate. O caso deve considerar ambientar a história em um período de no máximo cinco anos, de modo que seja contemporâneo ao leitor. Também deve fazer com que o leitor crie empatia pelos personagens centrais da história, colocando-se na posição destes personagens, o que torna a análise do caso mais relevante. Além disso, um bom caso deve incluir citações, para que o leitor possa se familiarizar com a situação durante sua análise e provocar um conflito, o qual deverá ser solucionado. Desse modo, o caso assume uma finalidade pedagógica e força o estudante a tomar uma decisão sobre a questão levantada. O caso deve conter generalizações, fazendo com que não seja apenas uma curiosidade e o mais importante, deve ser curto. Um ponto muito importante é que a história contada no caso não pode ter um final, este deverá ser preenchido pela análise do estudante.

FIGURA 11: FLUXOGRAMA DE ELABORAÇÃO DE UM BOM ESTUDO DE CASO



Fonte: O autor (2022)

Segundo Spricigo (2014) o estudo de caso se difere do estudo baseado em problemas, apesar de um ter sido originado a partir do outro, as modificações e adaptações ocorridas no decorrer dos anos modificaram os atributos de cada tipo de estudo, de acordo com o quadro 02.

QUADRO 01 – COMPARATIVO ENTRE O ESTUDO DE CASO E O ESTUDO BASEADO EM PROBLEMAS.

<b>Estudos de caso</b>	<b>Estudos baseados em problemas</b>
É restrito a um conteúdo específico.	Em geral abrange vários conteúdos, e quem decide o direcionamento é o estudante.
Necessita de preparo prévio do estudante.	Não necessita preparo prévio.
Possui questões que guiam o estudo.	Questões abertas, propõe uma solução de forma mais genérica.
Professor pode realizar direcionamentos durante as discussões.	Professor não interfere nas discussões, que são mantidas entre os grupos de estudantes
O estudante necessita de poucas informações adicionais para solucionar o caso.	O estudante deve realizar muitas pesquisas para a resolução do problema.

Fonte: Adaptado de Spricigo (2014)

Mesmo seguindo as proposições mencionadas acima, cabe ao autor do caso definir de que maneira as informações serão apresentadas ao leitor. Por conta disso, podemos ter dois tipos de casos de acordo com a maneira como a informação é tratada: estruturados e mal estruturados<sup>2</sup>. Nos casos estruturados vão direto ao ponto central, apresentando os problemas e questionando o leitor sobre a possível solução. Os casos mal estruturados exigem que o leitor faça a interpretação do caso, identificando a questão central e o problema a ser solucionado (QUEIROZ; SILVA, 2017).

Segundo Sá e Queiroz (2010), diversas podem ser as fontes para se elaborar um estudo de casos, como artigos de revistas e periódicos científicos, resumos e artigos apresentados em eventos de divulgação científica, reportagens de sites de relevância para o tema proposto assim como filmes e obras ficcionais.

Os casos podem ser explorados das mais diversas maneiras, tais como:

- **Discussão:** os estudantes promovem um diálogo a respeito dos pontos levantados no estudo do caso, sendo este mediado pelo professor, com uma maior ou menor intervenção.
- **Debate:** contrapõe duas posições distintas sobre o caso, fazendo com que cada posicionamento apresente suas considerações. Uma variante do debate é o tribunal, os grupos devem buscar diferentes argumentos para comprovar seu ponto de vista, geralmente grupos em litígio se enfrentam para defender seus apontamentos.
- **Resolução de problemas:** são atividades em pequenos grupos, onde cada grupo busca por respostas para os problemas elencados, sem que haja necessariamente, uma confrontação com outras equipes.
- **Individual:** cada estudante analisa e apresenta suas colaborações individualmente. Geralmente é atribuído como tarefa e a análise se dá pela elaboração de argumentos referentes a resolução do caso. (REIS, 2007; SÁ; QUEIROZ, 2010).

---

<sup>2</sup> Os termos utilizados no texto são citados por Queiroz e Silva (2017) em suas publicações, sendo mantidos no presente trabalho.

Tão importante quanto a aplicabilidade do estudo de caso é a sua elaboração, pois se um caso não segue as orientações já citadas no texto, seu objetivo pode não ser alcançado, ou o sucesso do trabalho pode não ser efetivo. Para elaborar um estudo de caso, o professor deve seguir alguns passos. Deve escolher qual será o tema principal abordado no estudo de caso. Para que o professor não perca o foco do caso, é importante elaborar uma lista com os conceitos a serem trabalhados e as habilidades a serem desenvolvidas a partir do caso, assim como quais atitudes serão abordadas através do caso. É recomendável a elaboração de uma lista de possíveis personagens que participarão da história apresentada no caso, juntamente com as possíveis questões passíveis de discussão em sala com os estudantes (SÁ & QUEIROZ, 2010).

Para que o estudo de caso seja uma metodologia efetiva em sala de aula, tanto professor, estudantes e o contexto da aula devem estar alinhados. O professor deve estar ciente que uma abordagem autoritária não condiz com o método de estudos de caso, para tanto, se faz necessário que o professor atue como um mediador das discussões e estimule o estudante a buscar a solução por si (REIS, 2007).

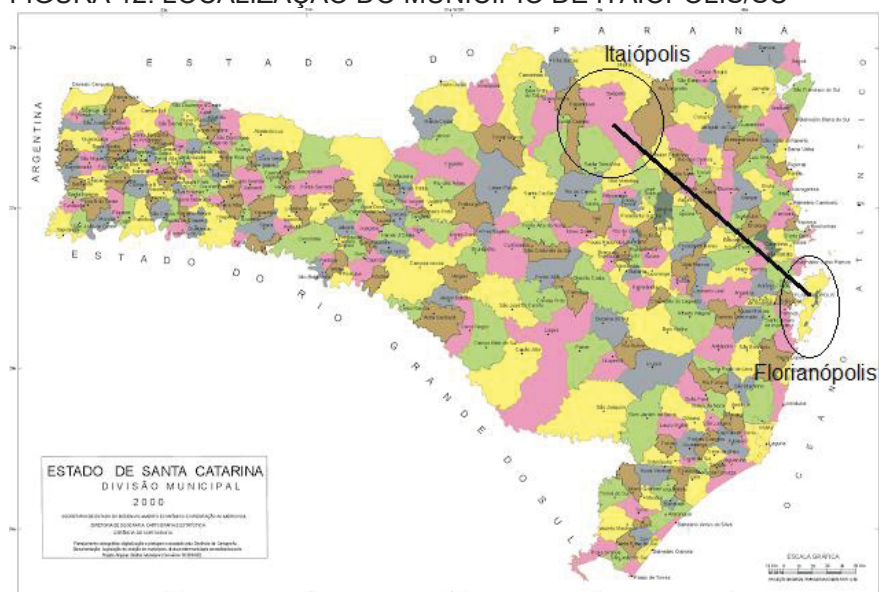
As aulas de ciências, incluindo química, devem tecer as relações entre a ciência, a sociedade e o uso da tecnologia a partir do avanço científico. Nesse aspecto o uso de estudos de caso amplifica essa abordagem ciência-tecnologia-sociedade, uma vez que o estudante é colocado em uma posição de destaque dentro da proposta de aula, tornando-se o protagonista do processo de aprendizagem. Essa abordagem deve promover o desenvolvimento do pensamento crítico do estudante, a partir da identificação de questões primordiais dentro do caso e a percepção da informação necessária a resolução do caso. Após o estudo do caso, o estudante deve ser capaz de argumentar e defender seu posicionamento, melhorando sua comunicação, para no final, ocorrer a troca de informações (SÁ et al., 2007).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Ambiente da pesquisa e participantes

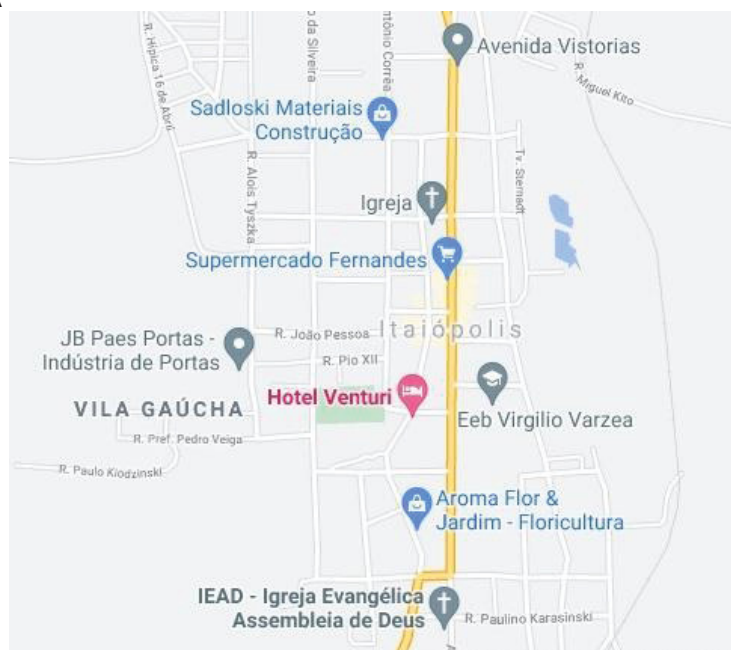
A pesquisa foi realizada na Escola de Educação Básica Virgílio Várzea localizada na cidade de Itaiópolis/SC (FIGURAS 12, 13 e 14), em três turmas do terceiro ano do ensino médio.

FIGURA 12: LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ITAIÓPOLIS/SC



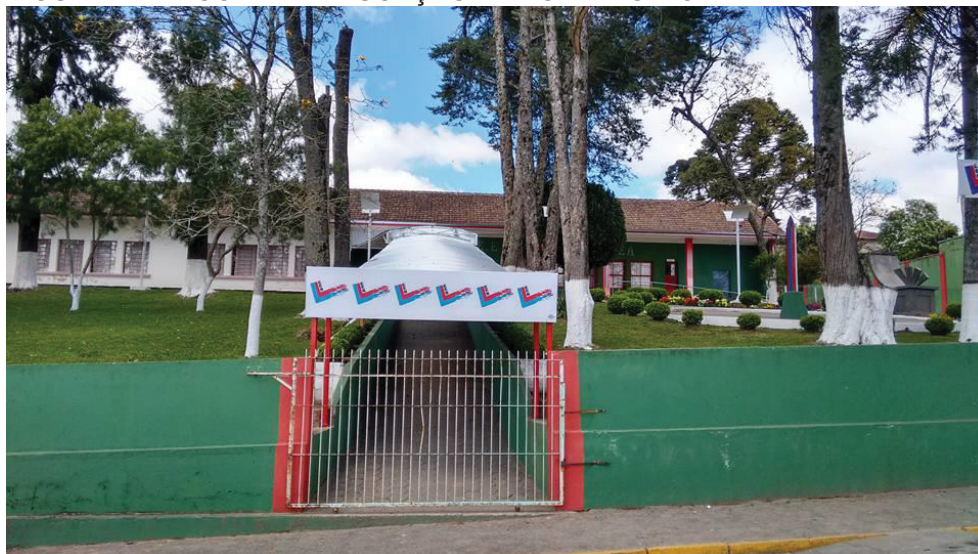
Fonte: [www.sc.gov.br](http://www.sc.gov.br)

FIGURA 13: LOCALIZAÇÃO DA ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA VIRGÍLIO VÁRZEA



Fonte: Google Maps

FIGURA 14: ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA VIRGÍLIO VÁRZEA



Fonte: Facebook

As turmas participantes foram selecionadas aleatoriamente dentre as turmas de terceiro ano disponíveis na unidade escolar. Para que o universo amostral seja representativo, das seis turmas regidas pelo professor pesquisador, três serão submetidas aos processos do trabalho científico, sendo que duas turmas participarão com 100% dos indivíduos e uma turma com 50% dos indivíduos disponíveis para estudo. Cada estudante participante da pesquisa entregou ao professor responsável o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido assinado pelos pais ou responsáveis pelo estudante.

### 3.2. Natureza da pesquisa

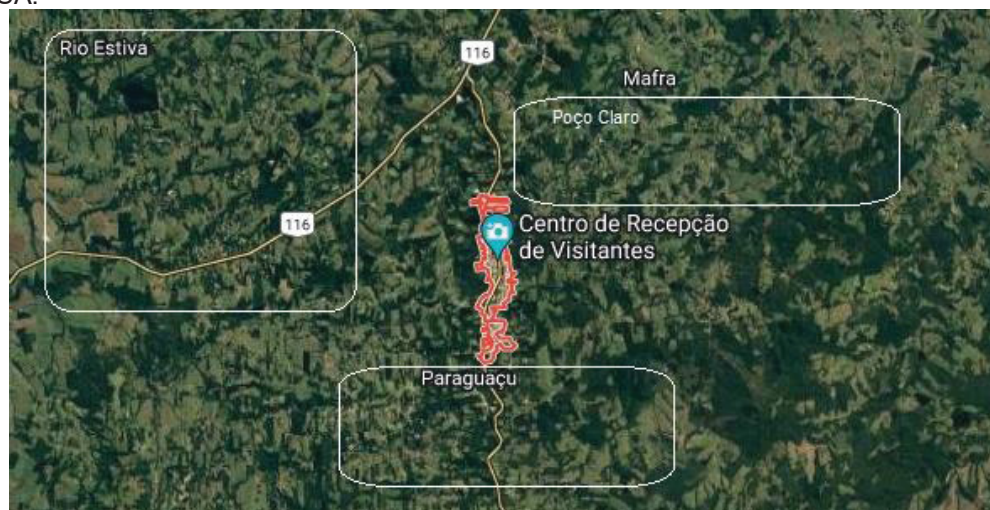
A pesquisa é qualitativa e exploratória, onde são utilizados Estudos de Caso como ferramentas para a construção do conhecimento sobre Isomeria Constitucional.

As aulas foram divididas em dois momentos: tempos escola, onde 50% dos estudantes matriculados cumprem a rotina presencial da escola em uma semana, e na semana seguinte, no tempo casa, os estudantes desenvolvem as atividades solicitadas pelo professor. Em cada semana de aula, as turmas são divididas em turma A e B.

Com isso, foram selecionadas as turmas PC-A (Poço Claro – Turma A), RE-A (Rio da Estiva – Turma A) e RE-B (Rio da Estiva – Turma B). A turma AP (Alto Paraguaçu) só apresenta a turma A devido ao número de estudantes matriculados na turma. A sigla PC faz referência a turma composta em sua maioria por estudantes oriundos da região de Poço Claro, a sigla RE faz referência a turma composta em sua maioria por estudantes oriundos da região de Rio da Estiva e a sigla AP faz referência a turma composta em sua maioria por estudantes oriundos região de Alto Paraguaçu, todas localidades do interior de Itaiópolis (FIGURA 15). Os termos A e B fazem referência as turmas A e B, que se revezavam semanalmente para compor as quinzenas letivas, onde as turmas eram divididas, tendo assim um menor número de indivíduos e obedecendo as imposições sanitárias e de segurança contra a COVID-19.

A organização das equipes em sala foi feita pelos próprios estudantes, onde se organizaram por questão de afinidade.

FIGURA 15: REGIÕES PREDOMINANTES DOS ESTUDANTES PARTICIPANTES DA PESQUISA.



Fonte: O autor (2022)

Para isso, foram disponibilizadas seis aulas do terceiro ano do ensino médio. Nas aulas de estudos de caso, o professor realizou anotações das atividades desenvolvidas pelos estudantes em sala.

Cada turma foi dividida em equipes com número de estudantes variados, entre 5 e 6 estudantes por grupo, organizados de acordo com suas afinidades. As turmas AP-A foi a única dividida em três grupos, as demais foram todas divididas em dois grupos, devido ao número total de estudantes por turma.

A cada aula os estudantes receberam um texto para estudo. A partir da análise do texto as equipes discutiram as possíveis soluções para os problemas apresentados. Os estudantes utilizaram seus conhecimentos em química, e, conhecimentos inerentes a outras áreas do saber.

Na 1ª aula foi abordada uma introdução ao tema, com a leitura de um texto pelos estudantes, organizados em grupos, respondendo à uma questão proposta ao final do texto. O texto está representado no apêndice I.

As respostas foram comparadas entre os grupos para abrir os debates sobre isomeria. Após esse momento, o professor fez alguns comentários sobre a história da Isomeria e sua importância.

Nas 2ª a 4ª, os estudantes fizeram a leitura dos estudos de caso específicos e discutiram os problemas apresentados em cada texto.

Na 5ª aula foi feita uma retomada dos conceitos a partir da resolução de exercícios. A abordagem dos conceitos de isomeria constitucional foi feita com base nos resultados produzidos a partir dos estudos de caso e de uma proposta de atividade desenvolvida no tempo casa. Sobre estas informações o professor esboçou as diferenças constitucionais entre compostos, introduzindo assim, os conceitos de isomeria.

Na 6ª aula foi disponibilizado um momento para que os estudantes possam fazer suas considerações sobre as aulas. Estes responderam a um questionário individual, onde foram feitas observações referentes a realização das atividades.

O questionário foi composto de seis perguntas de múltipla escolha, contendo alternativas em quantidades variadas e questões discursivas, em que os estudantes fizeram suas considerações e ponderações. Cada pergunta do questionário abordou o quão satisfeito o participante do projeto está, quanto a proposta de aula foi efetiva no aprendizado do conteúdo proposto, quanto os estudantes se sentiram estimulados pela metodologia aplicada, entre outras questões (Apêndice VI).

O delineamento experimental adotado para a condução da pesquisa foi baseado no modelo quase experimental, contudo não houve grupo de controle e todos os indivíduos participantes do estudo foram submetidos às mesmas condições. Segundo Gil (2008), na pesquisa quase experimental, as relações de causa e efeito são avaliadas levando em consideração o que está ocorrendo

durante a pesquisa, quem está sofrendo a ação de aprender e como ocorre o aprendizado.

Para verificar o comportamento e desempenho dos estudantes durante o processo de pesquisa, o professor atuou como observador-sistemático, o que facilita a verificação dos fatos por já estar inserido na rotina do grupo e por delimitar o que deverá ser observado e como será observado (Gil, 2008). Os registros foram feitos simultaneamente à observação, anotando-se os comportamentos em uma planilha.

A planilha foi confeccionada antes da aplicação das atividades para que o professor pudesse ter o máximo de controle das informações produzidas em sala de aula, anotando quais estudantes não participaram das aulas, qual turma estava sendo observada e uma coluna com a descrição das ações dos estudantes durante a realização das atividades. Dentre os relatos apontados pelas notas de aula estão as intervenções pontuais, que consistiam em lembrar os estudantes que as informações que eles necessitavam para realização da atividade já haviam sido debatidas em sala de aula.

A análise de dados foi feita a partir da análise dos estudos de caso e dos questionários.

Para as atividades em sala, foi analisado o engajamento da equipe em reunir anotações sobre os estudos de caso propostos, o teor destas anotações e como estas descrevem o processo de análise e resolução de estudos de caso.

A pré-análise das informações foi feita seguindo-se a regra de representatividade, que é feita quando temos um volume grande de situações para analisar, e para isso, identificamos similaridades entre as respostas obtidas (FRANCO, 2007).

Os questionários foram separados por similaridade de respostas dadas para cada estudante, e estas foram analisadas uma a uma, levando em consideração a frequência de cada resposta, separados segundo as similaridades em relação aos aspectos apresentados durante a aplicação do projeto, e a partir das citações, buscar na literatura as fontes para explicar cada grupo. Similaridades estas que podem ser uma palavra em específico, sob a qual a sentença é construída, ou podem ser ideias correlatas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo número de estudantes por turma, optou-se em dividir as turmas, RE-A, RE-B e PC-A em dois grupos, e a AP-A foi dividida em três grupos, por apresentar um número maior de estudantes.

### 4.1. Aula 01

Para a realização da atividade proposta para aula 01, as turmas foram divididas em grupos (FIGURA 16). Ao todo foram elaboradas 9 possibilidades de cadeias carbônicas a partir do texto orientador, o que corresponde a uma estrutura de cadeia por equipe. A principal dúvida apresentada pelos estudantes era relacionada a quantidade de ligações feitas pelos elementos contidos na fórmula molecular. De modo a não interferir diretamente nas análises realizadas pelos estudantes, a orientação adequada para a resolução da atividade era de consultar as notas de aula e o livro didático.

A todo momento os estudantes solicitavam auxílio, o que demonstrou uma grande dependência em relação à opinião do professor e à condução até a resposta correta. Esse fato se repetiu em todas as equipes de trabalho. O professor tem o papel de orientar os estudantes a buscar as possíveis soluções para o problema, incentivar a pesquisa e analisar as informações para a construção do saber, sem interferir nas tomadas de decisão dos estudantes (SÁ; QUEIROZ, 2009).

Todas as nove equipes participantes desta etapa do projeto solicitaram ajuda em relação às ligações realizadas entre os elementos da substância proposta. Ao menos um integrante de cada equipe, questionou sobre a posição dos elementos na estrutura da cadeia. Cada equipe elaborou sua estrutura de acordo com o que foi decidido pelo grupo, sendo que 22% das representações contiveram erros em relação às ligações feitas pelos elementos (FIGURA 17) e

78% das representações estavam corretas em relações às ligações realizadas por cada elemento químico. (FIGURA 18).

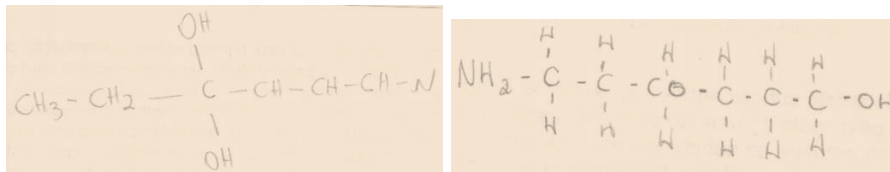
Estas intervenções consistiam em incentivar os estudantes a buscar as informações necessárias para a resolução da atividade em seus cadernos e livros didáticos, assim como se orientar sobre as possíveis ligações feitas entre os elementos.

FIGURA 16: EQUIPES PC-A DURANTE DISCUSSÃO DO TEXTO ORIENTADOR.



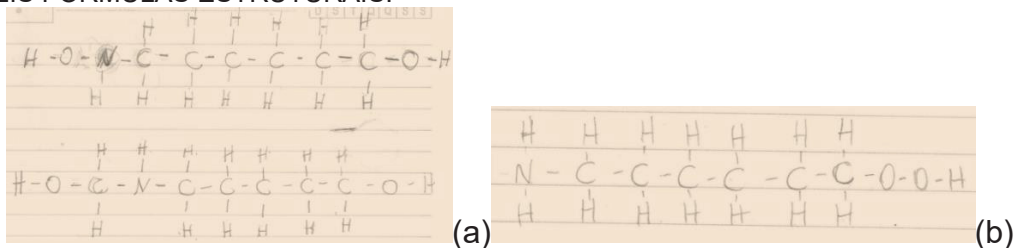
Fonte: O autor (2021)

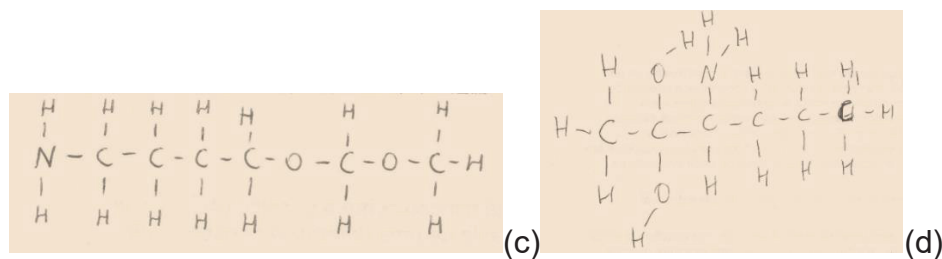
FIGURA 17: RESPOSTAS CONTENDO ERROS NA FÓRMULA ESTRUTURAL



Fonte: O autor (2021)

FIGURA 18: RESPOSTAS CONTENDO INFORMAÇÕES CONCISAS DAS POSSÍVEIS FÓRMULAS ESTRUTURAIS.





Fonte: O autor (2021)

Apesar das dificuldades relacionadas à quantidade de ligações realizadas por cada elemento químico citadas anteriormente encontradas pelos estudantes no início da atividade, as estruturas obtidas foram bastante úteis na demonstração dos conceitos introdutórios de isomeria, de modo que o professor pode correlacionar fórmula estrutural com a fórmula molecular, culminando para a exposição do professor em relação a contribuição de Liebig e Wöhler para o surgimento do conceito de isomeria. O uso de tal abordagem despertou o interesse dos estudantes no tema, facilitando assim, a abordagem do conteúdo proposto nas aulas subsequentes.

Utilizar as fórmulas estruturais propostas por cada grupo de trabalho, proporcionou um melhor entendimento em relação ao tema, uma vez que os próprios estudantes foram participantes ativos, conforme observado em sala de aula pelo professor, na elaboração das moléculas. O principal comentário feito pelos estudantes é que eles não imaginavam que uma mesma fórmula molecular poderia representar mais de uma substância química. Outra colocação feita em sala de aula é que a explicação do professor sobre a disputa de dois cientistas para comprovar suas teorias aumentou a curiosidade sobre o conteúdo.

A primeira turma a realizar esta atividade foi a turma PC-A. Como grupos de estudo da turma não concluíram a atividade no prazo estipulado de 15 minutos, conforme planejamento, optou-se por ampliar o tempo de resolução da atividade para 25 minutos. Esta ampliação comprometeu a sequência proposta para a aula, ocasionando a transferência dos próximos momentos para a aula seguinte. Para as demais turmas o tempo planejado para as atividades foi estendido a 20 minutos.

Todas as equipes participantes tiveram orientação quanto à interpretação das informações contidas no texto. Os estudantes desfrutaram de total liberdade para consultar todos os meios disponíveis para solucionar os

problemas sugeridos nos estudos de caso, contudo, observou-se que a preferência dos mesmos se deu pelo uso da pesquisa na internet, o que não prejudicou a conclusão da atividade.

#### 4.2. Aula 02 – Estudo de Caso 01

Para a realização das atividades propostas, os estudantes fizeram a leitura e a resolução do estudo de caso a seguir.

“Segundo informações da Associação Brasileira da Indústria de Alimentos – ABIA, o Brasil processa 58% de toda a produção agrícola, 22,1% dos alimentos beneficiados pela indústria são carnes, peixes e derivados, 9,2% são derivados de trigo, 17% são laticínios, dentre outros tipos. Fonte: <https://www.abia.org.br/downloads/aliementacao-e-ciencia.pdf>

No processamento de alimentos, vários compostos são utilizados para se ter um melhor aproveitamento e durabilidade dos produtos oferecidos pela indústria, como conservantes, acidulantes, flavorizantes, dentre outros.

Cada alimento exige um aditivo alimentar específico, tudo isso para potencializar o tempo de armazenamento, sabor, frescor e aroma.

Analise a seguinte situação: o ácido propiônico, atua como conservante de carnes cozidas, impedindo o desenvolvimento de bactérias responsáveis pela depreciação do produto. O ácido propiônico apresenta uma característica bastante peculiar, seu cheiro, que lembra gordura rancificada.

Além de conservar os alimentos, muitas vezes, algumas substâncias são utilizadas para dar sabor em doces, bebidas e sobremesas. Os flavorizantes são substâncias responsáveis por dar sabor e aroma a alimentos industrializados. Os flavorizantes são representados nas embalagens de alimentos como aromatizantes, porém, não é apenas o aroma que é inserido, mas também sabor.

Um composto muito utilizado pela indústria de balas, pirulitos e sobremesas é o metanoato de etila, substância artificial que imita o sabor e aroma de Groselha. O metanoato de etila é um líquido sem coloração, de odor agradável.”

Pedro e Jailson são os técnicos de laboratório responsáveis pelo processo de análise de aditivos alimentares na empresa FOOD&FOOD S.A.

- Pedrão, precisamos fazer a dosagem de ácido propiônico para o processo de enlatagem de carne cozida.

- Poxa Jailson, estou ocupado aqui, algum mané lá do outro turno esqueceu de preencher a tabela para pedido de matéria-prima, agora os caras do setor de compras estão me enchendo “as paciência” com isso. Para eles é tudo para ontem.

- Você sabe me dizer quanto de carne cozida vai ser enlatada Pedro?

- Aqui no expediente está discriminado 2 toneladas Jailson. Também está falando em usar 0,5% de conservante. Não me vai errar a dose. Semana passada deu B.O., tá ligado”?

- Quantos mL eu uso de conservante Pedrão?

- Calcula aí malandro, quer que eu faça teu café também?

- Tranquilo Pedrão, uso o ácido né?

- Isso Jailson, só cuida para não trocar o produto dessa vez. Senão nossa carne fica com cheiro de groselha, igual naquele teste, hahaha.

Você é o responsável pela dosagem de produtos químicos utilizados no processamento de alimentos da FOOD & FOOD S.A. Ajude Pedro e Jailson a resolver o seu problema, e aproveite para apontar as características principais de cada possível produto a ser utilizado no teste.

<b>Substância</b>	<b>A</b>	<b>B</b>
Temperatura de Fusão (°C)	-79	-21,5
Temperatura de Ebulição (°C)	54,2	140,7
Densidade (g.mL <sup>-1</sup> ) á 20°C	0,922	0,993
Massa molar (g.mol <sup>-1</sup> )		
Função orgânica		

A partir da fórmula molecular de cada composto calcule a massa molar de ambos. Dados: C = 12 g.mol<sup>-1</sup>, H = 1 g.mol<sup>-1</sup>, O = 16 g.mol<sup>-1</sup>

Em um primeiro momento, após a leitura do estudo de caso, os líderes de cada equipe questionaram sobre a dificuldade no entendimento do texto e sobre o que deveria ser feito. Orientou-se os estudantes que refizessem a leitura dos textos para que buscassem as orientações sobre a resolução das questões.

A equipe PC-A1 conseguiu obter as respostas para a resolução do estudo de caso, porém a equipe PC-A2, apresentou dificuldades para calcular a massa molar do metanoato de etila, apesar de ter obtido a fórmula estrutural correta para o composto. As respostas obtidas foram apresentadas na forma escrita (FIGURA 19 E FIGURA 20). Ambas as equipes conseguiram obter o volume, em litros, de ácido propiônico utilizado no processo destacado no texto e conseguiram identificar na tabela no final do texto quais eram as substâncias.

Uma das integrantes da equipe PC-A1 destacou a questão da aplicabilidade dos compostos químicos na indústria e que não fazia ideia da questão do controle de qualidade.

De acordo com a estudante PC-A2, *“Eu sabia que os processos da indústria de alimentos eram delicados, pois trabalhamos com produção de leite e sabemos que a qualidade do produto deve ser sempre excelente, mas não imaginava que existiam produtos de composição tão similares com usos tão diferentes”*.

De acordo com a BNCC (Base Nacional Comum Curricular), uma das finalidades do ensino médio é proporcionar ao estudante a compreensão de fundamentos tecnológico-científicos nos processos de produção e transformação, relacionando o conhecimento prático com o teórico (BRASIL, 2018).

FIGURA 19: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 01 EQUIPE PC-A2

Substância	A	B
Ponto de Fusão (°C)	-79	-21,5
Ponto de Ebulição (°C)	54,2	140,7
Densidade (g/mL) à 20°C	0,922	0,993
Peso Molecular (g/mol)	60,05 g/mol	74,07 g/mol
Função orgânica	10,14	10,07

A partir da fórmula molecular de cada composto calcule a massa molecular de ambos.  
Dados: C = 12 g/mol, H = 1 g/mol, O = 16 g/mol

$\rho = \frac{m}{V}$   
 $0,922 = \frac{10}{V}$

Metanoato de etila: CC(=O)OC  
 Propionato: CCC(=O)O

METANOATO  
 MASSA x 0,5  
 x 100

Fonte: O autor (2021)

FIGURA 20: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 01 EQUIPE PC-A1

Substância	A	B
Ponto de Fusão (°C)	-79	-21,5
Ponto de Ebulição (°C)	54,2	140,7
Densidade (g/mL) à 20°C	0,922	0,993
Peso Molecular (g/mol)	74 g/mol	74 g/mol
Função orgânica	éster	ácido carboxílico

A partir da fórmula molecular de cada composto calcule a massa molecular de ambos.  
Dados: C = 12 g/mol, H = 1 g/mol, O = 16 g/mol

ácido propiônico:  $C_3H_6O_2$       metanoato de etila

$C = 12 \times 3 = 36$   
 $H = 1 \times 6 = 6$   
 $O = 16 \times 2 = 32$   
 $\left. \begin{array}{l} 36 \\ 6 \\ 32 \end{array} \right\} = 74 \text{ g/mol}$

$\rho = \frac{m}{V}$        $\rho = \frac{10}{0,993} = 10,07 \text{ ml}$

Fonte: O autor (2021)

Em relação aos trabalhos realizados na turma AP-A, percebeu-se no início da aula 02 que os estudantes não apresentavam foco no problema, com algumas conversas paralelas. Após orientação do professor quanto à postura em

sala, os trabalhos correram dentro da normalidade, sem ocorrência de contratemplos, onde cada equipe realizou suas discussões e buscou recursos para solucionar os problemas citados no texto (FIGURA 21).

FIGURA 21: EQUIPES TURMA AP-A DURANTE A REALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO



Fonte: O autor (2021)

Foi observado na equipe AP-A1 que uma das integrantes assumiu a liderança da mesma e conduziu as análises dos textos, concentrando toda a atividade em si, alegando que a resolução seria feita em menor tempo, e orientou as demais integrantes em relação ao que cada um deveria fazer.

Em relação aos resultados propostos para o primeiro estudo de caso, a equipe produziu as respostas exigidas no problema do caso (FIGURA 22), as quais utilizaram para preencher as lacunas da tabela apresentada no texto, e para tal fizeram uso do celular para pesquisar os itens duvidosos, como a fórmula da densidade e as fórmulas estruturais dos compostos.

FIGURA 22: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 01 EQUIPE AP-A1

Substância	A	B
Ponto de Fusão (°C)	-79	-21,5
Ponto de Ebulição (°C)	54,2	140,7
Densidade (g/mL) à 20°C	0,922	0,993
Peso Molecular (g/mol)	74	74
Função orgânica	função éster	ácido carboxílico

A partir da fórmula molecular de cada composto calcule a massa molecular de ambos.  
 Dados: C = 12 g/mol, H = 1 g/mol, O = 16 g/mol

(B)  
 Ácido propiônico  
 $C_3H_6O_2$

- 3 carbonos  
 - 6 hidrogênios  
 - 2 oxigênios

$3 \times 12 = 36$   
 $6 \times 1 = 6$   
 $2 \times 16 = 32$   
 $36 + 6 + 32 = 74$

$2000 \cdot 0,9 = 1800$   
 $\frac{1800}{100} = 18$

$d = \frac{m}{v} = 0,993 = \frac{10}{v}$   
 $0,993v = 10$   
 $v = \frac{10}{0,993}$   
 $v = 10,07 \text{ kg/L}$

Semelhanças

- \* fórmula molecular
- \* mesma peso molecular
- \* é uma função orgânica

Diferença

- \* ponto de fusão
- \* ebulição
- \* tipo de função
- \* o nome

Fonte: O autor (2021)

A elaboração das respostas para o entendimento do problema proposto, assim como da eficiência na pesquisa para obtenção dos dados e os estudos de caso facilitam o entendimento do conhecimento em química, uma vez que aborda conceitos aplicados a situações do cotidiano, promovendo a discussão e troca de ideias entre os integrantes dos grupos de trabalho, a capacidade de formular propostas e interpretar situações reais (PAZINATO; BRAIBANTE, 2014).

De fato, a equipe PC-A1 realizou a atividade, obtendo uma solução para o problema proposto pelo caso. O ambiente descontraído e o diálogo entre os integrantes da equipe possibilitaram a troca de ideias e a construção de conceitos exigidos para solucionar as questões levantadas no problema.

Para confecção das estruturas dos compostos ácido propiônico e metanoato de etila, a equipe se orientou pelos esboços contidos no caderno de química, e para realizar o cálculo do volume de conservante, como as mesmas

não recordavam da fórmula matemática a ser usada, a equipe foi orientada pelo professor a procurar a fórmula correspondente na internet, uma vez que este recurso estava disponível.

As demais equipes apresentaram algumas dificuldades na resolução do estudo de caso, dentre elas a identificação das funções orgânicas, a produção de um esboço da fórmula estrutural e o cálculo de densidade. A equipe AP-A3 equivocou-se quanto ao entendimento do termo função orgânica, atribuindo sua resposta quanto a função da substância dentro de um processo industrial citado no texto, e não grupo funcional, já a equipe AP-A2 não conseguiu correlacionar a função orgânica com as características de cada composto. Frequentemente as equipes solicitavam a presença do professor em suas mesas para sanar dúvidas referentes a interpretação das informações. Ambas as equipes, AP-A2 e AP-A3 foram orientadas a consultar as notas de aula e se preciso, buscar as informações na internet.

FIGURA 23: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 01 EQUIPE AP-A3.

Você é o responsável pela dosagem de produtos químicos utilizados no processamento de alimentos da FOOD & FOOD S.A. Ajude Pedro e Jailson a resolver o seu problema, e aproveite para apontar as características principais de cada possível produto a ser utilizado no teste.

Substância	A	B
Ponto de Fusão (°C)	-79	-21,5
Ponto de Ebulição (°C)	54,2	140,7
Densidade (g/mL) à 20°C	0,922	0,993
Peso Molecular (g/mol)	74,9	74,9
Função orgânica	1 parâmetro, 2 elementos, 2 compostos	

A partir da fórmula molecular de cada composto calcule a massa molecular de ambos.  
 Dados: C = 12 g/mol, H = 1 g/mol, O = 16 g/mol

10 milos

10,70 litros

Fonte: O autor (2021)

A equipe AP-A3 não conseguiu identificar as funções orgânicas as quais os compostos pertenciam, tampouco obter uma fórmula estrutural para ambos (FIGURA 23), porém, por meio de consulta à internet, a equipe conseguiu identificar os valores de densidade para cada substância, utilizando assim, o valor solicitado para o cálculo da densidade.

Apenas a equipe AP-A2 não chegou a resultado satisfatório, obtendo apenas a massa molar de ambas as substâncias. Também não conseguiu classificar os grupos químicos nem realizar o cálculo do volume de conservante utilizado, o que evidenciou a dificuldade da equipe na assimilação e aplicação de conceitos básicos em química.

FIGURA 24: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 01 EQUIPE AP-A2.

Você é o responsável pela dosagem de produtos químicos utilizados no processamento de alimentos da FOOD & FOOD S.A. Ajude Pedro e Jailson a resolver o seu problema, e aproveite para apontar as características principais de cada possível produto a ser utilizado no teste.

Substância	A	B
Ponto de Fusão (°C)	-79	-21,5
Ponto de Ebulição (°C)	54,2	140,7
Densidade (g/mL) à 20°C	0,922	0,993
Peso Molecular (g/mol)	14,08	14,08
Função orgânica	Alcool	Alcool

A partir da fórmula molecular de cada composto calcule a massa molecular de ambos.  
 Dados: C = 12 g/mol, H = 1 g/mol, O = 16 g/mol

$2000 \times 0,5 = 10 \text{ Kg}$  a semelhança entre eles é que os dois são inflamáveis

Fonte: O Autor (2021)

A turma RE-A também apresentou dúvidas pontuais quanto à resolução do estudo de caso, sendo orientadas quanto à leitura e interpretação das informações. A principal dúvida dos estudantes era em como começar a resolver as questões propostas no texto. O professor solicitou que cada equipe lesse o texto com cautela, para assim, realizar a interpretação das informações. Também houve o caso de uma integrante da equipe RE-A1 assumir o papel de líder e orientar as demais quanto a realização das atividades e centralizar as ações do grupo em si. Ambas as equipes conseguiram desenvolver as respostas esperadas e condizentes com o estudo de caso, porém apenas a equipe RE-A1 conseguiu identificar as funções as quais os compostos pertenciam e a massa molar (FIGURA 25). A equipe ainda citou que os compostos apresentam estruturas diferentes.

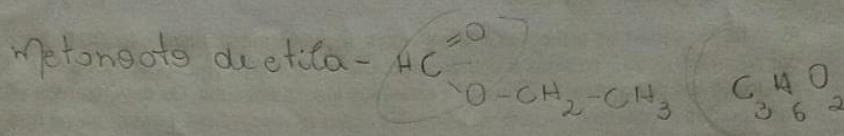
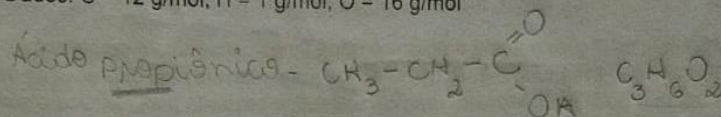
FIGURA 25: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 01 EQUIPE RE-A1.

Você é o responsável pela dosagem de produtos químicos utilizados no processamento de alimentos da FOOD & FOOD S.A. Ajude Pedro e Jailson a resolver o seu problema, e aproveite para apontar as características principais de cada possível produto a ser utilizado no teste.

Substância	A	B
Ponto de Fusão (°C)	-79	-21,5
Ponto de Ebulição (°C)	54,2	140,7
Densidade (g/mL) à 20°C	0,922	0,993
Peso Molecular (g/mol)	74,08	74,08
Função orgânica	Ácido carboxílico	Ácido

A partir da fórmula molecular de cada composto calcule a massa molecular de ambos.

Dados: C = 12 g/mol, H = 1 g/mol, O = 16 g/mol



óleo póe iguais em 0,5% - 2000  
 fórmula molecular  
 póe póe compostos  
 diferentes em estrutura.

$$P = \frac{m}{V}$$

$$0,993 = \frac{10}{V}$$

$$0,993V = 10$$

$$\frac{10}{0,993}$$

$$V = 10,07 \text{ litros}$$

Fonte: O autor (2021)

A equipe RE-A2 não descreveu as semelhanças e diferenças de ambos os compostos, e analisou apenas as características do ácido propiônico, mesmo assim, as informações foram suficientes para realização do cálculo do volume de conservante, utilizando-se o valor de densidade fornecido em tabela (FIGURA 26). A equipe fez uso de pesquisa na internet para buscar as informações necessárias para a resolução do problema.

Já na turma RE-B os estudantes necessitaram de orientação referente a interpretação do texto, sendo as mesmas orientadas a refazer a leitura para buscar por informações. Ambas as equipes conseguiram desenvolver a atividade com tranquilidade, obtendo o valor de peso molecular, função orgânica corretos para cada composto, além do volume de conservante.

FIGURA 26: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 01 EQUIPE RE-A2.

Você é o responsável pela dosagem de produtos químicos utilizados no processamento de alimentos da FOOD & FOOD S.A. Ajude Pedro e Jailson a resolver o seu problema, e aproveite para apontar as características principais de cada possível produto a ser utilizado no teste.

Substância	A	B
Ponto de Fusão (°C)	-79	-21,5
Ponto de Ebulição (°C)	54,2	140,7
Densidade (g/mL) à 20°C	0,922	0,993
Peso Molecular (g/mol)		
Função orgânica		

A partir da fórmula molecular de cada composto calcule a massa molecular de ambos.  
Dados: C = 12 g/mol, H = 1 g/mol, O = 16 g/mol

*Cálculo propiciado = C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub> / Massa molecular = 74,08 g/mol*  
*0,993 = 10 / v*  
*0,993 \* v = 10*  
*v = 10,07*

Fonte: O autor (2021)

Também foram observadas as considerações sobre os compostos A e B, a equipe RE-B1 apontou que a principal diferença entre os compostos estava nas suas funções orgânicas (FIGURA 27), já a equipe RE-B2 citou que a diferença estaria não só nas funções as quais os compostos pertenciam, mas também em suas propriedades físicas (FIGURA 28). Ambas as equipes buscaram as informações referentes a densidade dos compostos na internet.

FIGURA 27: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 01 EQUIPE RE-B1.

Você é o responsável pela dosagem de produtos químicos utilizados no processamento de alimentos da FOOD & FOOD S.A. Ajude Pedro e Jailson a resolver o seu problema, e aproveite para apontar as características principais de cada possível produto a ser utilizado no teste.

Substância	A	B
Ponto de Fusão (°C)	-79	-21,5
Ponto de Ebulição (°C)	54,2	140,7
Densidade (g/mL) à 20°C	0,922	0,993
Peso Molecular (g/mol)	74	74
Função orgânica	Éster	Ácido

A partir da fórmula molecular de cada composto calcule a massa molecular de ambos.  
Dados: C = 12 g/mol, H = 1 g/mol, O = 16 g/mol

*\* A semelhança entre o metanoato de etila e o ácido propiônico é que os dois têm o mesmo peso molecular, a diferença entre eles é que um é éster e o outro é ácido*

*↳ será necessário utilizar 10,07L de conservante.*

Fonte: O autor (2021)

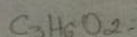
FIGURA 28: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 01 EQUIPE RE-B2

Você é o responsável pela dosagem de produtos químicos utilizados no processamento de alimentos da FOOD & FOOD S.A. Ajude Pedro e Jailson a resolver o seu problema, e aproveite para apontar as características principais de cada possível produto a ser utilizado no teste.

Substância	A	B
Ponto de Fusão (°C)	-79	-21,5
Ponto de Ebulição (°C)	54,2	140,7
Densidade (g/mL) à 20°C	0,922	0,993
Peso Molecular (g/mol)	74 g/mol	74 g/mol
Função orgânica	éster	ácido

A partir da fórmula molecular de cada composto calcule a massa molecular de ambos.  
Dados: C = 12 g/mol, H = 1 g/mol, O = 16 g/mol

ÁCIDO PROPIONICO



$$3 \cdot 12 + 6 \cdot 1 + 2 \cdot 16$$

$$36 + 6 + 32 = 74 \text{ g/mol}$$

$$P = \frac{m}{V} \quad 0,993 = \frac{10}{V}$$

$$V = \frac{10}{0,993} \quad V = 10,07 \text{ L}$$

METANOATO DE ETILA

Os dois compostos tem peso molecular igual. Ponto de fusão, ebulição, densidade e função orgânica diferentes.

Fonte: O autor (2021)

#### 4.3. Aula 03 – Estudo de Caso 02

“A empresa fictícia Benzin S.A., situada na cidade de Londrina/PR, atua no ramo de propelentes há aproximadamente 15 anos, e é responsável por fornecer gases propelentes para a indústria de sprays em lata. Os gases comercializados pela empresa são condicionados em cilindros de aço a pressão de 3,0 bar, o que garante que o material permaneça em estado líquido para transporte.

No laboratório de controle de qualidade são testadas as amostras de matérias-primas que serão comercializadas, para garantir que o produto atenda as garantias apresentadas pela empresa.

Em certa ocasião, um funcionário do setor de compras recebeu a incumbência de adquirir 150 cilindros de 9 quilogramas, de um composto de fórmula  $C_4H_{10}$ , sendo a fórmula molecular a única informação disponível. No ato da compra, a empresa recebeu dois lotes de gás propelente, de duas empresas

diferentes Gas Company (empresa A) e a Comburentes LTDA (empresa B), ambas realizando sua primeira transação comercial com a empresa.

O composto comercializado pela empresa A, apresentava seguintes informações técnicas: Massa molar: 58,12 g.mol<sup>-1</sup>; Temperatura de ebulição: -11,8°C e calor de combustão: 10810 cal.g<sup>-1</sup>.

O composto comercializado pela empresa B, apresentava seguintes informações técnicas: Massa molar: 58,12 g.mol<sup>-1</sup>; Temperatura de ebulição: 272,52K e calor de combustão: 10840 cal.g<sup>-1</sup>.

A equipe do laboratório de controle de qualidade questionou o setor de compras pela divergência nas informações, porém o setor de compras comunicou que pediu exatamente o que havia sido pedido.”

Supondo que você e sua equipe são os laboratoristas responsáveis pelo controle de qualidade, escolha um fornecedor para a empresa, além de sugerir alterações no processo de seleção de fornecedores e quais as observações podem ser feitas sobre os compostos analisados?

Sabendo que o composto n-Butano apresenta uma temperatura de ebulição de -0,48°C, qual as diferenças podem ser identificadas entre os compostos comercializados entre a empresa A e B? Faça uma previsão das possíveis fórmulas estruturais para os dois compostos.

<b>Substância</b>	<b>Temperatura de ebulição (T.E. / °C)</b>
Propano	-42
Butano	-0,48
Pentano	36,1
Hexano	68,7
Ciclo-hexano	80,7
Metilpropano	-11,8
2,2-Dimetilbutano	49,7

Durante a resolução do estudo de caso, as equipes da turma PC-A necessitaram de orientação sobre a interpretação das informações do estudo de caso, sendo orientados a buscar as informações necessárias em meios digitais, caderno e livro didático. A principal dúvida apresentada pelos integrantes das

equipes estava relacionada à conversão de unidades de medidas de temperatura. A equipe PC-A2 discutia sobre o significado das palavras apresentadas no texto, surgindo a pergunta ao professor “o que é um propelente?”.

Alba e colaboradores (2013) atribuem ao uso de estudos de caso a possibilidade do estudante assimilar os conceitos que lhe são mais interessantes, e ainda questionar e buscar soluções por iniciativa própria, uma vez que ele se sente instigado a resolver as questões propostas e discutir os tópicos de maior interesse. Um dos pontos almejados em atividades que se distanciam dos métodos convencionais de ensino é o diálogo entre os estudantes e conseqüentemente o debate. Além do estímulo a pesquisa, atividades baseadas em problemas contribuem para a troca de ideias e informações entre membros de um grupo de trabalho sendo bastante enriquecedores e contribuem para a construção de um conhecimento mais bem consolidado se comparado apenas a exposição dada pelo professor (SOUZA; DOURADO, 2015)

A equipe PC-A2 escolheu a empresa correta para fornecer as matérias primas para a empresa fictícia, além de apontar uma possível solução para que o problema apresentado fosse minimizado (FIGURA 30), no entanto, a equipe PC-A1 (FIGURA 30) confundiu o composto metil propano, também conhecido como isobutano (FIGURA 29) (BARBOSA, 2004), com o butano, indicando-o como propelente para latas de spray e selecionando a empresa equivocadamente. Ambas as equipes buscaram informações em meios digitais para a resolução do estudo de caso.

FIGURA 29: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 02 EQUIPE PC-A1

O composto comercializado pela empresa A, apresentava seguintes informações técnicas: Peso Molecular: 58,12 g/mol; Ponto de ebulição: <sup>Isobutano</sup>  $-11,8^{\circ}\text{C}$  e calor de combustão:  $-10810$  cal/g.

O composto comercializado pela empresa B, apresentava seguintes informações técnicas: Peso Molecular: 58,12 g/mol; Ponto de ebulição:  $-272,52\text{K}$  e calor de combustão:  $-10840$  cal/g.

A equipe do laboratório de controle de qualidade questionou o setor de compras pela divergência nas informações, porém o setor de compras comunicou que pediu exatamente o que havia sido pedido."

Supondo que você e sua equipe são os laboratoristas responsáveis pelo controle de qualidade, escolha um fornecedor para a empresa, além de sugerir alterações no processo de seleção de fornecedores e quais as observações podem ser feitas sobre os compostos analisados?

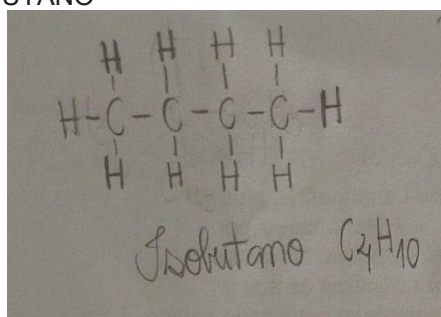
Sabendo que o composto n-Butano apresenta uma temperatura de ebulição de  $-0,48^{\circ}\text{C}$ , quais as diferenças podem ser identificadas entre os compostos comercializados entre a empresa A e B? Faça uma previsão das possíveis fórmulas estruturais para os dois compostos.

Substancia	Ponto de Ebulição (P.E. / $^{\circ}\text{C}$ )
Propano	-42
Butano	$-0,48$ $-1$
Pentano	36,1
Hexano	68,7
Cicloexano	80,7
Metil Propano	-11,8
2,2-Dimetil Butano	49,7

Analisando a empresa B, o ponto de ebulição do composto é mais próximo ao qual necessitamos, entretanto a empresa A fornece o Isobutano, que é utilizado como propulente.

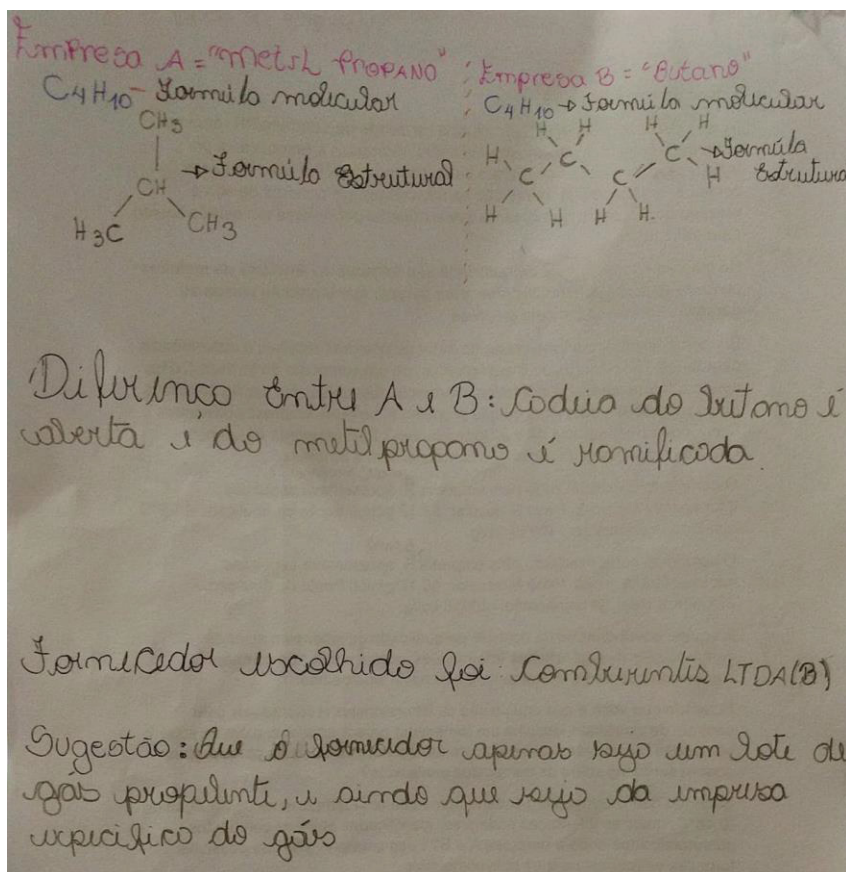
Fonte: O Autor (2021)

FIGURA 30: REPRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA EQUIVOCADAMENTE NOMEADA DE ISOBUTANO



Fonte: O autor (2021)

FIGURA 31: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 02 EQUIPE PC-A2

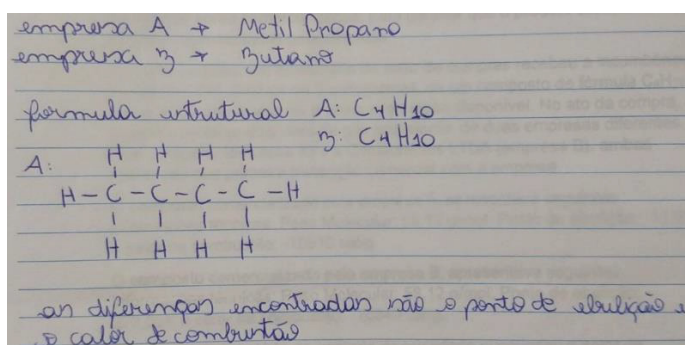


Fonte: O autor (2021)

Em relação a turma AP-A, as equipes AP-A1 e AP-A3 conseguiram identificar qual a empresa seria selecionada como fornecedora. A equipe AP-A2 não conseguiu realizar a atividade durante o tempo da aula, necessitando de mais tempo para ele. Contudo, não conseguiram selecionar a empresa fornecedora correta, tampouco obtiveram a fórmula estrutural para os dois compostos citados no texto (FIGURA 31). A equipe demonstrou desinteresse na resolução da atividade, o que ocasionou o atraso na resolução da atividade.

Em relação às diferenças observadas nos dois compostos citados no texto, as equipes AP-A1 e AP-A2 indicaram como diferenças entre os compostos propostos a temperatura de ebulição e o calor de combustão, desconsiderando as diferenças em suas fórmulas estruturais. A equipe AP-A3 apenas identificou os compostos citados no texto, selecionando a empresa correta para o processo descrito no texto e apresentou as fórmulas estruturais para ambos os compostos (FIGURA 32), contudo não apresentou a diferença entre as substâncias (FIGURA 33).

FIGURA 32: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 02 EQUIPE AP-A2



Fonte: O autor (2021)

FIGURA 33: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 02 EQUIPE AP-A3

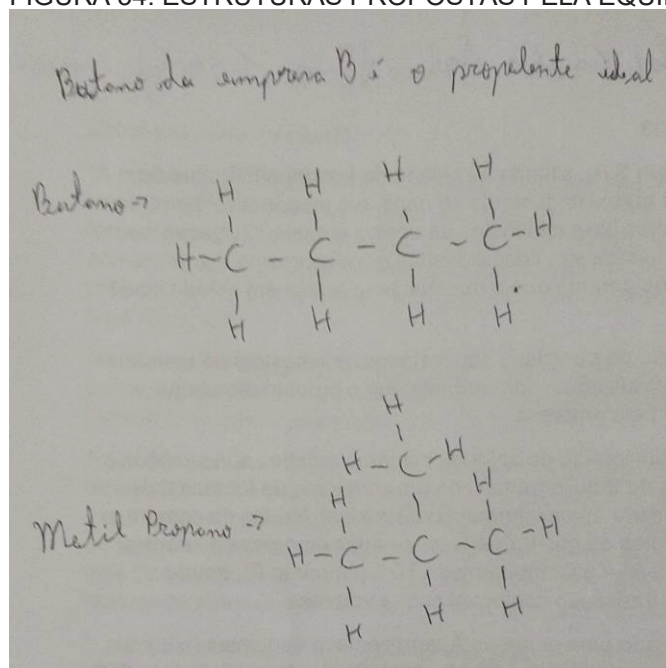
Sabendo que o composto n-Butano apresenta uma temperatura de ebulição de  $-0,48^{\circ}C$ , quais as diferenças podem ser identificadas entre os compostos comercializados entre a empresa A e B? Faça uma previsão das possíveis fórmulas estruturais para os dois compostos.

Substancia		Ponto de Ebulição (P.E. / $^{\circ}C$ )
Propano	44,1 g/mol	-42
Butano	58,12 g/mol	-0,48 <del>44,7</del> $^{\circ}C - 1$
Pentano	72,15 g/mol	36,1
Hexano	86,17 g/mol	68,7
Ciclohexano	98,16	80,7
Metil Propano	58,12	-11,8
2,2-Dimetil Butano	86,17	49,7

Propileno  
 (B)  
 $C_4H_{10}$   
 A  
 $C_4H_{10}$   
 Propileno

Fonte: O autor (2021)

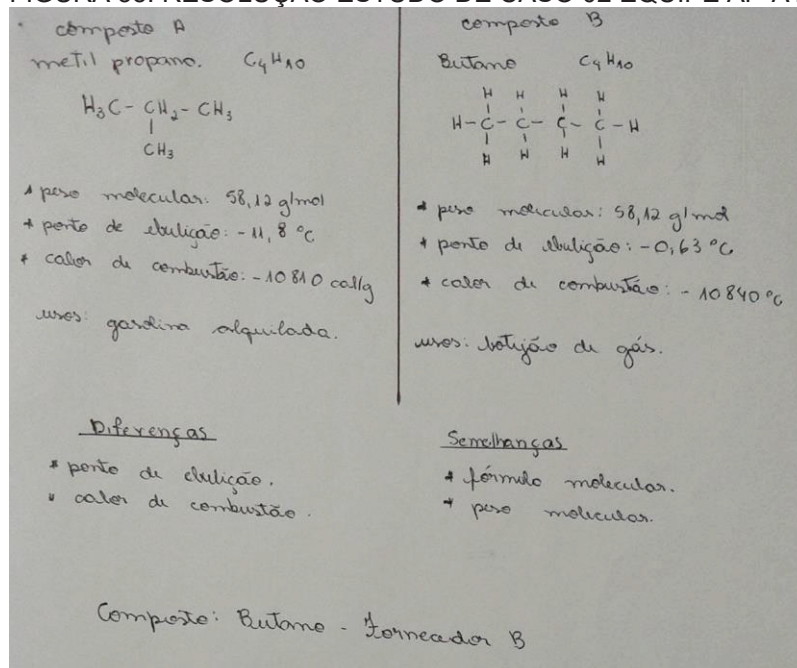
FIGURA 34: ESTRUTURAS PROPOSTAS PELA EQUIPE AP-A3



Fonte: O autor (2021)

Novamente, a equipe AP-A1 centralizou a atividade em uma aluna, que liderou a equipe em relação a tomada de decisão, apresentando a análise mais completa do estudo de caso (FIGURA 34). Em todo caso nenhuma das equipes indicou melhorias no processo de seleção de fornecedores.

FIGURA 35: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 02 EQUIPE AP-A1

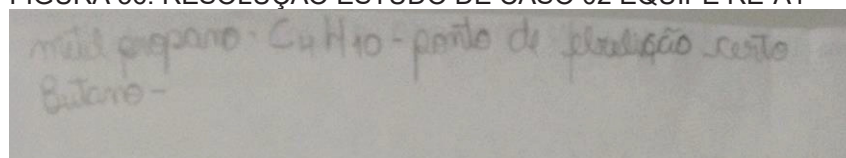


Fonte: O autor (2021)

As equipes da turma RE-A realizaram as análises de forma incompleta, não evidenciando as diferenças entre os compostos, tampouco selecionando qual seria a empresa escolhida como fornecedora.

Como a integrante líder da equipe RE-A1 não esteve presente na aula no dia da realização do estudo de caso, os demais membros do grupo não conseguiram se organizar para realizar a atividade (FIGURA 35).

FIGURA 36: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 02 EQUIPE RE-A1

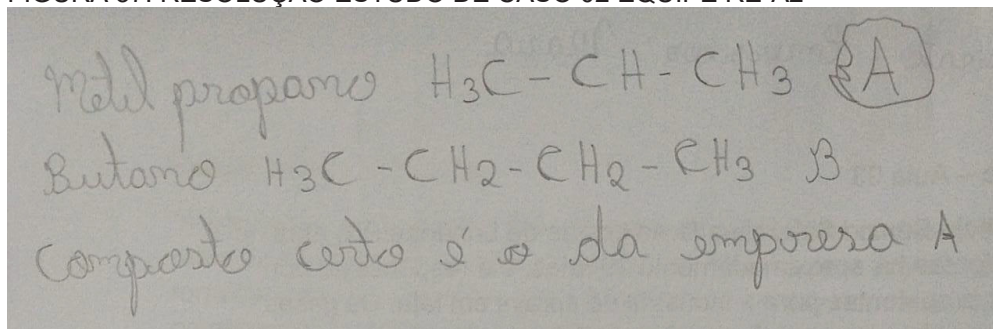


Fonte: O autor (2021)

A equipe RE-A2 conseguiu realizar a atividade, porém demonstrou de maneira errônea a fórmula estrutural do composto metilpropano, mas conseguiu

correlacionar a substância a ser usada como propelente e escolheram a empresa correta para fornecer tal substância (FIGURA 36).

FIGURA 37: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 02 EQUIPE RE-A2



Fonte: O autor (2021)

Comparado a turma RE-A, a turma RE-B realizou as atividades, contudo, houve momentos na aula que o professor teve que intervir, devido ao excesso de conversas paralelas alheias ao tema proposto pelo estudo de caso. Foi necessário fazer orientações quanto ao uso da tabela apresentada no final da página do estudo de caso 02 para solucionar quais compostos químicos seriam os escolhidos. Ambas as equipes selecionaram a empresa de fornecedores correta, A equipe RE-B1 indicou a substância correta para uso como propelente, porém não citou as diferenças entre as substâncias comparadas (FIGURA 37), mas apenas a equipe RE-B2 indicou a diferença nas fórmulas estruturais entre os compostos metil propano e butano, indicando a fórmula estrutural referente a cada composto (FIGURA 38).

FIGURA 38: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 02 EQUIPE RE-B1

O composto comercializado pela empresa A, apresentava seguintes informações técnicas: Peso Molecular: 58,12 g/mol; Ponto de ebulição:  $-11,8^{\circ}\text{C}$  e calor de combustão:  $-10810$  cal/g. Metil Propano  $\text{C}_4\text{H}_{10}$   
 O composto comercializado pela empresa B, apresentava seguintes informações técnicas: Peso Molecular: 58,12 g/mol; Ponto de ebulição:  $-272,52\text{K}$  e calor de combustão:  $-10840$  cal/g. Butano  $\text{C}_4\text{H}_{10}$

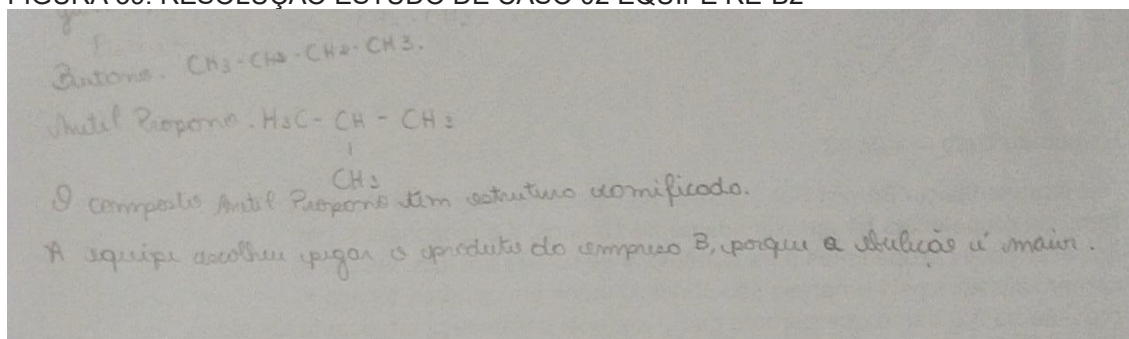
Substancia	Ponto de Ebulição (P.E. / °C)
Propano	-42
Butano	-0,48
Pentano	36,1
Hexano	68,7
Cicloexano	80,7
Metil Propano	-11,8
2,2-Dimetil Butano	49,7

Diferença: Que enquanto o butano tem temperatura de  $-0,48^{\circ}\text{C}$ , o Metil propano tem temperatura de ebulição de  $-11,8^{\circ}\text{C}$ .

Comparações do B pois é o Butano utilizado para fazer spray e é a empresa B que fornece Butano.

Fonte: O autor (2021)

FIGURA 39: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 02 EQUIPE RE-B2



Fonte: O autor (2021)

#### 4.4. Aula 04 – Estudo de caso 03.

A rede de Postos de Combustíveis SuperPetro, resolveu fazer uma palestra sobre segurança na manipulação de combustíveis, orientando os funcionários sobre alguns perigos que os combustíveis podem trazer para a saúde.

O palestrante convidado foi o Dr. Isaías Menezes, médico do trabalho da Sindipetro. Abaixo, citamos alguns momentos da fala do Dr. Menezes.

“A indústria do petróleo é responsável por uma gama muito variada de produtos, como combustíveis, polímeros, solventes, dentre outros. A mistura de hidrocarbonetos que constitui o petróleo garante a enorme variedade de produtos.

Um dos compostos que é obtido no refino do petróleo, e que está presente na gasolina e no diesel, é o benzeno, e este composto, muitas vezes pode causar danos à saúde de trabalhadores.

O metabolismo do benzeno no organismo gera fenol, catecol, hidroquinona, dentre outros compostos. As principais vias de absorção do benzeno no organismo é a pele, respiração e ingestão. Portanto os trabalhadores devem sempre tomar cuidado na manipulação dos combustíveis no momento do abastecimento de automóveis, evitar comer e fumar próximo as bombas.

Dr. Menezes destacou ainda, que em caso de contato das mãos com os combustíveis, os trabalhadores deveriam evitar tocar em suas testas, virilha ou axilas, regiões de alta absorção do benzeno na pele.”

Durante a palestra, o Dr. Menezes mostrou a tabela abaixo, onde são listadas algumas propriedades físicas de alguns compostos citados por ele.

	Fenol	Catecol	Hidroquinona
T.F. (°C)	42,5	105	170,3
T.E. (°C)	181,8	245,5	285
d (g.cm <sup>-3</sup> 20°C)	1,058 (41°C)	1,344	1,33
Solubilidade água (em mL á 20°C)	8,4 g	45g	7g

Ao fim da palestra, foi aberto um momento para perguntas, das quais, o Sr. Josias, frentista de posto de combustível a mais de 20 anos, apresentou suas dúvidas.

Josias: O Dr. falou de benzeno, fenol, catecol, hidroquinona, mas eu não entendi nada. O que é cada uma dessas coisas?

Nisso, Abraão dos Anjos, um rapaz que ainda estava no ensino médio respondeu o Sr. Josias, dizendo que era tudo a mesma coisa.

Como estudante de Química da Escola Virgílio Várzea, e tendo estudado alguns desses compostos, não se conformou com a resposta absurda dada por Abraão. Explique por que Abraão está equivocado, utilizando todos os recursos necessários.


As equipes da turma PC-A resolveram as atividades utilizando todo o tempo da aula, sendo orientados quanto a representação das fórmulas estruturais dos compostos mencionados no texto. Em relação às diferenças observadas nos compostos, as equipes PC-A1 (FIGURA 39) e PC-A2 (FIGURA 40) focaram nas diferenças de usos e aplicações dos compostos, assim como

informações gerais referentes a cada composto. Apenas a equipe PC-A1 representou as fórmulas estruturais e moleculares dos compostos citados no texto, porém, não correlacionou estas informações na explanação sobre as diferenças entre os compostos.

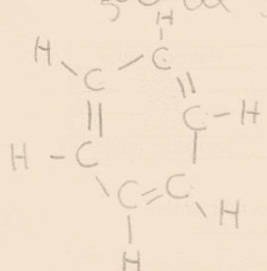
FIGURA 40: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 03 EQUIPE PC-A1

Fenol: é um composto orgânico que contém hidroxilas (OH), que esteja ligada diretamente a um núcleo aromático ou anel aromático. O fenol é altamente tóxico, porém é usado na composição de vários materiais. Fórmula molecular:  $C_6H_5OH$

O composto normalmente apresenta-se em estado sólido. Ele é pouco solúvel em água e pode penetrar rapidamente na pele. Ele é utilizado na produção de cosméticos, adesivos, plásticos, etc.

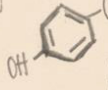


Benzeno: é um hidrocarboneto puro composto orgânico aromático. É utilizado em combustíveis automotivos, para aumentar a potência dos motores, e como reagente para obtenção de outras substâncias químicas.



A hidroquinona ( $C_6H_6O_2$ ) é utilizada para clarear as manchas da pele e age inibindo a produção de melanina.

Também chamada de benzeno-1,4-diol, 1,4-dihidroxi-benzeno é um composto orgânico o qual é um tipo de fenol, possuindo dois grupos hidroxila ligados a um anel benzênico.



O catecol é um composto orgânico representado pela fórmula química  $C_6H_6O_2$ . Trata-se de um sólido em condições ambientes, normalmente encontrado sob a forma de cristais incolores, de odor característico, solúvel em água. É um antimicrobiano natural que previne na maior parte dos casos a infecção de plantas por parte de microorganismos

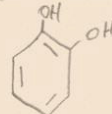


FIGURA 41: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 03 EQUIPE PC-A2

Porque cada composto tem uma função diferente.

Benzeno - usado em combustíveis.

fenol - fabricação de corante.

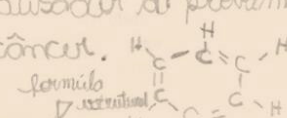
catecol - é um antimicrobiano natural.

hidroquinona - creme e gel para clareamento.

**Benzeno** - é utilizado em combustíveis automotivos, para aumentar a performance dos motores, e como reagente para síntese de outras substâncias químicas. O uso do benzeno é controlado, pois trata-se de um agente tóxico, causador de problemas, como enjoo, irritação na pele e até câncer.

$C_6H_6$  → fórmula molecular

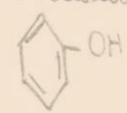
fórmula estrutural



**Fenol** - é utilizado hoje na fabricação de corante, na produção de resinas, na produção de fundalúrio (um indicador ácido-base muito utilizado em processos de titulação em laboratório), de aspirina, do ácido pícrico (que será mencionado no próximo parágrafo) e em outros acima.

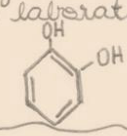
$C_6H_6O$  → fórmula molecular

fórmula estrutural



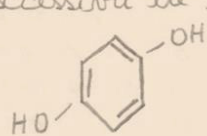
**Catecol** - a benzquinona, produto da oxidação do catecol, é um antimicrobiano natural que previne na maior parte dos casos a infecção de plantas (principalmente nos seus frutos) por parte de microrganismos. A oxidação do catecol é também utilizada em laboratório para investigação encefalógica.

$C_6H_6O_2$



**Hidroquinona**: O hidroquinona creme e gel são indicados no clareamento gradual de manchas como melasmas ou clasmas, sardas, melanoses solares e em outras condições nas quais ocorrem hiperpigmentação cutânea por produção excessiva de melanina.

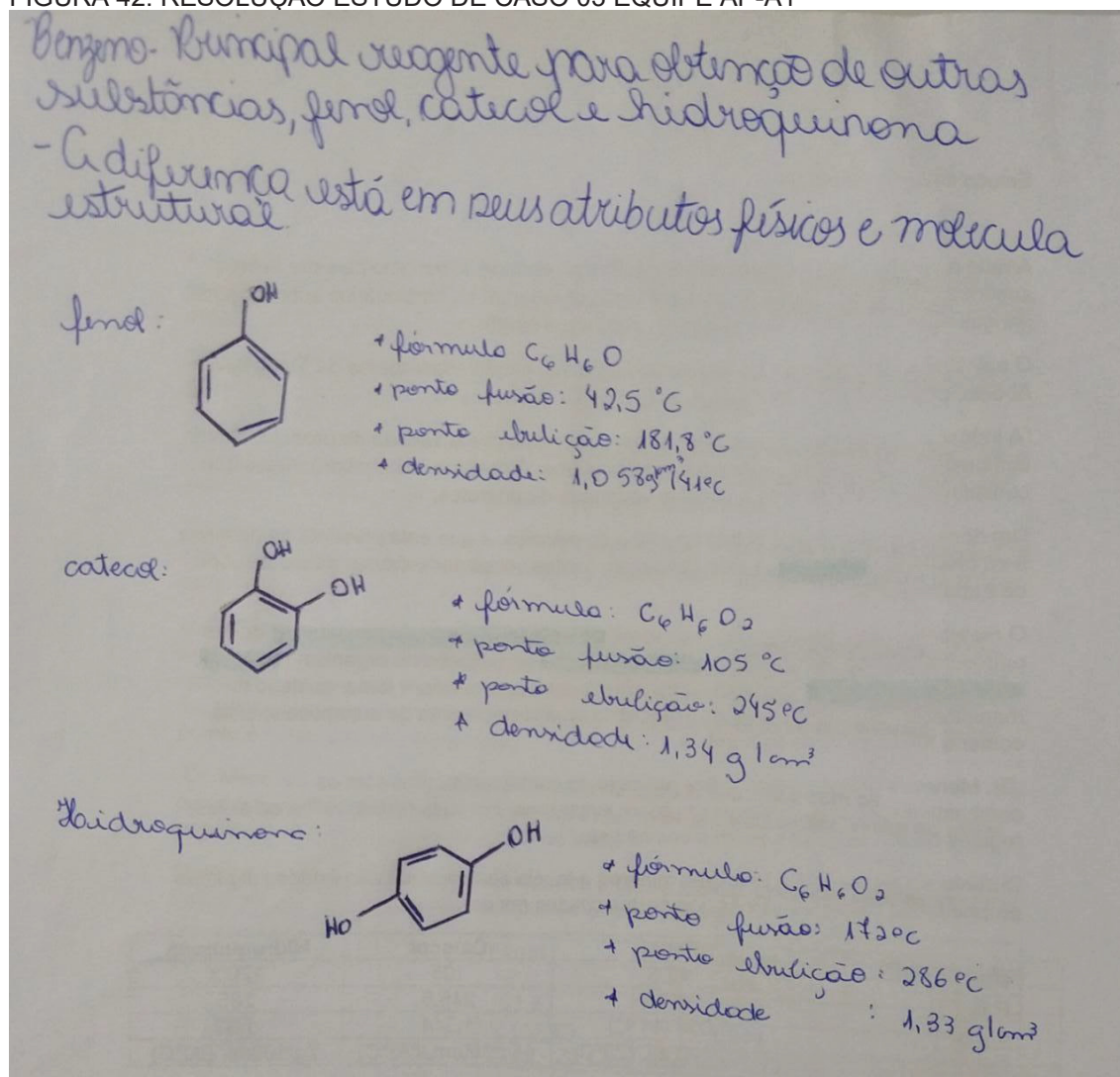
$C_6H_6O_2$



As equipes da turma AP-A representaram as fórmulas estruturais para os compostos citados no estudo de caso 03. A equipe AP-A1 indicou que os compostos se diferenciavam por suas propriedades físicas e estruturais, representando as fórmulas estruturais de cada um, citando suas fórmulas moleculares e indicando as propriedades físicas (FIGURA 41).

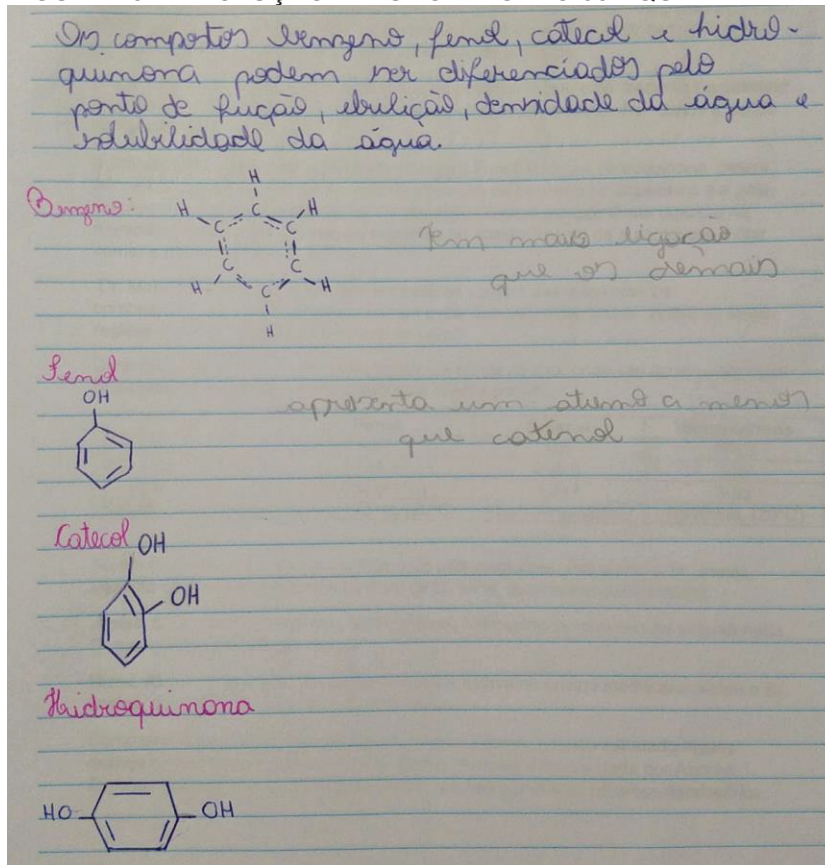
A equipe AP -A2 citou as fórmulas estruturais de cada composto e atribuiu as diferenças entre os compostos apenas às propriedades físicas. Percebem-se erros na grafia de alguns termos utilizados pela equipe (FIGURA 42). A equipe AP-A3 apenas citou as fórmulas estruturais incompletas de alguns compostos e indicou alguns de seus usos, superficialmente (FIGURA 43).

FIGURA 42: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 03 EQUIPE AP-A1



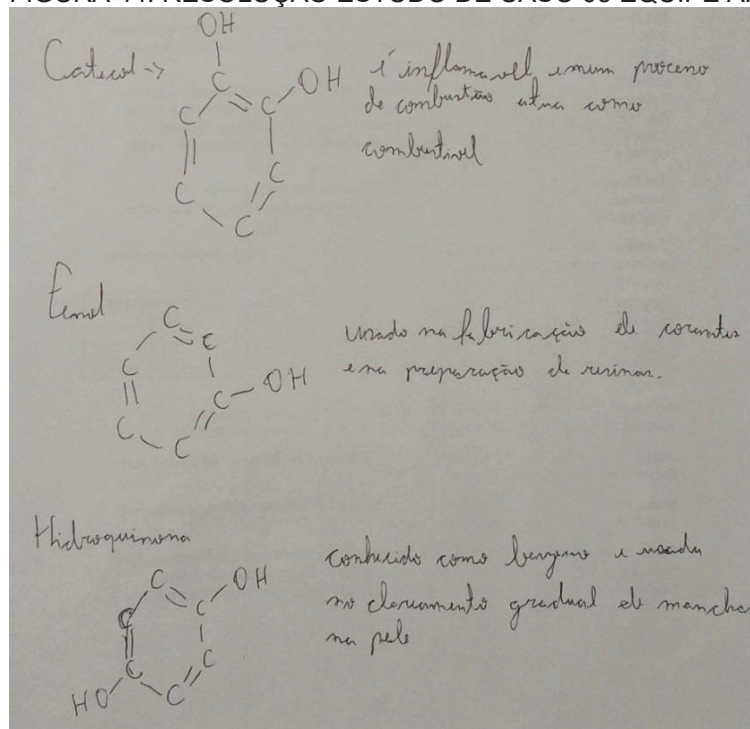
Fonte: O autor (2021)

FIGURA 43: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 03 EQUIPE AP-A2



Fonte: O autor (2021)

FIGURA 44: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 03 EQUIPE AP-A3

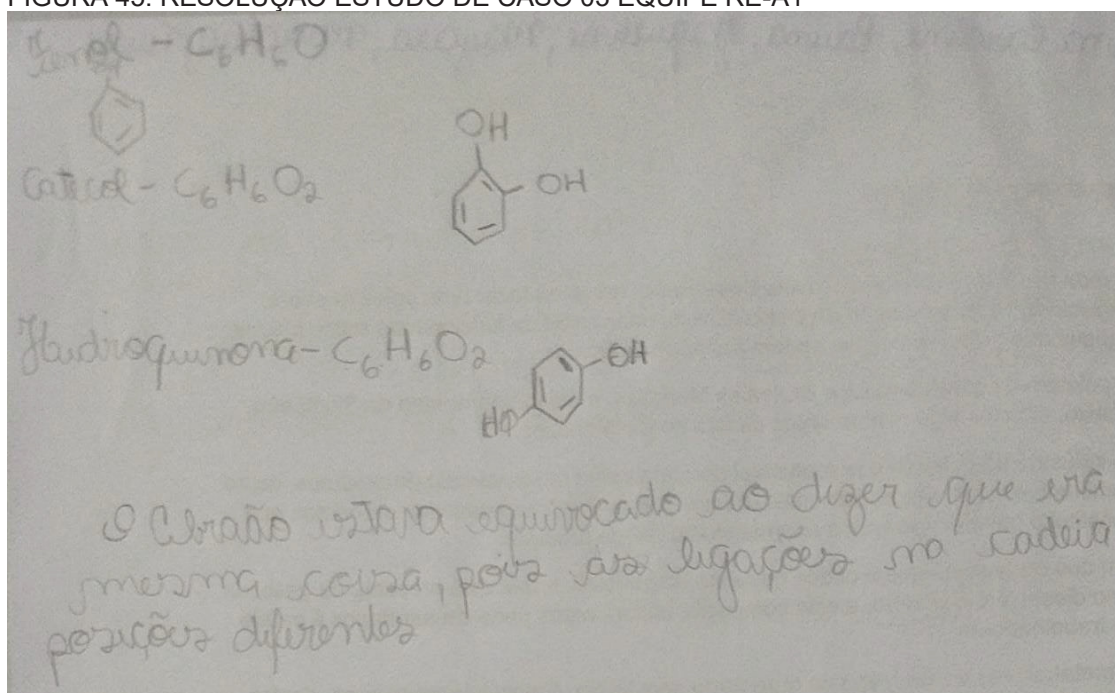


Fonte: O autor (2021)

Ambas as equipes da turma RE-A representaram as fórmulas estruturais dos compostos citados, e citaram diferenças nas fórmulas estruturais. Observa-se na resolução que as respostas foram breves e diretas, não explorando diferenças mais significativas.

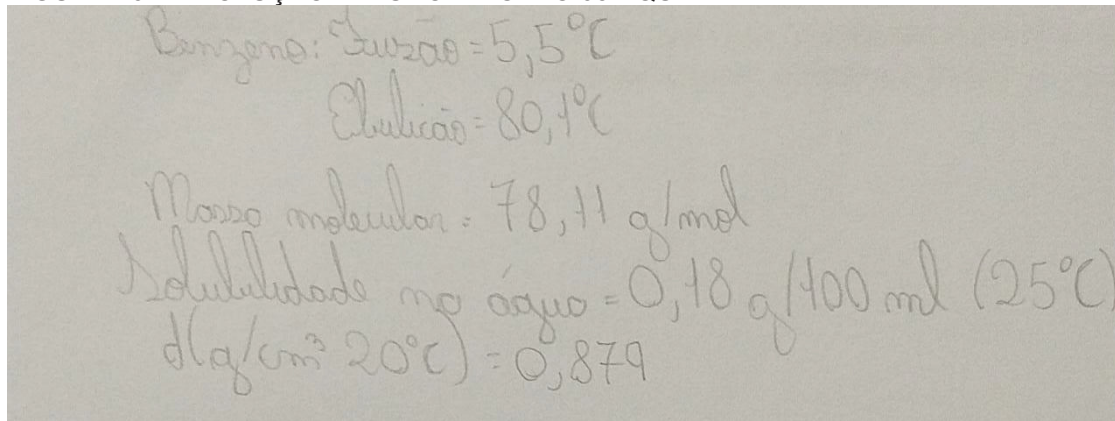
A equipe RE-A1 destacou que as ligações das estruturas unidas a cadeia estavam em posições diferentes (FIGURA 44), já a equipe RE-A2 citou apenas as características físicas diferentes entre cada composto e que os compostos catecol e hidroquinona apresentam aplicações diferentes (FIGURA 45).

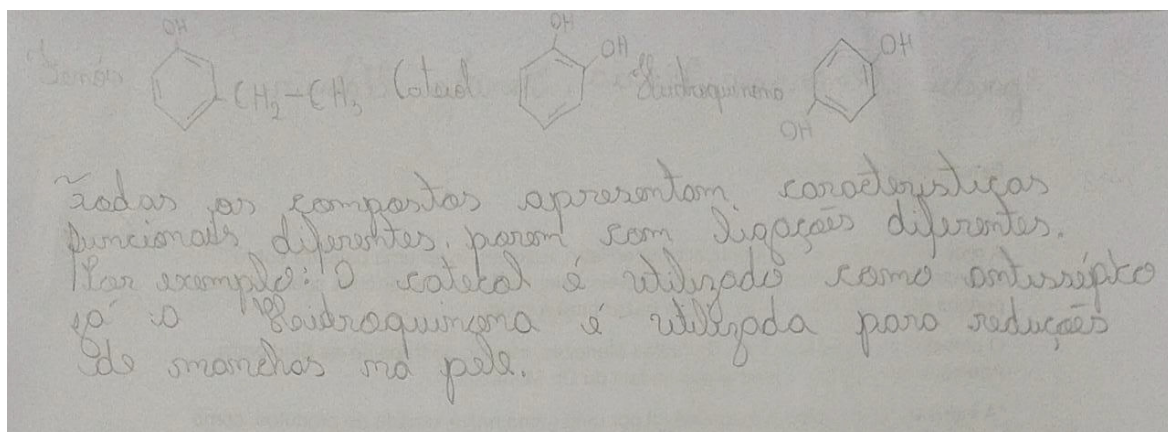
FIGURA 45: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 03 EQUIPE RE-A1



Fonte: O autor (2021)

FIGURA 46: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 03 EQUIPE RE-A1





Fonte: O autor (2021)

Na turma RE-B, os estudantes indicaram as fórmulas estruturais dos compostos citados no texto, assim como suas fórmulas moleculares. A equipe RE-B2 indicou a diferença entre os compostos pelos seus usos (FIGURA 47), enquanto a equipe RE-B1 destacou a diferença nas fórmulas estruturais (FIGURA 46). Ambas as equipes representarem as fórmulas moleculares dos compostos citados no texto, obtidas em pesquisas utilizando seus celulares.

FIGURA 47: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 03 EQUIPE RE-B1

Ao fim da palestra, foi aberto um momento para perguntas, das quais, o Sr. Josias, frentista de posto de combustível a mais de 20 anos, apresentou suas dúvidas.

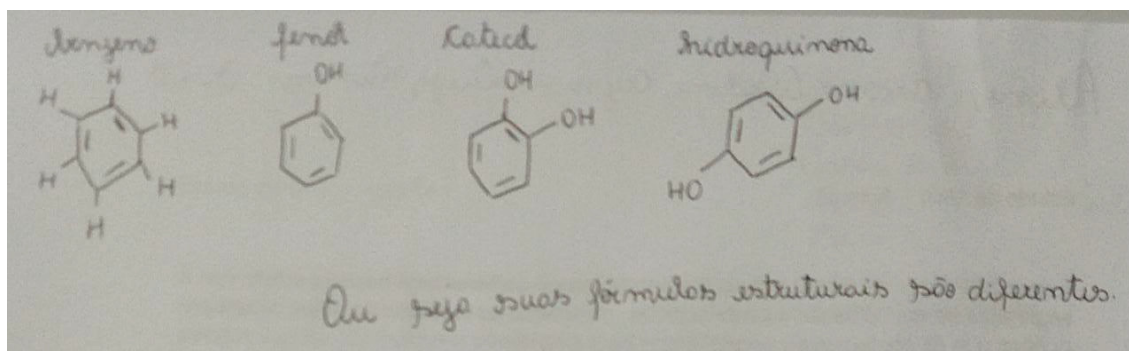
Josias: O Dr. falou de benzeno, fenol, catecol, hidroquinona, mas eu não entendi nada. O que é cada uma dessas coisas?

Nisso, Abraão dos Anjos, um rapaz que ainda estava no ensino médio respondeu o Sr. Josias, dizendo que era tudo a mesma coisa.

Como estudante de Química da Escola Virgílio Várzea, e tendo estudado alguns desses compostos, não se conformou com a resposta absurda dada por Abraão. Explique por que Abraão está equivocado, utilizando todos os recursos necessários.

*hidroquinona* *benzeno*  
 Aromáticos + benzeno ( $C_6H_6$ ) gera  
 Composto orgânico + fenol ( $C_6H_5OH$ ) gera  
 catecol ( $C_6H_4(OH)_2$ ) e hidroquinona ( $C_6H_4(OH)_2$ )

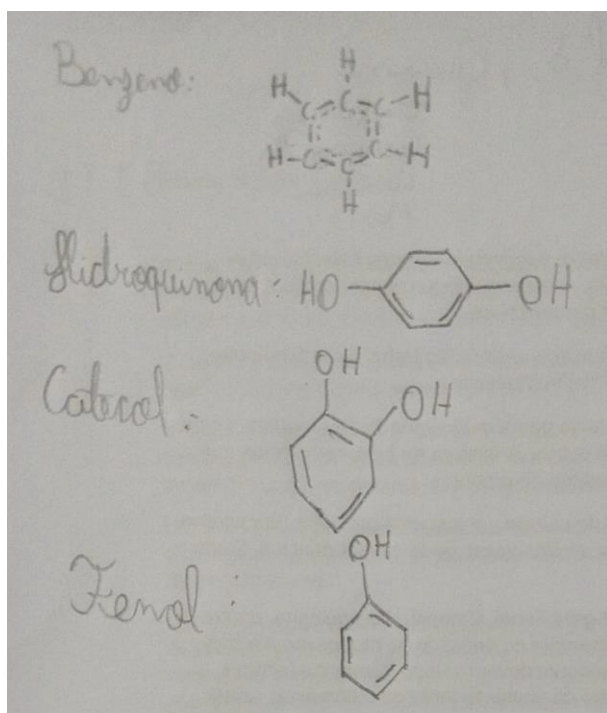
Ele está equivocado pois não é tudo a mesma coisa, a primeira diferença é que fórmulas não são todas iguais. E também seus pontos de fusão e ebulição não são iguais, e que também é o Benzeno que gera fenol, e já é o fenol que gera catecol e hidroquinona.



Fonte: O autor (2021)

FIGURA 48: RESOLUÇÃO ESTUDO DE CASO 03 EQUIPE RE-B2

Catecol -  $C_6H_6O_2$  - antimicrobiano. Obtido através da hidroxilação do fenol.  
 Fenol -  $C_6H_6O$  - Com posição de carbono, possui o grupo hidroxila ligado diretamente a um carbono.  
 Hidroquinona -  $C_6H_6O_2$  - creme gel.  
 Benzeno -  $C_6H_6$  - utilizado em combustíveis. É um hidrocarboneto fechado e saturado.



Fonte: O autor (2021)

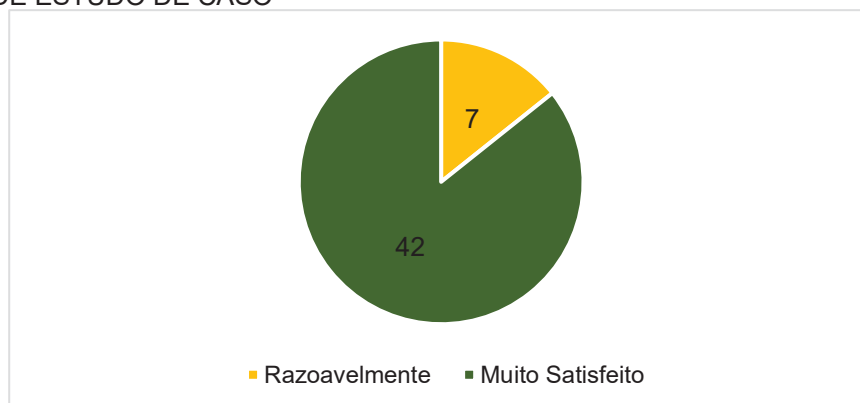
#### 4.5. Análise dos questionários

Com o intuito de avaliar o impacto das metodologias propostas foi aplicado um questionário, no qual os estudantes puderam expressar suas opiniões referentes às atividades realizadas. Do total de estudantes que participaram das aulas de estudos de casos e das atividades lúdicas, 49

responderam ao questionário. A totalidade dos estudantes não foi atingida devido as faltas de alguns estudantes no dia da aplicação dos questionários.

Questão 01 – Em relação às aulas de estudo de caso, você se sentiu satisfeito pela maneira como as mesmas ocorreram?

GRÁFICO 1: SATISFAÇÃO DOS ESTUDANTES EM RELAÇÃO CONDUÇÃO DAS AULAS DE ESTUDO DE CASO



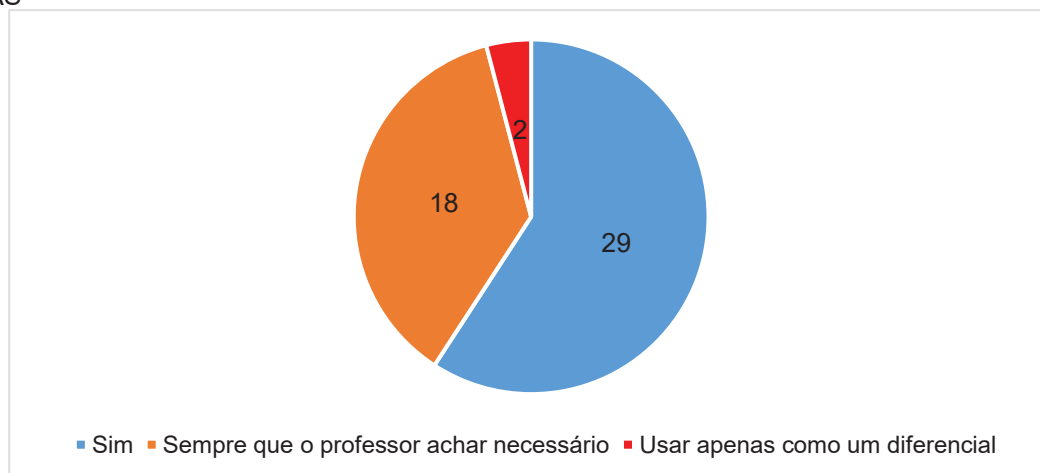
Fonte: O autor (2021)

Analisando as respostas para a questão, 42 estudantes se mostraram muito satisfeitos com a condução das aulas. Tal índice pode ser explicado pela postura adotada pelos estudantes durante a aula, onde os mesmos se prontificaram a buscar as informações necessárias para a resolução do caso, discutindo e debatendo a maneira como a informação levantada pela equipe seria utilizada. Todas as ações propostas pelas equipes tiveram iniciativa dos próprios estudantes, proporcionando um ambiente descontraído e livre da pressão implícita em uma avaliação de cunho tradicional.

Quando o estudante participa ativamente do processo de construção do conhecimento e deixa de ser um mero expectador, o aprendizado se torna menos moroso e maçante. Quando os estudantes produzem conhecimento em grupos, há a diluição da dificuldade no entendimento de questões que seriam complexas caso analisadas isoladamente (BARBOSA; JÓFILI, 2004).

Questão 02 – Você gostaria que a metodologia dos “estudos de caso” fosse mais utilizada nas aulas de química?

GRÁFICO 2: USOS DA METODOLOGIA DE ESTUDOS DE CASO EM AULAS FUTURAS



Fonte: O autor (2021)

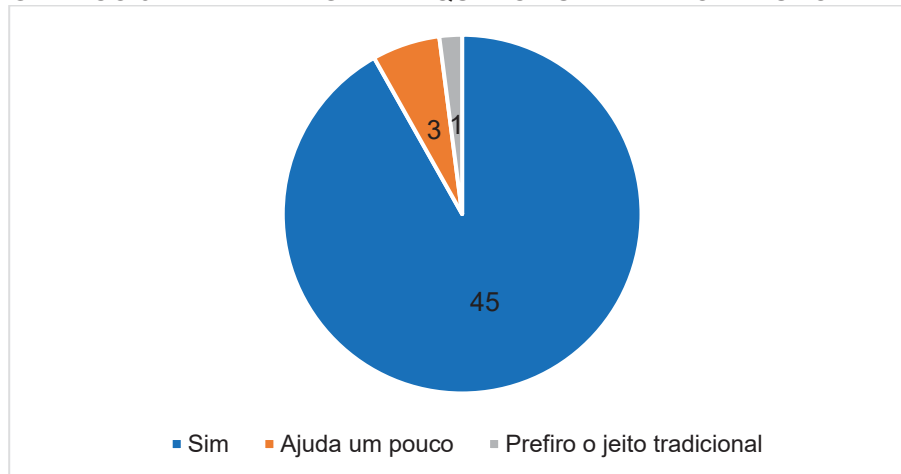
Pela análise das respostas da questão referente ao uso da metodologia de estudos de caso, a maioria dos estudantes (29) acredita que o uso de estudos de caso, em aulas de química, deve ser utilizado pelo professor em aulas futuras, seguido de um grande grupo que acredita que a metodologia deveria ser utilizada apenas quando o professor achar necessário (18). Uma minoria de estudantes acredita que o uso de estudos de caso devam ser utilizados apenas como um diferencial nas aulas de química.

O professor deve estimular a resolução de problemas pelos estudantes como alternativa metodológica, de modo que os estudantes possam despertar o interesse pela pesquisa científica (BRASIL, 2018). O estímulo positivo causado pelos estudos de caso é percebido em sala de aula no momento das análises dos textos.

Cada grupo se organizou conforme achou adequado, promovendo debates e considerações para a elaboração das respostas. Ainda podemos apontar uma maior autonomia na tomada de decisões e uma menor pressão exercida pela presença do professor durante a resolução das atividades. A baixa autoestima dos estudantes era um atributo bastante frequente nas aulas, pois os mesmos eram constantemente incentivados a tomar suas próprias decisões, sem receber o aval do professor a cada etapa concluída.

Questão 03 – Você acha possível aprender química utilizando a metodologia dos estudos de caso?

GRÁFICO 3: APRENDIZAGEM DE QUÍMICA UTILIZANDO ESTUDOS DE CASO.



Fonte: O autor (2021)

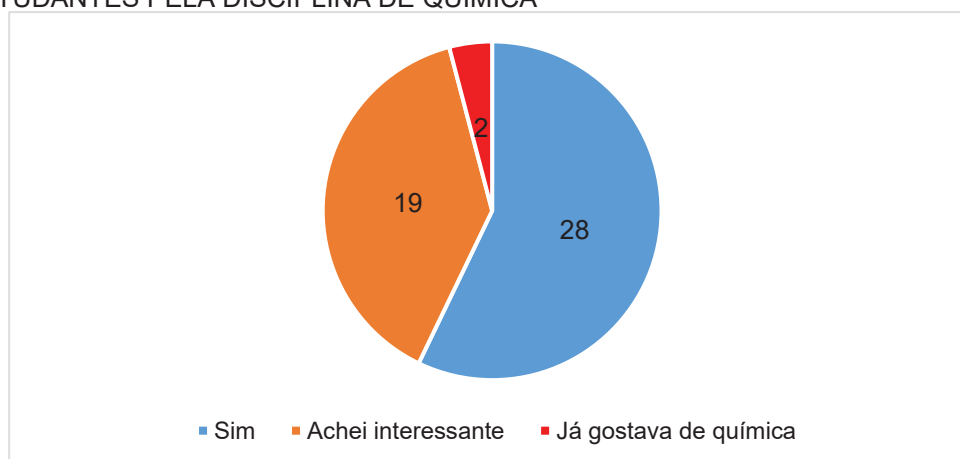
Analisando as respostas para a questão, 45 estudantes acham que é possível aprender química através de estudos de caso.

O resultado obtido para a questão da aprendizagem de química se mostrou positivo, uma vez que os estudantes puderam trabalhar de maneira autônoma, discutindo suas proposições em grupo e sem a pressão existente em uma avaliação tradicional. Para Picolli (2016), metodologias que possibilitem os estudantes aplicar e desenvolver seus conhecimentos são bem aceitas pois não obrigam unicamente a necessidade da memorização de conceitos, mas sim a resolução de problemas a partir de aprendizados prévios e da dinâmica para a resolução de questões, e que o uso dos estudos de casos não se restringe apenas a disciplina de química, mas pode ser utilizado por outras áreas de saber na formação do estudante.

As práticas de ensino inovadoras que oferecem a possibilidade de realizar ações que estimulam o raciocínio crítico, o diálogo, a tomada de decisão responsável, assim como a participação do estudante em ações de aprendizado, contribuem para que o processo de ensino aprendizagem ocorra de maneira relaxada e isso se torna atrativo aos estudantes (FERNANDES; SALGADO, 2022).

Questão 04 – A metodologia de estudo de caso tornou as aulas da disciplina de química mais interessantes?

GRÁFICO 4: IMPACTO DO USO DE ESTUDOS DE CASO SOBRE O INTERESSE DOS ESTUDANTES PELA DISCIPLINA DE QUÍMICA



Fonte: O autor (2021)

Segundo dados coletados pelo questionário, 28 estudantes declararam que as metodologias tornaram as aulas mais interessantes. Um segundo grupo de estudantes (19) assinalaram que acham interessantes saber sobre os usos e aplicações dos produtos estudados.

Para o estudante AK-AP-A3, “As partes dos textos colocaram, mostrando prá gente como que acontece no nosso dia-a-dia, porque o professor usou o exemplo do conservante na comida e a gente tinha que fazer a dosagem e isso já mostra prá gente o quanto é importante a química”.

De acordo com Sá e Queiroz (2010) o uso de estudos de caso como metodologia de ensino estimula habilidades diferenciadas, tais como o trabalho em grupo, identificação de problemas, tomada de decisões, e solução de problemas. Ademais o estudo de caso instiga o estudante a buscar uma solução apresentando a ele uma situação próxima do real que necessita de solução, mas que não oferece risco de punição em caso de erro na tomada de decisões.

Questão 05 – O que chamou a sua atenção, positivamente durante a resolução dos estudos de caso?

Pareceres referentes à metodologia:

“Por ser um método diferente é atrativo, o estudo fica melhor” (QFE32).

“A maneira diferente de aprender de uma maneira divertida” (QFE39).

“Na verdade, tudo, achei bem interessante uma coisa nova, tudo bom” (QFE45).

*“A interação com o professor durante a resolução dos estudos de caso”* (QFE49).

Os pareceres corroboram para o uso de metodologias diferenciadas tem um impacto positivo no processo de aprendizagem, pois o mesmo estimula a criatividade e capacidade de superar desafios. Nesse caso, o estudante assume o protagonismo do processo e o professor atua como um mediador do conhecimento, o que diminui o distanciamento hierárquico entre ambos.

Pareceres referentes aos compostos citados nos estudos de caso:

*“Consegui entender como era usado cada elemento e como funcionava”* (QFE35).

*“Que há muitos compostos semelhantes, que podem ser utilizados de várias maneiras”* (QFE36).

*“Foi interessante aprender sobre os compostos, e saber onde são utilizados”* (QFE44).

Os pareceres apresentaram apontamentos positivos e convergem à aprendizagem significativa, onde o aprendizado acontece no momento que o estudante vê significado naquilo que está aprendendo. Apresentar os usos e aplicações de compostos químicos proporciona a aproximação do estudante com práticas vivenciadas pelo profissional de ciências da natureza (BRASIL, 2018).

Pareceres referentes à facilidade de aprendizagem:

*“É uma forma mais fácil de compreender os conteúdos”* (QFE34).

*“Que facilitou muito o entendimento”* (QFE40).

Os pareceres apresentados manifestam a intencionalidade da proposta, de apresentar uma metodologia de ensino que promova o aprendizado dos conceitos de isomeria constitucional, confluindo com a análise de Reis (2007), onde os estudantes constroem o seu aprendizado por si próprios, sem que o professor interfira no processo de tomada de decisões.

Pareceres referentes à solução dos problemas:

*“Desenvolver a interpretação para a solução dos casos”* (QFE41).

*“A maneira como foram feitas as resoluções e o bom entendimento dos estudantes” (QFE42).*

*“A maneira como lidamos tendo que resolver problemas para solucionar questões” (QFE43).*

*“A maneira como foi apresentado os caras chamou minha atenção” (QFE46).*

Os pareceres apresentados pelos alunos relacionados a resolução de problemas, reafirmam a orientação de Sá (2007), que propõe estudos de caso como uma metodologia potencializadora do processo de aprendizagem pela promoção da autonomia do estudante e do desenvolvimento do pensamento crítico.

Pareceres referentes à atividade em grupo:

*“Essas atividades mostram o quanto entendemos sobre o assunto, discutir em grupo ajuda a encontrar as soluções mais rapidamente, além de aprendermos tentando explicar do nosso entendimento para o outro” (QFE23).*

*“Por a atividade ser em grupo foi melhor, pois discutimos o assunto juntos e chegamos a uma conclusão” (QFE31).*

*“A participação do grupo, ficou mais fácil o surgimento e esclarecimento de dúvidas” (QFE18).*

*“Que dessa maneira, debatendo com os colegas foi mais fácil de entender” (QFE20).*

*“A troca de ideias entre o grupo e pela gente poder montar os compostos” – QFE25.*

*“A ajuda do grupo todo para a resolução e as coisas que descobrimos sobre os compostos” (QFE28).*

Os pareceres descritos deferem que atividades em grupo são ações enriquecedoras no processo de ensino aprendizagem, contribuindo para a troca de informações e construção do saber, favorecendo o diálogo e o debate. Atividades em grupo promovem a autonomia do estudante (SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007) enquanto o professor ocupa uma posição de espectador durante o processo (SILVA; OLIVEIRA; QUEIROZ, 2011)

Questão 06 – Quais foram as suas dificuldades durante a resolução dos estudos de caso?

Pareceres referentes a não haverem dificuldades na resolução de estudos de caso:

*“Não tive muita dificuldade, entendi bem”* (QFE45).

*“Não encontrei dificuldades em equipe”* (QFE27).

*“Não houve, professor auxiliou muito bem”* (QFE01).

*“Nenhuma, é uma forma de aprendizagem boa”* (QFE13).

Os pareceres indicam que o uso dos estudos de caso se apresenta como uma metodologia ativa que estimula o estudante a buscar conexões entre o que se sabe e aquilo que precisa ser analisado, concatenando com a aprendizagem significativa. Sob esta ótica, percebe-se ser muito mais interessante a opinião do estudante referente ao caso do que o aprendizado de terminologias específicas, uma vez que os mesmos se tornam aptos a elaborar discursos mais estruturados e concisos (MENDONÇA; ZANON, 2015).

Pareceres referentes ao entendimento dos estudos de caso:

*“Interpretação, saber quais informações usar”* (QFE28).

*“Tentar entender a opinião do meu grupo”* (QFE22).

*“Os textos eram um pouco complexos, sei que já devemos ter um bom nível de interpretação, mas algumas informações eram difíceis de se extrair”* (QFE23).

*“Interpretar o que estava pedindo”* (QFE42).

*“No começo não conseguimos interpretar o texto”* (QFE31).

O uso de estudos de caso pode apresentar dificuldades para se resolver as situações apresentadas no problema, devido ao estudante não estar adaptado a metodologia, fator esse que pode ocasionar resistência em relação ao método (SPRICIGO, 2014). Essa resistência pode ser explicada pela falta de adaptação dos estudantes, uma vez que a dinâmica para se resolver os casos exige que os estudantes desenvolvam seu raciocínio na busca por respostas (REIS, 2007).

Questão 07 – Quais seriam as suas sugestões para melhorar a dinâmica de uso de estudos de caso? Cite ao menos uma sugestão.

Pareceres referentes a dinâmica de trabalhos em grupo:

*“Fazer com que cada estudante faça sua parte, pois por ser em grupo muitas vezes apenas um ou dois participantes que resolviam a atividade”* (QFE32).

*“Grupos de três, facilitaria a participação de todos no caso”* (QFE18).

*“Que os grupos sejam sempre diferentes, para ter trocas de informações e opiniões diferentes, não sempre o mesmo”* (QFE32)

Pareceres referentes a dinâmica das aulas demonstrou a possibilidade de se realizar ajustes nas atividades, de modo a adequar o processo de resolução dos problemas propostos, para que a dinâmica se apresente mais significativa.

Pareceres referentes a melhorias na metodologia utilizada:

*“Algo que refletisse em nosso dia-a-dia, pois essas informações sempre serão lembradas, resultando em melhor aprendizado”* (QFE23).

*“Eu mudaria o contexto das perguntas por algo do nosso dia-a-dia”* (QFE35).

*“Fazer uma atividade final onde o estudante tiraria a conclusão do estudo”* (QFE41).

*“O professor dar mais dicas de como solucionar os problemas”* (QFE31).

A composição de um estudo de caso permite apresentar ao estudante situações reais do seu cotidiano ou mesmo situações reais não vivenciadas pelos mesmos, porém deve se delimitar o tema abordado no caso de modo a não abranger muitos conteúdos e por consequência exigir um grande volume de pesquisas para se obter uma resposta. Os apontamentos feitos pelo professor no momento da resolução dos casos não pode ser feito de maneira a fornecer uma resposta pronta, mas sim orientar o estudante quanto às decisões tomadas na confecção de seus argumentos (SPRICIGO, 2014).

Pareceres referentes a aplicação da metodologia em mais aulas:

*“Ter mais vezes nas aulas de química, é um jeito mais fácil de entender”* (QFE26).

*“Poderia fazer mais vezes com mais conteúdos da mesma matéria, dar mais dicas”* (QFE20).

*“Ter a aula dinâmica em todas as aulas”* (QFE38).

*“É algo diferente, então todos prestam atenção. Ter mais aulas assim com essas dinâmicas”* (QFE01).

Metodologias inovadoras são aceitas pelos estudantes, uma vez que estas promovem um ambiente de aprendizagem descontraído e estimulante, que permite ao estudante atuar como agente atuante na aula, afim de contribuir de forma enriquecedora para o melhoramento das aulas, sob a orientação do professor, diferente da rigidez sistemática empregada nas aulas tradicionais (GUIMARÃES, 2009).

## **5. CONCLUSÃO**

O presente trabalho possibilitou a análise do uso de estudos de caso para o ensino de isomeria constitucional no ensino médio, como metodologia a ser utilizada em sala de aula, com intuito de dinamizar e tornar mais eficiente o processo de ensino e de aprendizagem na disciplina de química.

Com base na análise dos resultados referentes à utilização de estudos de caso para o ensino de isomeria constitucional, observa-se que os estudantes se manifestam favoráveis às metodologias mais dinâmicas em sala de aula e que a apresentação das situações como problemas reais do cotidiano, tornam a atividade mais atrativa, uma vez que houve uma conexão entre sala de aula e saberes aplicados no mundo real.

Ficou evidenciado que o uso de estudos de caso nas aulas de química designadas a este trabalho investigativo cumpriu as três competências compreendidas na BNCC: comunicar e representar; investigar e compreender e contextualizar social ou historicamente (BRASIL, 2018).

Não só a aprendizagem, mas o clima em sala de aula se apresenta mais descontraído durante a realização da resolução de estudos de caso, aliados à colaboração entre os estudantes no trabalho em grupos, torna a aula menos entediante. Conseqüentemente, houve expressiva melhora no desempenho e no aprendizado, proporcionam momentos de discussão e construção de ideias entre os estudantes.

Mesclar metodologias de ensino durante a aula pode apresentar resultados bastante interessantes em relação ao processo de ensino-aprendizagem, mesclando momentos em que o professor atuava ora como mediador, ora como locutor.

No primeiro contato com o conteúdo de isomeria constitucional, os estudantes aprovaram a apresentação dos aspectos históricos envolvendo o surgimento deste segmento da química, assim como a disputa entre Wöhler e Liebig na tentativa de comprovação de suas teorias. Neste momento, além de debater com os estudantes as questões históricas, pode-se aproveitar para expor a questão da produção e validação de novos conhecimentos científicos, o que proporciona uma aula mais dinâmica e participativa.

A partir da apresentação dos estudos de caso, o professor passa a assumir um papel de mediador e os estudantes atuam como protagonistas do conhecimento, desenvolvendo as interpretações de acordo com as discussões entre integrantes de cada grupo. Neste momento, o professor apenas faz intervenções pontuais, mas sem indicar o caminho a ser seguido para se obter um resultado.

De acordo com Souza e Dourado (2015), a alteração de métodos de ensino e de avaliação trazem insegurança e inquietação aos estudantes, pois muda-se a proposta convencional de ensino para uma proposta mais ativa. Outro ponto que deve ser levado em consideração no uso dos estudos de caso em sala de aula é o tempo para a resolução das atividades. Como o estudante é responsável pela construção do seu conhecimento e autoavalia seu desempenho, o tempo para resolução de um problema deve ser adequado ao processo, possibilitando assim a adaptação do estudante ao processo.

Um ponto que ficou evidente durante a realização das atividades propostas foi o prejuízo ao qual os estudantes foram submetidos por conta do período de pandemia do SARS-Cov2 (COVID19), que proporcionou aos estudantes períodos com aulas remotas ou mesmo suspensas, prejudicando ou atrasando seu aprendizado de conceitos estruturantes do conhecimento em química em anos anteriores.

## REFERENCIAS

- ALBA, J.; SALGADO, T. D. M.; DEL PINO, J. C. **Estudo de caso: uma proposta para abordagem de funções da Química Orgânica no Ensino Médio.** Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Porto Alegre, vol. 6, n. 2, 2013. Disponível em <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/83627/000902016.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acessado em 22 mai 2022.
- ANJOS, T. S. dos. **BURACO ISOMÉRICO: UMA PROPOSTA DE JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ISOMERIA EM QUÍMICA ORGÂNICA.** **Ensino em Foco**, Salvador, v. 2, n. 4, p. 109-120, abr. 2019.
- AVES, M. V. dos; SILVA JUNIOR, C. N. da. **Análise de livros didáticos de Química sobre o conceito de Isomeria.** In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS, Campina Grande, PB, 2017. Disponível em <http://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/28146> Acessado em 19 jan. 2021.
- BARBOSA, L. C. de A. **Introdução a Química Orgânica.** São Paulo, ed. Editora FGV, 2004, pg.181.
- BARBOSA, R.M.N.; JÓFILI, Z.M.S. **Aprendizagem cooperativa e ensino de química – parceria que dá certo.** Ciência & Educação, Recife, v.10, n.1, 2004. Disponível em <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/jLXqzrSRsDWmFLWqNSpxwDs/?format=pdf&lang=pt> Acessado em 08 mar 2004.
- BORGES, T.S.; ALENCAR, G. **Metodologias ativas na promoção crítica do estudante: o uso de metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior.** Cairu em Revista. 2014, Ano 03, nº 04, p. 119-143. Disponível em [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/47300771/08\\_METODOLOGIAS\\_ATIVAS\\_NA\\_PROMOCAO\\_DA\\_FORMACAO\\_CRITICA\\_DO\\_ESTUDANTE-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1646850030&Signature=Q6ultY77Xw-OfmmjTb1HsOUIFwha5vv7g0-gLqvxFyh3~tDI7qZc-CsqpEs~nC8QWde4E55NuTdNsTbfOmfi5FibLAP7g3vWjjGYkwhPXQQ~QwzLG5M~NberQI4YCqQu2n8X8JcrQzYfl6V~3pF8gOa4xTCpHhF8gbMNfwCq8VEQbCvyAysNpU9seKriFuDBqj6Foed-OhlfXvDLdkGJEgYzLFh-eNR3Psr087joR65781-okGVYf~uUfNEEihVJIBUDZbdKMTJHP48-b2Q~qiw4-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/47300771/08_METODOLOGIAS_ATIVAS_NA_PROMOCAO_DA_FORMACAO_CRITICA_DO_ESTUDANTE-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1646850030&Signature=Q6ultY77Xw-OfmmjTb1HsOUIFwha5vv7g0-gLqvxFyh3~tDI7qZc-CsqpEs~nC8QWde4E55NuTdNsTbfOmfi5FibLAP7g3vWjjGYkwhPXQQ~QwzLG5M~NberQI4YCqQu2n8X8JcrQzYfl6V~3pF8gOa4xTCpHhF8gbMNfwCq8VEQbCvyAysNpU9seKriFuDBqj6Foed-OhlfXvDLdkGJEgYzLFh-eNR3Psr087joR65781-okGVYf~uUfNEEihVJIBUDZbdKMTJHP48-b2Q~qiw4-)

[FO2AsQHVSPq2aas1ZDtWwVqPDKXUGdYnXY~w1U24WZHM~61nZvshvGbl yF8rw &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf) Acessado em 09 mar 2022.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Orientações curriculares para o ensino médio:** Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Básica, Brasília/DF, v. 2, 2006. Disponível em [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf)

Acessado em 26 jul 2021.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base nacional comum curricular:** ensino médio. Secretaria de educação básica, Brasília/DF, 2018. Disponível em [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC\\_EnsinoMedio\\_e\\_mbaixa\\_site\\_110518.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_e_mbaixa_site_110518.pdf) Acessado em 26 fev 2022.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CNE). Resolução nº3, de 21 de novembro de 2018. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o ensino médio. Brasília/DF, 2018. Disponível em [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=102481-rceb003-18&category\\_slug=novembro-2018-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=102481-rceb003-18&category_slug=novembro-2018-pdf&Itemid=30192)

Acessado em 29 jul 2022.

CORREIA, M. E. A.; FREITAS, J. C. R. de; FREITAS, J. J. R. de; FREITAS FILHO, J. R. de. **INVESTIGAÇÃO DO FENÔMENO DE ISOMERIA:** CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO E EVOLUÇÃO CONCEITUAL. Minas Gerais, Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 12, núm. 2, 2010, pp. 83-100. Disponível em <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=129515480006> Acessado em 12 jan. 2021.

DEROSSI, I.; REIS, I. F. **Justus von Liebig (1803-1873):** vida e ensino no laboratório de química. Educación Química, vol. 29, nº 1, 2018. Disponível em <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v29n1/0187-893X-eq-29-01-89.pdf> Acessado em 30 jul 2021.

ESTEBAN, S. **Liebig–Wöhler Controversy and the Concept of Isomerism.** Journal of Chemical Educacion, vol. 85, nº 9, 2008. Disponível em <http://ramsey1.chem.uic.edu/chem494/page7/files/Fulminates-Isomerism.pdf>

Acessado em 11 jan. 2020.

FERNANDES, R. F. **Isômeros constitucionais.** Revista de Ciência Elementar, Porto, Portugal, vol 2, 2014. Disponível em

<https://rce.casadasciencias.org/rceapp/pdf/2014/228/> Acessado em 29 jan. 2021.

FERNANDES, M. S.; SALGADO, T. D. M. **Aplicação do método de estudos de caso em um curso técnico em química noturno**. Revista Thema, v. 21, n. 1, Porto Alegre, 2022. Disponível em <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1205/2005> Acessado em 29 abr 2022.

FERREIRA, M.; MORAES, L.; NICHELE, T. Z.; DEL PINO, J. C. **Química orgânica**. Ed. Artmed, Porto Alegre, 2007.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. Brasília, 2ª ed., Liber Livro Editora, 2007.

GARCIA, C. F.; LUCAS, E. M. F.; BINATTI, I. **Química Orgânica – Estrutura e Propriedades**. Porto Alegre, Bookman, 2015

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo, Atlas, 2008.

GIL, R. L. **Etapas de um projeto de pesquisa**. Disponível em <<https://wp.ufpel.edu.br/ecb/files/2009/09/Etapas-de-um-Projeto-de-Pesquisa.pdf>> Acessado em 08 mai. 2021

GREENBERG, A. **História da química moderna: da alquimia às ciências moleculares modernas**. Tradução: Henrique Eisi Toma, Paola Corio, Viktória Klara Lakatos Osório. Ed. Blücher, São Paulo, 2ª reimpressão, 2017.

GUIMARÃES, C. C. **Experimentação no ensino médio de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa**. Revista Química Nova na Escola, v. 31, n° 3, 2009. Disponível em [http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31\\_3/08-RSA-4107.pdf](http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_3/08-RSA-4107.pdf) Acessado em 27 jul 2021.

HENKE, M; ALMEIDA, F. A. de S.; BARRETO, S. R. G.; ANDRADE S. C.; BUENO, E. A. S.; ALFAYA, R. V. da S. **Os jogos na Química**. 2021. Disponível em <http://axpfep1.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p1039.pdf> Acessado em 04 jan. 2021

HERREID, C. F. **What makes a good case?** Journal of College Science Teaching, vol 27, n° 3, 1998. Disponível em <https://sciencecases.lib.buffalo.edu/pdfs/What%20Makes%20a%20Good%20Case-XXVII-3.pdf> Acessado em 28 jul 2021.

IUPAC. **Compendium of Chemical Terminology**. 2ª ed. (o "Livro de Ouro"). Compilado por AD McNaught e A. Wilkinson. Blackwell Scientific Publications, Oxford (1997). Versão online (2019-). Disponível em <https://goldbook.iupac.org/terms/view/I03289> Acessado em 12 jan.2021.

LEITE, L. R.; LIMA, J. O. G. de. **O aprendizado da química na concepção de professores e estudantes do ensino médio: um estudo de caso**. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos. Brasília/DF, v. 96, n 243, 2015. Disponível em

<https://www.scielo.br/j/rbeped/a/Z3qM9nR3H3XCDr3HGsx6pq/?lang=pt&format=pdf> Acessado em 26 jul 2021.

MAAR, J. H. **Justus Von Liebig, 1803-1873. Parte 1: vida, personalidade, pensamento**. Revista Química Nova, São Paulo, vol 29, nº 5, 2006. Disponível em [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422006000500039](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422006000500039) Acessado em 11 jan 2021.

MENDONÇA, J. R. de; ZANON, D.A.V. **Estudo de caso no ensino de química: o segredo do refrigerante**. 2015. Disponível em <https://anpedsudeste2014.files.wordpress.com/2015/04/juliana-romero-de-mendonc3a7a-dulcimeire-aparecida-volante-zanon.pdf> Acessado em 18 ago 2022.

NETO, J. E. S.; CAMPOS, A. F.; JÚNIOR, C. de A. C. M. **ABORDANDO A ISOMERIA EM COMPOSTOS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS: UMA ATIVIDADE FUNDAMENTADA NO USO DE SITUAÇÕES-PROBLEMA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA**. Investigações em Ensino de Ciências – V18(2), pp. 327-346, 2013. Disponível em <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/133/93>> Acessado em 10 jan. 2021.

OLIVEIRA, J. C. C.; SOUZA, I. S. de; OLIVEIRA, R. S. de; CRUZ, J. R. da; CAMARGO, A.; SAMPAIO, I. S.; ALMEIDA, C. P.M. de. **LADAINHA DE LA PAZ: METODOLOGIA DE ESTUDO DE CASO NO ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO DURANTE AS AÇÕES DO SUBPROJETO PIBID QUÍMICA UERR RORAINÓPOLIS**. Revista Ambiente: Gestão e Desenvolvimento. Roraima, vol. 13, nº 02, 2020. Disponível em <https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/ambiente/article/view/170/489>

Acessado em 10 jan. 2021.

- OLIVEIRA, R. de; CACURO, T. A.; FERNANDEZ, S.; IRAZUSTRA, S. P. **Aprendizagem significativa, educação ambiental e ensino de química: uma experiência realizada em uma escola pública.** Revista Virtual de Química, Niterói/RJ, vol. 8, nº 3, p. 913-925, 2016. Disponível em <http://rvq-sub.sbg.org.br/index.php/rvq/article/view/1383/740> Acessado em 27 jul 2021.
- PAIVA, M. R. F.; PARENTE, J. R. F.; BRANDÃO, I. R.; QUEIROZ, A. H. B. **Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa.** Revista de Políticas Públicas SANARE. Sobral/CE, v. 15, nº 02, p. 145-153, 2016. Disponível em <https://sanare.emnuvens.com.br/sanare/article/view/1049> Acessado em 16 jul 2021.
- PAIXÃO, F.; PEREIRA, M. **Superação do Vitalismo e o imparável desenvolvimento da Química Orgânica.** Repositório Científico do Instituto Politécnico Castelo Branco, Química, Castelo Branco, Portugal, 2011. Disponível em <https://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/1367/1/Quimica-Supera%20do%20vitalismo.pdf> Acessado em 13 jan. 2021.
- PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes curriculares da educação básica.** Curitiba, 2008. Disponível em [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce\\_quim.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_quim.pdf) Acessado em 09 jan. 2021.
- PAVANELLI, L. da C. **Química orgânica – funções e isomeria.** Ed. Érica, São Paulo, 1ª ed., 2014.
- PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. **O Estudo de Caso como estratégia metodológica para o ensino de Química no Ensino Médio.** Revista Ciência & Ideias, Rio de Janeiro, Vol. 5, nº2, mai/ago, 2014. Disponível em <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/view/317/284> Acessado em 18 dez. 2020.
- PICOLLI, F. **Aprendizagem baseada em problemas: uma estratégia para o ensino de química no ensino médio.** Orientador Profª Drª Tania Denise Miskinis Salgado. 2016. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/153224/001014054.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acessado em 16 mar 2022.

QUEIROZ, S. L.; SILVA, E. M. dos S. **Estudos de caso para o ensino de química**. 1ª ed, Curitiba/PR, Ed. CRV, 2017.

REIS, P. **O ensino da ética nas aulas de ciências através do estudo de caso**. Revista Interações. Santarém, Portugal, vol. 3, nº5, 2007. Disponível em <https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/327> Acessado em 29 jul. 2021.

ROSA, C. A. de P. **História da ciência: o pensamento científico e a ciência no séc. XIX**. 2ª ed., Brasília, FUNAG, 2012. Disponível em [http://funag.gov.br/loja/download/1021-Historia da Ciencia - Vol.II Tomo II - O Pensamento Cientifico e a Ciencia do Sec. XIX.pdf](http://funag.gov.br/loja/download/1021-Historia_da_Ciencia_-_Vol.II_Tomo_II_-_O_Pensamento_Cientifico_e_a_Ciencia_do_Sec._XIX.pdf) Acessado em 29 jul. 2022.

SÁ, L. P. **Ameaça nos laranjais**. Coleção casos investigativos, GPEQSC, nº 01, 2021. Disponível em <http://www.gpeqsc.com.br/casos/arquivos/colecao/colcaso01.pdf> Acessado em 29 jul 2021

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. **Estudos de Caso em Química**. Revista Química Nova, vol. 30, nº 3, pg 731-739, 2007. Disponível em <https://www.scielo.br/pdf/qn/v30n3/38.pdf> Acessado em 28 dez. 2020.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudos de casos no ensino de química**. Campinas, SP, Editora Átomo, 2010.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Educação. **Currículo base do Território Catarinense do ensino médio: Caderno 2**. Florianópolis, 2020. Disponível em < <http://www.cee.sc.gov.br/index.php/curriculo-base-do-territorio-catarinense>> Acessado em 27 jan 2022.

SANTOS, A. O.; SILVA, R. P.; ANDRADE, D; LIMA, J. P. M. **Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de estudantes do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química)**. Scientia Plena, Aracaju, SE vol. 09, nº 7, 2013. Disponível em <https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/1517/812> acessado em 20 jan. 2021.

SILVA, O. B. da; OLIVEIRA, J. R de; QUEIROZ, S. L. **S.O.S. Mogi-Guaçu: contribuições de um estudo de caso para a educação química no ensino médio**. Revista Química Nova na Escola, vol. 33, nº 3, 2011. Disponível em [http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc33\\_3/185-RSA09110.pdf](http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc33_3/185-RSA09110.pdf) Acessado em 29 jul 2021.

SILVA, R. B. da; COELHO, F. L. **Fundamentos de química orgânica e inorgânica**. Revisão técnica/; Andressa Christiane Habekost Weber. Sagah Educação S.A., Porto Alegre, 2018.

SOLOMONS, T. W; Graham, FRYHLE, C. B. **Química orgânica**. Tradução Robson Mendes, Revisão técnica Délio Soares Raslan. Rio de Janeiro, LTC, vol.1, 2005, 715 p.

SOUZA, S. C.; DOURADO, L. **Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo**. Holos, Natal, vol. 5, 2015. Disponível em <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2880/1143> Acessado em 21 mai 2022.

SPRICIGO, C. B. **Estudo de caso como abordagem de ensino**. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em <https://www.pucpr.br/wp-content/uploads/2017/10/estudo-de-caso-como-abordagem-de-ensino.pdf> Acessado em 06 jan. 2021.

VIDAL, P. H.; PORTO, P. A. **Algumas contribuições do episódio histórico da síntese da ureia para o ensino de química**. Revista História da Ciência e Ensino. Vol. 4, 2011, pp. 13-23. Disponível em <https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/view/6013> Acessado em 26 jan. 2021.

WELLER, M.; OVERTON, T.; ROURKE, J.; ARMSTRONG, F. **Química Inorgânica**. Tradução: Cristina Pereira dos Santos, Roberto de Barros Faria. Ed. Bookman, Porto Alegre, 6ª ed., 2017.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Trad. Daniel Grassi, 2 ed., Porto Alegre, Bookman, 2001.

**APENDICE**

**APENDICE I. TEXTO ORIENTADOR AULA 01.**

Texto orientador: “Imaginemos a seguinte situação: um cientista está curioso sobre a constituição de uma substância irritante para a pele, produzida pelo caule de uma determinada espécie de planta. Após várias análises, foi isolada uma amostra de substância química em laboratório, para que, a partir daí se determinasse quais elementos químicos estariam presentes na composição desta substância. Para isto, foi realizada uma análise qualitativa, a qual determinou quais elementos constituíam o composto em questão, e em seguida uma análise quantitativa, que determinou a quantidade de cada elemento na constituição desta substância.

Segundo o laudo da análise, o composto analisado apresenta fórmula estrutural **C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>NO<sub>2</sub>**.

O próximo passo é organizar estes elementos de modo a se obter uma estrutura química, e para isso, você e sua equipe ficarão responsáveis por propor uma estrutura química para a substância encontrada.”

**APENDICE II. QUESTIONÁRIO APLICADO AO FINAL DAS ATIVIDADES.**

1 – Em relação as aulas de estudo de caso, você se sentiu satisfeito pela maneira como as mesmas ocorreram?

( ) Insatisfeito; ( ) Pouco satisfeito; ( ) Razoavelmente; ( ) Muito satisfeito; ( ) Não saberia opinar.

2 – Você gostaria que a metodologia dos “estudos de caso” fosse mais utilizada nas aulas de química?

( ) Sim; ( ) Não; ( ) Sempre que o professor achar necessário; ( ) Usar apenas como um diferencial.

3 – Você acha possível aprender química utilizando a metodologia dos estudos de caso?

( ) Sim; ( ) Não; ( ) Ajuda um pouco; ( ) Prefiro do jeito tradicional.

4 – A metodologia de estudo de caso tornou as aulas da disciplina de química mais interessantes?

( ) Sim; ( ) Não; ( ) Achei interessante aprender sobre o uso dos compostos estudados; ( ) Eu já gostava de química antes; ( ) Não faz diferença.

5 – O que chamou a sua atenção, positivamente durante a resolução dos estudos de caso?

---

---

6 – Quais foram as suas dificuldades durante a resolução dos estudos de caso?

---

---

7 – Quais seriam as suas sugestões para melhorar a dinâmica de uso de estudos de caso? Cite ao menos uma sugestão.

---

---