UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA – LICENCIATURA

MATHEUS BARBOSA DA SILVA

Contextualização e experimentação na síntese do biodiesel: uma abordagem para o ensino de cinética química

João Pessoa – PB
2023

MATHEUS BARBOSA DA SILVA

Contextualização e experimentação na síntese do biodiesel: uma abordagem para o ensino de cinética química

Trabalho de conclusão de curso, requisito necessário para obtenção do grau de Licenciando em Química, submetido ao Curso de Graduação em Química - Licenciatura da Universidade Federal da Paraíba.

Orientadora: Profa. Dra. Dayse das Neves Moreira

JOÃO PESSOA

2023

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586c Silva, Matheus Barbosa da.
Contextualização e experimentação na síntese do biodiesel: uma abordagem para o ensino de cinética química / Matheus Barbosa da Silva. - João Pessoa, 2023.
53 f.

Orientação: Dayse das Neves Moreira.
TCC (Graduação/Licenciatura em Química) - UFPB/CCEN.

1. Catálise. 2. Transesterificação. 3. Cinética química. 4. Biodiesel. 5. Sequência didática. I. Moreira, Dayse das Neves. II. Título.

UFPB/CCEN CDU 54(043.2)

Elaborado por Ana Roberta Sousa Mota - CRB-15/101

MATHEUS BARBOSA DA SILVA

Contextualização e experimentação na síntese do biodiesel: uma abordagem para o ensino de cinética química

Trabalho de conclusão de curso, requisito necessário para obtenção do grau de Licenciando em Química, submetido ao Curso de Graduação em Química - Licenciatura da Universidade Federal da Paraíba.

Data de aprovação: 27/04/2023

Dayse das Neves Moreira

Prof(a). Dra. Dayse das Neves Moreira (DQ/UFPB)

Orientadora

Claudio Gabriel Lima Junior

Prof. Dr. Claudio Gabriel Lima Junior (DQ/UFPB)

Examinador

Aleff Cruz de Castro

Prof. Dr. Aleff Castro (ECIT Francisca Ascensão Cunha)

Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e pelo pão de cada dia, a toda minha família pelo apoio, em especial a minha mãe, meu pai, minha irmã, agradeço ao meu amor Jaciely pela enorme paciência que demonstra comigo, agradeço a minha vó (*in memoriam*) pelo enorme apoio prestado durante o início da minha graduação.

Agradeço aos meus amigos, em especial a "Legião AFK", sem eles nada disso que está acontecendo seria possível, e a todos os outros que fizeram parte de alguma forma dessa jornada.

Agradeço especialmente a professora Dayse por ter aceitado me orientar, pelo equipamento cedido para a execução do trabalho e pela paciência que tem comigo. Agradeço também pela coordenação exercida com maestria no PIBID, junto com o professor Cláudio e a professora Liliana, a vocês três meu muito obrigado.

RESUMO

O presente trabalho foi um estudo de caráter qualitativo com o objetivo de explorar o impacto da atividade experimental no ensino-aprendizagem dos alunos, desenvolvida em quatro aulas, que foram estruturadas seguindo uma sequência didática, sendo ela dividida em quatro etapas, problematização acerca dos combustíveis fósseis, contextualização da problematização com o tema "Catalisadores", atividade experimental que consiste na produção de biodiesel para demonstração prática do efeito de catalisadores, temperatura e colisão sobre uma reação química, além da sondagem do aprendizado, para verificar a eficiência da metodologia empregada no ensino-aprendizagem dos alunos por meio de um questionário qualitativo. O presente trabalho foi desenvolvido em uma escola estadual da rede pública da Paraíba, localizada no bairro Pedro Gondim, na cidade de João Pessoa, tendo como participantes 45 estudantes de duas turmas do 2° ano do Ensino Médio (EM), ambas do turno da manhã. Executada as etapas verificou-se um impacto positivo na aprendizagem dos alunos, ou seja, uma significação dos conteúdos aprendidos na sala de aula na estrutura cognitiva dos estudantes, além de uma necessidade de aulas práticas para os alunos da escola onde foi desenvolvida o estudo.

Palavras-chave: catálise, transesterificação, cinética química, biodiesel, sequência didática

ABSTRACT

The present work was a qualitative study with the objective of exploring the impact of the experimental activity in the teaching-learning of students, developed in four classes, which were structured following a didactic sequence, being it divided into four steps, problematization about fossil fuels, contextualization of the problematization with the theme "Catalysts", experimental activity consisting in the production of biodiesel for practical demonstration of the effect of catalysts, temperature and collision on a chemical reaction, in addition to the survey of learning, to verify the efficiency of the methodology employed in the teaching-learning of students through a qualitative questionnaire. The present work was developed in a public state school of Paraíba, located in the neighborhood of Pedro Gondim, in the city of João Pessoa, having as participants 45 students from two classes of the 2nd year of high school, both in the morning shift. After the execution of the steps, a positive impact on student learning was verified, that is, a significance of the contents learned in the classroom in the students' cognitive structure, in addition to a need for practical classes for the students of the school where the study was developed.

Keywords: catalysis, transesterification, chemical kinetics, biodiesel, didactic sequence

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Reação de transesterificação de triglicerídeo com álcool.....8
Figura 2 – Efeito dos catalisadores.....10
Figura 3 – Formação do etóxido de potássio.....10
Figura 4 – Fluxograma do processo metodológico.....16
Figura 5 – Gráfico com o perfil dos estudantes participantes da pesquisa.....17
Figura 6 – Registro da atividade experimental.....20

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....1

2.OBJETIVOS.....3

2.1 Objetivo Geral.....3

2.2 Objetivos específicos.....3

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....4

3.1 Teorias da aprendizagem e o ensino de química.....4

3.2 A importância da atividade experimental.....5

3.3 Poluição ambiental como tema gerador para o ensino de cinética química.....7

4. METODOLOGIA.....11

4.1 Classificação da pesquisa.....11

4.2 Caracterização do local e dos participantes.....12

4.3 Sequência didática.....12

4.4 Procedimento e abordagem experimental para a síntese do biodiesel.....14

4.5 Levantamento e analise dos dados.....15

5. Resultados e Discussão.....17

5.1 Observação *in loco*.....*17*

5.2 Resultados experimentais.....20

5.3 Avaliação e percepção da atividade experimental pelos estudantes participantes da pesquisa.....21

6. CONCLUSÃO.....24

REFERÊCIAS.....25

APÊNDICE.....28

1.INTRODUÇÃO

No contexto escolar, há diversos desafios a serem enfrentados no que diz respeito ao processo de ensino e aprendizagem. Com o fim do período de isolamento social e o retorno dos alunos às aulas presenciais, é preocupante o déficit educacional causado pelo agravamento da pandemia. Embora os efeitos completos dessa situação só possam ser medidos em alguns anos, já é possível sentir suas consequências nas salas de aula das escolas brasileiras. Existem evidências na literatura que indicam que um período considerável sem estímulo, pode causar impactos negativos sobre o processo de aprendizagem. Um exemplo deste impacto é o fenômeno conhecido como *Summer Learning Loss*, definido como uma perda nas habilidades escolares durante o período de férias escolares, os quais podem ser observados tanto nas habilidades de leitura, quanto nas demais, como a matemática (Barbosa *et al.*, 2021). De acordo com os pesquisadores, o efeito pode ser maior para crianças de baixa renda, principalmente pela falta de recursos e dificuldade de acesso aos materiais quando longe do ambiente escolar. Por isso, tornam-se ainda mais importantes a adoção de abordagens inovadoras para tentar preencher a lacuna deixada pelo período de ensino remoto.

Com a extrema complexidade do mundo atual, torna-se cada vez mais evidente que o ensino médio não pode ser mais visto apenas como um mero preparatório para um exame de seleção, em que o estudante é treinado a resolver questões que exigem sempre a mesma resposta padrão. Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza é uma competência que deve ser estimulada a estudantes das escolas brasileiras. Para isso, é preciso desenvolver abordagens educacionais mais abrangentes, que levem em consideração as habilidades e competências necessárias para enfrentar os desafios e as demandas do mundo contemporâneo (BRASIL, 2018).

No que diz respeito a química, é fundamental que os estudantes desenvolvam um raciocínio químico para compreender os fenômenos que os cercam no cotidiano. Neste contexto, a utilização de experimentos demonstrativos podem ser importantes recursos didático-pedagógicos para despertar o interesse dos alunos. De fato, o processo de aprendizagem não pode estar ancorado apenas na memorização de conceitos e teorias, como se fosse um processo mecânico e, por isso, destacamos a importância da experimentação. Além

disso, com a utilização de outros recursos espera-se contribuir para o desenvolvimento crítico do estudante, para torná-lo protagonista neste processo de aprendizagem, especialmente ao lançar mão da contextualização do conteúdo exposto, buscando romper com uma formação passiva.

Assim, o experimento didático deve privilegiar o caráter investigativo, favorecendo a compreensão das relações conceituais da disciplina. É importante que os alunos manipulem objetos e ideias, e negociem significados entre si e com o professor, durante a aula, tornando uma oportunidade que o sujeito tem de extrair de sua ação as consequências que lhe são próprias e aprender com erros tanto quanto com os acertos (FELTRE, 1995). Desse modo, fica evidente a importância das aulas práticas no ensino de química, uma vez que os alunos são convidados a conhecer um lado da química que lhes é pouco apresentado, principalmente devido à falta de infra-estrutura das escolas públicas brasileiras.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma abordagem sobre a cinética química envolvida na produção do biodiesel, contextualizando os aspectos ambientais envolvidos na temática da produção de biocombustíveis como alternativa mais ambientalmente mais limpa.

2.OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Considerando o que foi mencionado anteriormente, o objetivo geral deste trabalho foi realizar e analisar uma intervenção pedagógica, a partir de uma sequência didática baseada na contextualização e experimentação para o ensino de cinética química.

1.2 Objetivos Específicos

- Realizar aulas expositivas e dialogadas, com a participação dos alunos;

- Usar a abordagem experimental que envolve a preparação do biodiesel, visando proporcionar uma melhor visualização do conteúdo teórico cinética química.

- Contextualizar o tema de cinética química a partir da problemática dos combustíveis fósseis.

-Elaboração de uma sequência didática.

-Avaliação (análise) dos resultados.

3.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Teorias da aprendizagem e o ensino de química

Ao longo da história, diversos pensadores buscaram explicar o ato de aprender. Para Platão, o processo de aquisição do conhecimento se dava pela rememoração do mundo das ideias, processo chamado de Reminiscência. Nesse caso o papel do professor não consiste em apresentar algo novo aos seus alunos, mas sim ajudá-los a partir do processo dialético a se recordar do conhecimento que já possuíam anteriormente.

> "Entretanto, penso que se adquirimos esse conhecimento antes do nascimento e o perdemos por ocasião do nascimento, para posteriormente, graças aos nossos sentidos, recuperar o conhecimento que tínhamos posse anteriormente, não seria o que chamamos de aprendizado a recuperação de nosso próprio conhecimento? E não estaríamos corretos em chamar esse processo de reminiscência?" (PLATÃO, 2016, Fédon - 75e, p. 215)

Para o biólogo Jean Piaget, a aprendizagem está diretamente ligada a cognição, que de maneira geral, pode ser definida como o conjunto de processos mentais que ativamos ao conhecer algo (SANTOS, 2011). O desenvolvimento cognitivo está relacionado à estrutura lógica do sujeito, que, ao se deparar com um objeto moderadamente discrepante, é provocado a um conflito cognitivo. Isso faz com que o objeto precise se ajustar a estrutura lógica, o que provoca invariantes funcionais chamadas de assimilação e acomodação. Na assimilação, o objeto está tentando entrar na estrutura lógica, enquanto na acomodação, ocorre um ajuste da estrutura lógica para se adaptar ao objeto. Do ponto de vista piagetiano, o conhecimento não é uma cópia da realidade, como se propagava no ensino tradicionalista, em que os alunos deveriam responder de acordo com o que o professor ensinava. Na perspectiva de Piaget, o conhecimento é uma construção entre o sujeito cognoscente e o objeto de conhecimento (SANTOS, 2011). Para Macedo (1987), o modo mais interessante de se aplicar a obra de Piaget na prática escolar é o de nos esforçarmos de maneira incessante para que teoria e prática andem juntas, em um movimento constante e coordenado. É preciso deixar bem claro a diferença entre o trabalho de Piaget e seus colaboradores e o do professor de química em sala de aula. Piaget não foi um pedagogo e sim um epistemólogo (Carvalho, 1983)

A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, psicólogo da educação, representa uma abordagem oposta à aprendizagem mecânica, em que o professor é o único detentor do conhecimento tornando o aluno objeto passivo (NOVAK *et al.*, 2000). Para Ausubel, a estrutura cognitiva é uma rede conceitual organizada hierarquicamente e, desse

modo, o que faz uma rede conceitual ser rica é a quantidade de conceitos que ela consegue relacionar. Portanto, a aprendizagem será mais significativa quanto mais conexões forem estabelecidas entre os conceitos. A teoria de Ausubel fornece recursos para que os professores possam descobrir estratégias de ensino mais eficazes, em resposta às necessidades dos estudantes durante o processo de aprendizagem. Com base nessa teoria, surge a necessidade de utilizar material didático que explore a contextualização dos conteúdos e que sejam preparados a partir do conhecimento prévio dos alunos (NOVAK *et al.*, 2000).

No que diz respeito ao ensino de Química, a contextualização é essencial para que o aluno compreenda os fenômenos da natureza que o cercam e o papel das Ciências Naturais, que é o de colaborar para a compreensão do mundo e suas transformações, situando o ser humano como participante ativo e integrante do Universo (BRASIL, PCN–Ciências, 1999, Vol.4, p.25).

> Assim, a enculturação contextualizada em Química, aliada à interdisciplinaridade não superficial, traz à tona limites dos saberes e conceitos cotidianos e, sem negá-los nem substituí-los, amplia-os nas abordagens transformadoras possibilitadas pelos conhecimentos emergentes e pelas ações das condições potencializadoras da qualidade de vida socioambiental.
>
> Orientações curriculares para ensino médio (Brasil, 2006)

Para aprimorar o ensino de Química, o uso da aprendizagem receptiva - defendida por Ausubel como uma ferramenta introdutória, seja por meio de exposição oral ou escrita dos conteúdos - pode ser válido, desde que haja esforço suficiente para a significação dessa aprendizagem. Isso significa estabelecer uma relação entre os conceitos aprendidos e sua aplicação prática. Um dos vários recursos pedagógicos que podem ser empregados para melhorar o ensino de química é a experimentação, que envolve o aluno de forma ativa no processo de ensino e aprendizagem e o convida a assumir um papel importante na sua formação, ajudando-o a desenvolver a sua autonomia.

3.2 A importância da atividade experimental

A atividade experimental, enquanto processo dinâmico, deve partir de uma questão a ser respondida a fim de provocar um estado de indagação no aluno, estimulando reflexões e hipóteses acerca do que está sendo realizado. Nesse contexto, a relação conceitual que o aluno estabelece entre o experimento e os conhecimentos prévios levará a uma aprendizagem significativa, assim, o conhecimento é gerado pela observação e experimentação impregnadas por pressupostos teóricos (KUPSKE, 2014). Defende-se então a abordagem do uso da experimentação no Ensino de Ciências englobando a metodologia teórico/prática, visto que a

prática por si só não é fonte de motivação para os alunos e que, além da questão motivacional, a experimentação tem um grande efeito para a aprendizagem significativa (SILVA, 2015). Desse modo o ensino experimental de química não deve ser praticado, entendido e nem tomado como mecânico, ou seja, fazer da experimentação apenas um roteiro, Guimarães (2009) fala que:

> (...) essa metodologia não deve ser pautada nas aulas experimentais do tipo "receita de bolo", em que os aprendizes recebem um roteiro para seguir e devem obter os resultados que o professor espera, tampouco apetecer que o conhecimento seja construído pela mera observação.

Ratificando a importância do ensino teórico-prático para um bom entendimento dos fenômenos químicos. Nessa perspectiva a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação (GUIMARÃES, 2009), Ora, de fato, o presente trabalho tenta criar uma ponte conceitual entre a problemática dos combustíveis fósseis com a atividade experimental da síntese do biodiesel, contextualizando a prática com a teoria aprendida em sala de aula, para Fernandes et al. (2017), ao longo do tempo, as atividades baseadas na contextualização desempenharam diversas funções didáticas de acordo com o modelo de ensino-aprendizagem adotado no ambiente escolar. Apesar das notórias contribuições que o ensino experimental proporciona, a infraestrutura das escolas públicas brasileiras ainda não é capaz de proporcionar um ambiente adequado os professores para a realização de tais práticas, Santana *et al. (2019)* acrescenta que

> Existe um grande desinteresse dos alunos, há falta de espaço adequado nas escolas e laboratórios equipados para realização de aulas práticas. As escolas estaduais do município não oferecem uma estrutura física de qualidade para atender o professor, para que o mesmo possa desenvolver uma aula prática onde através da experiência os alunos possam realizar experimentos no qual possam unir a teoria com a prática em sala de aula, de modo que a assimilação do conhecimento aconteça de forma significativa por permitir que os alunos relacionem o conteúdo ensinado com a sua realidade.

A presente pesquisa tem como caráter investigativo, uma vez que apresenta uma situação-problema, dando a ele autonomia para discuti-las, sob mediação do professor. De tal maneira, consideramos a experimentação investigativa propícia para se trabalhar nas aulas de Química, uma vez que possibilita tanto ao professor um pensamento críticoreflexivo de seu planejamento

das aulas, quanto para os estudantes, pois ambos sairão do papel de transmissores e receptores de informações, respectivamente, para exploradores (SILVA, 2020).

3.2 Poluição ambiental como tema gerador para o ensino de cinética química

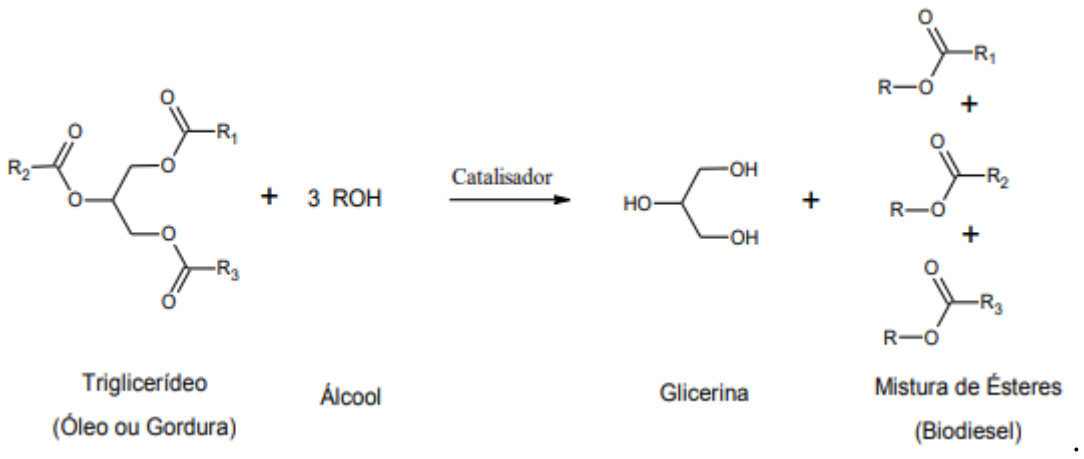
Durante os anos 80, houve um intenso debate em relação às questões ambientais e ao papel da atividade humana para o aquecimento global. Esse fenômeno é causado principalmente pelo aumento das concentrações de gases do efeito estufa na atmosfera. Em 1992, a cidade do Rio de Janeiro sediou a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, um tratado internacional com objetivo de reduzir as emissões dos gases causadores do efeito estufa e mitigar as mudanças climáticas. Como resultado desse encontro, em 1997, na cidade de Kyoto, foi firmado o Protocolo de Kyoto, outro acordo internacional para reduzir o impacto ambiental associado a atividade humana. Mais rígido que o tratado de 1992, o novo acordo apresentava metas para países em desenvolvimento e países desenvolvidos. Neste protocolo, foram definidos os gases considerados causadores do efeito estufa e os setores da economia responsáveis por essas emissões, para assim poder determinar os percentuais de emissão e metas de redução. Os gases selecionados foram: Dióxido de carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido nitroso (N_2O), Hidrofluorcarbonos (HFCs), Perfluorcarbonos (PFCs) e Hexafluoreto de enxofre (SF_6). Os setores que o Protocolo considera como responsáveis pelas emissões são basicamente os de energia, transporte, emissões fugitivas de combustíveis, combustíveis sólidos, petróleo e gás natural, processos industriais, produtos minerais, indústria química, produção e consumo de halocarbonos e hexafluoreto de enxofre, agricultura, uso do solo, queimadas de floresta, esgoto (CQNUMC, 1997).

Atualmente, a poluição do ar é um dos grandes problemas ambientais que mais se agrava, principalmente nas grandes metrópoles, onde a concentração de carros e fábricas são elevadas. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), mais de 4 milhões de pessoas morrem prematuramente no mundo em decorrência da poluição do ar, além dos vários problemas de saúde que podem ocorrer em crianças, como redução do crescimento e função pulmonar, infecções respiratórias e asma. Recentemente, em 2022, a OMS aprovou novas Diretrizes Globais de Qualidade do Ar (AQG) na cidade de Genebra, que evidenciam os danos à saúde humana causados pela poluição do ar, ainda em concentrações mais baixas do que se acreditava.

A maior parte da produção energética mundial é proveniente de derivados do petróleo, que são reconhecidos por serem poluentes atmosféricos. Dentre esses derivados, encontra-se o Diesel, que é uma mistura de hidrocarbonetos alifáticos com 9 a 28 átomos em sua cadeia. Ele é usado como combustível em motores que geram energia para veículos que demandam elevada potência, como ônibus, caminhões, tratores e máquinas de mineração. O diesel também é popular devido a sua economia, estima-se que motores a diesel economizem cerca de 15 a 20% menos do que motores a gasolina. Os compostos de emissão, tanto dos motores à diesel quanto à gasolina ou de combustíveis mistos, podem ser classificados em dois tipos: os que não causam danos à saúde, ou seja, O_2, CO_2, H_2O e N_2 ; e os que apresentam perigos à saúde, sendo esses subdivididos em compostos cuja emissão está regulamentada, que são: CO, os hidrocarbonetos (C_XH_Y), os óxidos de nitrogênio (NO_X), os óxidos de enxofre (SO_X) e material particulado (MP); e aqueles que ainda não estão sob regulamentação: aldeídos, amônia, benzeno, cianetos, tolueno e hidrocarbonetos aromáticos polinucleares (HPA) (BRAUN, 2003).

Como contraponto aos combustíveis fósseis, foram desenvolvidos os biocombustíveis, que poluem menos a atmosfera e podem ser produzidos a partir de componentes que seriam descartados na natureza. Um exemplo de biocombustível é o biodiesel, que consiste em uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, que pode ser produzido a partir de uma reação de transesterificação do triglicerídeo obtido a partir de um óleo vegetal (Figura 1). Esse biocombustível, além de ser menos poluente, pode ajudar a sanar outros problemas sanitários, como o entupimento de esgotos e, até mesmo, o rompimento da rede de coleta em função do descarte inadequado destes resíduos, visto que a reação pode ser feita com óleo reciclado.

Figura 1 - Reação de transesterificação de triglicerídeo com álcool.



Fonte: Adaptado de Azevedo e Bejan, 2013

A reação de transesterificação é realizada na presença de catalisadores, que amenizam as condições de síntese e alteram a velocidade da reação, diminuindo o tempo da reação. Os catalisadores alcalinos são os mais indicados frente aos catalisadores ácidos por resultarem em maior velocidade da reação e maiores conversões do óleo em biodiesel em condições moderadas de temperatura (Lam *et al.*, 2010).

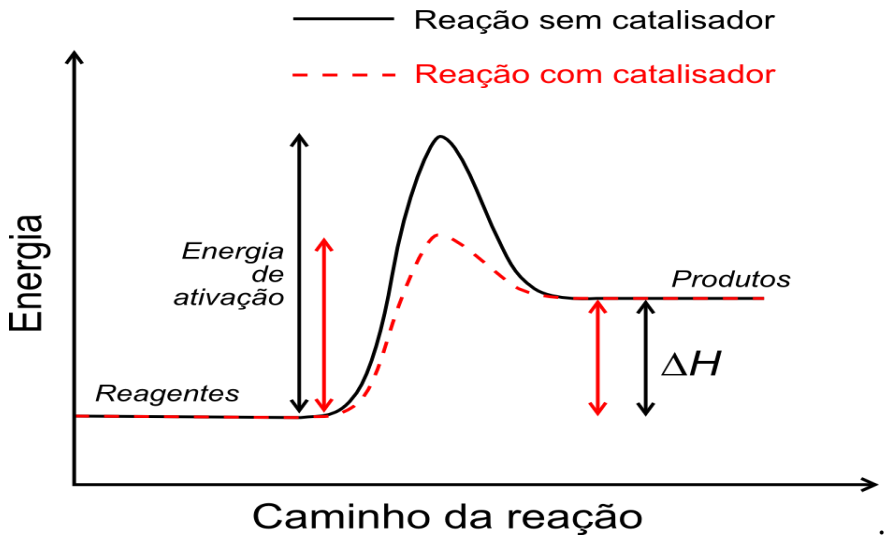
A produção de biodiesel pode ser enquadrada no conteúdo de cinética química, que é um ramo da química que estuda a velocidade das reações. Uma reação é considerada rápida quando os produtos são formados quase instantaneamente, como acontece em uma reação de precipitação ou em uma explosão. Uma reação é lenta se os produtos levam um tempo longo para se formar, como acontece na corrosão ou na decomposição de materiais orgânicos. Nos dois casos, é importante ser capaz de expressar e medir a velocidade de uma reação quantitativamente e detectar os padrões segundo os quais ela depende. Uma vez definidos, esses parâmetros podem ser usados para descobrir detalhes sobre como as reações ocorrem em nível atômico e como seus rendimentos podem ser modificados (Atkins, 2018). A escolha pelo conteúdo de cinética se deu pelo contexto da escola, pois era o tema estudado naquele bimestre, Martorano (2007) afirma que:

> [...] um conteúdo imprescindível para a formação básica em química do aluno do ensino médio. O conhecimento da cinética química proporciona ao aluno o entendimento da velocidade de uma reação química e dos fatores que a determinam ou a modificam, mas, além disso, leva ao entendimento do mecanismo (ou caminho) de uma reação.

Pesquisadores como Adams e Nunes (2022) e Azevedo e Bejan (2013) apresentam o estudo da cinética como abordagem de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) pois permite a interação do conhecimento científico com o mundo, proporcionando a alfabetização científica.

Um dos temas mais recorrentes no conteúdo de cinética são os catalisadores, que são mecanismos para aumentar a velocidade de uma reação química é utilizando um catalisador, uma substância que aumenta a velocidade da reação sem ser consumida no processo. Em muitos casos, apenas uma pequena quantidade de catalisador é necessária, porque ele não é consumido e age diversas vezes, os catalisadores fornecem um caminho reacional com energia mínima necessária menor para que a reação possa ocorrer, denominada energia de ativação (E_a) que pode ser expressa graficamente da seguinte maneira (Figura 2):

Figura 2 - Efeito dos catalisadores.



Fonte: Wikimedia commons / Tradução – Infoescola

No experimento de esterificação proposto a reação é catalisada por uma base. Geralmente se utiliza hidróxido de sódio (NaOH) ou hidróxido de potássio (KOH), de modo que no procedimento experimental ambos compostos reagem com o etanol formando um etóxido, que de fato catalisa a reação. Tomemos como exemplo o KOH reagindo com o etanol (Figura 3), há a formação do etóxido de potássio ($CH_3CH_2O^-K^+$) que atua como catalisador da reação de transesterificação.:

$$CH_3CH_2OH + KOH \; <--> \; CH_3CH_2O^-K^+ + H_2O$$

Figura 3 - Formação do etóxido de potássio.

Fonte: Elaboração Própria

Partindo do princípio de que a reação de transesterificação ocorre por meio de uma catálise básica, a produção de biodiesel abre espaço para o ensino e a discussão da cinética química envolvida nesse tipo de reação.

4.METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos estabelecidos nesta pesquisa, foram adotadas etapas metodológicas divididas em quatro partes: classificação da pesquisa, caracterização do local e dos participantes, elaboração e aplicação de uma sequência didática (SD) e, por fim, produção e análise de dados.

4.1 Classificação da Pesquisa

A presente pesquisa foi classificada como exploratória, uma vez que busca analisar a utilização da temática de poluição ambiental como recurso didático no ensino de Química, por meio de contextualização e experimentação. De acordo com Gil (2008), esse tipo de pesquisa tem como objetivo familiarizar o pesquisador com a questão-problema, tornando-a mais explícita e permitindo a formulação de hipóteses. Além disso, possibilita a escolha das técnicas mais adequadas e a definição das questões que requerem maior atenção durante a investigação.

Em relação à abordagem, essa pesquisa foi classificada como qualitativa, uma vez que tem como objetivo compreender os discursos dos discentes, sem o uso de instrumentos estatísticos. De acordo com Flick, (2009), esse tipo de pesquisa é adequado para explorar e compreender a complexidade e diversidade das experiências humanas, enfatizando a subjetividade e a interpretação dos fenômenos estudados. A abordagem qualitativa permite uma análise mais aprofundada dos dados, levando em consideração a perspectiva dos participantes e permitindo uma compreensão mais ampla do tema investigado. Segundo Freire (1979), “a ação docente é a base de uma boa formação escolar e contribui para a construção de uma sociedade pensante”. É importante destacar que o presente trabalho não tem como objetivo mensurar quantitativamente o aprendizado dos alunos. Como enfatizado pela Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), a avaliação da aprendizagem não se restringe apenas às notas. Dessa forma, o estudo tem como propósito ampliar os conceitos existentes na estrutura lógica dos alunos e incitar o pensamento químico dos discentes, por meio da abordagem qualitativa adotada na pesquisa.

4.2 Caracterização do local e dos participantes

O presente trabalho foi desenvolvido em uma escola estadual da rede pública da Paraíba, localizada no bairro Pedro Gondim, na cidade de João Pessoa, tendo como participantes 45 estudantes de duas turmas do 2° ano do Ensino Médio (EM), ambas do turno da manhã. A escola atende aproximadamente 800 estudantes e possui um Índice de desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) de 4,5, acima da média nacional que é 4,2 (IDEB 2021, INEP).

A escolha da escola para a realização dessa pesquisa foi motivada por experiências prévias, pois esta foi onde realizei os Estágios Curriculares Supervisionados Obrigatórios II e III do curso de Licenciatura em Química. Durante esses estágios, pude conhecer de perto a realidade escolar e estabelecer uma relação de confiança com os professores e os alunos. Além disso, a escola escolhida apresentava características relevantes para a pesquisa proposta, como a disponibilidade dos recursos necessários, como o laboratório para a realização de experimentos, e o interesse da professora titular em participar do estudo. Dessa forma, a escolha da escola foi estratégica e fundamentada na busca por um espaço adequado para o desenvolvimento e compreensão do tema investigado.

4.3 Sequência Didática

A pesquisa foi desenvolvida a partir da aplicação de uma sequência didática, que consiste em um conjunto de atividades planejadas e estruturadas para ensinar um determinado conteúdo, seguindo uma sequência lógica e organizada. Segundo Zabala (1998), as sequências didáticas devem ser elaboradas de acordo com os objetivos de aprendizagem e envolver atividades de ensino e avaliação. No ensino de Ciências, a sequência didática deve proporcionar a integração dos conhecimentos científicos, além de utilizar metodologias menos fragmentadas e mais significativas, como afirmado por Medeiros *et al.* (2017).

A Sequência Didática elaborada para esta pesquisa foi estruturada em 4 (quatro) etapas, cada uma com objetivos específicos, como descrito no Quadro 1. Esses critérios estruturais foram adotados para garantir a organização e a efetividade da sequência didática na promoção da aprendizagem dos alunos. O detalhamento da sequência didática pode ser encontrado no Apêndice A deste trabalho.

Quadro 1 – Dados da Sequência Didática

Etapas da aula	Tempo	Sequência Didática	Objetivo
1	45 min	Problematização acerca dos combustíveis fósseis	Apresentar uma discussão sobre os impactos causados pelos combustíveis fosseis ao meio ambiente
2	45 min	Contextualização da problematização com o tema "Catalisadores"	Contextualizar o tema de cinética química a problemática dos combustíveis fósseis.
3	45 min	Atividade experimental - Produção de biodiesel	Usar a abordagem experimental para melhor visualização dos conteúdos teóricos
4	15 min	Sondagem do aprendizado	Verificar se a metodologia apresentada nas aulas causou algum impacto na aprendizagem dos alunos

Fonte: Elaboração própria.

Conforme apresentado no Quadro 1, os dois primeiros momentos pedagógicos visaram introduzir a temática da poluição ambiental, por meio de uma discussão sobre o uso de combustíveis fosseis e suas consequências diretas para o meio ambiente. Além disso, foi contextualizado o conteúdo de cinética química em relação a essa temática. As aulas foram conduzidas de forma expositivo-dialogadas, utilizando o quadro-negro como recurso didático. O terceiro momento, foi realizada a síntese do biodiesel por meio de um experimento previamente testado e adequado às condições necessárias para a sua execução na escola, de modo a atender as suas necessidades e as dos participantes. Foram observados e solucionados os critérios como: segurança, disponibilidade de materiais, compreensão, trabalho em grupo e

individual. Vale destacar a importância de garantir a segurança e a qualidade do experimento, além de possibilitar aos alunos uma experiência prática e enriquecedora relacionada ao tema estudado.

Para executar a sequência didática, foram utilizados os recursos didáticos apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Recursos didáticos utilizados.

<table>
<tr><th>Aulas</th><th colspan="2">Ferramenta didática</th></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">Quadro-negro e giz</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">Quadro-negro e giz</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td colspan="2">Materiais e reagentes</td></tr>
<tr><td>- Chapa de aquecimento e agitação
- Erlenmeyer de 100 mL,
- Proveta de 50 mL,
- Proveta de 25 mL
- Termômetro,
- Béquer de 100 mL
- Barra magnética</td><td>- KOH P.A. em lentilhas
- Etanol absoluto
- Óleo de soja</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">Papel A4 e caneta</td></tr>
</table>

Fonte: Elaboração própria.

4.4 Procedimento e abordagem experimental para a síntese do biodisel

A abordagem experimental foi baseada no trabalho proposto por Azevedo e Bejan (2013). Inicialmente, os alunos foram divididos em quatro grupos, todos com abordagens experimentais diferentes, para promover uma discussão sobre a influência dos parâmetros modificados sobre a reação de transesterificação. Vale salientar que os conceitos de catálise, temperatura e agitação (teoria da colisão) fazem parte do conteúdo de Cinética Química O quadro 3 apresenta os diferentes grupos e os respectivos parâmetros reacionais.

Quadro 5 – Grupos e parâmetros reacionais

Grupo 1	**Grupo 2**	**Grupo 3**	**Grupo 4**
KOH, agitação e aquecimento por aproximadamente 35 minutos	agitação feita com auxílio de um bastão de vidro, aquecimento, sem o	agitação manual no erlenmeyer e sem aquecimento, por	agitação manual no erlenmeyer, mas sem catalisador e sem aquecimento, por

	KOH, por aproximadamente 35 minutos	aproximadamente 35 minutos	aproximadamente 35 minutos

Fonte: Elaboração própria.

Para o primeiro grupo, a abordagem foi a seguinte: primeiramente em um erlenmeyer de 100 mL foram pesados 0,75g de KOH e medidos em uma proveta 20 mL de etanol e misturados sob agitação manual até que todo o hidróxido de potássio fosse dissolvido a fim de produzir o etóxido de potássio, depois foi adicionado a um béquer com 50 mL de óleo de soja previamente aquecido até 60°C, a reação prosseguiu com agitação de 50°C, por cerca de 35 mintos, até o final da aula. Normalmente, o álcool utilizado na reação de transesterificação é o metanol, contudo, por conta da pouca vivência dos alunos no laboratório de química e levando em consideração que o metanol é um produto tóxico, ele foi substituído pelo etanol. Vale salientar que a reação de transesterificação com etanol há possibilidade de ocorrer a formação de sabão, o que não foi o caso.

Para o segundo grupo, foi medido um volume de 20 mL de etanol e adicionado em um béquer com 50 mL de óleo vegetal previamente aquecido até 60°C. Após isso um dos alunos procedeu com a agitação com o bastão de vidro até o final da aula.

Para o terceiro grupo, foi pesado 0,75g de KOH e medido volumes de 50 mL de óleo vegetal, e 20 mL de etanol, foi adicionado em um erlenmeyer o KOH e o etanol para ocorrer a diluição completa de hidróxido, após isso o grupo adicionou o óleo vegetal a solução e procedeu com a agitação manual até o final da aula.

Para o quarto grupo, foram medidos volumes de 50 mL de óleo vegetal e 20 mL de etanol e adicionados em um erlenmeyer sob agitação manual até o final da aula.

A abordagem experimental foi realizada da mesma forma em ambas as turmas em que a atividade foi desenvolvida. A figura 5 apresenta um registro de uma das aulas.

4.5 Levantamento e análise dos dados

O mapeamento dos dados se baseou na observação *in loco* e na aplicação de questionários, que segundo Sordi (2017) “é uma forma estruturada e eficiente de se coletar dados [...]”, estes podendo ser formados por questões abertas. “Nas questões abertas, permite-se ao respondente expressar livremente sua opinião na forma de texto livre [...]” (p.76).

Assim, inicialmente foi apresentado um questionário (Apêndice B) para os alunos responderem, que perguntava se os estudantes tinham dificuldade em química e, se sim, qual sua maior dificuldade. Após a conclusão do preenchimento do questionário, foi iniciada uma discussão introdutória a fim de criar ou ativar inclusores necessários à nova aprendizagem, conhecidos como organizadores prévio. Essa discussão versou sobre os combustíveis fósseis e como eles prejudicam o meio ambiente. Executada esta etapa, trabalhamos com inclusores, ou seja, foi apresentado o conceito de biocombustíveis e contextualizando com a cinética química, que era o objeto de estudo dos alunos naquele bimestre, fazendo assim uma espécie de "ponte" entre combustíveis fósseis e poluição até o conceito de cinética química e catalise de reação.

Após as atividades experimentais foi apresentado outro questionário (Apêndice C) que perguntava se os alunos conseguiram relacionar o conteúdo aprendido em sala com o experimento.

A figura 4 apresenta um fluxograma com as etapas metodológicas propostas nesta pesquisa.

Figura 4 - Fluxograma do processo metodológico

Fonte: Elaboração própria.

5.RESULTADOS E DISCUSSÃO

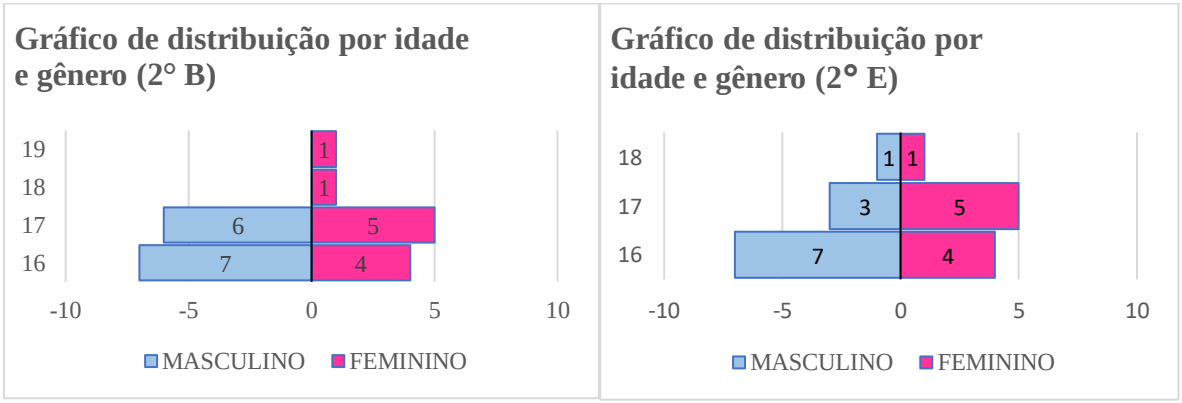
Com o objetivo de facilitar a compreensão, os resultados foram subdivididos e serão apresentados em três sessões: (i) observação *in loco*; (ii) resultado experimental e (iii) avaliação e percepção da atividade experimental pelos estudantes participantes da pesquisa.

5.1 Observação *in loco*

Para conhecer melhor o público-alvo desta pesquisa, foi realizada uma observação *in loco*, antes do início das atividades aqui propostas, com o objetivo de entender a relação professor-aluno nas turmas onde a atividade seria desenvolvida. A partir dessa etapa de observação foi possível conhecer melhor o perfil dos estudantes e como se dava a interação aluno-aluno e aluno-professor. De maneira geral, pode se verificar uma participação ativa dos estudantes nas aulas de química e uma boa relação com a professora titular da disciplina.

Após a etapa de observação, o primeiro questionário foi aplicado aos estudantes com intuito de mapearmos algumas características deles, como faixa etária e gênero. Os gráficos **1a** e **1b** (Figura 5) abaixo apresentam os dados obtidos para as duas turmas de 2º ano do Ensino Médio.

Figura 5 – Gráficos com perfil dos estudantes participantes da pesquisa



1a **1b**

Fonte: Elaboração própria.

Podemos observar que a 53% dos alunos eram do gênero masculino e que não houve variação na faixa etária entre as turmas, com maior concentração de estudantes com 16 e 17 anos.

O primeiro questionário foi respondido por 24 alunos do 2°B que estavam presentes, e todos afirmaram que têm dificuldade em química. Abaixo destacamos algumas das respostas apresentadas pelos estudantes quando questionados sobre qual seria sua maior dificuldade em química (Quadro 3).

Quadro 3 – Qual a sua maior dificuldade em Química? (Turma 2°B)

"Tenho dificuldade em absolutamente tudo"
"Cálculos, mexer com elementos"
"Basicamente tudo, não consigo compreender"
"Ligações químicas, em compreender o assunto abordado em sala de aula e as fórmulas químicas."
"Minha maior dificuldade é focar e compreender o assunto passado. No caso tudo!"
"Fórmulas, cálculos, teoria, decorar substâncias e outras"
"Em fazer cálculos e resolver questões"

Fonte: Elaboração própria, com base nas respostas apresentadas pelos estudantes do 2ºB.

A partir das respostas dos alunos, observamos um distanciamento entre a química aprendida em sala de aula e a contextualização com a realidade, além de apresentar a dificuldade dos alunos com cálculos químicos. No entanto, o que mais chama a atenção são respostas que apresentam o termo "Tudo" e ele é recorrente em grande parte dos questionários.

O mesmo questionário foi aplicado para o 2°E, e foi respondido pelos 21 alunos presentes na aula. Dos 21 alunos, apenas um respondeu "mais ou menos" quanto a dificuldade em química. O quadro 4 abaixo apresenta algumas das respostas dos estudantes sobre as suas maiores dificuldades em química.

Quadro 4 – Qual a sua maior dificuldade em Química? (Turma 2°E)

"Os cálculos de química"
"A maioria dos assuntos"
"Entender os cálculos e executá-los"
"Para mim é difícil visualizar para compreender o conteúdo"
Alguns alunos ainda relataram dificuldade com conteúdos de séries passadas, onde estavam no período remoto por conta da pandemia.
"Distribuição eletrônica"
"Em interpretar as questões"
"Entropia, variação da energia livre de GIBBS" (Assunto do bimestre anterior)

Fonte: Elaboração própria, com base nas respostas apresentadas pelos estudantes do 2ºE.

Para estes alunos, os cálculos são uma preocupação recorrente no que diz respeito aos conteúdos de química conforme afirmado pro Silva (2013) muitos alunos sentem dificuldade com relação aos cálculos matemáticos pois muitas vezes determinadas questões necessitam dos conceitos químicos para serem resolvidas.

Há alunos com dificuldade em "interpretar as questões", tal dificuldade pode ser decorrente da falta de contextualização do assunto apresentado em sala com a realidade. De fato, alguns alunos relataram que têm dificuldade de visualizar o conteúdo e, consequentemente, de compreendê-lo. Alguns alunos apontaram o período pandêmico como responsável por uma defasagem na aprendizagem, de fato, a pandemia agravou um déficit que já existia, no período mencionado as aulas se davam de modo remoto, de acordo com Cardoso (2021) a aula remota foi a ferramenta que mais se aproximou da possibilidade de interação entre professor e aluno frente aos desafios impostos pela pandemia, neste movimento as próprias redes de ensino tiveram que se reestruturar dentro das exigências da nova realidade criando Ambientes Virtuais Aprendizagem.

> Nos cliques e telas nos quais estão sendo desenvolvidas as aulas remotas, temos alunos, professores e, consequentemente, famílias que acompanham ou estão tentando adentrar uma realidade desconhecida e angustiante, aprendendo a como gravar e editar vídeos, tornando o ambiente doméstico o mais próximo possível do espaço escolar, lidando o universo online e transitando pelas relações virtuais (RIBEIRO E SOUZA, 2020, p.3).

5.2 Resultados experimentais

Por ter trabalhado com catalisador, aquecimento e agitação, o primeiro grupo obteve uma quantidade consideravelmente boa de Biodiesel, que pode ser observado na mudança de cor dos reagentes além do surgimento de duas fases na mistura, o segundo grupo não obteve reação química, pois não tinham catalisador e, com isso, não venceram a energia de ativação necessária para o prosseguimento da reação, por terem trabalhado apenas com catalisador e agitação manual, terceiro grupo obteve uma baixa quantidade de biodiesel, que pode ser visto através da mudança de cor do meio reacional. O quarto grupo não obteve biodiesel pois não usaram catalisador e nem mecanismos de aquecimento.

Figura 6 – Registro da atividade experimental

Fonte: Elaboração própria.

5.3 Avaliação e percepção da atividade experimental pelos estudantes participantes da pesquisa

Ao final das atividades experimentais o questionário 2 **(Apêndice D**) foi aplicado aos estudantes e a partir das suas respostas, observamos uma melhor compreensão do conteúdo de cinética química. O questionário foi apresentado a ambas as turmas (B, E) e os resultados serão apresentados separadamente.

Para a turma B, o segundo questionário foi respondido pelos 23 alunos que estavam presente na atividade experimental. Do total de alunos, 17 alunos afirmaram que conseguiram relacionar o conteúdo de sala com o experimento, e que com a metodologia utilizada foi capaz de compreender o conceito de catalisador. Além disso, os estudantes afirmaram que a atividade experimental ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo. Os demais alunos responderam da seguinte forma: um aluno marcou não em todas as alternativas alegando dificuldades na visualização do conteúdo mas que o presente trabalho não tem responsabilidade; sobre tal dificuldade, um aluno afirmou que conseguiu relacionar o experimento com o conteúdo de sala de aula e que a atividade experimental ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo, contudo marcou "mais ou menos" na opção "Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores"; uma pessoa não conseguiu relacionar o conteúdo de sala com o experimento, contudo foi capaz de entender a partir da metodologia utilizada além de afirmar que a atividade experimental ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo; um aluno não conseguiu relacionar o experimento com o conteúdo de sala e nem foi capaz de entender o conceito de catalisadores com a metodologia utilizada, contudo afirmou que a atividade experimental ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo; um aluno afirmou "Não muito" no que diz respeito da compreensão de catalisadores. Na parte discursiva do questionário 2 "Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo" obtivemos respostas como (Quadro 6):

Quadro 6 – Afirmações dos estudantes (Turma 2°B)

"A maneira a qual foi ministrada a aula, a explicação com os experimentos"
"Com a prática, o aprendizado é muito facilitado"
"Mais aulas no laboratório"
"Com o experimento ficou claro e consegui entender o assunto"

“O assunto que a professora passou casou com a experiência”
“Com a prática ficou mais fácil para aprender”
“O que me ajudou foi os experimentos do laboratório”
“*Ajudou a entender o que é o catalisador”*
“De forma prática ficou bem mais fácil compreender o conteúdo e etapas”

Fonte: Elaboração própria.

Qualitativamente o questionário 2 mostra uma melhoria no aprendizado dos alunos no que diz respeito a função do catalisador, além de ratificar o quão importante é a atividade experimental.

Para o segundo ano E, o questionário 2 foi aplicado para 16 alunos que estavam presentes na atividade experimental. Todos os 16 alunos afirmaram que conseguiram relacionar o conteúdo de sala de aula com o experimento, que com a metodologia utilizada foi capaz de entender o conceito de catalisadores e que a atividade experimental ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo, na parte discursiva do questionário obtivemos comentários como (Quadro 7):

Quadro 7 – Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo (Turma 2°E)

“Observar e “fazer” o experimento me ajudou a entender de maneira “física” o que o corre ao adicionar os catalisadores”
“Aulas assim são mais dinâmicas e tornam o conteúdo mais atrativo e fácil de compreender”
“Ajudaram bastante, porque ver o conteúdo na prática ajuda a entender o assunto”
“*A aula prática, onde fizemos o experimento, ajudou a entender melhor. Pois nós conseguimos visualizar o que acontece”*
“A aula prática chamou mais atenção que a aula teórica”
“Aulas com mais experimentos ajudaria muito mais os alunos que tem dificuldade de compreender o conteúdo”
“Tendo como base o conceito teórico, quando chega na pratica ficou mais fácil”
“*A aula experimental me ajudou a compreender o assunto com mais rapidez de forma mais divertida”*
“Ajudou como uma forma mais dinâmica me ajudou a me concentrar melhor e compreender o assunto.”
“As aulas práticas do professor foram ótimas para o aprendizado, um método bem melhor do que só teoria. Aprendi super”

"Eu consegui visualizar o modo como os catalisadores atuam na prática, e o que sua ausência causa também"

Fonte: Elaboração própria.

Assim como os resultados apresentados por Azevedo e Bejan (2013), qualitativamente, com base nos comentários dos alunos, mostra-se que houve uma melhora na compreensão do conteúdo ao relacionar a teoria e a prática experimental, potencializando o aprendizado dos estudantes no que diz respeito aos conceitos químicos e ambientais, nesse caso, os catalisadores, além de significar os conceitos aprendidos na rede cognitiva do aluno visto que, essa relação teoria-prática caracteriza aprendizagem significativa. Vale salientar que durante a execução das aulas práticas com as turmas B e E outras turmas pediram a professora da escola para participarem da atividade experimental, isso demonstra mesmo que embrionariamente um certo interesse por parte dos alunos nas atividades práticas de química.

6.CONCLUSÃO

Ao analisarmos as considerações feitas pelos estudantes nos questionários, é possível observar uma melhoria na compreensão dos fenômenos químicos apresentado durante as etapas metodológicas, visto que, os alunos conseguiram responder de forma satisfatória o que estava acontecendo em cada experimento, sendo capazes de perceber o efeito do catalisador na reação química, desse modo, podemos comprovar que uma metodologia contextualizada/experimental pode alavancar ainda mais a aprendizagem, sendo uma excelente alternativa para o ensino de Química.

Destaco que a possibilidade de atividades no laboratório de ciências foi crucial para o sucesso desta pesquisa, pois despertou o interesse e engajamento imediato dos alunos que puderam fazer coisas triviais em um laboratório de ciências, como pesar um composto ou até mesmo agitar uma substância com uma barra magnética ou um bastão de vidro.

Por fim, acredito que a atividade realizada é importante na minha jornada enquanto licenciando pois é uma alternativa viável para o ensino de forma geral.

REFERÊNCIAS

AM, M. K.; LEE, K. T.; MOHAMED, A. R. Homogeneous, heterogeneous and enzymatic catalysis for transesterification of high free fatty acid oil (waste cooking oil) to biodiesel: A review. **Biotechnology Advances**, v. 28, p.500–518, 2010.

ARISTÓTELES. *Metafísica*, livro I, cap. 1. Col. Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, 1979, p. 12.

ATKINS, Peter; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Bookman: Grupo A, 2018. 9788582604625. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582604625/. Acesso em: 16 jun. 2022.

Azevedo, Leandro .A. Bejan, Cláudia.C.C. Biodiesel a partir de óleo de fritura: uma temática atual para abordagem das relações cts em uma sala de aula de química. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Claudia-Cardoso-Bejan/publication/262451107_Biodiesel_a_partir_de_oleo_de_fritura_uma_tematica_atual_para_abordagem_das_relacoes_cts_em_uma_sala_de_aula_de_quimica/links/5804bfa908ae4884221a6116/Biodiesel-a-partir-de-oleo-de-fritura-uma-tematica-atual-para-abordagem-das-relacoes-cts-em-uma-sala-de-aula-de-quimica.pdf

BARBOSA, A. L. A, et al **Impactos na aprendizagem de estudantes da educação básica durante o isolamento físico social pela pandemia do COVID-19**. Disponível em: https://www.scielo.br/j/codas/a/dx3cPQjhMH4kWm4yB3yrtgp/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: abril de 2023

Brasil. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Educação é a Base. Brasília. MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em abril de 2023

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais.** Vol. 4. Brasília: MEC/SEF, 1997

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2, Brasília, DF, 2006..

BRAUN, S. Appel, L.Gorenstin. Schmal, M. A Poluição gerada por máquinas de combustão interna movidas à diesel - a questão dos particulados. Estratégia atuais para a redução e controle das emissões e tendências futuras. **Quim. Nova**, Vol. 27, No. 3, 472-482, 2003

CARDOSO, G.V. Brito, J.A. O ENSINO DE QUÍMICA NO PERÍODO DA PANDEMIA DA COVID-19: DESAFIOS DO ENSINO E APRENDIZAGEM NA PRÁTICA DOCENTE. Disponível em: < http://repositorio.ifap.edu.br/jspui/bitstream/prefix/521/1/CARDOSO%282021%29%20O%20ENSINO%20DE%20QUIMICA%20NA%20PANDEMIA.pdf>

CARVALHO, A. M. P. de; **Piaget e o Ensino de Ciências**. Revista da Faculdade de Educação. v.9, n.1, p.55-77, 1983.

CONVENÇÃO QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DE CLIMA (CQNUMC). Protocolo de Kyoto à Convenção sobre Mudança do Clima, 1997. Editado e traduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT com o apoio do Ministério das Relações Exteriores

FELTRE, Ricardo: **Química Geral**. São Paulo, 1995

FERNANDES, L. S. et al. Tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas em Química. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Pernambuco, v. 16, n. 3, 2017. Disponível em: < http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_3_3_ex1121.pdf>

FLICK, U. **Desenho da pesquisa qualitativa.** Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREIRE, P. Educação como prática da liberdade. 17 **Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra**, 1979

GODOY, S.G. M.; JOÃO, B. P. **O Protocolo de Kyoto e os países em desenvolvimento**. Disponível em : https://revistas.pucsp.br/index.php/rpe/article/view/11774/8496

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

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. Disponível em: <http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc31_3/08-RSA-4107.pdf>. Acesso em mar. 2023.

LAM, M. K.; LEE, K. T.; MOHAMED, A. R. Homogeneous, heterogeneous and enzymatic catalysis for transesterification of high free fatty acid oil (waste cooking oil) to biodiesel: A review. Biotechnology Advances, v. 28, p.500–518, 2010

MARTORANO, Simone Alves de Assis. As concepções de ciência dos livros didáticos de química, dirigidos ao ensino médio, no tratamento da cinética química no período de 1929 a 2004. 2007. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo. 2007

MEDEIROS, D. A. Sequência Didática Baseada Em Atividades Experimentais Investigativas: Abordagem Sobre Misturas E Processos De Separação. **Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, Pampa, v, 9, p, 9, 2017. Disponível em http://200.132.146.161/index.php/siepe/article/view/30246**.** Acesso em mar. 2023.

Novak, J.D., et al. **"Teoria da Aprendizagem Significativa." Contributos do III Encontro Internacional sobre aprendizagem significativa**. Peniche (2000). Disponível em: http://www.mlrg.org/memberpublications/LivroPeniche2000.pdf Acesso em maio de 2022

Pedrolo, Caroline. Energia de ativação. Infoescola. Disponível em: < https://www.infoescola.com/quimica/energia-de-ativacao/>

PLATÃO. **Fédon (ou DA ALMA)** Tradução: Edson Bini Bauru, SP: Editora Edipro, 2016 (reimpressão)

RIBEIRO, M. S. de S.; SOUZA, C. M. M. de SOUZA. Aulas Remotas e seus desafios em tempo de pandemia. Pensar na Educação-Um Jornal para a Educação Brasileira, 2020.

SANTOS, C. S. G. Fundamentos psicológicos da educação. Disponível em https://sig-arq.ufpb.br/arquivos/2018232092cea07429209756af8dcc8e/Psicologia_da_Educao-Manual-Santos_2011.pdf

SILVA, S. G. **As principais dificuldades na aprendizagem de química na visão dos alunos do ensino médio**. IX Congic, p. 1612-1616, julho 2013.

SILVA. J.B. CONTEXTUALIZAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: APRESENTANDO OS PRODUTOS NATURAIS NAS AULAS DO ENSINO MÉDIO. 2020. Disponível em: < https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/17905/1/JBS16082020-MQ050.pdf>

SILVA, C. S. et al. **Uso da experimentação no Ensino de Química como metodologia facilitadora do processo de Ensinar e Aprender**. Revista CTS IFG, Goiás, v. 1, n. 1. 2015. Disponível em: http://cts.luziania.ifg.edu.br/index.php/CTS1/article/view/31.

SORDI, J. O. Desenvolvimento de projeto de pesquisa. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2017. 184 p.76

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE

Apêndice A – Sequência didática para abordagem da Cinética Química

Etapas da aula	Tempo	Sequência didática	Objetivo	Abordagem
1	45 min	Problematização acerca dos combustíveis fósseis	Apresentar uma discussão sobre os impactos causados pelos combustíveis fosseis ao meio ambiente	Primeiramente, foi apresentado aos alunos um questionário que perguntava aos estudantes quais eram suas maiores dificuldades em química, após essa etapa, foi feito uma sondagem oral para acompanhar quais as considerações dos alunos a respeito do tema, alguns deram exemplos de poluentes e outros não, assim, foi se desenvolvendo uma discussão a respeito do tema
2	45 min	Contextualização da problematização com o tema "Catalisadores"	Contextualizar o tema de cinética química a problemática dos combustíveis fósseis.	Após a introdução da problemática dos combustíveis fósseis, foi iniciado propriamente o tema de cinética química, com uma ênfase maior nos catalisadores, o conceito foi apresentado sempre com exemplificação e contextualização com o que foi falado na aula anterior, desse modo, foi apresentado a turma o biodiesel e a reação química que o produz, superada essa etapa, a turma foi dividida em 4 grupos

				para na próxima aula executar uma atividade experimental que retrata-se o conteúdo teórico exposto.
3	45 min	Atividade experimental - Produção de biodiesel	Usar a abordagem experimental para melhor visualização dos conteúdos teóricos	A turma foi deslocada para o laboratório de ciências e lá procedeu com a produção do biodiesel e a verificação do efeito dos catalisadores na reação química.
4	15 min	Sondagem do aprendizado	Verificar se a metodologia apresentada nas aulas causou algum impacto na aprendizagem dos alunos	Foi distribuído um questionário que sondava qualitativamente a aprendizagem dos alunos, com espaço para considerações sobre a metodologia empregada nessas 3 aulas.

Apêndice B –

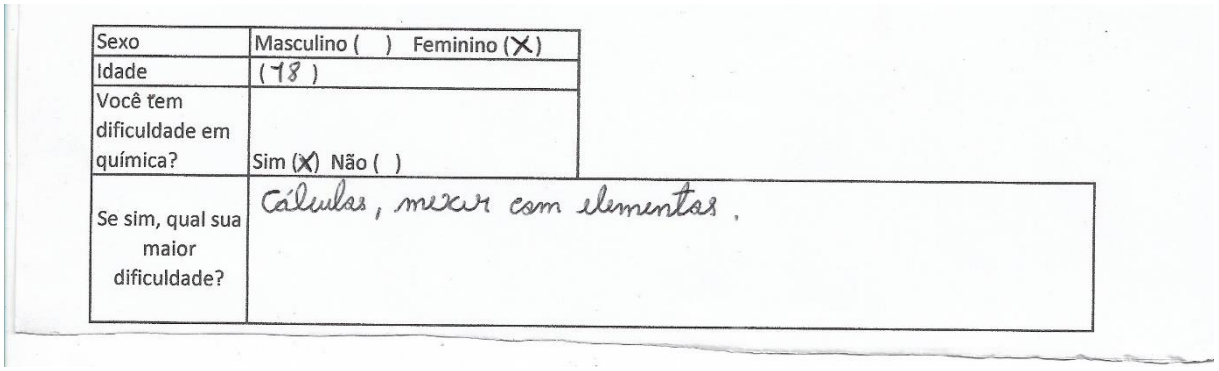
Gênero	Masculino ( ) Feminino ( )
Idade	( )
Você tem dificuldade em química?	Sim ( ) Não ( )
Se sim, qual sua maior dificuldade?	

Apêndice C –

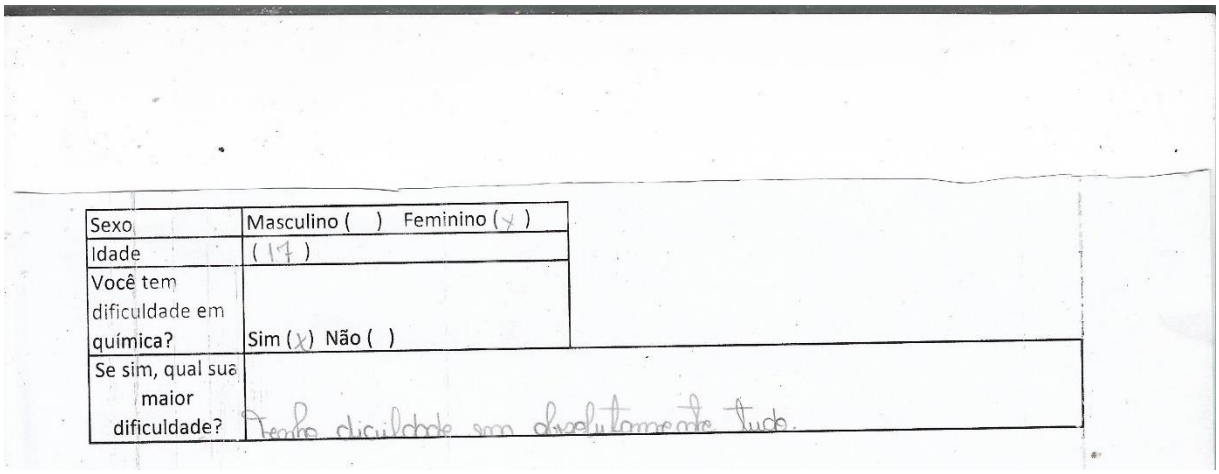
Afirmação	Sim	Não
Consegui relacionar o conteúdo de sala com o experimento	( )	( )
Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	( )	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	( )	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.		

APENDICE D – Cópia dos questionários preenchidos pelos alunos

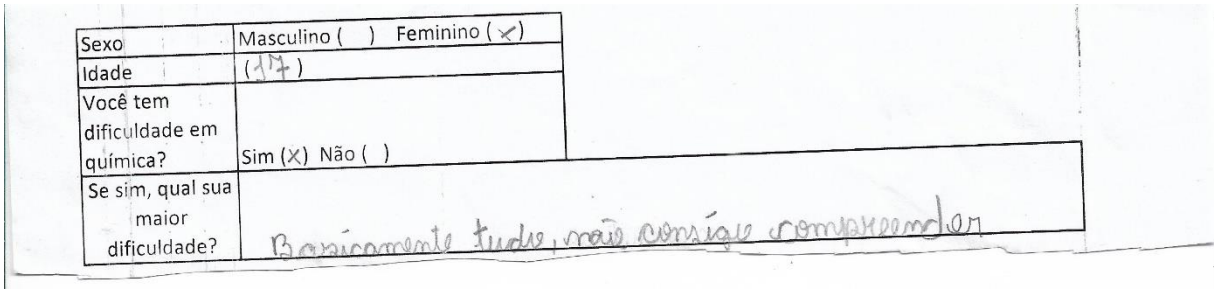
Questionário 1 – 2°B



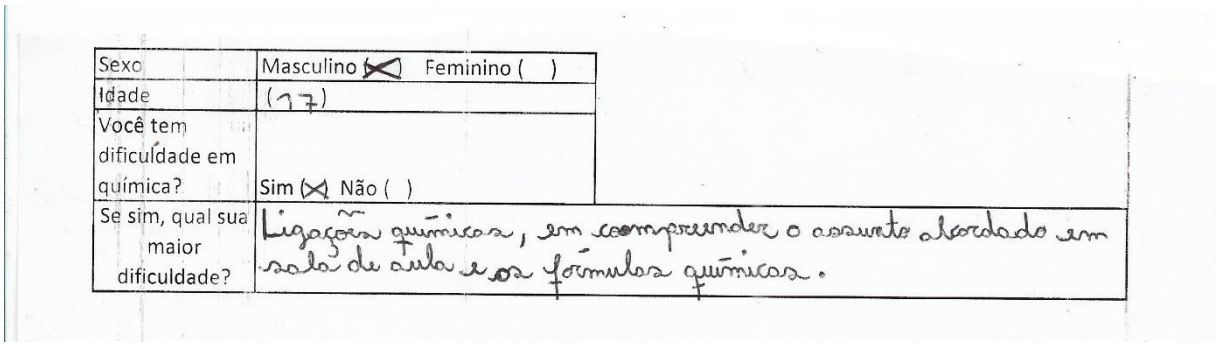
Sexo	Masculino ( ) Feminino (X)
Idade	(18)
Você tem dificuldade em química?	Sim (X) Não ( )
Se sim, qual sua maior dificuldade?	Cálculos, mexer com elementos.



Sexo	Masculino ( ) Feminino (X)
Idade	(17)
Você tem dificuldade em química?	Sim (X) Não ( )
Se sim, qual sua maior dificuldade?	Tenho dificuldade em absolutamente tudo.



Sexo	Masculino ( ) Feminino (X)
Idade	(17)
Você tem dificuldade em química?	Sim (X) Não ( )
Se sim, qual sua maior dificuldade?	Basicamente tudo, não consigo compreender



Sexo	Masculino (X) Feminino ( )
Idade	(17)
Você tem dificuldade em química?	Sim (X) Não ( )
Se sim, qual sua maior dificuldade?	Ligações químicas, em compreender o assunto abordado em sala de aula e as fórmulas químicas.

Sexo	Masculino ( ) Feminino (X)
Idade	(16)
Você tem dificuldade em química?	Sim (X) Não ( )
Se sim, qual sua maior dificuldade?	MINHA MAIOR DIFICULDADE É FOCAR E COMPREENDER O ASSUNTO PASSADO. NO CASO TUDO!

Sexo	Masculino ( ) Feminino (X)
Idade	(17)
Você tem dificuldade em química?	Sim (X) Não ( )
Se sim, qual sua maior dificuldade?	Fórmulas, cálculos, Teorias, descrever substâncias e outros.

Sexo	Masculino
Idade	(17)
Você tem dificuldade em química?	Sim (X) Não ( )
Se sim, qual sua maior dificuldade?	Em fazer cálculos e resolver questões

Questionário 1 – 2°E

Sexo	Masculino ( ) Feminino (X)
Idade	(16)
Você tem dificuldade em química?	Sim (X) Não ( )
Se sim, qual sua maior dificuldade?	nos cálculos de química.

Sexo	Masculino ( ) Feminino (X)
Idade	(16)
Você tem dificuldade em química?	Sim (X) Não ( )
Se sim, qual sua maior dificuldade?	A maioria dos assuntos

Sexo	Masculino ( ) Feminino (X)
Idade	(16)
Você tem dificuldade em química?	Sim (X) Não ( )
Se sim, qual sua maior dificuldade?	Nos cálculos de química.

Sexo	Masculino ( ) Feminino (X)
Idade	(17)
Você tem dificuldade em química?	Sim (X) Não ( )
Se sim, qual sua maior dificuldade?	ENTENDER OS CALCULOS E EXECULTA-LO.

Sexo	Feminino
Idade	(16)
Você tem dificuldade em química?	Sim (X) Não ( )
Se sim, qual sua maior dificuldade?	Pra mim é difícil visualizar para compreender o conteúdo.

Sexo	Masculino ( ) Feminino (X)
Idade	(17)
Você tem dificuldade em química?	Sim (x) Não ( )
Se sim, qual sua maior dificuldade?	Distribuição eletrônica (1º ano - conteúdo)

Sexo	Masculino ( ) Feminino (X)
Idade	(17)
Você tem dificuldade em química?	Sim (X) Não ( )
Se sim, qual sua maior dificuldade?	Em interpretar as questões

Sexo	Masculino ( ) Feminino (X)
Idade	(17)
Você tem dificuldade em química?	Sim (X) Não ( )
Se sim, qual sua maior dificuldade?	Entropia. Variação da energia livre de GIBBS.

Questionário 2 – 2°B

Afirmação	Sim	Não
Consegui relacionar o conteúdo de sala com o experimento	(X)	( )
Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	(X)	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	(X)	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.	A maneira a qual foi ministrada a aula, a explicação com os experimentos.	

Afirmação	Sim	Não
Consegui relacionar o conteudo de sala com o experimento	(X)	( )
Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	(X)	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	(X)	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.	Com a prática, o aprendizado é muito facilitado.	

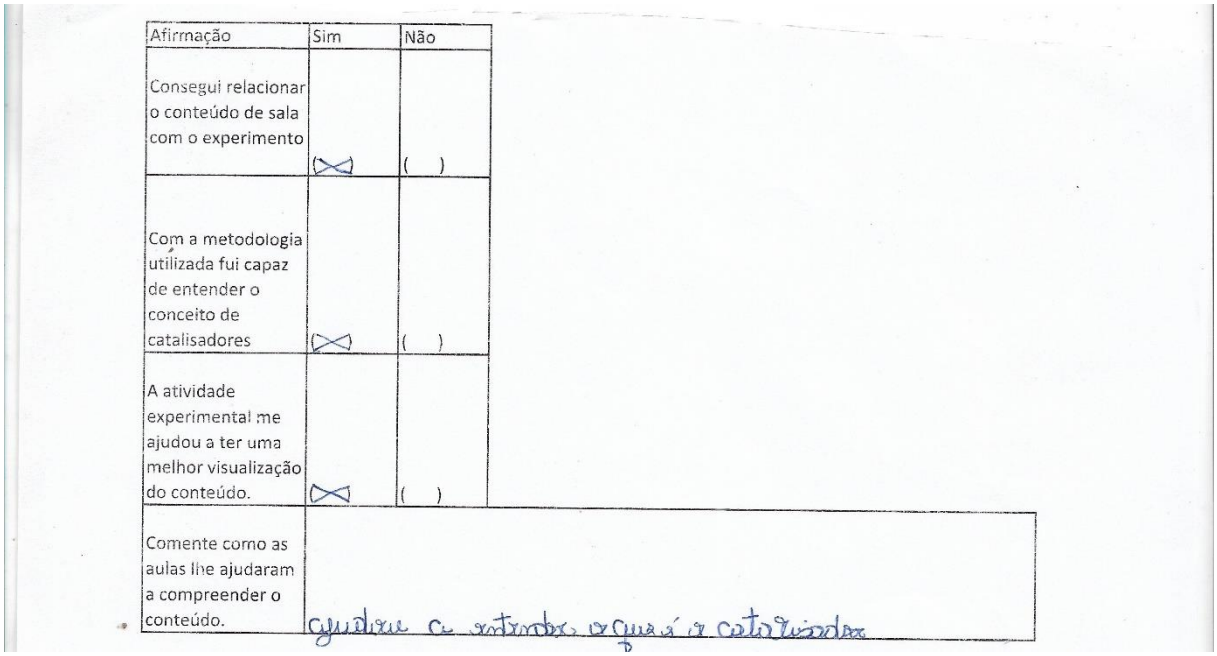
Afirmação	Sim	Não
Consegui relacionar o conteúdo de sala com o experimento	(X)	( )
Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	(X)	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	(X)	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.	mais aulas no laboratório	

Afirmação	Sim	Não
Consegui relacionar o conteúdo de sala com o experimento	(X)	( )
Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	(X)	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	(X)	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.	COM O EXPERIMENTO FICOU CLARO E CONSEGUI ENTENDER O ASSUNTO	

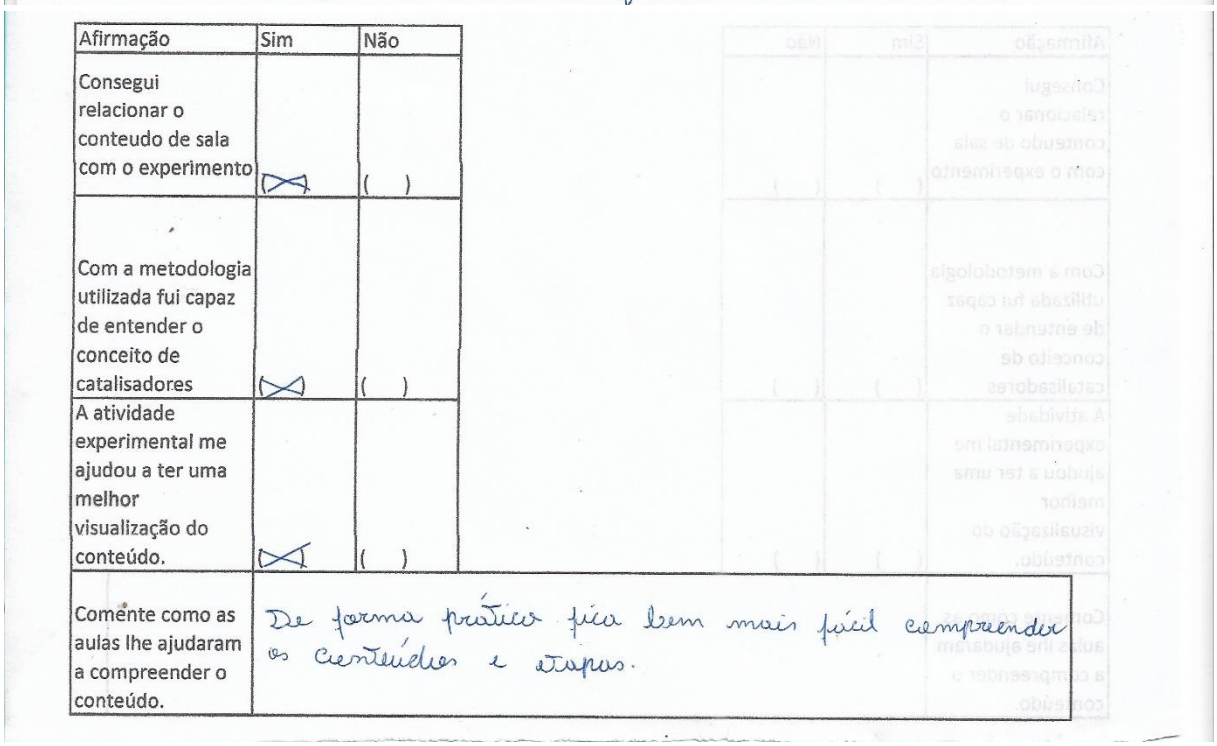
Afirmação	Sim	Não
Consegui relacionar o conteúdo de sala com o experimento	(X)	( )
Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	(X)	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	(X)	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.	O assunto que o prof passou casou com a experiência	

	Sim	Não
Consegui relacionar o conteudo de sala com o experimento	(X)	( )
Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	(X)	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	(X)	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.	Com a prática fica mais fácil para aprender	

Afirmação	Sim	Não
Consegui relacionar o conteúdo de sala com o experimento	(X)	( )
Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	(X)	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	(X)	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.	O que me ajudou foi os experimentos do laboratório	



Afirmação	Sim	Não
Consegui relacionar o conteúdo de sala com o experimento	X	( )
Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	X	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	X	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.	ajudou a entender o que é o catalisador	



Afirmação	Sim	Não
Consegui relacionar o conteudo de sala com o experimento	X	( )
Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	X	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	X	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.	De forma prática fica bem mais fácil compreender os conteúdos e etapas.	

Questionário 2 – 2°E

Afirmação	Sim	Não
Consegui relacionar o conteudo de sala com o experimento	(X)	( )
Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	(X)	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	(X)	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.	Observar e "fazer" o experimento me ajudou a entender de maneira física o que ocorre ao adicionar os catalizadores	

Afirmação	Sim	Não
Consegui relacionar o conteudo de sala com o experimento	(√)	( )
Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	(√)	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	(√)	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.	Aulas assim são mais dinâmicas e tornam o conteúdo mais atrativo e fácil de compreender	

Afirmação	Sim	Não
Consegui relacionar o conteudo de sala com o experimento	(X)	( )
Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	(X)	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	(X)	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.	Ajudaram bastante, porque ver o conteúdo na prática ajuda a entender o assunto.	

Afirmação	Sim	Não
Consegui relacionar o conteudo de sala com o experimento	(X)	( )
Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	(X)	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	(X)	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.	A aula prática, onde fizemos o experimento, ajudou a entender melhor. Pois nós conseguimos visualizar o que acontece	

Afirmação	Sim	Não
Consegui relacionar o conteudo de sala com o experimento	(X)	( )
Com a métodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	(X)	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	(X)	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.	a aula prática chamou mais atenção que uma aula teórica.	

Afirmação	Sim	Não
Consegui relacionar o conteudo de sala com o experimento	(X)	( )
Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	(X)	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	(X)	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.	aulas com mais experimentos ajudaria muito mais os alunos que tem dificuldade de compreender o conteúdo.	

Afirmação	Sim	Não
Consegui relacionar o conteudo de sala com o experimento	(X)	( )
Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	(X)	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	(X)	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.	tendo como base o conceito teórico, quando chegou na prática ficou mais fácil	

Afirmação	Sim	Não
Consegui relacionar o conteudo de sala com o experimento	(X)	( )
Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	(X)	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	(X)	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.	A aula experimental me ajudou a compreender o assunto com mais rapidez de forma mais divertida.	

Afirmação	Sim	Não
Consegui relacionar o conteudo de sala com o experimento	(X)	( )
Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	(X)	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	(X)	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.	Ajudou como uma forma mais dinâmica me ajudou a me concentrar melhor e compreender o assunto.	

Afirmação	Sim	Não
Consegui relacionar o conteudo de sala com o experimento	(✓)	( )
Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	(✓)	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	(✓)	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.	As aulas práticas do professor foram ótimas para o aprendizado, um método bem melhor do que as teóricas. APRENDI SUPER ☑ ☺	

Afirmação	Sim	Não
Consegui relacionar o conteudo de sala com o experimento	(X)	( )
Com a metodologia utilizada fui capaz de entender o conceito de catalisadores	(X)	( )
A atividade experimental me ajudou a ter uma melhor visualização do conteúdo.	(X)	( )
Comente como as aulas lhe ajudaram a compreender o conteúdo.	Eu consegui visualizar o modo como os catalizadores atuam na prática, e o que sua ausência causa também.	

PS: Você vai ser um ótimo professor [illegible] paciência! :)