



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
PERNAMBUCO - IFPE CAMPUS BARREIROS  
DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL  
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

LUANA BARBOSA DA SILVA

**UMA PROPOSTA DE ESTUDO DE CASO NO ENSINO DE QUÍMICA:  
usar gasolina ou etanol como combustível?**

Barreiros/PE

2023

LUANA BARBOSA DA SILVA

**UMA PROPOSTA DE ESTUDO DE CASO NO ENSINO DE QUÍMICA:  
usar gasolina ou etanol como combustível?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Lopes Bernardo

Coorientador: Prof. Me. Ricardo da Silva Farias

Barreiros/PE

2023

Sistema de Bibliotecas Integradas do IFPE (SIBI/IFPE) – Biblioteca do *Campus* Barreiros  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586u Silva, Luana Barbosa da.  
Uma proposta de estudo de caso no ensino de Química : usar gasolina ou etanol como combustível? / Luana Barbosa da Silva. – 2023.  
53 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Lopes Bernardo.

Coorientador: Prof. Me. Ricardo da Silva Farias.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, *Campus* Barreiros, 2023.

1. Química - Estudo e ensino. 2. Aprendizagem baseada em problemas. 3. Química - Estudo de caso. 4. Química – Metodologia. 5. Didática - Química. I. Bernardo, Douglas Lopes, orientador. II. Farias, Ricardo da Silva, coorientador. III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. IV. Título.

CDD 540.07

Bibliotecária: Iara Maria Felix Silva - CRB-4 /1504

LUANA BARBOSA DA SILVA

**UMA PROPOSTA DE ESTUDO DE CASO NO ENSINO DE QUÍMICA:  
usar gasolina ou etanol como combustível?**

Trabalho aprovado. Barreiros, 28 de novembro de 2023.

---

Prof. Dr. Douglas Lopes Bernardo - Orientador  
(IFPE, *Campus* Barreiros)

---

Prof. Me. Ricardo da Silva Farias - Coorientador  
(IFPE, *Campus* Barreiros)

---

Profa. Dra. Verônica Maria do Nascimento - Avaliadora interna  
(IFPE, *Campus* Barreiros)

---

Prof. Dr. Sérgio Murilo Souza Ramos - Avaliador externo ao Curso  
(IFPE, *Campus* Barreiros)

Barreiros/PE

2023

Dedico este trabalho à minha avó Dionice (*em memória*).

Queria que ela estivesse aqui só para ver o que Deus fez por mim.

## AGRADECIMENTOS

Ao concluir mais uma etapa da minha vida, não poderia deixar de agradecer aquele que nunca me deixou sozinha nesta trajetória, como está escrito em Salmos 116:12 “Que darei eu ao senhor, por todos os benefícios que têm me feito? O sentimento é de gratidão por Deus ter me dado força e coragem para nunca desistir frente aos obstáculos da vida.

Agradeço à minha querida avó/mãe Fátima e avô Amaro que sempre estiveram aqui comigo nos bons e maus momentos, por terem se dedicado na minha criação e educação da melhor forma possível. Eu os amo incondicionalmente e sou grata por tudo.

Aos meus pais biológicos Fagna e José Cledinaldo, obrigada.

Aos meus queridos amigos de graduação por todo apoio durante esses anos que passamos juntos em especial: José Vinicius, Maria Heliza, Gil, Jackson, Licia, Jonatas e Vitor e às minhas amigas externas Andressa, Karlla por todo apoio, e à minha querida prima e colega de classe Iasmim Miranda por sempre me apoiar e acreditar que juntas eramos capazes de tudo, menos desistir. Obrigada meus queridos amigos, vocês são nota 10.

Ao meu querido professor e orientador Dr. Douglas Lopes, por aceitar o desafio, dizem que orientador nunca deixa de ser orientador, é como um Pai. Douglas, muito obrigada por tudo, deixo aqui registrado minha admiração e respeito pelo senhor.

Ao meu coorientador, o professor Me. Ricardo Farias que aceitou de bom grado me coorientar, muito obrigada por sua dedicação e esforço, e ao profissional que você é.

Aos meus queridos professores da Licenciatura em Química por toda dedicação, por terem contribuído em minha formação docente. Em especial deixo o meu muito obrigada a vocês: Ana Alice, Adriana, Veronica, Maelyson, Jardiene, Raul Bueno, Eriky César, Jonh Anderson, Erval, Rubens e a ela minha coordenadora que tem dado o seu máximo para o curso, buscando sempre melhorias para os graduandos (as), prof<sup>a</sup> Kamylla Alexandre obrigada por tudo que fez por mim.

À gestão do IFPE *campus* Barreiros por todo apoio, em especial ao professor Adalberto Arruda e à professora Marineide, assim como ao professor Caetano Junior que me deram todo apoio do mundo desde o ensino médio, obrigada queridos.

À minha família que ora e torce por cada uma das minhas conquistas, em especial: Gabriel, Gabriele, Adenilda, Ingriny, Edja, Edilson, Arthur e Augusto, obrigada por tudo.

À dona Iara, a bibliotecária do IFPE *campus* Barreiros por toda sua dedicação nas orientações sobre a escrita de TCC.

## RESUMO

A metodologia de estudo de caso fundamentada na Aprendizagem Baseada em Problema (ABP) foi utilizada como uma proposta didática no Ensino de Química por meio de uma temática sociocientífica abordando os conceitos de termoquímica e energia. Estruturamos uma proposta de caso denominada “Usar gasolina ou álcool (etanol)?”, o qual traz uma situação-problema acerca sobre qual dos combustíveis o consumidor deve utilizar como combustível. A proposta foi aplicada na aula de química da turma do 4º período do curso técnico médio integrado em alimentos do IFPE *Campus* Barreiros. Como ferramenta de análise utilizamos questionários antes e depois da aplicação do caso, a fim de verificar algumas percepções dos alunos com relação às aulas de química, à participação de seus colegas durante o trabalho em equipe, à importância da química para sua vida, às dificuldades para solucionar o caso, dentre outras questões. A análise dos relatórios elaborados pelos grupos também foi realizada com a finalidade de analisar o posicionamento dos grupos. Os resultados mostraram que o caso proposto trouxe uma visão interessante e estimulante de aprender química com 77,8% dos alunos afirmando que gostariam de ter mais aulas de química com a metodologia estudo de caso em seu dia a dia. A análise dos relatórios indicou que os alunos conseguiram aplicar o conceito de rendimento (energia por litro) para compreender a questão econômica na escolha entre álcool e gasolina. Em relação aos aspectos ambientais, os grupos puderam avaliar questões que envolvem as fontes renováveis de energia, poluição ambiental e a sustentabilidade. O caso proposto trouxe uma aprendizagem crítica e reflexiva que contribuiu para a capacidade de argumentação, resolução do problema e tomada de decisão dos estudantes.

Palavras-chave: estudo de caso; aprendizagem baseada em problema (ABP); ensino de Química.

## ABSTRACT

The case study methodology based on Problem-Based Learning (PBL) was used as a didactic proposal in teaching chemistry through a socio-scientific theme discussing the concepts of thermochemistry and energy. We structured a case called “Should I use gasoline or alcohol (ethanol)?”, which raises a problem-situation about which fuel the consumer should use as fuel. The proposal was applied in the chemistry class of the 4th period of the integrated technical course in food at IFPE Campus Barreiros. As an analysis tool, we used questionnaires before and after the application of the case, in order to verify some of the students' perceptions regarding chemistry classes, the participation of their colleagues during teamwork, the importance of chemistry for their lives, the difficulties to resolve the case, among other issues. The analysis of the reports prepared by the groups was also carried out with the purpose of analyzing the positioning of the groups. The results showed that the proposed case brought an interesting and stimulating vision of learning chemistry with 77.8% of students stating that they would like to take more chemistry classes with the case study methodology in their daily lives. Analysis of the reports indicated that students were able to apply the concept of yield (energy per liter) to understand the economic issue when choosing between alcohol and gasoline. In relation to environmental aspects, the groups were able to evaluate issues involving renewable energy sources, environmental pollution and sustainability. The proposed case brought critical and reflective learning that contributed to the students' ability to argue, problem solve and make decisions.

Keywords: case study; problem-based learning (PBL); Chemistry teaching.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
2.1	Objetivo geral.....	10
2.2	Objetivo específico.....	10
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
3.1	O Ensino de Química.....	11
3.2	Ferramentas e estratégias utilizadas no Ensino de Química.....	12
3.3	O Estudo de Caso e sua origem.....	13
3.4	Aplicação do estudo de caso no ensino .....	15
3.5	Estrutura de um Caso.....	17
3.6	Estratégias para a produção de casos destinados ao Ensino de Ciência.....	18
3.7	Aplicações de estudo caso no Ensino de Química.....	19
3.8	Conceitos Químicos de termoquímica.....	21
3.9	A problematização do caso.....	24
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>28</b>
4.1	Elaboração do caso.....	28
4.2	Aplicação do caso nas aulas de química .....	29
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>31</b>
5.1	O caso proposto .....	31
5.2	Análise do pré-questionário .....	33
5.3	Debate sobre o posicionamento dos grupos .....	37
5.4	Análise do pós-Questionário .....	39
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>PERSPECTIVAS .....</b>	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>46</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de novos recursos didáticos para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem é bastante relevante. Isso porque a condução da aula por meio dos métodos tradicionais ainda prevalece na maioria das escolas que ofertam o Ensino Médio. Além disso, outra preocupação é o crescente desinteresse dos alunos do Ensino Médio pelas aulas, sobretudo pelas disciplinas de ciências da natureza e matemática. Esse desinteresse pela área de exatas, na maioria das vezes, pode estar relacionada à falta de ligação dos conteúdos com os interesses do cotidiano dos alunos, segundo Ferri e Saggin (2014). A contextualização no Ensino de Química se faz necessária, pois essa abordagem permite aprendizagens significativas mútuas entre o aluno e objeto do conhecimento, isto é, o aluno desenvolve um processo de entendimento mais elaborado, aprendendo com a realidade a sua volta (Scafi, 2010; Ferreira; Demos, 2023)

A aprendizagem baseada em problema (ABP) é uma metodologia desenvolvida com intuito de possibilitar aos alunos o contato com situações reais ou simuladas, apresentando grande potencial na utilização da contextualização dos conteúdos vivenciados em sala de aula com temas reais e relevantes para a vida do aluno e da sociedade em geral. O método estudo de caso baseia-se na aprendizagem dos conhecimentos através de resolução de problemas. Com isso, os alunos têm um protagonismo fundamental no processo de ensino-aprendizagem, assim como o papel do professor, que assume a responsabilidade de orientá-los e direcioná-los com relação à execução das atividades propostas como investigação, pesquisas e elaboração das informações. Além do que, essas atividades permitem o desenvolvimento de diversas habilidades, a serem aplicadas em sua vida pessoal ou profissional (Leite, 2005).

É consenso entre os pesquisadores que existe a necessidade de utilizar novas propostas inovadoras no Ensino de Química, com a utilização de estratégias didáticas que contribuem para o melhoramento do processo de ensino-aprendizagem. Estratégias que envolvam diversos métodos de ensino, incluindo os recursos didáticos diversificados, tais como aulas investigativas, atividades experimentais, vídeos, jogos didáticos, situações problemas, entre outros. No presente trabalho iremos utilizar um método frequentemente utilizado denominado estudo de caso, que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem, enquanto exploram a ciência envolvida em situações relativamente complexas. Segundo Sá e Queiroz (2007, p. 11), o estudo de caso “trata-se de uma metodologia desenvolvida com o intuito de possibilitar aos alunos o contato com problemas reais”.

O método de estudo de caso é um modelo que originou-se da Aprendizagem Baseada

em Problemas (ABP), tendo como objetivo principal uma aprendizagem a partir de simulações problemáticas reais que são usadas para desenvolver conteúdos científicos e habilidades para tomada de decisões profissionais dos estudantes. Cursos como medicina, administração, psicologia e direito têm utilizado o método estudo de caso com o objetivo de despertar a atenção e aproximar o estudante da realidade prática da sua área. Nesse contexto, o papel do professor é fundamental para direcionar o aluno na análise de um problema e nas etapas necessárias para as possíveis soluções e as consequências de suas ações (Silva, 2010).

O estudo de caso baseia-se na aplicação de narrativas (casos) de problemas/situações reais enfrentados pela sociedade, grupos ou pessoas que levam à busca de soluções para o problema enfrentado. Como uma variante do ABP, o estudo de caso é um método que oferece ao estudante a oportunidade de trilhar caminhos e direcionar sua própria aprendizagem, enquanto exploram situações relativamente complexas, levando-o a construir um pensamento crítico baseado nos conhecimentos científicos adquiridos durante a pesquisa realizada.

Considerando a necessidade de proposta de estratégias inovadoras para os professores de química utilizarem em sala de aula e o potencial que o método estudo de caso possui para ser utilizado como ferramenta de ensino, se faz necessário a elaboração de propostas de estudo de caso com uma temática sociocientífica relevante e atual para o professor utilizar em suas aulas de química.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Elaborar e avaliar uma proposta de estudo de caso como uma estratégia didática no Ensino de Química com uma temática sociocientífica relevante e atual abordando os conceitos de termoquímica e energia.

### **2.2 Objetivo específico**

- Compreender quais os pontos mais importantes para a elaboração de um bom estudo de caso;
- Elaborar um estudo de caso relacionado a uma temática relevante e atual abordando a problemática envolvida na escolha da gasolina ou álcool como combustível;
- Aplicar o estudo de caso proposto em aulas de químicas das turmas do 2º ano do Ensino médio;
- Analisar a contribuição da utilização de estudo de caso para o aprendizado dos alunos.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir faremos uma abordagem sobre os aspectos relevantes relacionados a pesquisa aqui realizada. Apresentaremos primeiramente o estudo de caso e suas origens a fim de sustentar as ideias acerca deste método. Também realizaremos uma discussão sobre as aplicações de estudo de caso no Ensino de Química e a estruturação de um bom caso segundo Herreid. Em seguida, discutiremos alguns conceitos químicos importantes sobre o tópico termoquímica e energia, trazendo uma análise sobre a diferença entre a utilização de gasolina e álcool como combustível, a problemática que será o tema da proposta de estudo de caso utilizado na abordagem didática.

#### 3.1 O Ensino de Química

O Ensino de Química tem passado por mudanças significativas nos últimos anos, buscando adotar abordagens mais ativas e inovadoras. Essas mudanças visam promover uma aprendizagem mais significativa para os alunos, permitindo que eles se relacionem de forma mais profunda com os conteúdos ensinados em sala de aula (Ribeiro, 2022). Uma das estratégias para alcançar esse objetivo é a definição de temas e problemas pertinentes, que despertem o interesse e a motivação dos alunos. Esses temas podem estar relacionados ao panorama Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), abordando questões atuais, ambientais e relevantes para a sociedade (Freitas, 2022).

É importante destacar que a reestruturação dos conteúdos e métodos do Ensino de Química é necessária para promover uma aprendizagem mais estimulante. Isso implica em abordar conceitos que incentivem os alunos a pensar criticamente e a se envolver ativamente no processo de aprendizagem. Além disso, é preciso desenvolver currículos e métodos específicos que atendam às necessidades e características dos estudantes (Sampaio, 2022).

Pesquisadores do Ensino de Química têm ressaltado a importância de educar os alunos de forma a torná-los cidadãos responsáveis e críticos. Isso implica em uma alfabetização científica, onde os alunos adquirem conhecimentos em um ambiente apropriado, como a escola, e são capazes de compreender e interpretar informações de forma crítica. A citação e referência de fontes adequadas é essencial para refazer e melhorar o conhecimento adquirido, embasando o raciocínio crítico sobre os conteúdos (Santos, 2022).

Em resumo, os professores de química estão buscando se renovar, adotando abordagens mais ativas e inovadoras. Isso inclui a escolha de temas e problemas relevantes, a reestruturação dos conteúdos e métodos de ensino, e o desenvolvimento de habilidades de

raciocínio crítico nos alunos. Essas mudanças têm como objetivo promover uma aprendizagem mais significativa e preparar os estudantes para serem cidadãos responsáveis e críticos.

### **3.2 Ferramentas e estratégias utilizadas no Ensino de Química**

No Ensino de Química, é crucial utilizar técnicas eficazes para promover a compreensão dos conceitos e despertar o interesse dos alunos pela disciplina. Neste sentido, a técnica amplamente utilizada pelos professores é a experimentação, que permite aos estudantes vivenciarem os fenômenos químicos e desenvolverem habilidades de investigação científica. Conforme destacado por Sampaio (2022), experimentos no Ensino de Química promovem a aprendizagem ativa e significativa, contribuindo para o desenvolvimento de competências científicas. Além disso, o uso de modelos e simulações computacionais, como mencionado por Martins e colaboradores (2018), proporciona aos alunos a visualização e manipulação de fenômenos químicos complexos, facilitando a compreensão de conceitos abstratos, como estrutura atômica e ligação química.

Outra ferramenta importante no Ensino de Química é a utilização de recursos audiovisuais, como vídeos e animações. O uso desses recursos auxilia na visualização de experimentos e processos químicos, tornando o aprendizado mais dinâmico e atraente para os estudantes. Além do mais, o uso de aplicativos e softwares educacionais também se mostra relevante, pois permite aos alunos explorarem conceitos químicos de forma interativa e autônoma, além de proporcionar a realização de atividades práticas virtuais (Ferreira, 2020).

A adoção de estratégias de ensino baseadas em resolução de problemas e situações contextualizadas também é uma prática eficaz no Ensino de Química. O uso de problemas autênticos e desafiadores estimula o pensamento crítico e o raciocínio científico dos alunos, além de facilitar a transferência de conhecimentos para situações do mundo real. Essa abordagem permite aos estudantes desenvolverem habilidades de resolução de problemas e promove uma compreensão mais profunda dos conceitos químicos (Lima, 2022).

O trabalho em grupo e a utilização de atividades colaborativas também são estratégias importantes no Ensino de Química. Segundo Souza (2022), o trabalho cooperativo estimula a interação entre os alunos, promovendo a discussão de ideias e a construção coletiva de conhecimento. Além do mais, o uso de atividades práticas em grupo, como experimentos em equipe, permite aos estudantes compartilharem responsabilidades e desenvolverem habilidades sociais, fundamentais para a formação integral dos alunos.

O estudo de caso é uma estratégia amplamente utilizada no Ensino de Química trazendo para os alunos uma dinâmica de trabalho em grupo. Ele envolve a análise aprofundada de situações reais ou fictícias relacionadas à Química, permitindo que os alunos apliquem seus conhecimentos teóricos em contextos práticos. De acordo com a pesquisa de Bernardi (2022), o estudo de caso pode promover a aprendizagem significativa ao incentivar os alunos a resolver problemas complexos, tomar decisões e desenvolver habilidades de pensamento crítico, tudo isso de forma coletiva contribuindo para a formação integral do estudante.

O estudo de caso permite que os alunos investiguem questões do mundo real, como acidentes químicos, processos industriais ou problemas ambientais, e analisem suas causas, consequências e possíveis soluções. Isso os ajuda a conectar os conceitos e princípios da química com situações reais, tornando o aprendizado mais relevante e significativo. Segundo a pesquisa de Freitas (2023), o estudo de caso também promove a colaboração entre os alunos, pois eles podem discutir e compartilhar ideias para resolver os desafios propostos.

Por fim, é importante ressaltar a importância da contextualização no Ensino de Química. De acordo com Brito (2022), a conexão dos conteúdos químicos com situações do cotidiano dos alunos torna a aprendizagem mais significativa, uma vez que permite aos estudantes compreenderem a importância da química em suas vidas e estabelecerem relações entre os conceitos estudados e o mundo real.

### **3.3 O estudo de caso e sua origem**

A Aprendizagem Baseada em Problema teve sua originalidade no final dos anos de 1960 na Escola de Medicina Universidade de McMaster que fica na cidade de Ontário no Canadá. Esse método por um determinado tempo ficou restrito apenas para a formação de profissionais da área médica, se expandindo por diversos países. Posteriormente, o método se expandiu a outros cursos de graduação como direito, psicologia, administração e cursos de pós-graduação.

O método foi desenvolvido com o objetivo de colocar os estudantes em contato com problemas, estimulando o desenvolvimento do pensamento crítico, a habilidade de resolução de problemas e a aprendizagem dos conceitos da matéria em questão. Ele possui a característica de enfatizar o aprendizado autodirigido, centrado no estudante, que passa a ser o principal responsável por seu aprendizado (Queiroz, 2010).

Assim como contar histórias antigas, o uso de casos é uma estratégia que baseia-se em narrativas de problemas reais ou fictícios enfrentados por grupos ou pessoas que demandam

uma tomada de decisão ou levem à busca de soluções para o problema enfrentado. Na aplicação desse método o aluno é incentivado a se familiarizar com o caso descrito, de modo a compreender os fatos, valores e o contextos nele presentes com o intuito de solucioná-lo. Nesse contexto, o papel do professor é fundamental que consiste em ajudar o estudante a trabalhar com os fatos e analisar as possíveis soluções para o problema.

Inicialmente, o método Estudo de Caso não era adotado em cursos de ciências, J. Conant, docente da Universidade de Harvard, foi o primeiro professor de ciências a organizar uma disciplina baseada em Estudos de Casos. Desde então, este método passou a ser mais utilizado pelos professores de química, física e biologia. Ao tratarmos da popularização do método estudo de caso no ensino de ciências, é necessário mencionarmos a publicação, em 1994, do artigo intitulado *Case Studies in Science – A Novel Method of Science Education*. Ele foi o primeiro de uma seção de artigos publicados no *Journal of College Science Teaching*, uma revista da área de educação em ciências, inclusive essas publicações deram origem à seção chamada *The Case Study*, que prevalece até os dias de hoje.

Nos artigos publicados na seção *The Case Study* voltados ao Ensino de Química, podemos observar que a resolução de casos exige conhecimentos vinculados principalmente nas disciplinas de química geral e bioquímica. Porém, apenas estes conhecimentos não são suficientes para solucionar um caso, é necessário considerar conteúdos de outras disciplinas também. Nesta linha, o trabalho desenvolvido por Cornely (1999) denominado *The New England Journal of Medicine on Lactose Intolerance* traz um estudo de caso utilizado em uma disciplina introdutória de bioquímica, no qual os estudantes recebem um artigo científico e diversos questionamentos relacionados ao conteúdo do trabalho que devem ser discutidos entre os alunos. O professor atua como mediador durante a discussão, sendo o incentivador para que os estudantes cheguem na resolução do caso levando em consideração os resultados originais da pesquisa, levando os alunos a praticarem suas habilidades analíticas ao interpretarem gráficos e tabelas, conteúdos desenvolvidos na disciplina de matemática. Além do mais, permite ao estudante obter um pensamento crítico em relação ao planejamento dos experimentos. Isto é, a proposta de estudo da caso publicada pelos cientistas desenvolve no aluno conteúdos além da disciplina de bioquímica.

No trabalho de Karukstis (2003), intitulado *Using Case Studies to Introduce Environmental and Economic Considerations*, o método Estudo de Caso foi adotado na disciplina de química geral com os objetivos de aprimorar a compreensão dos estudantes sobre a relação entre ciência, tecnologia e sociedade; de colocar os alunos em uma posição central para o desenvolvimento do seu processo educacional; de proporcionar que os mesmos

desenvolvessem seu pensamento crítico, incluído a identificação de questões chaves e de informações fundamentais para a resolução do caso; de melhorar as qualidades de comunicação entre os estudantes e favorecer a troca de conhecimentos entre eles.

O Estudo de Caso é uma metodologia de pesquisa que tem se tornado cada vez mais frequente no Ensino de Ciência no Brasil. De acordo com Nardi (1992), o uso do método Estudo de Caso no Brasil deu início na década de 80, quando alguns pesquisadores buscavam estratégias alternativas para compreender o processo de ensino-aprendizagem em contextos reais. Outros autores também tiveram contribuições significativas para o desenvolvimento do uso do método Estudo de Caso no Ensino de Ciências no Brasil como André (1995), que defende o uso do método como uma estratégia de pesquisa qualitativa para investigar os processos de ensino-aprendizagem em situações reais de sala de aula.

Diante do exposto, percebe-se que o método Estudo de Caso oferece uma oportunidade interessante para os estudantes aplicarem seus conhecimentos de forma prática e significativa, preparando-os para os desafios do mundo real em suas respectivas áreas de atuação.

### **3.4 Aplicação do estudo de caso no Ensino de Química**

O Estudo de Caso tem se mostrado uma abordagem valiosa no Ensino de Química, proporcionando aos estudantes a oportunidade de se envolverem em situações reais e desafiadoras relacionadas à disciplina. De acordo com Moretti (2022), o Estudo de Caso é um recurso pedagógico cada vez mais utilizado no Ensino de Química, pois permite uma abordagem mais contextualizada, aproximando os estudantes do mundo real. Essa metodologia oferece uma experiência prática e significativa, na qual os estudantes podem aplicar seus conhecimentos teóricos e desenvolver habilidades analíticas e de resolução de problemas.

A utilização do Estudo de Caso no Ensino de Química desafia os estudantes a analisar situações complexas e a encontrar soluções adequadas a partir de conceitos químicos. Conforme destacado por Selbach *et al.* (2021), o Estudo de Caso é uma abordagem pedagógica que contribui para a compreensão da relevância da química em diferentes contextos e estimula o desenvolvimento de habilidades essenciais, como o pensamento crítico e a análise de dados.

O método envolve a apresentação de problemas reais ou fictícios aos estudantes, nos quais eles são desafiados a aplicar seus conhecimentos químicos, interpretar dados experimentais e formular explicações científicas fundamentadas. Através do estudo de caso,

os estudantes são incentivados a se envolverem ativamente no processo de aprendizagem, investigando as informações fornecidas, identificando os principais conceitos químicos envolvidos e propondo soluções embasadas em evidências científicas (Guimarães, 2009).

A utilização do estudo de caso no Ensino de Química traz consigo o benefício de fomentar a interdisciplinaridade. Muitos casos abordam questões que requerem conhecimentos de diversas áreas, como física, biologia e matemática. Essa abordagem permite aos estudantes integrar e aplicar conceitos e princípios de diferentes disciplinas em uma situação concreta, promovendo uma compreensão mais abrangente e integrada dos fenômenos químicos. Dessa forma, os estudantes são incentivados a enxergar as conexões entre os diversos campos do conhecimento, ampliando sua visão e capacidade de resolver problemas de maneira holística (Tavano, 2023).

A utilização de estudos de caso no Ensino de Química proporciona aos estudantes uma compreensão prática e abrangente das aplicações da disciplina no mundo real. Esses casos abordam problemas ambientais, produção de materiais e desenvolvimento de medicamentos, destacando a relevância da química em diversas áreas da vida cotidiana. O estudo de caso desperta o interesse dos alunos, fortalece sua motivação e promove uma visão integrada da química, conectando-a ao mundo real. Dessa forma, os estudantes compreendem como a química está presente em seu cotidiano e desenvolvem uma abordagem contextualizada do conhecimento químico (Fernandes, 2019).

Em resumo, o estudo de caso é uma abordagem eficaz no Ensino de Química, proporcionando aos estudantes uma aprendizagem mais contextualizada e significativa. Ao enfrentarem problemas reais ou fictícios, os estudantes são desafiados a aplicar seus conhecimentos, desenvolver habilidades analíticas e integrar conceitos de diferentes disciplinas. Além disso, o estudo de caso possibilita uma compreensão mais ampla das aplicações da química no mundo real, despertando o interesse e a motivação dos estudantes para a disciplina.

### **3.5 Estrutura de um caso**

As técnicas utilizadas para a aplicação do método estudo de caso são diversificadas. Herreid, em 1998, elaborou uma representação de classificação de tais estratégias e recomendou que os casos poderiam ser analisados no ensino de ciências através da adoção, pelo professor, da seguinte forma:

- De tarefa individual: o caso assume a forma de uma atividade que o aluno deve completar, demandando a elaboração de uma explicação histórica que leve à sua solução;
- De aula expositiva: o caso tem característica no qual o professor apresentou aos seus alunos uma história muito elaborada e com objetivos específicos. Esse modelo foi aplicado por James Conant em suas aulas de história da química, tendo como objetivo apresentar aos seus alunos a maneira como o conhecimento científico é construído;
- De discussão: o caso é exposto pelo professor como um dilema. Os alunos ao serem indagados sobre suas perspectivas em relação à resolução expressam suas opiniões;
- De atividades em pequenos grupos: os casos são situações que devem ser solucionadas e dizem respeito ao contexto social e profissional em que os alunos estão inseridos. Uma condição indispensável é que os casos sejam analisados por pequenos grupos de estudantes que trabalham, em colaboração. Os estudantes lêem parte do caso em voz alta, a seguir conversam sobre os pontos apresentados até aquele momento, no caso, listam o que já sabem e elaboram uma agenda de aprendizagem, ou seja, um conjunto de assuntos que eles concordam em pesquisar individualmente antes do próximo encontro. Este processo se repete até a resolução do caso. Durante as discussões, o professor tem como objetivo facilitar, em vez de adotar uma postura didática e diretiva.

Os Estudos de Casos são aplicados pelos professores de diversas formas, como é possível verificar na literatura, em que há exemplos de utilização de um ou mais dos formatos, e também de adoção de um dos formatos com algumas variações. Um exemplo disso, é o método do Caso Interrompido, que é uma variação do formato de atividades em pequenos grupos. Nele, os alunos recebem um problema ou situação a ser resolvido pelo professor, um caso que discute um desafio que foi efetivamente vivido por pesquisadores de uma área determinada e requer que indiquem possíveis alternativas para solucioná-lo. Depois que os estudantes argumentam o caso durante aproximadamente 15 minutos, o professor pede que relatem suas ideias a respeito do problema. Posteriormente, o docente inclui novas informações sobre o caso, o que gera dificuldades adicionais na sua resolução, e solicita aos estudantes que pensem em possíveis soluções. Após as discussões, eles compartilham suas ideias e, em seguida, o professor acrescenta informações complementares para suas interpretações. Ao fim da exposição, o docente apresenta a resolução sugerida pelos pesquisadores comparando com as oferecidas pelos grupos de estudantes.

Outra variante de formato de atividades em pequenos grupos, é denominada método de Múltiplos Casos, que foi relatado por Tärnvik (2002). Ao longo de duas horas, diversos

casos curtos são apresentados e analisados em sala de aula. Em seguida, os alunos, representantes de determinados grupos, apresentam a solução de cada caso, enquanto o professor encoraja as discussões a respeito das soluções encontradas.

Outro exemplo de variante deste formato é a aula expositiva, denominada método de Caso Dirigido, que conforme descrito por Cliff e Curtin (2000), o objetivo principal é aprimorar e consolidar a compreensão de conceitos ensinados na disciplina em questão. Neste método, o educador produz casos curtos e os coloca em cada uma das unidades que são apresentadas na aula expositiva convencional. Cada tipo de caso é acompanhado por questões que podem ser solucionadas, individualmente ou em grupo, através de consultas a livros ou a anotações realizadas durante as aulas expositivas.

### **3.6 Estratégias para a produção de casos destinados ao ensino de ciências**

Com a crescente popularização do método de Estudo de Caso no ensino de ciências, é cada vez mais comum o número de professores responsáveis pela produção dos casos utilizados em suas disciplinas. Nesse sentido, é importante considerar alguns aspectos fundamentais para elaborar um bom caso (Sá, 2006).

Herreid (1998) sugeriu algumas características importantes e necessárias para a estruturação de um bom caso citados a seguir:

- Um bom caso narra uma história. É necessário que haja um início, um meio e um fim. O desfecho ainda não deve ter se concretizado, isso será o que os alunos precisam pesquisar e debater.

- Um bom caso desperta a atenção. É aquele que apresenta um drama e um suspense, tornando-o mais realista. O caso precisa de uma solução a ser encontrada;

- Um bom caso deve ser atual. Tratar de assuntos atuais, é necessário para que o estudante perceba a relevância do problema;

- Um bom caso deve gerar empatia com os personagens principais: A influência de certos indivíduos pode afetar a tomada de decisões;

- Um bom caso inclui citações. A maneira mais eficiente de entender uma situação e se conectar com os personagens. É necessário adicionar vida e drama a todas as citações;

- Um bom caso é relevante ao leitor. Os casos selecionados devem conter situações que os estudantes provavelmente saibam lidar. Isso aumenta a empatia e torna o caso algo que vale a pena estudar;

- Um bom caso de ter aplicação pedagógica. Ele deve ser proveitoso para o curso e para o aluno;

- Um bom caso deve provocar conflitos. A maioria dos casos se baseia em algo controverso;
- Um bom caso deve forçar uma decisão. É importante que os casos sejam resolvidos com rapidez e seriedade;
- Um bom caso tem generalizações. A sua utilidade deve ser ampla e não limitada a uma curiosidade específica;
- Um bom caso é curto. Os casos devem ter um comprimento apropriado para apresentar os fatos de um caso, mas não tão longos que possam causar uma análise entediante.

As características descritas por Herreid para elaboração de um bom caso, direcionaram a estrutura do caso proposto neste trabalho. Percebemos que tais características nos levam a refletir sobre a necessidade de abordarmos temas de relevância social e ambiental, principalmente no que se refere à concepção CTS de ensino.

Em todas as propostas curriculares, é amplamente aceito que o conhecimento científico e tecnológico seja social e historicamente construído, não neutro e nunca acabado (Delizoicov *et al.*, 2002). Nessas perspectivas, novas pesquisas no Ensino de Química apontam que é necessário adotar uma abordagem dinâmica e contextualizada dos conceitos de química, com destaque para os aspectos sociais, e que devem ser considerados no processo de ensino-aprendizagem para contribuir com a formação do estudante. Espera-se que essa formação tenha um efeito transformador além da vida escolar, formando cidadãos críticos capazes de enfrentar e opinar situações reais que envolvam a aplicação de conceitos científicos.

### **3.7 Aplicações de estudo caso no Ensino de Química**

O método estudo de caso tem se tornado uma ferramenta bastante utilizada pelos professores de química em sala de aula. É notável como o número de trabalhos que se concentram em aplicações de estudos de caso tem aumentado consideravelmente ao longo dos anos. O crescimento desse método pode ter sido motivado pela popularização do livro Estudos de Caso no Ensino de Química de Sá e Queiroz (2010) que apresenta a importância do método com relação a sua capacidade em aprimorar a capacidade de tomada de decisões e em desenvolver a prática de argumentação, habilidades cruciais na formação de um cidadão crítico. Voltados para professores em formação inicial ou continuada, a obra visa a necessidade de uma educação científica que vá além do aprendizado de conceitos, proporcionando debates e reflexões no que diz respeito às questões sociais, econômicas,

ambientais, etc. Na literatura encontram-se inúmeras propostas de estudo de caso no Ensino de Química. O Quadro 1 apresenta alguns dos trabalhos publicados nos últimos anos.

Quadro 1 – Trabalhos publicados com propostas de estudo de caso no Ensino de Química

<b>Título</b>	<b>Tema</b>	<b>Autores</b>
O plástico que virou comida: Uma sequência didática usando Estudo de Caso para o Ensino de Química	Polímeros	(Silva, 2023)
ESTUDO DE CASO ALIADO À SALA DE AULA INVERTIDA: repensando o Ensino de Química	Química Analítica	(Amaral, 2022)
Conservação do solo: um estudo de caso sobre o processo de ensino e aprendizagem no campus agrícola do Instituto Federal do Amapá	Química ambiental	(Melo, 2021)
Uma proposta de caso no Ensino de Química: Uso de repelente no combate aos mosquitos	Química orgânica	(Oliveira, 2017)
Análise de uma Estratégia de Estudo de Caso Vivenciado pela Licenciatura de Química	Termoquímica	(Sampaio, 2016)
Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada.	Vidrarias de laboratório e densidade	(Ferreira, 2010)

Fonte: autoria própria (2023)

O trabalho de Silva (2023) traz um caso relevante ao leitor que visa conscientizar os estudantes sobre a importância do meio ambiente. Para isso, são apresentadas aos alunos pesquisas com notícias sobre problemas socioambientais atuais considerando o impacto social, a influência humana e consequências à saúde das pessoas. Além de desenvolver o conhecimento científico químico, o caso permite explorar o potencial pedagógico da estratégia adotada. O texto que compõe o caso a ser resolvido foi desenvolvido com aspectos atraentes e de fácil entendimento, a fim de gerar empatia no leitor. Com isso, consideramos que o caso proposto é relevante ao leitor, uma das principais características citadas por Herreid.

Melo (2021) em seu trabalho faz menção a uma pesquisa qualitativa por meio de uma metodologia de estudo de caso que consiste no processo de observação, diálogo e reflexão relacionados ao conteúdo abordado. O que proporciona o desenvolvimento de habilidades e competências por parte dos alunos através das atividades de construção de maquetes. Além

disso, os estudantes trazem experiências e vivências do cotidiano relacionadas aos conteúdos abordados em sala, somando à parte teórica da disciplina, favorecendo uma melhor compreensão da temática, fazendo com o que um bom caso a ser revolido contenha aplicações pedagógicas, uma característica importante citada por Herreid.

O trabalho de Oliveira (2017) descreve um caso narrativo e atual denominado uso do repelente no combate aos mosquitos, o qual foi aplicado com alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola estadual. O caso aborda o tema do combate às doenças transmitidas pelo mosquito *Aedes Aegypti*, além dos conceitos de concentração de soluções, propriedades e funções dos compostos orgânicos e ainda conceitos da disciplina de biologia. Esse trabalho é mais um exemplo da interdisciplinaridade utilizada na proposta de estudo de caso no Ensino de Química.

O artigo de Sampaio *et al.* (2016) apresenta um estudo de caso aplicado em uma turma de licenciandos em química na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) intitulado Termelétrica Suape III. O caso é baseado na discussão real da implantação de uma usina termelétrica no município do Cabo de Santo Agostinho. Nesta abordagem é possível enfatizar algumas características como a narração de uma história, o caso ser atual, provocar conflitos, ser relevante aos estudantes, forçar uma decisão e gerar empatia com os personagens. Características essas descritas por Herreid (1998) e também utilizadas por Sá e Queiroz (2010) para a elaboração de um bom caso apresentando uma temática sociocientífica.

### **3.8 Conceitos químicos de termoquímica**

Nossa proposta de caso aborda a problemática da utilização da gasolina ou álcool como combustível. Diante disso, consideramos fundamental apresentar aqui algumas questões importantes relacionadas ao uso desses combustíveis, assim como, os princípios básicos da termoquímica essenciais para compreensão e resolução do caso proposto. Alguns dos conceitos citados são calor, temperatura, reações endotérmicas e exotérmicas, entalpia, lei de Hess, energia envolvida nos estados de agregação da matéria e suas transformações.

A termoquímica é um estudo abordado na 2º série do Ensino Médio e tem como objetivo discutir os aspectos energéticos dos processos químicos. Na termoquímica é essencial compreender a relação entre o calor e a transferência térmica, que tem um papel fundamental nas definições de equilíbrio térmico e nas variações de energia em reações químicas. De maneira geral, é possível articular os conhecimentos de termoquímica com os aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais que permeiam a vida do aluno, fazendo-o

compreender conceitos em diferentes contextos ampliando seu perfil conceitual (Mortimer; Machado, 2013).

Outros conceitos importantes podem ser discutidos a partir do tema proposto, por exemplo, o conceito de reação de combustão, combustíveis e materiais orgânicos. A reação de combustão acontece quando o combustível reage com o gás oxigênio, reação química chamada popularmente de queima, a qual libera na maioria das vezes gás carbônico e seus derivados ( $C(s)$  e  $CO$ ) e moléculas de água. É importante destacar que o processo de combustão é uma reação exotérmica, ou seja, libera calor, podendo essa energia ser utilizada em variados processos do cotidiano do estudante. A partir deste ponto, pode-se gerar uma discussão sobre a diferença entre a queima de gasolina e álcool com relação à quantidade de energia liberada pela mesma quantidade de combustível.

A queima de gasolina e álcool é um processo fundamental que ocorre nos motores de combustão interna. Embora ambos sejam combustíveis comumente utilizados, existem diferenças significativas em termos de composição química e características de combustão (Nascimento *et al.*, 2021). Vamos comparar a queima da gasolina e do álcool em alguns aspectos:

#### 1. Poder calorífico:

- Gasolina: tem um poder calorífico mais elevado em relação ao álcool. Isso significa que a queima de uma quantidade igual de gasolina libera mais energia do que a queima de álcool.
- Álcool: o poder calorífico do álcool é menor em comparação com a gasolina.

#### 2. Eficiência de combustão:

- Gasolina: tem uma taxa de compressão mais alta em relação ao álcool. Isso significa que, em motores de combustão interna projetados para utilizar gasolina, a eficiência de sua combustão é geralmente maior.
- Álcool: devido ao seu menor poder calorífico, ele tende a ter uma eficiência de combustão um pouco menor em motores de combustão interna projetados originalmente para gasolina. No entanto, motores otimizados para álcool, como motores flex, podem obter uma eficiência semelhante.

#### 3. Emissões:

- Gasolina: a queima desse combustível, quando comparada ao álcool, libera maiores quantidades de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), um dos principais gases responsáveis pelo efeito estufa.
- Álcool: ele possui uma queima mais limpa em termos de emissões de CO<sub>2</sub>. Além disso, o álcool também tende a produzir menos emissões de poluentes atmosféricos nocivos, como monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos não queimados.

#### 4. Disponibilidade e custo:

- Gasolina: atualmente está disponível em todo o mundo e tem uma infraestrutura estabelecida para seu fornecimento. O preço da gasolina pode variar de acordo com fatores como demanda, produção e impostos.
- Álcool: Ele é geralmente obtido a partir de fontes renováveis, como a cana-de-açúcar ou o milho e sua disponibilidade pode variar de região para região. O preço do álcool pode ser influenciado por fatores como a sazonalidade da colheita e as políticas públicas no setor de energia e biocombustíveis.

#### 5. Composição química:

- Gasolina: é uma mistura complexa de hidrocarbonetos, principalmente alcanos (hidrocarbonetos saturados), como o octano (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>), que é um dos seus principais componentes. A equação química completa do octano é:



Nessa reação, o octano é oxidado na presença de oxigênio, resultando na formação de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), água (H<sub>2</sub>O) como produtos de combustão e liberando 5471 kJ por mol de octano. Uma grande quantidade de energia comparada a outros combustíveis.

Vale ressaltar que essa é a equação química balanceada para a combustão completa do octano. Em condições reais, a combustão pode ser incompleta, resultando na formação de subprodutos como monóxido de carbono (CO) e partículas de carbono. A formação desses subprodutos indesejados é uma das razões pelas quais a combustão completa é desejada em motores de combustão interna, para evitar a emissão de poluentes.

- Álcool: o etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) é o álcool frequentemente utilizado como combustível. A equação química para a combustão completa do etanol é:



Nessa reação o etanol é oxidado e produz dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) como produtos e 1368 kJ por mol de etanol queimado. Vale observar que a quantidade de calor liberado é menor do que a queima da gasolina. É importante mencionar que a composição química dos combustíveis pode variar dependendo da fonte e do processo de produção. Essas equações químicas fornecem uma ideia geral das reações de combustão envolvidas no uso de álcool e gasolina como combustíveis.

### 3.9 A problematização do caso

A nossa proposta foi estruturar e aplicar um caso no qual o aluno se posicionasse em relação ao uso de etanol ou gasolina como combustível. No estado de Pernambuco, segundo a Assembleia Legislativa de Pernambuco, 2023 a Lei nº 14.838 de 2012 recomenda que os postos de gasolina deixem visível ao consumidor a porcentagem do preço do etanol em relação ao da gasolina (Fig. 1), facilitando a análise do cliente sobre qual dos dois é mais economicamente viável para ser utilizado como combustível naquele momento. Destacamos que essa análise não leva em consideração as questões ambientais envolvidas na utilização dos dois combustíveis. De acordo com a legislação citada, o valor máximo recomendado é de 70% conforme informa a placa mostrada na figura “senhora(a), consumidor(a), em sendo o valor do percentual acima de 70% torna-se mais econômico o abastecimento com gasolina”.

Figura 1 – Placa exposta em um posto de combustível em Pernambuco



Fonte: autoria própria (2023)

Vale observar que a Lei nº 14.838 foi revogada em 2019 pela Lei nº 16.559 que dispõe sobre a obrigatoriedade de afixação de cartaz nos postos revendedores de combustíveis com informação sobre o percentual da diferença entre os preços da gasolina e do etanol (Pernambuco, 2023). No ano seguinte, a Lei nº 16.843 revoga a lei de 2019 e restabelece a obrigatoriedade da fixação da placa com a informação da porcentagem do preço do álcool em função do preço da gasolina. Assim, os pontos de combustíveis voltaram a fixar a placa em suas bombas.

O Quadro 2 mostra como exemplo quatro situações simuladas de preços de gasolina e álcool com suas respectivas porcentagens. Do ponto de vista de custo-benefício, nas situações C e D recomenda-se a utilização do álcool combustível. Todavia, percebe-se que nas situações A e B o mais recomendável economicamente é o uso da gasolina. O problema central que podemos levantar para os alunos é se devemos apenas analisar os aspectos econômicos, ou devemos ampliar nossa análise observando aspectos ambientais com relação ao impacto desses combustíveis na natureza.

Quadro 2 – Simulação de preços de gasolina e álcool

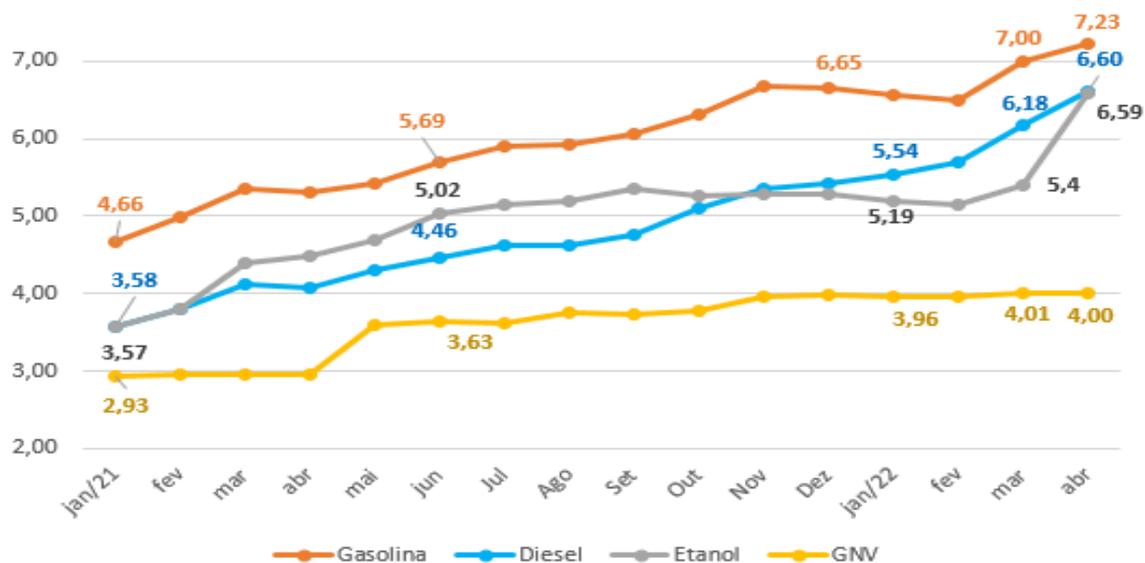
Situação	Etanol	Gasolina	Percentual
A	R\$ 4,50	R\$ 5,00	90%
B	R\$ 4,00	R\$ 5,00	80%
C	R\$ 3,50	R\$ 5,00	70%
D	R\$ 3,25	R\$ 5,00	65%

Fonte: Autoria própria (2023)

A fim de exemplificar uma situação real, a Figura 2 mostra a evolução mensal dos preços dos combustíveis gasolina, diesel, etanol e GNV (Gás Natural Veicular) no estado de Pernambuco desde janeiro de 2021 até abril de 2022 a partir dos dados da ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível). Os dados foram compilados pelo observatório da indústria mantido pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) de Pernambuco. Em janeiro de 2021, o etanol custava 76,82% do preço da gasolina e do ponto de vista econômico, naquele momento, não era viável utilizar o álcool como alternativa. Em junho de 2021, a situação fica ainda mais complicada para o álcool, chegando a custar 78,38% do preço da gasolina. Analisando bem o gráfico, percebe-se que quanto mais a curva azul (preço de álcool) se aproxima da curva laranja (preço da gasolina), mais

desfavorável é para o consumidor utilizar álcool como combustível, do ponto de vista econômico. Contudo, o consumidor deve levar em consideração apenas a questão econômica? E os outros aspectos como as questões ambientais, sociais, etc? É exatamente essa problemática que está contida no caso proposto neste trabalho.

Figura 2 – Preços de combustíveis valor médio em Pernambuco (R\$)



Fonte: Mello (2022)

O quadro 3 compara alguns pontos negativos e positivos com relação à utilização gasolina e álcool como combustível. Alguns aspectos ambientais também são comparados na tabela, como a contribuição para a intensificação do efeito estufa por meio da emissão de CO<sub>2</sub>. É importante ressaltar que os pontos positivos e negativos listados são apenas indicativos gerais e podem ser influenciados por fatores econômicos, ambientais, tecnológicos e políticos. Além disso, as características dos veículos e motores também podem influenciar os resultados específicos de desempenho, consumo e emissões.

Quadro 3 – Comparação entre os pontos positivos e negativos da gasolina e álcool

<b>Ponto</b>	<b>Gasolina</b>	<b>Etanol</b>
Consumo	Menor consumo por Km	Maior consumo por Km
Emissões	Maior emissão de CO <sub>2</sub>	Menor emissão de CO <sub>2</sub>
Potência	Maior potência	Menor potência
Desempenho	Maior desempenho	Menor desempenho
Impacto ambiental	Maior impacto ambiental	Menor impacto ambiental
Fonte de energia	Não renovável	Renovável

Fonte: Silva (2023)

Ao tomar decisões sobre o uso de combustíveis, é essencial o aluno considerar os fatores ambientais como emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera, e não apenas o fator econômico envolvido na escolha da gasolina ou álcool.

O etanol é considerado uma fonte de energia renovável e sustentável devido a várias razões. Em primeiro lugar, o etanol é produzido principalmente a partir de matérias-primas vegetais, como a cana-de-açúcar. Essas plantas, por realizarem a fotossíntese, absorvem dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) da atmosfera durante o seu crescimento, um processo denominado ciclo da vida planta, o qual possibilita a diminuição das emissões de CO<sub>2</sub> quando o etanol é queimado como combustível.

A produção de etanol geralmente segue práticas agrícolas sustentáveis, como o uso de técnicas de cultivo que minimizem a erosão do solo, a conservação da água e a proteção da biodiversidade. Isso contribui para a preservação do meio ambiente e a manutenção dos ecossistemas. Entretanto, as queimadas descontroladas contribuem significativamente para o aumento das emissões de carbono, agravando o problema das mudanças climáticas.

Outro ponto importante é que o etanol é biodegradável e não tóxico, o que significa que ele se decompõe naturalmente sem causar impactos negativos duradouros ao meio ambiente. Isso contrasta com outros combustíveis fósseis, como a gasolina e o diesel, que são altamente poluentes e têm um impacto significativo nas mudanças climáticas.

Vale salientar que o etanol é usado como um aditivo para gasolina, melhorando a qualidade do combustível e reduzindo as emissões de poluentes. A mistura de etanol na gasolina também ajuda na diminuição da dependência dos combustíveis fósseis e na diversificação da matriz energética. Atualmente no Brasil, a gasolina comercializada deve ter

entre 27,5% a 30% de etanol, podendo o posto ser penalizado caso desobedeça essa proporção para composição química da gasolina (Campos, 2023).

No entanto, é importante ressaltar que a sustentabilidade do etanol depende da forma como é produzido. A produção em grande escala de etanol a partir de matérias-primas como milho pode levar a problemas, como o desmatamento e o aumento dos preços dos alimentos. Portanto, é fundamental que as políticas e regulamentações promovam a produção sustentável de etanol, incentivando o uso de matérias-primas não alimentícias, como resíduos agrícolas e celulose, além de promover a eficiência energética em todas as etapas da produção.

Com essa breve abordagem sobre o tema, acreditamos que os combustíveis gasolina e álcool possuem um grande potencial para a discussão de conceitos químicos e temas relevantes para a sociedade e o meio ambiente, requisitos fundamentais para a construção de um bom caso, sobretudo por envolver o estudante em uma situação real de tomada de decisão.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Elaboração do caso

A primeira etapa do nosso trabalho foi a elaboração do caso. No desenvolvimento desta etapa, levamos em consideração as recomendações de elaboração de um bom caso descritas na subseção 3.6. A ideia central do caso se baseou em levar o aluno a se questionar sobre qual combustível utilizar, gasolina ou álcool? Qual dos dois é mais econômico? E qual é menos prejudicial ao meio ambiente? Questionamentos como estes foram apresentados ao estudante, com o intuito de estimulá-los na busca de informações sobre o tema em questão para embasar sua tomada de decisão em relação aos dois combustíveis, construindo um pensamento crítico e reflexivo.

O caso foi construído por meio de uma narrativa levando em consideração os pontos propostos por Sá e Queiroz. Além disso, utilizamos outras propostas encontradas na literatura como base na construção da nossa proposta, como o caso “Termelétrica Suape III” construído por Sampaio e colaboradores (2014), que trouxe uma problemática sobre a instalação de uma usina termelétrica de energia no município do Cabo de Santo Agostinho que fica próximo ao porto de Suape no Estado de Pernambuco. Outro modelo utilizado como referência foi o caso “UMA PROPOSTA DE ESTUDO DE CASO NO Ensino de Química: USO DE REPELENTE NO COMBATE AOS MOSQUITOS” desenvolvido por Oliveira (2017). Esse trabalho traz uma problemática muito interessante e relevante sobre o uso de repelente em grávidas como precaução ao combate ao mosquito *Aedes Aegypti*. Com base nesses dois trabalhos e em outras propostas encontradas na literatura, elaboramos um caso baseado na discussão real acerca da problemática que envolve a escolha do combustível gasolina ou álcool, levando o aluno a analisar questões econômicas, sociais e ambientais em seu posicionamento.

### 4.2 Aplicação do caso nas aulas de química

O caso proposto foi aplicado nas aulas de química da turma do quarto período do curso integrado técnico médio em alimentos do Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) *campus* Barreiros, equivalente a uma turma de 2º Ano do Ensino Médio regular. Um total de 17 alunos participaram do desenvolvimento das atividades. A aplicação do caso foi dividida em três momentos, com duas horas aulas para cada encontro.

No primeiro encontro explicamos a proposta e informamos aos estudantes sobre as atividades a serem desenvolvidas, inclusive esclarecendo que a avaliação da atividade

corresponderia a uma das notas da unidade letiva. Em seguida, foi aplicado um pré-questionário (Anexo 1), a fim de verificar as perspectivas dos alunos em relação às aulas de química. Com o pré-questionário os alunos puderam concordar em participar da pesquisa através do TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido), que permitiu aplicar o estudo de caso e coletar os dados necessários para a análise. O pré-questionário constou com perguntas sobre o interesse dos alunos nas aulas de química, a importância da química para sua vida e o que ele achava de estudar química por meio de resolução de problemas relacionados ao seu cotidiano.

Ainda no primeiro encontro distribuimos cópias do caso a ser resolvido, orientando os alunos a fazerem uma rápida leitura, com o intuito de fazê-los compreender a problemática em si sobre o uso dos combustíveis. Com isso explicamos sobre as etapas seguintes da atividade como a pesquisa de levantamento de dados para resolução do caso, apresentação do posicionamento do grupo e escrita do relatório. Durante este momento reiteramos fortemente que o caso não tinha resposta certa ou errada. O importante era o posicionamento do grupo, podendo ser favorável ou contra o uso da gasolina ou álcool. Contudo, o posicionamento do grupo precisava ter base nos dados e informações confiáveis levantadas por eles. Tal direcionamento foi muito importante para o sucesso da aplicação da metodologia adotada. No final do primeiro encontro desenvolvemos com os alunos alguns conteúdos importantes para direcioná-los em sua pesquisa de dados e informações, como reação de combustão da gasolina e etanol e os aspectos energéticos envolvidos nesse processo. Também foi discutido superficialmente o impacto ambiental do uso dos dois combustíveis com relação ao efeito estufa.

Na primeira parte do segundo encontro, o professor continuou desenvolvendo conteúdos de termoquímica como entalpia e lei de Hess, aproveitando para tirar dúvidas conceituais sobre o tema. A parte final da aula, foi reservada para saber como estava o desenvolvimento das atividades com relação ao posicionamento do grupo, preparação da apresentação e escrita do relatório. Esta foi uma oportunidade para o professor tirar dúvidas dos alunos e orientar melhor os que estavam com dificuldades.

O último encontro foi a culminância das atividades. No primeiro momento ocorreu a apresentação oral do posicionamento de cada grupo, no qual os alunos puderam expor suas opiniões e argumentos que levaram à tomada da decisão sobre os pontos positivos e negativos dos combustíveis gasolina e álcool. Após todos os grupos se apresentarem, o professor conduziu uma breve discussão abrindo a palavra para os comentários dos alunos. Ao final, foi

realizada uma votação para definir o posicionamento democrático da turma com relação à problemática apresentada.

Na última parte do terceiro encontro, os alunos responderam ao pós-questionário (Anexo 2) com perguntas sobre as dificuldades enfrentadas para solucionar o caso, se gostaram de trabalhar em equipe, se aprender o conteúdo a partir da proposta de estudo de caso facilitou sua compreensão e o deixou mais motivado para estudar química, e por fim, se gostariam de ter mais aulas com resolução de problemas através da estratégia do estudo de caso. A finalidade do pós-questionário foi captar os dados necessários sobre a aplicação da metodologia adotada no presente trabalho.

A etapa final do trabalho foi a análise dos dados coletados com os questionários. Além disso, realizamos a análise dos relatórios dos alunos sobre o posicionamento dos grupos em relação ao uso dos combustíveis gasolina ou álcool. Com isso, foi possível perceber a contribuição do método estudo de caso no desenvolvimento da capacidade de argumentação e resolução do problema dos alunos.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 O caso proposto

O estudo de caso proposto, mostrado no Quadro 4, trouxe uma abordagem sociocientífica, com intuito de despertar o interesse do aluno para as aulas de química com uma abordagem diferente das tradicionais aplicadas comumente nas salas de aula (Ferraz, 2017). O caso possibilitou promover um debate e uma tomada de decisão fundamentada nos conceitos de química, sendo necessário que o aluno considerasse diferentes pontos de vista para embasar seus argumentos.

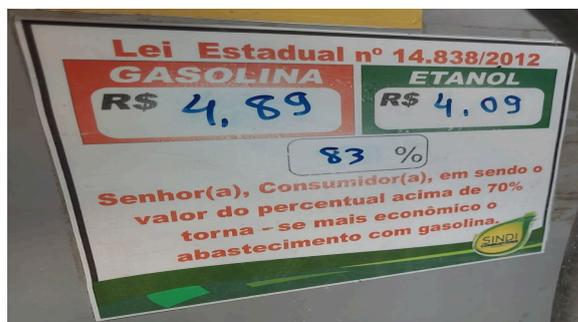
O caso proposto apresenta aspectos que o definem como um bom caso, considerando as recomendações de Herreid e utilizadas por Sá e Queiroz (subseção 3.6). O caso é atual, porque envolve a temática de consumo de combustíveis, como a gasolina e o álcool, sendo considerado um tema bastante sensível para a nossa sociedade, pois impacta diretamente o preço de todos os itens consumidos pela sociedade brasileira, por isso pode despertar o interesse por parte dos estudantes. O caso narra a história de um cidadão que ao chegar em um posto de gasolina, se depara com uma placa contendo várias informações sobre os combustíveis, o que é uma situação muito comum no cotidiano das pessoas, por essa razão que o caso é bastante relevante ao leitor.

O caso provoca um conflito e força uma tomada de decisão sobre qual combustível utilizar, que é exatamente a dúvida gerada na cabeça do Sr. João que busca ajuda do seu filho para resolver o problema. É um conflito bastante comum enfrentado pelos consumidores, mas vale ressaltar que esse tipo de conflito não é comum aos alunos do Ensino Médio, porém eles já têm uma certa empatia com os personagens porque envolve os seus pais e/ou pessoas de sua família e do convívio pessoal. Outro aspecto importante presente no caso proposto, é que ele tem aplicação pedagógica, podendo ser facilmente utilizado em sala de aula, além de ser um caso de curta duração exigindo do aluno a tomada de decisão com rapidez e seriedade.

Quadro 4 – Proposta de Estudo de Caso: usar gasolina ou etanol (álcool)?

**Usar gasolina ou etanol (álcool)?**

O senhor João foi abastecer seu carro em um dos postos de gasolina da região onde mora e observou a seguinte placa com várias informações sobre os combustíveis gasolina e etanol:



O seu João ficou com dúvida sobre qual combustível utilizar em seu automóvel e resolveu procurar o seu filho Bernardo, um estudante de química, para ajudá-lo a decidir sobre essa questão. Ambos realizaram uma pesquisa rápida na internet sobre o tema e encontraram a informação abaixo:

***Para saber o que ficará mais em conta, divida o preço do litro do álcool pelo da gasolina. Se o resultado for menor que 0,7, o recomendável é abastecer com álcool. Caso seja maior, o mais viável é escolher a gasolina.***

Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2022/03/17/gasolina-ou-alcool-veja-como-fazer-a-conta-e-sai-ba-qual-vale-mais-a-pena.htm?cmpid=copiaecola>

Após a leitura da matéria, Bernardo e o Sr. João continuaram com dúvidas sobre qual combustível utilizar, e ao pesquisarem um pouco mais perceberam que, além da questão econômica, é importante levar também em consideração fatores ambientais, como o impacto gerado pela queima do combustível fósseis a partir da liberação de grande quantidade de poluentes liberados na atmosfera. Bernardo, então, decidiu se aprofundar sobre o assunto para assim auxiliar o seu pai na escolha do combustível.

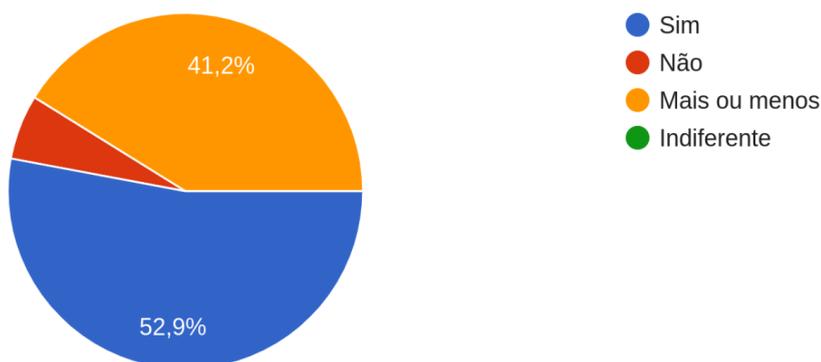
Agora, imaginem que vocês são amigos de Bernardo e precisam ajudá-lo a decidir sobre qual combustível utilizar: GASOLINA ou ÁLCOOL? Para isso, vocês terão que realizar pesquisas e construir sua argumentação baseada em informações sobre conceitos químicos e outras áreas de conhecimento, buscando ser o mais convincente possível para fundamentar a opinião do seu grupo. É DESEJÁVEL QUE VOCÊS LEVANTEM ARGUMENTOS FAVORÁVEIS E DESFAVORÁVEIS SOBRE O USO DE GASOLINA E ÁLCOOL (ETANOL) PARA DEPOIS DEFINIREM POR UM POSICIONAMENTO DO GRUPO.

**AO FINAL DA DISCUSSÃO, ELABOREM UM RELATÓRIO DE NO MÍNIMO DUAS PÁGINAS APRESENTANDO O POSICIONAMENTO DO GRUPO.**

## 5.2 Análise do pré-questionário

No pré-questionário aplicado antes da resolução do caso, todos os alunos envolvidos concordaram com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) com relação à coleta e análise dos dados que seriam utilizados para a elaboração do presente trabalho. Inicialmente, perguntamos aos alunos se eles gostavam das aulas de química. De acordo com as respostas mostradas na Figura 3 percebemos que um total de 94% dos participantes responderam sim ou mais ou menos a essa pergunta, demonstrando que os alunos têm uma boa relação com a disciplina de química e o professor. Isso pode estar associado à abordagem que o professor utiliza na sala, trazendo uma aula mais contextualizada com atividades lúdicas, dinâmicas, experimentais, dentre outros fatores que podem ter contribuído para uma boa relação dos alunos com a disciplina e o professor.

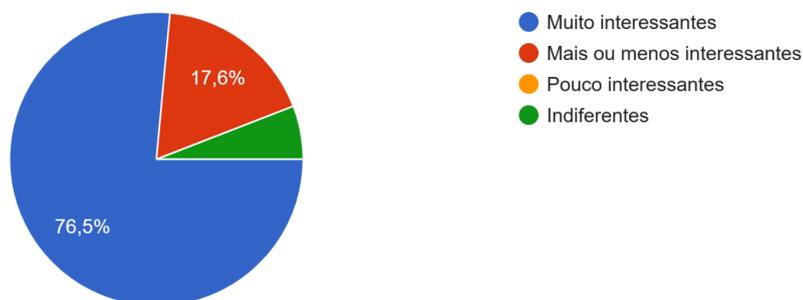
Figura 3 – Você gosta das aulas de Química?



Fonte: autoria própria (2023)

A opinião dos alunos sobre o interesse das aulas de química é mostrada na Figura 4. Percebe-se que um total de 94% dos alunos acham a aula de química muito ou mais ou menos interessante. Esse resultado corrobora o resultado mostrado na Figura 3 com relação à relação dos alunos com a disciplina de química. Provavelmente, o uso de algumas estratégias como a contextualização e a forma utilizada pelo professor para ministrar suas aulas levou à percepção dos estudantes sobre seu interesse pelas aulas de química.

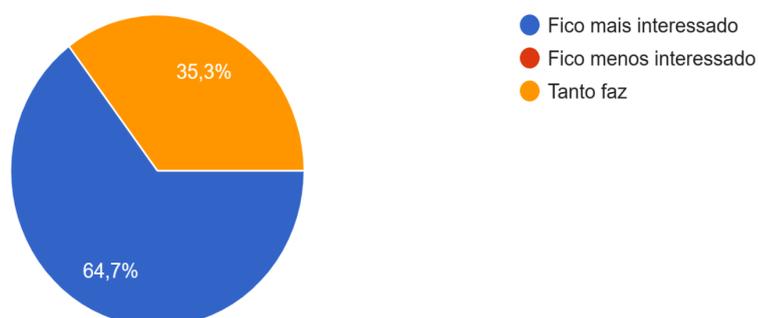
Figura 4 – Ponto de vista dos alunos em relação ao interesse das aulas de química



Fonte: autoria própria (2023)

Na quinta questão perguntamos aos alunos sobre o que eles achavam em aprender os conceitos de química fazendo uma abordagem com situações-problema do seu cotidiano. No gráfico da Figura 5 verifica-se que 64,7% dos estudantes ficam mais interessados com esse tipo de estratégia didática como alternativa ao método tradicional utilizado em sala de aula. Portanto, consideramos que os alunos estão abertos para a utilização desse tipo de estratégia, o que facilita para o professor usá-la em sala de aula, contudo, vale observar que 35,3% deles ficaram indiferentes quanto a essa questão, mostrando uma possível barreira a ser enfrentada pelo professor que propõe utilizar outras metodologias em sala.

Figura 5 – O que você acha de estudar química por meio da resolução de problemas do seu cotidiano?

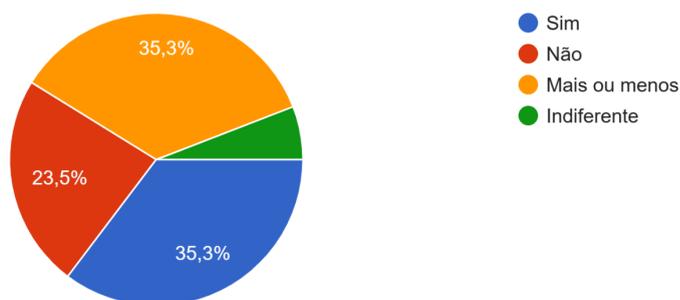


Fonte: autoria própria (2023)

Uma das possibilidades do método estudo de caso é desenvolver as habilidades dos alunos com relação à colaboração em grupo. A dinâmica da resolução do caso aqui proposto prevê a distribuição dos estudantes em grupos para eles trabalharem como uma equipe buscando informações sobre o tema a fim de construir um posicionamento sobre a utilização

dos combustíveis. A Figura 6 mostra a perspectiva inicial dos estudantes com relação ao trabalho em equipe. Percebe-se que em torno de 24% dos estudantes não gostam de desenvolver atividades em grupo. A nossa proposta visou melhorar esse índice.

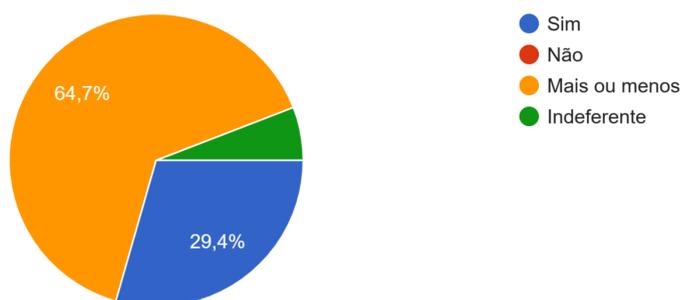
Figura 6 – Você gosta de trabalhar em equipe?



Fonte: autoria própria (2023)

A Figura 7 mostra a resposta dos alunos sobre se eles acreditam que haverá colaboração no trabalho em grupo. Um dado interessante apontou que apenas 29,4% acreditam que sim, mostrando que a maioria dos alunos não estão motivados para trabalhar em equipe. Esse resultado está em concordância com o apresentado na Figura 6.

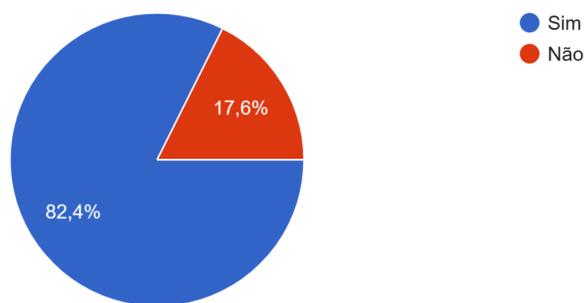
Figura 7– Acredita que haverá a participação entre os seus colegas durante o trabalho em equipe?



Fonte: autoria própria (2023)

Outra questão apresentada aos alunos foi com relação à opinião dele sobre a importância da química em sua vida. O gráfico da Figura 8 mostra que 82,4% dos alunos consideram a disciplina como importante. Certamente, essa percepção dos alunos provém das estratégias didáticas utilizadas pelo professor em sala de aula que possibilitam ao estudante enxergar o papel fundamental da química em sua vida.

Figura 8 – A química é importante para a sua vida?



Fonte: autoria própria (2023)

Também solicitamos aos alunos exemplos sobre como a química é importante para a sua vida, a fim de complementar as respostas da Figura 8. A seguir listamos alguns comentários dos estudantes que selecionamos como exemplo.

- *Na preservação da saúde;*
- *A química se envolve em vários aspectos da nossa vida, inclusive eu estudo num curso que tem como base química e biologia;*
- *Com ela podemos aprender sobre os estados, elementos, transformações e muito mais coisas do cotidiano;*
- *A base do curso que eu faço é a química;*
- *Para aprender conteúdos para o Enem;*
- *Ela é importante, pois me permite compreender melhor o mundo e a natureza, e como elas funcionam.*

Nota-se que alguns alunos reconhecem a importância da química em suas vidas devido a relação dela com o curso técnico em alimentos que os estudantes estão matriculados. Outro aluno comenta sobre a importância da disciplina no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Alguns comentaram sobre a química permitir compreender melhor o mundo à nossa volta. Com base nas respostas dos alunos, consideramos que os alunos conseguem reconhecer a importância da química para a sua vida.

O resultado obtido com o pré-questionário mostrou que é importante os professores de química buscarem maneiras de melhorar sua prática dentro da sala de aula, tornando-as mais dinâmica e menos tradicional, mesmo diante das dificuldades encontradas no meio escolar.

### 5.3 Debate sobre o posicionamento dos grupos

No último encontro os grupos puderam apresentar o seu posicionamento diante da problemática em questão. Neste momento ficou confirmado que eles conseguiram de fato compreender a situação do Sr. João e seu filho Bernardo no caso proposto. Todos os grupos apresentaram uma resolução de caso satisfatória e embasada, demonstrando um conhecimento sobre os pontos negativos e positivos sobre o uso dos combustíveis, com apenas 1 dos grupos se posicionaram a favor do uso da gasolina. Os alunos desse grupo aplicaram o conceito de rendimento energético (energia por litro) para embasar seu posicionamento, concluindo que a gasolina é mais vantajosa, uma vez que ela rende mais que o álcool, conforme mostra o comentário a seguir.

*Essa não é uma regra, mas você pode pensar que o etanol é melhor usar dentro de cidade, já que o valor mais baixo compensa melhor rendimento por litro. Entretanto, a gasolina é mais vantajosa na estrada já que o rendimento desse combustível por quilometragem é mais alto e nas estradas é possível tirar ainda mais proveito disso. De acordo com o levantamento recente feito pela empresa de logística Ticket log, mesmo com a gasolina sofrendo constantes elevações de preço neste ano, optar por ela é a melhor opção em boa parte do Brasil, com exceção temos dois estados em que o álcool é mais vantajoso: Goiás e Mato Grosso (Grupo 3).*

O Grupo 4 também conseguiu aplicar o conceito de rendimento e considerou a questão econômica como principal fator, contudo diferente do Grupo 3, os estudantes optaram pelo uso de álcool. Entretanto, vale ressaltar que os alunos compreenderam que o álcool é mais vantajoso quando o seu preço corresponde até 70% do preço da gasolina, além de outros aspectos importantes envolvidos na escolha dos dois combustíveis. O trecho a seguir demonstra a argumentação do Grupo 4 a favor do uso de etanol.

*Muitas pessoas têm dificuldade quando se refere a escolha entre etanol e gasolina, isso depende de alguns fatores, como o preço de cada combustível e o consumo do veículo, mas em geral o nosso grupo teve por sua escolha o etanol, que é mais vantajoso quando seu preço é até 70% do valor da gasolina e quando o veículo tem um bom rendimento com esse tipo de combustível (Grupo 4).*

O primeiro grupo ao apresentar o seu posicionamento defendeu o uso do etanol já que ele é obtido de fontes de energia renováveis como a cana-de-açúcar, e por ser menos poluente para o meio ambiente se compararmos com a gasolina. Assim, os estudantes desse grupo

embasaram seu posicionamento considerando como ponto crucial as questões ambientais envolvidas no processo de produção de energia. Segue abaixo o comentário do Grupo 1.

*Em conclusão, podemos dizer que o uso da gasolina e do álcool irá sempre depender da sua situação atual, e do que for mais vantajoso no momento. Entretanto, para uma escolha com bases gerais, o etanol é o mais viável em questões ambientais, econômicas e em certos aspectos de desempenho (Grupo 1).*

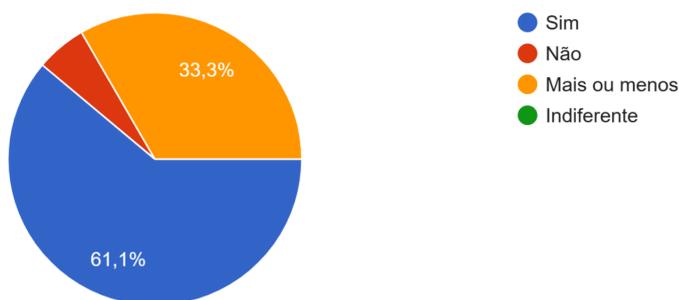
Considerando a análise dos relatórios sobre o posicionamento dos grupos, percebemos que a proposta do caso elaborada englobou uma série de conhecimentos sociocientíficos com aspectos sociais, econômicos e ambientais, se conectando com a realidade do estudante. Isso mostra que podem ser trabalhados assuntos de química que envolvem não apenas os alunos, mas também a sociedade como um todo, já que nossa proposta trata de um tema atual e cotidiano.

Para complementar todos os posicionamentos dos grupos, o professor da disciplina conduziu um momento no qual os alunos puderam falar individualmente seu ponto de vista, trazendo pontos cruciais que deveriam ser considerados na hora de abastecer os automóveis. No encerramento da discussão foi feita uma votação, na qual cada estudante se posicionaram contra ou a favor do uso da gasolina ou etanol. Obtivemos a resposta dos 18 estudantes da turma, sendo 14 a favor do uso do etanol, três a favor da gasolina e um aluno optou por abster-se. Durante este momento foi possível perceber o engajamento dos alunos na discussão, alcançando objetivos a atividade proposta com o estudo de caso.

#### **5.4 Análise do pós-Questionário**

Com relação ao pós-questionário aplicado no final do terceiro encontro, obtivemos as respostas de 18 alunos. O uso do questionário visou avaliar o método estudo de caso como estratégia didática e suas contribuições para o processo de ensino-aprendizagem. A primeira pergunta foi se os alunos gostaram de trabalhar em equipe (Fig. 6). A maioria dos alunos responderam que sim e 33,3% responderam que mais ou menos, totalizando 94,4% dos estudantes. Aqui verificamos que houve um aumento significativo da concepção dos alunos com relação ao trabalho em equipe, já que 24% dos estudantes responderam no pré-questionário que não gostam de desenvolver atividades em grupo (Fig. 7 da pág. 30). Isso mostra o potencial do método estudo de caso como estratégia didática.

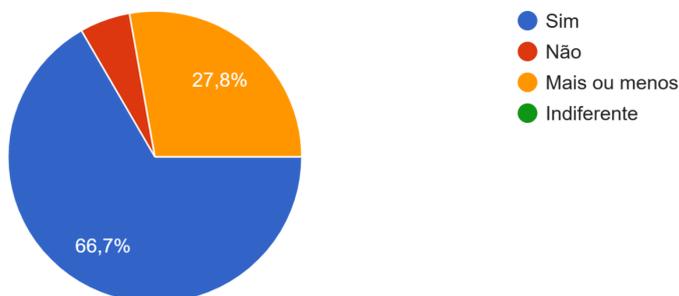
Figura 9 – Você gostou de trabalhar em equipe?



Fonte: autoria própria (2023)

Alguns alunos afirmaram que a participação do grupo para solucionar o caso proposto não foi muito positiva por conta da falta da colaboração por parte de alguns colegas, como mostra o gráfico de respostas da segunda questão sobre a colaboração no desenvolvimento do trabalho dos alunos em grupo (Fig. 10). Entretanto, vale destacar que, inicialmente, apenas 29,4% dos estudantes acreditavam que seus colegas de grupo estariam motivados para trabalhar em equipe (Fig. 7 da Pág. 31). Percebe-se na Figura 10, que 66,7% dos alunos afirmaram que houve colaboração entre seus colegas de grupo no desenvolvimento das atividades de resolução do caso, um aumento significativo. Sendo assim, consideramos que a realização de trabalho em grupo foi muito importante e satisfatória, pois ajudou os alunos a trocarem ideias e conhecimentos entre si, possibilitando uma melhor compreensão dos conteúdos, e estimulando o aluno pela busca de informações.

Figura 10 – Houve colaboração entre os colegas de grupo na resolução do caso?

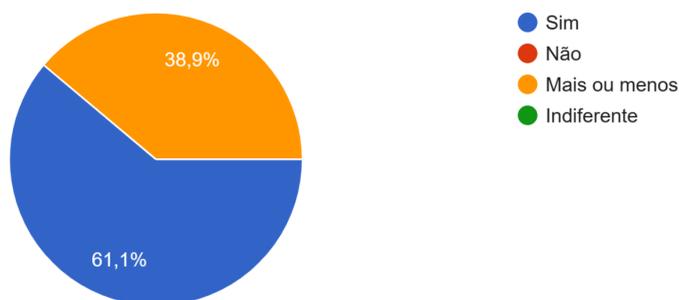


Fonte: autoria própria (2023)

As respostas sobre a concepção dos estudantes em relação a aprender química a partir da resolução de um caso é apresentada na Figura 11, mostrando que 61,1% dos alunos ficaram mais motivados para estudarem química a partir da metodologia utilizada. Ressaltamos que

despertar o interesse dos alunos pelas aulas da disciplina é um dos focos principais da estratégia de ensino aqui adotada.

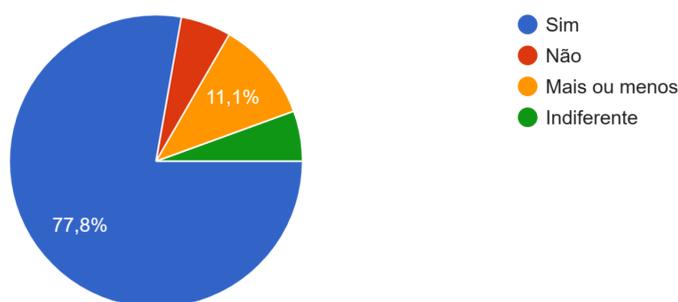
Figura 11 – Aprender o conteúdo a partir da resolução de um caso do seu dia a dia te deixou mais motivado para estudar Química?



Fonte: autoria própria (2023)

Percebe-se nos dados dados mostrados na Figura 12 que os alunos responderam positivamente à utilização do caso, se mostrando de maneira favorável para a estratégia adotada, pois 77,8% dos alunos consideram que ficou mais fácil compreender o conteúdo de química por meio da resolução do caso, contribuindo assim para a uma melhora na compreensão dos conteúdos.

Figura 12 – Ficou mais fácil de compreender o conteúdo de Química com a proposta de estudo de caso?

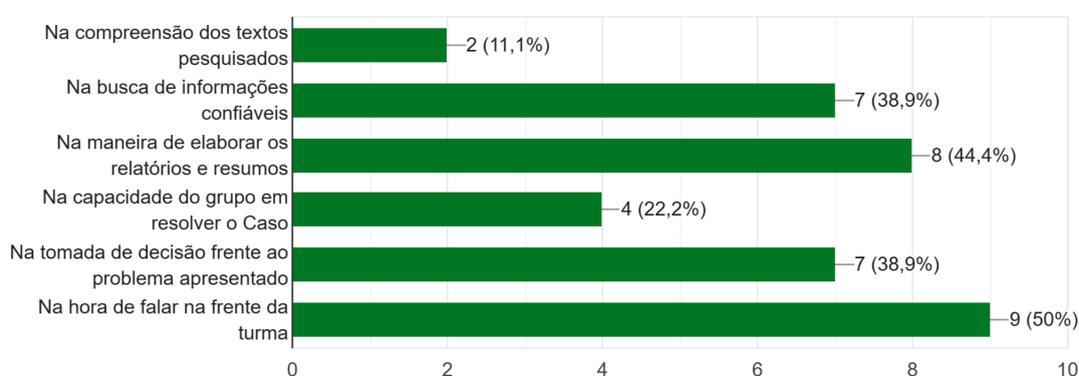


Fonte: autoria própria (2023)

As respostas dos alunos com relação às dificuldades encontradas na resolução do caso são apresentadas na Figura 13. Os dados demonstram que as maiores dificuldades enfrentadas pelos alunos foi apresentar o posicionamento do grupo na frente da turma. Cerca de 50% alegaram ter dificuldade de falar em público. Com isso, podemos inferir que o estudo de caso contribuiu de forma positiva para o desenvolvimento da habilidade de comunicação em

público por parte do estudante. Destacamos um comentário feito por um dos alunos alegando ter gostado da didática e a da forma com que a aula foi conduzida: “É uma experiência que vai nos ajudar no futuro (prática da oratória)”. Além disso, os estudantes também tiveram dificuldades na busca de fontes confiáveis para obter as informações necessárias para a resolução do problema, na maneira de elaborar resumos e relatórios, assim como, na tomada de decisão entre gasolina e álcool, mesmo sendo apontados os pontos positivos e negativos apresentados pelos grupos.

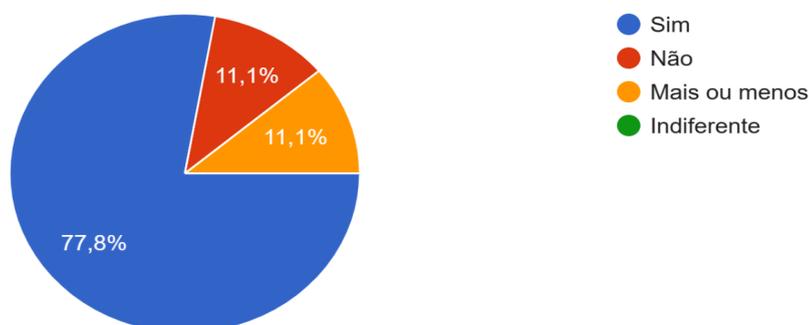
Figura 13 – Quais foram as suas dificuldades para solucionar o caso?



Fonte: autoria própria (2023)

A última pergunta foi sobre se o aluno gostaria de ter mais aulas com a estratégia de estudo de caso. Percebe-se na Figura 14 que quase 80% dos estudantes responderam sim, indicando que eles avaliaram positivamente o método adotado no presente estudo.

Figura 14 - Você gostaria de ter mais aulas com a metodologia de estudo de caso (aula com resolução de problema)?



Fonte: autoria própria (2023)

Na última pergunta, permitimos aos alunos registrarem comentários sobre o porquê da sua resposta à questão apresentada na Figura 14, a fim captarmos melhor a avaliação do estudante sobre o método e o estudo caso aplicado em sala de aula. A seguir listamos alguns dos comentários feitos pelos estudantes.

- *Porque trouxe diversas opiniões e um conhecimento maior. Todos adquiriram um bom conhecimento e formularão suas opiniões;*
- *É mais interativa;*
- *Porque eu gosto dessa didática;*
- *Tem mais colaboração de todos;*
- *Achei essa metodologia muito interessante;*

Os comentários indicam que os alunos reconheceram que o método promove mais colaboração entre os estudantes, uma habilidade crucial para a vida pessoal e profissional de um cidadão. Além disso, eles revelam achar interessante uma estratégia didática que os expõe às situações-problema de seu cotidiano, exigindo um posicionamento frente à problemática em questão.

Com base nos resultados, verificamos que o caso proposto proporcionou aos estudantes uma motivação e facilidade na compreensão dos conteúdos trabalhados em sala, nos quais eles foram instigados a estudar e aprender de maneira mais dinâmica e eficiente. Os professores e os alunos envolvidos neste tipo de metodologia ao trabalharem em conjunto são estimulados a trocarem informações e experiências, tanto entre os participantes da equipe quanto entre departamentos, ou seja, entre áreas de conhecimentos (Silva; Benite, 2020).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O caso aqui proposto se encaixou dentro de uma abordagem sociocientífica proporcionando uma discussão construtiva, pois trouxe ao aluno a possibilidade de um debate polêmico de uma pauta extremamente relevante que vem acontecendo em todo Brasil. Além disso, o caso proposto trouxe uma maneira interessante e estimulante de aprender química com 77,8% dos alunos afirmando que gostariam de ter mais aulas de química com resolução de problemas do seu cotidiano. Os alunos também revelaram que tiveram a colaboração dos colegas para resolver o caso entre eles, ou seja, a metodologia adotada estimulou ainda mais a participação dos alunos no trabalho em grupo.

A análise dos relatórios elaborados pelos grupos indicou que os alunos conseguiram aplicar o conceito de rendimento (energia por litro) para compreender a questão econômica envolvida na escolha entre álcool e gasolina referente ao fato da gasolina ter um rendimento maior do que o álcool. Além disso, os grupos ponderaram sobre aspectos energéticos que envolvem o uso desses combustíveis, como a questão das fontes renováveis, poluição ambiental e sustentabilidade. Vale ressaltar que os alunos tiveram que pesquisar os pontos positivos e negativos de cada combustível, e considerar os aspectos mais importantes para se posicionar sobre utilizar gasolina ou álcool.

Consideramos o método estudo de caso um recurso que pode colaborar bastante no melhoramento do processo de ensino-aprendizagem por meio de temas que promovam uma educação com enfoque em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), principalmente para os professores em formação, a fim de que possam vivenciar novas experiências inovadoras no Ensino de Química.

## **7 PERSPECTIVAS**

Diante da utilidade do método estudo de caso, abre-se a perspectiva de desenvolver novos casos com temas atuais abordando outros conhecimentos envolvendo as disciplinas de ciências da natureza. O estudo de caso aqui proposto pode ser aprimorado com a inclusão de outros combustíveis na situação-problema como o GNV (Gás Natural Veicular), uma alternativa que vem cada vez mais sendo utilizada pelos consumidores. Pode-se também criar uma situação-problema envolvendo a temática dos carros elétricos como alternativa aos carros tradicionais. Ainda dentro da temática de termoquímica, mas envolvendo os aspectos de produção de energia elétrica, há a possibilidade de propor um caso com ênfase na produção de energia elétrica residencial através do uso de placas fotovoltaicas. Nessa proposta, o estudante precisaria se posicionar a respeito da instalação ou não de placas solares numa residência. Realmente são inúmeras possibilidades que podem ser desenvolvidas e aplicadas em sala de aula.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, L. B. **Estudo de caso aliado à sala de aula invertida:** repensando o ensino de Química. 2022. Monografia (Licenciada em Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2022.

CAMPOS JUNIOR, G. Aumento de etanol na gasolina vai reduzir preços, diz ministro.

**PODER 360.** 2023. Disponível:

[https://www.poder360.com.br/anuncios-do-governo/aumento-de-etanol-na-gasolina-vai-reduzir-precos-diz-ministro/#:~:text=2023\)%20que%20o%20projeto%20de,%2C5%25%20para%2030%25](https://www.poder360.com.br/anuncios-do-governo/aumento-de-etanol-na-gasolina-vai-reduzir-precos-diz-ministro/#:~:text=2023)%20que%20o%20projeto%20de,%2C5%25%20para%2030%25). Acesso em: 11 nov. 2023.

ANDRÉ, M. E. D. A. **Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional.** Brasília, DF: Liber Livro, 1995.

BERNARDI, F. M.; PAZINATO, M. S. O Estudo de caso no ensino de Química: um panorama das pesquisas na área. **Revista Insignare Scientia-RIS**, Cerro Largo, v. 5, n. 2, p. 221-236, 2022.

BERNARDI, F. M. **O método estudo de caso aliado à temática fármacos no ensino de Química orgânica no nível superior.** 2022. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **OCEM: Orientações Curriculares para o Ensino Médio.** Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, v. 2, p. 135, 2006.

BRASIL, Ministério da Educação. **As novas diretrizes curriculares que mudam o ensino médio brasileiro**, Brasília, DF: MEC, 1998.

BRITO, R. J. **Ensino de Química em contextualização:** uma proposta de aula sobre tabela periódica para os estudantes do ensino médio do IFPI campus-Cocal. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Piauí, 2022.

CLIFF, W. H.; CURTIN, L. N. The directed case method. **Journal of College Science Teaching**, Washington, 30, n. 1, p. 64, 2000.

CONANT, J. B. **The Growth of the Experimental Sciences:** an experimental in general education. New Haven: Yale Univ. Press, 1949.

CORNELY, K. Journal articles as case studies. **Journal of College Science Teaching**, Washington, v. 29, n. 2, p. 114, 1999.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências:** fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

FERNANDES, M. S. **O método de estudos como estratégia na formação do perfil profissional de estudante de um curso técnico em Química**. 2019. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) - Universidade Federal de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2019.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. **Investigações em ensino de Ciências**, [S. l.], v. 22, n. 1, 2017.

FERREIRA, E. A. **Reflexões sobre uso de Webquest como recurso didático para abordagem do tema poluição atmosférica**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

FERRI, M. J.; SAGGIN, R. **Aplicação de metodologias alternativas visando o melhoramento no ensino da Química**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FREITAS, A. P. **Resolução de problemas no ensino de Química: reflexões sobre a divulgação científica e a formação continuada de professores**. 2022. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022.

FREITAS, J. A. P. **Estudo sobre metodologias tradicional e ativas no ensino superior: conceitos, problematizações e desafios**. 2023. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2023.

GALLEGOS, P. *et al.* Understanding the use of case studies in chemical education research. **Chemistry Education Research and Practice**, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 1017-1030, 2018.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química nova na escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HERREID, C. F. What makes a good case. **Journal of college science teaching**, Washington, v. 27, n. 3, 1997.

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

HERREID, C. F. Can case studies be used to teach critical thinking? **Journal of College Science Teaching**, Washington, v. 33, n. 6, p. 12-14, 2004.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em perspectiva**, São Paulo, v. 14, p. 85-93, 2000.

KRASILCHIK, K. K. **Journal of College Science Teaching**, Washington, v. 33, p. 12, 2004.

LEITE, L.; ESTEVES, E. Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na licenciatura em ensino de Física e Química. *In: SILVA, B.; ALMEIDA, L. (ed.). CONGRESSO GALÁICO-PORTUGUÊS DE PSICOPEDAGOGIA*, 8., 2005, Braga, Portugal. **Actas do [...]**. Braga: Universidade do Minho, 2005. 1 CD-ROM, p. 1-17.

LIMA, V. M. R.; SOUZA, K. S. Estratégias para o ensino remoto de Química: uma revisão sistemática da literatura. **Investigação, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 11, n. 9, p. 1-14, 2022.

MARTINS, E. R. *et al.* Tecnologias móveis em contexto educativo: uma revisão sistemática da literatura. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, 2018.

MELLO, H. Preço médio dos combustíveis cresce mais de 36% em Pernambuco de janeiro/21 a abril/22. **Observatório SENAI - Observatório SENAI**. 2022. Disponível em: <https://observatorio.sistemafiepe.org.br/preco-medio-dos-combustiveis-cresce-mais-de-36-em-pernambuco-de-janeiro-21-a-abril-22/>. Acesso em: 18 nov. 2023.

MELO, N. C *et al.* Conservação do solo: um estudo de caso sobre o processo de ensino e aprendizagem no campus agrícola do Instituto Federal do Amapá. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 6, p. 1-9, 2021.

MÓL, G.; SANTOS, W. **Química cidadã**. 2. ed. São Paulo: Editora AJS, 2013.

MORETTI, C. H. M. **Identificação de aspectos lúdicos na aplicação de estudos de casos no ensino de Química**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2022.

MORTIMER, E. F. MACHADO, A. H. **Projeto VOAZ Química**. 1.ed. - São Paulo: Scipione, 2013.

NASCIMENTO, F. D. F. *et al.* Determinação do teor de etanol na gasolina comercializada em postos de combustíveis do município de Picos-PI. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, São José dos Pinhais, v. 4, n. 4, p. 5669-5678, 2021.

NEVES, José Luis. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.

OLIVEIRA, J. A.; SOUZA, M. C. P.; QUEIROZ, S. L. The use of case studies in teaching analytical Chemistry in a brazilian undergraduate course. **Journal of Chemical Education**, [S. l.], v. 97, n. 3, p. 753-758. 2020.

OLIVEIRA, J. M. S. **Uma proposta de estudo de caso no ensino de Química: uso de repelente no combate aos mosquitos**. 2017. Monografia (Licenciatura em Química) - IFPE - campus Barreiros, Barreiros, 2017.

PERNAMBUCO. Assembleia Legislativa de Pernambuco. **Lei nº 14.838 de 2012**. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=1&numero=14838&complemento=0&ano=2012&tipo=&url=>. Acesso em: 11 nov. 2023.

PERNAMBUCO. Assembleia Legislativa de Pernambuco. **Lei nº 16.559 de 2019**. Institui o Código Estadual de Defesa do Consumidor de Pernambuco. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=1&numero=16559&complemento=0&ano=2019&tipo=&url=>. Acesso em: 11 nov. 2023.

PERNAMBUCO. Assembleia Legislativa de Pernambuco. **Lei nº 16.843 de 2020**. Institui o Código Estadual de Defesa do Consumidor de Pernambuco. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=1&numero=16843&complemento=0&ano=2020&tipo=&url=>. Acesso em: 11 nov. 2023.

RIBEIRO, L. D. **Educação em Engenharia**: investigando a presença de estratégias de aprendizagem ativa na formação de engenheiros químicos. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2022.

SILVA, N. A. N.; BENITE, C. R. M. Formação continuada de professores em uma perspectiva crítico-reflexiva: delineamentos sobre a produção de um módulo didático para o ensino de Química. **REPPE-Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, Cornélio Procópio, v. 4, n. 1, p. 206-227, 2020.

SILVA, G. L. **O plástico que virou comida**: uma sequência didática utilizando estudo de caso para o ensino de Química. 2023. Monografia (Licenciado em Química) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2023.

SÁ, L. P. **A argumentação no ensino superior de Química**: investigando uma atividade fundamentada em estudos de casos. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

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

SAMPAIO, A. A. M.; BERNARDO, D. L.; AMARAL, E. M. R. Análise de uma estratégia de estudo de caso vivenciada por Licenciandos de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 173–180, 2016.

SAMPAIO, F. K. A. L. **Sala de aula invertida no ensino de Química aplicada de forma remota**: aspectos socioeconômicos, socioemocionais e ganho de Hake. 2022. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

SAMPAIO, M. S. **Uso de experimentação como instrumento contextualizador entre saberes empíricos e conteúdos de Química**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Piauí, Cocal, 2022.

SANTOS, E. D. **O ensino da astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental**: implicações no processo de ensino e aprendizagem. 2022. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2022.

SCAFI, S. H. F. Contextualização do ensino de Química em uma escola militar. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 176-183, 2010.

SELBACH, Á. L. *et al.* **O método de estudos de caso na promoção da argumentação no ensino superior de Química**: uma revisão bibliográfica. **Quím. nova esc.**, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 38-50, 2021.

SILVA, O. B.; QUEIROZ, S. L. **Estudos de caso com enfoque sócio-científico**: aplicação no ensino médio de Química. *In*: SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS, 2., 2010, Brasília, DF.

SILVA, J. P. S. Álcool ou gasolina: qual escolher? Quais os prós e contras?c. **REVIEW AUTO**, Americana, 2023. Disponível em: <https://reviewauto.com.br/alcool-ou-gasolina/>. Acesso em: 18 nov. 2023.

SOUZA, D. S. L. **Aprendizagem maker musical**: futucando intersecções entre o fazer/aprender/compartilhar musical e as tecnologias digitais interativas. 2022. Dissertação (Mestre em Música) - Universidade estadual paulista, São Paulo, 2022.

TAVANO, L. H. **A utilização de filmes comerciais na e para a formação inicial de professores de Física**: um estudo de caso a partir do filme Radioactive (2019). 2023. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista, Paulista, 2023.

TÄRNVIN, A. **Journal of College Science Teaching**, Washington, v. 32, p. 94, 2002.

## ANEXO 1 – Pré-questionário

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Prezado Aluno(a):

Queremos convidá-lo(a) a responder este questionário que tem a finalidade de levantar dados para a pesquisa intitulada *uma proposta de estudo de caso no Ensino de Química: usar gasolina ou etanol (álcool)?*. O presente estudo é o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da aluna da Licenciatura em Química do IFPE Campus Barreiros, Luana Barbosa da Silva, proposto em conjunto com seu orientador, Prof. Dr. Douglas Lopes Bernardo, e seu coorientador, Prof. Me. Ricardo da Silva Farias, ambos do IFPE Campus Barreiros.

**A PARTICIPAÇÃO É VOLUNTÁRIA E O SIGILO ABSOLUTO:** A escola, os professores e os alunos terão suas identidades preservadas, apenas os envolvidos na pesquisa terão acesso aos questionários coletados e somente os resultados de suas análises serão utilizados na elaboração do TCC da discente Luana. Qualquer informação adicional ou esclarecimentos acerca da pesquisa poderão ser obtidos com os contatos abaixo:

**Discente (Luana):**

E-mail: lbs5@discente.ifpe.edu.br

Celular (WhatsApp): +55 81 983654522

**Docente orientador (Prof. Douglas):**

E-mail: douglas.bernardo@barreiros.ifpe.edu.br

Celular (WhatsApp): +55 81 988249895

**Docente co orientador (Prof. Ricardo):**

E-mail: ricardo.farias@barreiros.ifpe.edu.br

Celular (WhatsApp): +55 81 999406442

Desde já agradecemos a sua colaboração.

---

Você concorda com os pontos apresentados no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e aceita participar deste questionário e da pesquisa?

Sim       Não

Nome (Opcional)

---

Você concorda com os pontos apresentados no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e aceita participar deste questionário e da pesquisa?

Sim       Não

Nome (Opcional):

---

1 - Você gosta das aulas de Química?

Sim       Não       Mais ou menos       Indiferente

2 - Com relação às aulas de Química, elas são:

Muito interessantes       Mais ou menos interessantes       Pouco interessantes       Indiferente

3 - O que você acha de estudar química por meio da resolução de problemas do seu cotidiano? (COISAS DO DIA A DIA)

Fico mais interessado       Fico menos interessado       Tanto faz

4 - Você gosta de trabalhar em equipe?

Sim       Não       Mais ou menos       Indiferente

5 - Acredita que haverá a participação entre os seus colegas durante o trabalho em equipe?

Sim       Não       Mais ou menos       Indiferente

6 - A química é importante para a sua vida?

Sim       Não

7- Dê exemplos de como a Química é importante para a sua vida.

---

---

**ANEXO 2 – Pós-questionário**

1 - Você gostou de trabalhar em equipe?

Sim       Não       Mais ou menos       Indiferente

2 - Houve colaboração entre os seus colegas?

Sim       Não       Mais ou menos       Indiferente

3 - Aprender o conteúdo a partir da resolução de um caso do seu dia a dia te deixou mais motivado para estudar Química?

Sim       Não       Mais ou menos       Indiferente

4- Ficou mais fácil de compreender o conteúdo de Química com a proposta de estudo de caso?

Sim       Não       Mais ou menos       Indiferente

5 - Quais foram as suas dificuldades para solucionar o caso? Você pode marcar mais de uma opção.

Na compreensão dos textos pesquisados

Na busca de informações confiáveis

Na maneira de elaborar os relatórios e resumos

Na capacidade do grupo em resolver o Caso

Na tomada de decisão frente ao problema apresentado

Na hora de falar na frente da turma

6 - Você gostaria de ter mais aulas com a metodologia de estudo de caso (aula com resolução de problema)?

Sim       Não       Mais ou menos       Indiferente

Porquê?

---

---

---