Investigando a Síntese de Etanol por meio da Fermentação Alcoólica da *Cana-de-Açúcar*

Investigating Ethanol Synthesis through Alcoholic Fermentation of Sugarcane

Gilberto Bezerra da Silva
Discente do C10 | *gilbertobezerra1507@gmail.com

Carla Valéria Ferreira Tavares
Orientadora do C10| carlafisica83@gmail.com

RESUMO: O processo de ensino e aprendizagem vai além da mera transmissão e memorização de conteúdo. Esta pesquisa destaca a importância do ensino de ciências por meio do método investigativo, que estimula a construção significativa do conhecimento. Foram explorados conceitos de Química Orgânica e os processos envolvidos na fermentação alcoólica para a produção do biocombustível etanol. O objetivo principal foi avaliar como a vivência dos estudantes, a formulação de situações-problema e a experimentação prática podem enriquecer o ensino de ciências de maneira investigativa. Os resultados das intervenções realizadas demonstraram que os alunos não apenas construíram conhecimentos sólidos sobre os temas abordados, mas também conseguiram associá-los ao cotidiano, evidenciando que o ensino de ciências pelo método investigativo contribui de forma significativa para um aprendizado mais relevante e conectado à realidade dos estudantes.

Palavras-chave: Ensino de ciências; método investigativo; síntese de etanol.

ABSTRACT: The teaching and learning process goes beyond the mere transmission and memorization of content. This research highlights the importance of teaching science through the investigative method, which encourages the meaningful construction of knowledge. Concepts of Organic Chemistry and the processes involved in alcoholic fermentation for the production of ethanol biofuel were explored. The main objective was to evaluate how students' experiences, the formulation of problem situations and practical experimentation can enrich science teaching in an investigative manner. The results of the interventions carried out demonstrated that students not only built solid knowledge on the topics covered, but were also able to associate them with everyday life, showing that teaching science through the investigative method contributes significantly to more relevant learning that is connected to students' reality.
Keymords: Science teaching, investigative method, ethanol synthesis.

1. INTRODUÇÃO

1.1 O ensino de ciências

Ser professor de ciências é uma tarefa que exige muita responsabilidade e, ao mesmo tempo, coloca o profissional em educação em um lugar de privilégio. O docente dessa área tem a capacidade de aproveitar as curiosidades dos alunos para construir conhecimentos científicos relacionados à natureza (FURMAN, 2009).

Nesse contexto, o curso de especialização em ensino de ciências “Ciência é 10” (C10!) desempenha um papel fundamental, auxiliando o professor na missão de contribuir para uma

educação de qualidade, especialmente nos anos finais do Ensino Fundamental II, onde é essencial que o discente continue a perguntar, interagir, influenciar e ser influenciado por fatos que envolvem o meio natural (AVA/UEMA, 2023).

Para isso, o curso oferece atividades que incentivam o professor a estar em formação continuada, estudando e pesquisando metodologias investigativas aplicadas ao processo de ensino e aprendizagem. Essas metodologias são baseadas em teorias, práticas e experiências dos estudantes. Os recursos instrumentais utilizados incluem: textos que apresentam conceitos; simulações e vídeos com ilustrações animadas; experimentos que relacionam a conceituação; aulas de campo que aproximam o aluno da realidade, além do que é ensinado nos livros. Em síntese, o C10 ajuda os professores a superar desafios em sua prática docente, contribuindo para que os discentes aprendam ciências de forma dinâmica e construtiva, motivados pelo interesse questionador (AVA/UEMA, 2023).

O processo de ensino e aprendizagem vai muito além do que somos acostumados a vivenciar na maioria das vezes nas escolas, com carteiras enfileiradas, quadro branco, livros, anotações, resoluções de exercícios, normas a serem seguidas e reclamações. Há muito mais do que ensinar e aprender perante esse espaço de tempo em sala de aula, em que aluno faz anotações do que o professor apresenta, tira dúvidas e memoriza um determinado conteúdo para fazer um exame (SASSERON, 2018).

A introdução à Química Orgânica, com destaque para a reação orgânica de fermentação alcoólica, que se enquadra dentro do currículo de Ciências da Natureza e para otimizar conceitos relevantes no Ensino de Ciências. Assim, o conteúdo apresentado no currículo de Pernambuco requer metodologias que permitam ao estudante compreender as fórmulas dos compostos, as reações químicas de produção e as propriedades das substâncias, sempre relacionadas às questões sociais e ambientais que eles já vivenciam.

Assim, questionou-se como a problematização da pesquisa: os conceitos sobre Química Orgânica e as atividades de Síntese do Etanol como atividades investigativas contribuem para a construção do conhecimento científico no Ensino de Ciências?

Na busca de responder o problema da pesquisa, tivemos como objetivo central, verificar como a aplicação das etapas de intervenção investigativa, viabilizaram o Ensino de Ciências utilizando os conceitos da Química Orgânica e a síntese do Etanol na cana-de-açúcar.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Pesquisas voltadas para metodologias de ensino que promovam o desenvolvimento da criticidade dos estudantes no ensino de ciências, com ênfase no método investigativo, têm sido realizadas desde anos anteriores (SEDANO; CARVALHO, 2017). Nesse contexto, apresentamos, a seguir, referenciais que destacam e defendem a adoção do ensino de ciências por meio do método investigativo. Além disso, evidenciamos o processo reacional envolvido na produção de etanol, enfatizando a reação química da fermentação alcoólica da sacarose.

2.1 Ensino e aprendizagem pelo método investigativo

O desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem requerem estratégias didáticas bem planejadas, como a contextualização, que conecta os conteúdos escolares à realidade dentro e fora da escola (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013 apud BRASIL, 1999). Segundo Ricardo (2010), o ensino contextualizado resulta das escolhas didáticas do professor, combinando conteúdos e metodologias com um projeto claro. Segundo o mesmo autor, a problematização é essencial para contextualizar os temas, pois envolve criar situações-problema que dão significado ao aprendizado para os estudantes.

O método de ensino por investigação não foi desenvolvido no Brasil. Embora pareça uma metodologia recente, essa estratégia de ensino surgiu no século XIX, nos Estados Unidos, com o objetivo de tornar o aprendizado mais significativo. Ela estimula o estudante a ser ativo no processo de aprendizado, promovendo um ensino centrado na vida e que associa teoria e prática (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Muitos profissionais da educação enfrentam dificuldade em diferenciar práticas experimentais de experiências investigativas, para Zômpero e Laburú (2011) é comum o professor levar um experimento à sala de aula, apresentá-lo juntamente com a teoria para facilitar a compreensão dos estudantes sobre determinado conteúdo, e, ao final da aula, considerar que realizou uma atividade investigativa. No entanto, segundo os autores, esse tipo de abordagem, embora possa despertar o interesse momentâneo dos estudantes, não caracteriza uma verdadeira investigação. Isso ocorre porque não promove um ambiente em que o estudante seja incentivado a se questionar e a buscar soluções para problemas.

As afirmações dos autores indicam uma antiga preocupação com métodos de ensino que incentivem a participação ativa dos estudantes. Segundo Sasseron (2015), o ensino investigativo acontece quando o professor media o conteúdo, conectando-o ao cotidiano dos alunos e aos seus conhecimentos prévios, para que busquem respostas à situações-problema. Esse método promove a interação entre colegas e o uso de recursos didáticos, além de incentivar

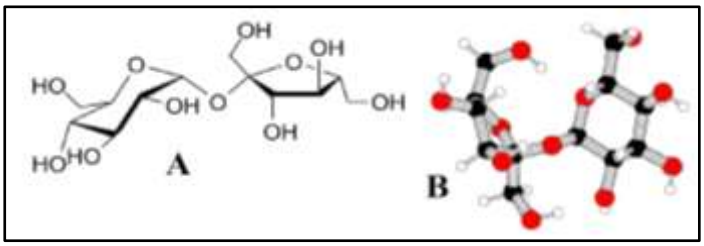
os alunos a expandirem o aprendizado para além da sala de aula e resgatarem conteúdos anteriores (SASSERON, 2018 apud CARVALHO, 2013; FERRAZ & SASSERON, 2017; MACHADO & SASSERON, 2012; SASSERON & CARVALHO, 2008).

2.2 Síntese do etanol a partir da fermentação alcoólica da sacarose presente na cana-de-açúcar

A Química Orgânica é o ramo da química que estuda as substâncias baseadas em carbono, estando intimamente ligada à nossa vida cotidiana e aos fenômenos naturais. Esta área é essencial para a manutenção de processos vitais, mas também pode estar associada a problemas ambientais, como a poluição atmosférica decorrente do uso indiscriminado de compostos orgânicos (SOLOMONS; FRYHLE, 2002).

O etanol é um composto orgânico que, como biocombustível, atua como um "aliado" na redução dos impactos ambientais, especialmente por diminuir a emissão de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera. Esse biocombustível é obtido por meio da fermentação alcoólica da sacarose, com a cana-de-açúcar sendo sua principal fonte. A fermentação alcoólica é um processo anaeróbico que transforma açúcares em etanol (C_2H_6O) e dióxido de carbono (CO_2), catalisado por enzimas (GÓES-FAVONI, 2018).

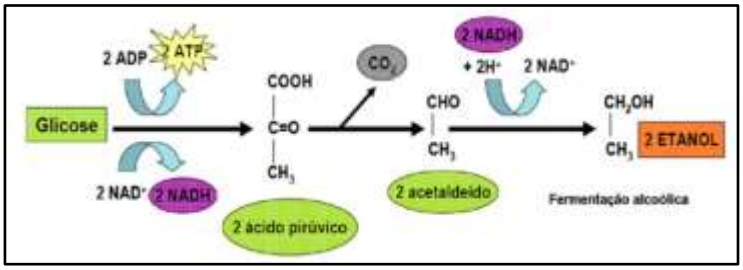
Figura 1 - Estrutura molecular da sacarose (A). Estrutura espacial tridimensional (B).



Fonte: (LIMA, 2012)

A glicose, obtida pela hidrólise da sacarose, passa pela via glicolítica, um processo que transforma compostos orgânicos em piruvato (ácido pirúvico). Esse ácido, então, sofre descarboxilação catalisada pela enzima piruvato descarboxilase, resultando na formação de acetaldeído e liberação de gás carbônico. Em seguida, o acetaldeído é convertido em etanol pela ação da enzima álcool desidrogenase (ADH) (GALASSI, 2007, Apud CRUZ, 2015).

Figura 2 - Fluxograma simplificado da conversão de glicose em etanol.



Fonte: (GALASSI, 2007, Apud CRUZ, 2015)

Como se pode observar, o etanol é um biocombustível obtido por meio de um processo reacional realizado em várias etapas, tendo o açúcar como matéria-prima principal.

3. METODOLOGIA

A pesquisa visa descrever um relato de experiência sobre atividades voltadas para o processo de aprendizagem de Ciências pelo método investigativo. A mesma se caracteriza pela análise qualitativa que foca na interpretação de resultados de elementos metodológicos que segundo Sparkes e Smith (2014, Apud, Resende, 2016, p.51) "a pesquisa pelo método qualitativo é uma forma de questionamento social, que foca a forma sob a qual as pessoas interpretam e dão sentido às suas experiências no mundo em que vivem".

O campo de pesquisa se deu em uma escola privada no município de Carpina, Pernambuco-PE, com uma turma de 18 alunos do 9º ano dos Anos Finais do Ensino Fundamental II.

O instrumento de coleta de dados desta pesquisa foi o estudo de caso, fundamentado em Yin (2010, p. 39, Apud, Menezes et al., 2017, p. 27), que define esse método como uma investigação que explora um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes. Para esta pesquisa, os dados foram obtidos pela problematização do conteúdo gerada pelo relato de experiência, complementado por diversos recursos, como textos chaves, imagens ilustrativas, experimentações e a exploração das experiências de vida dos estudantes, a fim de buscar respostas fundamentadas e construir conhecimento.

A primeira etapa ocorreu com a aplicação de um questionário prévio com 10 perguntas com o objetivo de explorar os conhecimentos que os estudantes já possuíam sobre a temática abordada. Na segunda etapa, abordamos a problematização com o conteúdo de Química Orgânica, explorando os processos de obtenção de etanol por meio da reação de fermentação alcoólica. Os estudantes realizaram leituras sobre o tema e refletiram sobre sua aplicação em situações do cotidiano. A terceira etapa foi dedicada às experimentações, oferecendo aos estudantes a oportunidade de atuar de forma ativa. Nesse momento, eles puderam investigar o que ocorre no processo de fermentação alcoólica com diferentes vegetais, como caldo de cana-de-açúcar, extrato de beterraba, cenoura e suco de laranja. Na quarta e última etapa, reaplicamos o questionário, com o objetivo de comparar as perguntas e assim ser analisado a contribuições

das intervenções investigativas. O quadro a seguir, apresenta a síntese das etapas desenvolvidas durante a aplicação das atividades de pesquisa.

Quadro 1: Percurso metodológico das atividades investigativas.

PERCURSO DAS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS		
Etapas	**Métodos**	**Objetivos**
I	(Questionário Prévio)	Explorar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema da pesquisa.
II	(Problematização)	Incentivar a curiosidade dos estudantes, promovendo um ambiente investigativo.
III	(Experimentação)	Permitir que os estudantes testem hipóteses do conteúdo abordado.
IV	(Questionário Pós-Revisão)	Comparar a compreensão dos estudantes antes e o domínio após as etapas 2 e 3.

Fonte: Silva, (2024)

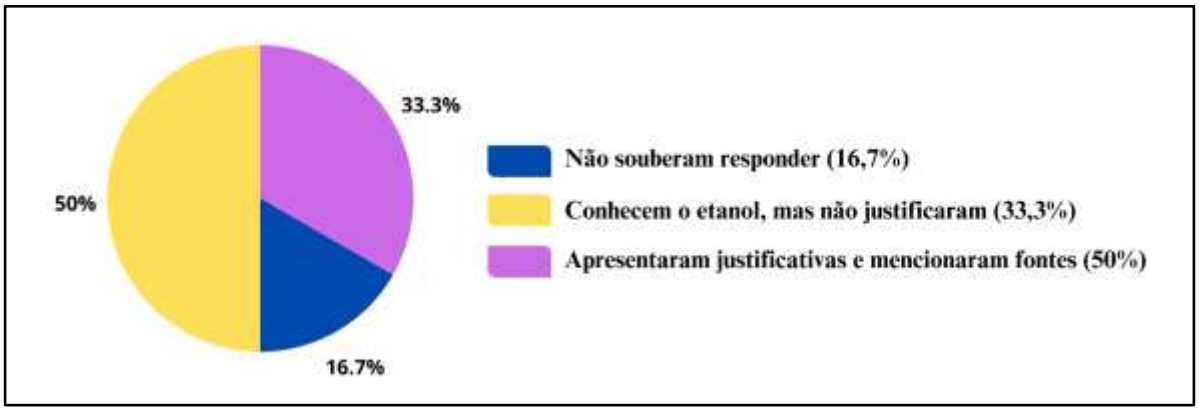
4. ANÁLISE E RESULTADOS

ETAPA 1. QUESTIONÁRIO PRÉVIO

O questionário prévio foi desenvolvido com o objetivo de investigar o conhecimento dos estudantes sobre conceitos fundamentais de química orgânica, em especial sobre a síntese do etanol e suas aplicações no contexto social. De acordo com Gunther, (2003, p. 2), referenciando Yaremko, Harari, Harrison e Lynn (1986, p. 186), um questionário é “um conjunto de perguntas sobre um determinado tópico que não testa a habilidade do respondente, mas mede sua opinião, seus interesses, aspectos de personalidade e informações biográficas.”

Nesta etapa, participaram 18 estudantes, que compartilharam seus saberes prévios sobre o tema, especialmente aqueles adquiridos "fora da escola". O questionário abordou a temática de forma ampla com questões como: “Você já ouviu falar sobre o etanol e sua utilização como combustível?”, “Sabe de onde o Etanol é obtido?, “Você sabe que o Etanol pode ser considerado uma fonte de energia renovável?”. Os estudantes foram convidados a justificarem suas respostas, com o intuito de estimular uma reflexão mais aprofundada sobre o conteúdo.

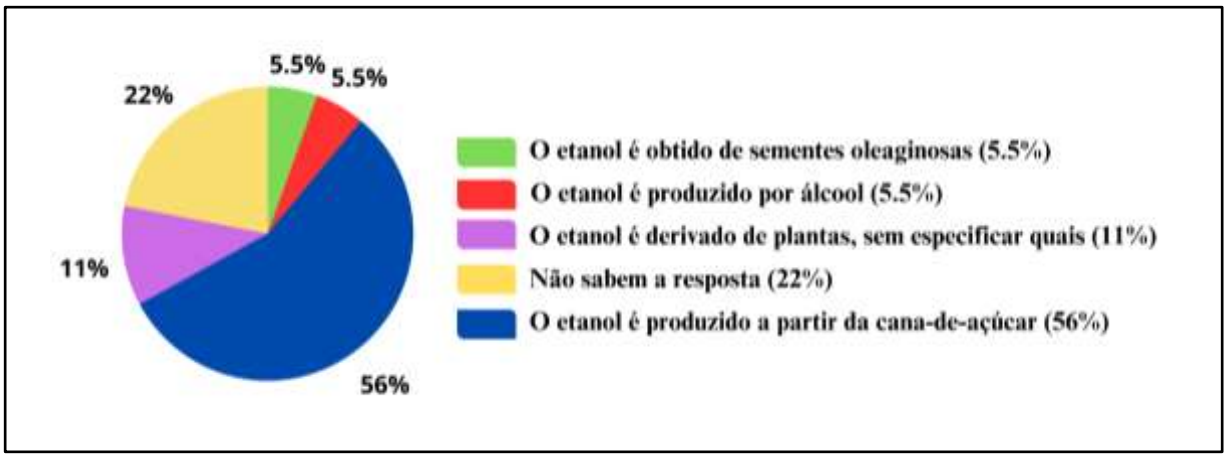
Gráfico 1 - Estatística dos entrevistados quanto ao conhecimento do etanol e sua aplicabilidade como combustível.



Fonte: Silva (2024).

As respostas foram variadas: 16,7% dos estudantes, em torno de 3 não souberam responder às questões; já 6 estudantes ou seja 33,3% indicaram conhecer o etanol e sua aplicação como combustível, porém esses estudantes não justificaram suas respostas; e 50% com um total de 9 estudantes apresentaram justificativas, mencionando as fontes de seu conhecimento sobre o Etanol. Na segunda pergunta do questionário, buscou-se investigar o conhecimento dos estudantes participantes sobre o processo de obtenção do Etanol.

Gráfico 2 - estatística dos entrevistados quanto ao conhecimento da matéria prima de obtenção de Etanol.

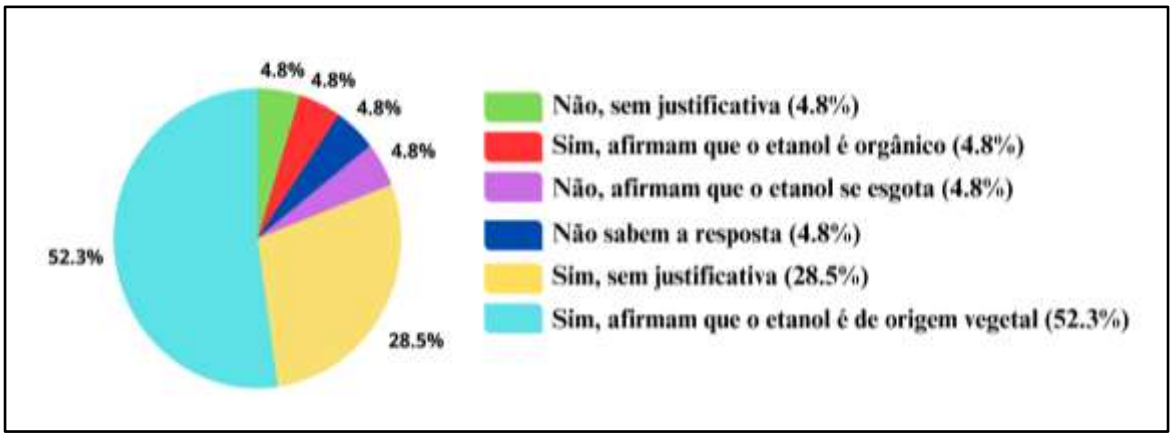


Fonte: Silva (2024).

Os resultados revelaram diferentes percepções entre os respondentes: 5,5% dos estudantes (1 estudante) indicaram que o etanol é obtido de sementes oleaginosas; outros 5,5% (1 estudante) acreditaram que o etanol é produzido a partir de álcool; 11% dos estudantes (2 estudantes) afirmaram que o etanol é derivado de plantas, sem especificar quais; 22% (4 estudantes) admitiram não saber a resposta; e 56% dos estudantes (10 estudantes) responderam corretamente, afirmando que o etanol é produzido a partir da cana-de-açúcar.

Já na terceira pergunta do questionário investigamos se os estudantes reconheciam o Etanol como um biocombustível, solicitando também uma justificativa para suas respostas, de forma a estimular a reflexão dos participantes sobre o tema de acordo com o (**Gráfico 3**).

Gráfico 3 - Estatística dos entrevistados quanto ao reconhecimento que o etanol é biocombustível.



Fonte: Silva (2024).

A análise das respostas revelou a seguinte distribuição: 5,5% (1 estudante) dos entrevistados responderam afirmativamente, justificando que o Etanol é biocombustível por ser um composto orgânico; outros 5,5% (aproximadamente 1 estudante) indicaram não saber responder; mais 5,5% (aproximadamente 1 estudante) afirmaram que o etanol não é um biocombustível, por considerarem que ele se esgota; 5,5% (aproximadamente 1 estudante) afirmaram que o etanol não é um biocombustível, porém não apresentaram justificativa.

Além disso, 28% (5 estudantes) dos estudantes reconheceram o Etanol como biocombustível, mas não forneceram justificativas, enquanto a maioria, 50% (cerca de 9 estudantes) afirmaram corretamente que o etanol é um biocombustível, justificando tal resposta com base em sua origem vegetal. A distribuição percentual das respostas está ilustrada no gráfico acima, destacando o nível de conhecimento e compreensão dos estudantes sobre o tema.

Com base nestes resultados da primeira etapa da pesquisa, procedeu-se à problematização do conteúdo, constituindo a segunda fase do estudo. Tendo como objetivo aprofundar a compreensão dos estudantes sobre o tema, direcionando o enfoque para aspectos conceituais e práticos relacionados à produção e às aplicações do Etanol, bem como suas implicações ambientais e sociais.

ETAPA 2. PROBLEMATIZAÇÃO

Na segunda etapa da pesquisa, foram elaboradas atividades direcionadas ao fomento do pensamento crítico dos participantes, incentivando-os a refletir sobre a relevância do etanol como biocombustível. Esse processo de problematização, de acordo com Carvalho (2018, p. 8), “dá condições para os alunos relacionarem o que aprenderam com o mundo em que vivem”, proporcionando uma conexão entre o conteúdo em discussão e a realidade social e ambiental dos estudantes.

Os estudantes foram divididos em quatro grupos, com aproximadamente cinco participantes cada, e receberam materiais de apoio, incluindo textos norteadores dos tipos de biocombustíveis. O objetivo foi ampliar o conhecimento dos estudantes, permitindo que conectassem novas informações com conhecimentos prévios, além de instigar a criação e a reformulação de ideias. A problematização do tema foi realizada por meio de questionamentos sobre o conhecimento popular relacionado à temática, com o objetivo de permitir que os estudantes associassem essas ideias aos textos apresentados ou as comparassem com os saberes dos próprios colegas, estimulando, assim, a formulação de hipóteses, ver (**Figura 3**).

Figura 3 - Momento de problematização da produção e aplicação do biocombustível Etanol.

Fonte: Silva, (2024).

Após a leitura dos textos, os estudantes foram orientados em discussões sobre as vantagens e desvantagens do uso do Etanol em comparação a outros combustíveis, como a gasolina. Também foram debatidos temas como a escolha da cana-de-açúcar como principal matéria-prima para a produção do etanol e os impactos ambientais decorrentes. Ao longo dessas discussões, os estudantes foram incentivados a levantar hipóteses e a verificar sua viabilidade com base nos materiais lidos, promovendo um desenvolvimento do “espírito investigativo” e da autonomia para buscar novos conhecimentos e sustentar suas opiniões fundamentadas.

Já a segunda etapa foi ajustada para melhor se adequar à realidade da turma, buscando aumentar o engajamento e a profundidade das discussões. Essa adaptação permitiu fortalecer o

processo de construção do conhecimento sobre o etanol, promovendo um aprendizado significativo, momento vivenciado de acordo com (**Figura 4**).

Figura 4 - Aprofundamento das discussões.

Fonte: Silva (2024).

Observou-se que o método de ensino com caráter investigativo permitiu aos estudantes atribuir maior relevância ao que estava sendo estudado. A interação entre os grupos, o posicionamento crítico, a argumentação embasada em fatos e a associação dos temas discutidos com eventos cotidianos foram essenciais para o desenvolvimento da pesquisa.

ETAPA 3 - HORA DE EXPERIMENTAR -

Após a introdução do tema, foi desenvolvida uma aula experimental utilizando materiais de baixo custo, permitindo aos estudantes observar, na prática, o processo de fermentação da sacarose presente em quatro tipos de extratos vegetais: cana-de-açúcar, beterraba, cenoura e laranja. Com a adição de leveduras (fermento biológico), a reação foi realizada em garrafas plásticas, onde, no lugar da tampa, colocou-se uma bexiga de festa para facilitar a observação dos fenômenos químicos envolvidos, como ilustrado na (**Figura 5**).

Figura 5 - Materiais usados na aula de prática experimental.

Fonte: Silva (2024).

A prática experimental foi realizada de forma ativa, com os alunos divididos em quatro grupos, os mesmos formados na etapa de problematização, para a execução das atividades. O professor de química forneceu a cada grupo um roteiro com os procedimentos a serem seguidos.

Antes de iniciar o experimento, ele propôs algumas perguntas para estimular a reflexão dos alunos durante e após a análise dos resultados, como: "Por que é importante utilizar extratos de diferentes vegetais?", "Qual é o papel do fermento biológico neste experimento?" e "Por que a cana-de-açúcar é a principal matéria-prima para a produção de etanol?". Como ilustrado na (**Figura 6**), esse momento de aula.

Figura 6 - Mediação da aula experimental com a turma.

Fonte: Silva (2024).

Seguindo as orientações do professor e o roteiro fornecido, os alunos realizaram a prática experimental. Cada grupo transferiu os extratos para garrafas plásticas, preenchendo apenas metade do volume de cada uma. Em seguida, adicionaram aproximadamente 10g de fermento biológico e fecharam as garrafas com bexigas de festa. Após 30 minutos, foi possível observar a reação química ocorrendo no interior das garrafas, em que podemos observar na (**Figura 7**) a seguir.

Figura 7 - Momento de atuação prática dos estudantes.

Fonte: Silva (2024).

Na etapa final da aula prática, os estudantes puderam observar e levantar hipóteses sobre os fenômenos químicos envolvidos na fermentação alcoólica da sacarose. Durante essa análise, os alunos compreenderam que o uso de diferentes tipos de extratos vegetais permitiu observar variações nos níveis de fermentação. Notaram que o caldo de cana-de-açúcar apresentou o maior nível de fermentação, evidenciado pelo volume de espuma no recipiente e pelo maior inchaço da bexiga em sua garrafa, em comparação aos outros vegetais.

Um ponto interessante surgiu quando um dos grupos trouxe suco de laranja de caixinha, em vez de extrato natural, observando-se um nível de fermentação maior do que o esperado. Esse fato despertou a curiosidade da turma, que, após diversos questionamentos e debates, chegou à conclusão de que o suco industrializado continha um teor elevado de açúcar, ou seja, alta concentração de sacarose. Assim, concluíram que essa alta concentração de açúcar favoreceu uma fermentação mais intensa.

ETAPA 4 - QUESTIONÁRIO PÓS APLICAÇÃO DA ETAPAS

Após a experimentação, foi aplicado um questionário diagnóstico com o objetivo de avaliar a evolução dos estudantes em relação aos conceitos discutidos nas etapas anteriores. Para possibilitar uma comparação mais precisa, foram utilizadas as perguntas do questionário aplicado previamente. As respostas obtidas nos questionários pré e pós-intervenções podem ser analisadas de acordo com os padrões apresentados no (**Quadro 2**) abaixo."

Quadro 2 - Padrões de respostas referentes aos questionários Pré e Pós-intervenções.

Problema 1 *- Você já ouviu falar sobre o etanol e sua utilização como combustível?*						
Categorias de resposta	***Pré-teste***			***Pós- teste***		
	Estudantes	***FR***	***%***	***Estudantes***	***FR***	***%***
Não souberam responder	E1, E2, E3	3	16, 7	0	0	0
Conhecem o etanol, mas não justificaram	E4, E5, E6, E7, E8, e E9	6	33,3	E1, E2, E11	3	16,7
Apresentaram justificativas e mencionam fontes	E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E17 e E18.	9	50	E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E12, E13, E14, E15, E16, E17 e E18.	15	83,3
Total						100%
Problema 2 *- Você sabe de onde o Etanol é obtido?*						
Categorias de resposta	***Pré-teste***			***Pós- teste***		
	Estudantes	***FR***	***%***	***Estudantes***	***FR***	***%***
O Etanol é obtido de sementes oleaginosas	E1,	1	5,5	0	0	0
O Etanol é produzido por álcool	E2	1	5,5	E1	1	5,5
O Etanol é derivado de plantas, sem especificar quais	E3 e E4	2	11	E8 e E14	2	11
Não sabem a resposta	E5, E6, E7 e E8	4	22	0	0	0
O Etanol é produzido a partir da cana-de-açúcar	E9, E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E17 e E18.	10	56	E2, E3 e E4, E5, E6, E7, E9, E10, E11, E12, E13, E15, E16, E17 e E18.	15	83,5
Total						100%
Problema 3 *- Você sabe que o Etanol pode ser considerado uma fonte de energia renovável?*						
Categorias de resposta	***Pré-teste***			***Pós- teste***		
	Estudantes	***FR***	***%***	***Estudantes***	***FR***	***%***
Não, sem justificativa	E1	1	5,5	E1, E9, E14	3	16,7
Sim, afirmam que o Etanol é Orgânico	E2	1	5,5	0	0	0
Não, afirmam que o etanol se esgota	E3	1	5,5	0	0	0
Não sabem a resposta	E4	1	5,5	0	0	0
Sim, sem justificativa	E5, E6, E7, E8 e E9	5	28	0	0	0
Sim, afirmam que o etanol é de origem vegetal	E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E17 e E18.	9	50	E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8 E10, E11, E12, E13, E15, E16, E17 e E18.	15	83,3
Total						100%

Fonte: Silva (2024).

Diante os resultados, percebeu-se que a maioria dos estudantes evoluíram, com a aplicação do conceito científico, em comparação do antes e depois da intervenção didática, de

acordo com pré e pós-testes dos questionamentos sobre a origem dos combustíveis, sua composição e funcionalidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, buscou-se investigar como os conceitos de Química Orgânica e as atividades de Síntese do Etanol poderiam contribuir para a construção de conhecimentos científicos no ensino de Ciências, além de explorar como a aplicação de etapas investigativas poderia viabilizar esse processo de ensino e aprendizagem.

A partir de um aprofundamento teórico, que sustentou a presente pesquisa, das etapas metodológicas adotadas e dos resultados obtidos, foi possível concluir que é essencial adotar estratégias didáticas que favoreçam o ensino por investigação. As intervenções do professor, articuladas por meio de aulas estruturadas, permitiram que os estudantes construíssem, de forma significativa, o entendimento dos conceitos relacionados à Química Orgânica e à Síntese do Etanol. Além disso, foi possível considerar os conhecimentos prévios dos estudantes, agregando novos aprendizados e, em alguns casos, reformulando conceitos, aproximando-os da formalização científica.

Em síntese, o ensino de Ciências se mostra mais eficaz quando explora o conhecimento prévio dos estudantes, incentivando-os a investigar o tema e a relacioná-lo com o seu contexto. Isso permite que o estudante se torne protagonista de seu processo de aprendizagem. A experiência, a problematização e a experimentação se apresentam como aliados fundamentais nesse processo. Embora os resultados desta pesquisa tenham sido satisfatórios, o estudo sugere a necessidade de continuidade e aprofundamento das investigações, com o objetivo de enriquecer ainda mais as práticas pedagógicas e contribuir para o aprimoramento do ensino de Ciências de qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARDOSO, Ana Paula; REGO, Belmiro. Metodologias de investigação na formação de professores: A investigação-ação e o estudo de caso. **Olhares sobre a educação: em torno da formação de professores**, p. 21-33, 2017.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** 2022.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 765-794, 2018.

CRUZ, Mariana Lopes et al. **Avaliação das condições de processo na resistência da levedura ao teor final de etanol na fermentação alcoólica**. 2015.

GÜNTHER, Hartmut. Como elaborar um questionário. **Série: Planejamento de pesquisa nas ciências sociais**, v. 1, p. 1-15, 2003.

LIMA, Rayssa Suane de Araújo. **"A argumentação como ferramenta para construção de uma aprendizagem significativa crítica no ensino de química."** (2019).

RICARDO, Elio Carlos. Problematização e contextualização no ensino de física. **Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning**, p. 29-48, 2010.

RESENDE, Rui. Técnica de investigação qualitativa: ETCI. **Journal of Sport Pedagogy & Research,** v. 2, n. 1, p. 50-57, 2016**.**

SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1061-1085, 2018.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 49-67, 2015.

SEDANO, Luciana. Ensino de ciências por investigação: oportunidades de interação social e sua importância para a construção da autonomia moral. **Alexandria**, v. 10, n. 1, p. 199-220, 2017.

SOLOMONS, T. W. GRAHAM, FRYHLE, C. B. Química orgânica. 7. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2002. v.2 ISBN 8521612834.

WARTHA, Edson José; SILVA, EL da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química nova na escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.b