



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL**

**LEANDRO HENRIQUE FERREIRA MARTINS**

**EXPERIMENTAÇÃO COM VIÉS INVESTIGATIVO PARA O ENSINO DE  
CINÉTICA QUÍMICA**



**UBERABA - MG**

**2024**

**LEANDRO HENRIQUE FERREIRA MARTINS**

**EXPERIMENTAÇÃO COM VIÉS INVESTIGATIVO PARA O ENSINO DE  
CINÉTICA QUÍMICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Ciências Exatas, Naturais e Educação (ICENE/UFTM) e Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI/UFTM-Uberaba), como requisito para a obtenção do título de Mestre em Química.

**Linha de pesquisa: LP2** - Química ambiental e energia

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carla Regina Costa

**Co-orientador:** Prof. Dr. Daniel Alves Cerqueira

**UBERABA - MG**

**2024**

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade  
Federal do Triângulo Mineiro**

M342e Martins, Leandro Henrique Ferreira  
Experimentação com viés investigativo para o ensino de cinética  
química / Leandro Henrique Ferreira Martins. -- 2024.  
130 p.: tab.

Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede  
Nacional) -- Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba,  
MG, 2024

Orientadora: Profa. Dra. Carla Regina Costa  
Coorientador: Daniel Alves Cerqueira

1. Química - Estudo e ensino. 2. Prática de ensino. 3. Didática.  
I. Costa, Carla Regina. II. Cerqueira, Daniel Alves. III. Universidade  
Federal do Triângulo Mineiro. IV. Título.

CDU 54(07)

LEANDRO HENRIQUE FERREIRA MARTINS

**EXPERIMENTAÇÃO COM VIÉS INVESTIGATIVO PARA O ENSINO DE CINÉTICA  
QUÍMICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Ciências Exatas, Naturais e Educação (ICENE/UFTM), Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI/UFTM-Uberaba), como requisito para obtenção do título de Mestre em Química.

Uberaba, 29 de agosto de 2024

**Banca Examinadora:**

Profa. Dra. Carla Regina Costa – Orientadora  
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Prof. Dr. Evandro Roberto Alves  
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Prof. Dr. Aroldo Nascimento Silva  
Universidade Federal do Paraná





fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 215, de 16 de julho de 2024](#).

---



Documento assinado eletronicamente por **EVANDRO ROBERTO ALVES**, **Professor do Magistério Superior**, em 02/09/2024, às 14:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 215, de 16 de julho de 2024](#).

---



Documento assinado eletronicamente por **AROLDO NASCIMENTO SILVA**, **Usuário Externo**, em 02/09/2024, às 15:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 215, de 16 de julho de 2024](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.uftm.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.uftm.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1323158** e o código CRC **01BA2AE5**.

---

Dedico este trabalho aos meus pais, Elaine Ferreira Martins e Nivaldo de Paula Martins, por todo carinho e amor. Aos meus irmãos, pela amizade e apoio, e a todas as pessoas que contribuíram para a conclusão de mais essa etapa em minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao bom Deus, por tudo que tem proporcionado em minha vida, por toda superação e motivação.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carla Regina Costa que foi uma verdadeira profissional e amiga desde seus ensinamentos, às suas contribuições para a conclusão desta dissertação.

À secretária do programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI, Luciana da Costa e Silva Martins, que sempre de forma solícita e tempestiva exercia sua função com extrema dedicação e cuidado conosco.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Daniel Alves Cerqueira, pelas considerações e auxílio durante a fase experimental.

Ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI e à Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM, corpo docente, direção e administração que me deram a oportunidade de alcançar mais um grau em minha formação acadêmica.

À instituição de fomento CAPES pelo apoio financeiro.

A todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram para a concretização desse projeto.

A vida não é fácil para nenhum de nós. Temos que ter persistência e, acima de tudo, confiança em nós mesmos.

Marie Curie

## APRESENTAÇÃO

Ao longo da minha trajetória como docente de Química do ensino básico de escola pública, percebo o quanto a Química, uma área experimental, deixa de ter esse viés e se transforma em conteúdos depositados nos estudantes. Estes, em sua maioria, são passivos no processo de aprendizagem, o que contribui para gerar descontentamento e desmotivação para aprender Química.

Segundo Sthefany; Araújo (2020), "a falta de experimentação na aprendizagem de Química limita a capacidade dos estudantes de compreender e aplicar conceitos importantes" (p. 42). Além disso, Oliveira; Oliveira (2016) destacam que "as aulas práticas de Química são fundamentais para o desenvolvimento da curiosidade e do interesse dos estudantes pela disciplina" (p. 122). Infelizmente, a falta de recursos e a falta de formação dos professores podem dificultar a implementação de aulas práticas nas escolas públicas (SILVA, 2019).

Acredito que a experimentação contribua positivamente para que a aprendizagem de Química seja mais efetiva na vida do aluno. Recordo-me que há alguns anos, quando eu era estudante de ensino médio, o ensino de Química não era tão diferente da forma como é hoje, sendo que raramente aconteciam aulas práticas.

Segundo Sthefany; Araújo (2020), a experimentação é uma abordagem fundamental no ensino de Química, uma vez que permite aos alunos vivenciarem na prática os conceitos teóricos aprendidos em sala de aula.

Oliveira; Oliveira (2016) destacam que, infelizmente, ainda é comum encontrar escolas em que as aulas experimentais são negligenciadas. De acordo com os autores, muitas vezes os professores realizam os experimentos demonstrativamente, sem dar a devida atenção à segurança ou ao entendimento dos alunos.

Portanto, é importante que as aulas de Química contemplem a experimentação como um recurso didático que contribua de forma efetiva para a aprendizagem e para a motivação dos alunos.

Lembro-me das minhas vivências enquanto aluno da educação básica de escola pública no período noturno, quando práticas experimentais foram propostas poucas vezes. Além disso, quando aconteciam, o professor realizava os experimentos de forma demonstrativa, sem muito cuidado com o processo de aprendizagem, sem se preocupar se o aluno compreendia porque a concha do mar era "corroída" pelo

ácido muriático, ou porque o processo de misturar a soda cáustica na água era um processo exotérmico ou ainda porque a mistura de soda cáustica e água adquiria cor rosa quando algumas gotas de fenolftaleína eram adicionadas a ela. O que se pretendia com a experimentação era simplesmente chamar a atenção do aluno para o fenômeno químico que acontecia como se fosse mágica.

Nesse sentido, ao olhar as situações apresentadas, de ambos os pontos de vista, do estudante Leandro e do professor Leandro, observo que a forma de ensinar pouco se metamorfoseou. Percebo que ao longo de mais de 20 anos, várias foram as tentativas de mudança, de (re)invenção, de propostas para um novo ensino médio, o qual resultasse em estudantes mais autônomos, questionadores, que pudessem ser autores e protagonistas da sua aprendizagem, mas na prática pouco se conquistou em relação ao que se pretendia.

Uma mudança positiva foi o professor ter deixado de ser visto como superior dentro da sala de aula, aquele que detinha o conhecimento absoluto e passar a desempenhar o papel de mediador e facilitador de aprendizagem. O tema do ensino no Brasil é bastante complexo e tem sido objeto de debate há muitos anos. Existem diversas propostas e iniciativas para melhorar a qualidade da educação, especialmente no ensino médio. A reforma do ensino médio é uma constante no discurso educacional, desde 1996 (LOPES, 2016). No entanto, muitas vezes essas propostas não são efetivamente implementadas ou não são suficientes para mudar a cultura de ensino nas escolas.

Uma das questões que permeiam o ensino é a formação dos professores. Muitos docentes não recebem formação adequada em relação às novas metodologias e tecnologias de ensino, o que acaba limitando as possibilidades de inovação no processo educativo. Diante desses desafios, é importante que haja um esforço conjunto dos gestores públicos, dos professores e da sociedade em geral para promover mudanças significativas no ensino. É preciso investir em formação de professores, infraestrutura adequada, metodologias inovadoras e participação ativa dos alunos, para que se possa ter um ensino mais efetivo e que atenda às demandas da sociedade contemporânea. (MUZZI, 2023)

Outro aspecto que merece ser destacado é a falta de incentivo à participação dos alunos no processo de aprendizagem. Muitas vezes, o ensino se resume a uma transmissão de informações, sem despertar a curiosidade e a pesquisa por parte dos

estudantes. Essa abordagem pode contribuir para a desmotivação dos alunos e a falta de interesse pelo conteúdo. (LIMA; LEITE, 2012)

Quando menciono a falta de mudanças na forma de ensinar, estou me referindo a diversos fatores que dificultam a transformação desse processo educativo. Um desses fatores é o sistema de ensino que impõe a necessidade de atingir metas, obrigando os professores a seguir um plano de ensino pré definido, sem se preocupar se os alunos estão realmente aprendendo.

Essa ênfase no cumprimento de metas e objetivos pode ter efeitos negativos na qualidade da aprendizagem dos alunos, que muitas vezes é deixada de lado em detrimento da conclusão do programa. O que acontece é que o programa acaba tomando o lugar do aluno, tornando-se mais importante que ele. O professor ensina o que o programa diz que deve ser ensinado, e não necessariamente o que os alunos precisam aprender.

Essa abordagem de ensino centrada no cumprimento de metas e objetivos também pode gerar desmotivação nos alunos, que muitas vezes se sentem desinteressados pelo conteúdo apresentado. a aprendizagem escolar deve ser um processo vivo, dinâmico e prazeroso, que envolve a curiosidade, a descoberta e a produção de conhecimentos significativos para o sujeito.

Atualmente, no decorrer dos 3 (três) anos de ensino médio, o aluno tem 1 (uma) aula semanal de Química no 1º ano, 2 (duas) no 2º ano e 1 (uma) aula semanal no 3º ano. O número reduzido de aulas dificulta a proposição de aulas mais dinâmicas, que proporcione satisfação e que desperte nos estudantes o prazer em querer fazer e aprender. Sem falar, que as aulas ainda perdem espaço para os projetos que são desenvolvidos dentro da carga horária do aluno, ou seja, deixa-se de ministrar aulas, para que projetos aconteçam.

Outra questão que cabe ser mencionada aqui é que muitas vezes o professor tem que arcar com a despesa de materiais quando ele quer realizar uma atividade diferente com os alunos, como a atividade experimental, pois a escola não dispõe de recursos para isso.

Agora me coloco na qualidade de ex aluno de um curso de Licenciatura em Química. Durante a minha formação universitária, várias foram as disciplinas com aulas experimentais: Química Geral, Físico-Química, Química Analítica, Química Orgânica. Embora todas elas tenham contribuído muito para a minha formação

enquanto docente, os experimentos realizados tinham um carácter meramente de verificação, no qual a partir de um roteiro pronto, executava-se os experimentos, tentava-se propor uma explicação aos fatos observados e por fim respondia-se um questionário que não estimulava a busca ou a argumentação dos fenômenos observados.

Os roteiros experimentais traziam um questionário cujas respostas muitas vezes eram encontradas nos próprios roteiros: "Qual a substância precipitada?" Por que falar que houve a formação de um precipitado? Na minha opinião, as perguntas deveriam levar os discentes à pesquisa, ao levantamento de hipóteses, deveriam despertar nos alunos atitudes investigativas.

De fato, é importante destacar que a simples execução de experimentos não é suficiente para promover uma aprendizagem significativa e efetiva. É preciso que haja uma reflexão sobre as experiências vividas e uma discussão acerca dos resultados obtidos, de forma a estimular a curiosidade e o questionamento por parte dos estudantes. O experimento é uma atividade que, por si só, não garante aprendizagem significativa, é preciso um envolvimento do estudante em todas as etapas do processo" (BIZERRA, 2020).

Dessa forma, é fundamental que os experimentos sejam conduzidos de maneira mais reflexiva e crítica, de modo a permitir que os alunos possam questionar e propor explicações para os fenômenos observados. o aluno deve ser capaz de formular hipóteses, investigar, comparar, avaliar, argumentar, refletir e criticar, e não apenas memorizar e repetir (LIMA; DIAS; COSTA; SILVA, 2022)

Para tanto, é necessário repensar a forma como os experimentos são abordados nas aulas de Química e outras disciplinas. Ao proporcionar apenas a execução de experimentos sem uma reflexão crítica e um estímulo à argumentação, pode-se acabar por reforçar a mera memorização e a reprodução de explicações prontas, ao invés de uma construção autônoma do conhecimento pelos alunos.

Enquanto docente, ao realizar algum experimento, geralmente demonstrativo, no qual os alunos apenas observam a execução, percebo que eles querem se envolver, participar, ajudar. Porém, eles apresentam dificuldade para explicar os fenômenos que acontecem durante a realização, ou seja, os alunos não conseguem aliar a teoria e a prática, são ingênuos, e veem a experimentação como algo

recreativo. Assim, é importante que os experimentos tenham um viés investigativo, contribuindo para desenvolver o senso crítico no aluno.

## RESUMO

O ensino de química ainda valoriza demasiadamente os cálculos, a memorização de fórmulas matemáticas e nomenclaturas de compostos, o que ocasiona um alto nível de rejeição da Química pelos estudantes de Ensino Médio e repercute negativamente no processo de ensino-aprendizagem. A experimentação pode contribuir para tornar a Química mais interessante e atraente para os estudantes e resultar em uma aprendizagem efetiva desde que sejam propostos experimentos que exijam a participação ativa dos alunos. Esse objetivo pode ser alcançado utilizando uma abordagem de experimentação investigativa, na qual o professor atua como um mediador do processo. Ao contrário das experimentações tradicionais, na experimentação investigativa o aluno tem a possibilidade de analisar situações problema, coletar dados, elaborar e testar hipóteses, argumentar e discutir com os colegas. A cinética química possibilita a avaliação experimental da influência de determinados fatores sobre a velocidade das reações químicas e por isso é um conteúdo que viabiliza uma abordagem baseada na experimentação investigativa. Este trabalho propõe avaliar o uso da experimentação investigativa para a abordagem da cinética química no Ensino Médio por meio de duas reações de desprendimento de dióxido de carbono: a reação entre bicarbonato de sódio e vinagre e a decomposição térmica do bicarbonato de sódio. A pesquisa mostrou que a experimentação é capaz de motivar os alunos a participarem da atividade de forma atenta e fazendo anotações minuciosas. Na avaliação diagnóstica os alunos apresentaram vocabulário científico inadequado, mas conseguiram relatar de forma satisfatória as observações experimentais. O professor teve um papel crucial no direcionamento do experimento e apresentação do conteúdo após a realização da prática. Este trabalho proporcionou a elaboração de uma sequência didática que poderá ser utilizada por professores da Educação Básica na abordagem do conteúdo de cinética química aos estudantes.

**Palavras-chave:** Prática investigativa. Ensino de Química. Sequência didática.

## ABSTRACT

The teaching of chemistry still values calculations and the memorization of mathematical formulas and nomenclatures of compounds, which causes a high level of rejection of Chemistry by high school students and has a negative impact on the teaching-learning process. Experimentation can contribute to making Chemistry more interesting and attractive to students and result in effective learning as long as experiments that require the active participation of students are proposed. This goal can be achieved by using an investigative experimentation approach, in which the teacher acts as a mediator of the process. Unlike traditional experiments, in investigative experimentation the student has the possibility to analyze problem situations, collect data, elaborate and test hypotheses, argue and discuss with colleagues. Chemical kinetics enables the experimental evaluation of the influence of certain factors on the speed of chemical reactions and therefore it is a content that enables an approach based on investigative experimentation. This work proposes to evaluate the use of investigative experimentation to approach chemical kinetics in high school through two carbon dioxide detachment reactions: the reaction between sodium bicarbonate and vinegar and the thermal decomposition of sodium bicarbonate. The research showed that experimentation is capable of motivating students to participate in the activity attentively and by taking detailed notes. In the diagnostic evaluation, the students presented inadequate scientific vocabulary, but were able to report the experimental observations satisfactorily. The teacher played a crucial role in directing the experiment and presenting the content after the practice. This work provided the elaboration of a didactic sequence that can be used by teachers of Basic Education in the approach of the content of chemical kinetics to students.

Keywords: Investigative practice. Chemistry Teaching. Didactic sequence.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Plano de curso relacionado ao conteúdo de Termoquímica e Cinética Química.....	4
--	---

## LISTA DE QUADRO

Quadro 1 - Etapas, estágios e quantidade de aulas da sequência didática proposta para o ensino de cinética química .....	32
Quadro 2 - Avaliação diagnóstica sobre o tópico cinética química.....	33
Quadro 3 - Experimentos envolvendo a produção de CO <sub>2</sub> para avaliar a influência de alguns fatores sobre a velocidade de reação.....	34
Quadro 4 - Questões do relatório sobre os experimentos realizados.....	38
Quadro 5 - Percentual de respostas obtidas para cada reação para a questão 9 da avaliação diagnóstica.....	41
Quadro 6 - Observações dos estudantes sobre o experimento 1 - avaliação do efeito temperatura sobre a velocidade de reação entre bicarbonato de sódio e ácido acético.....	44
Quadro 7 - Observações dos estudantes sobre o experimento 2 - avaliação do efeito da concentração de ácido acético sobre a velocidade de reação entre bicarbonato de sódio e ácido acético.....	46
Quadro 8 - Observações dos estudantes sobre o experimento 3 - avaliação do efeito da pressão sobre a velocidade de reação entre bicarbonato de sódio e ácido acético.....	46
Quadro 9 - Observações dos estudantes sobre o experimento 4 - avaliação da temperatura sobre a decomposição do bicarbonato de sódio.....	47

## **LISTA DE SIGLAS**

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

PNLD – Programa Nacional do Livro Didático

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Possíveis abordagens para as atividades experimentais.....23

Tabela 2- Projetos realizados na escola no ano de 2023.....32

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>21</b>
1.1 A AFETIVIDADE NA CONSTRUÇÃO DA APRENDIZAGEM DE FORMA EMPÁTICA E COLABORATIVA.....	30
1.2 A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA À LUZ DAS PESQUISAS NO ENSINO DE QUÍMICA E SEU PAPEL NA APRENDIZAGEM.....	33
1.3 SUPERAÇÃO DA DICOTOMIA TEÓRICO-PRÁTICO NO ENSINO DE QUÍMICA.....	36
1.4 O ENSINO DE CINÉTICA QUÍMICA COMO ABORDAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA.....	42
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>44</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	44
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	44
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>45</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>55</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>76</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>82</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Diversos processos presentes em nossa rotina diária são influenciados pela temperatura, pelas concentrações de reagentes e pela presença de catalisadores (OLIVEIRA; DIAS; JARDIM, 2021). São exemplos desses processos (SILVA; PAIVA, 2019; OLIVEIRA; DIAS; JARDIM, 2021): o envelhecimento do nosso organismo, o crescimento das plantas, a conservação de alimentos e o uso de catalisadores automotivos e industriais. A cinética química é o ramo da Química que estuda os fatores que influenciam as velocidades das reações e as leis que as descrevem (FELTRE, 2008).

O estudo da velocidade das reações químicas e dos fatores que a influenciam foi objeto de pesquisa de Van't Hoff, Svante Arrhenius e Jean Perrin na virada do século XIX para o XX. A cinética química oferece ferramentas para o estudo das reações nos níveis macroscópico e atômico. Em nível macroscópico, ela permite averiguar experimentalmente como a reação é influenciada por determinados fatores e, em nível atômico, permite compreender o caminho detalhado que os átomos e moléculas percorrem durante a ocorrência de uma reação, o que é denominado de mecanismo reacional (OLIVEIRA; DIAS; JARDIM, 2021).

Assim, a cinética química é um conteúdo que possibilita uma abordagem baseada na experimentação investigativa e que pode ser estendido para fenômenos da rotina diária dos estudantes contribuindo para contextualizar e atribuir sentido para o que é aprendido nas aulas de Química.

Ao se falar em experimentação investigativa, pode-se dizer que o simples ato de pesquisar, é também investigar. De acordo com o *Dicionário Online de Português* (2024), o verbo investigar tem como sinônimos as palavras: apurar, indagar, inquirir, averiguar, perquirir, perscrutar, pesquisar e sondar. Ao levar o aluno a pesquisar, o professor pode promover o aluno a investigador. Contudo, é necessário que esse trabalho seja direcionado e crie no estudante uma motivação que vai ao encontro de respostas para a solução dos problemas. Vale mencionar que na tentativa de encontrar respostas, o investigador pode chegar a vários outros caminhos ou pode-se perceber que há necessidade de muitas habilidades. Para a invenção da lâmpada incandescente, por exemplo, Thomas

Edison precisou mobilizar, conhecimentos tácitos, experiência e engenhosidade, conhecimentos científicos e associá-los ao uso de instrumentos da investigação científica (SILVA, 2018).

A experimentação investigativa deve estar aliada à contextualização, pois essa ferramenta de ensino é uma estratégia que dá significado científico a fatos e processos do cotidiano com objetivo de formar cidadãos críticos e participativos, uma vez que, ela vem acompanhada de problematização proporcionando métodos na criação de solução das barreiras encontradas ao longo do percurso. A contextualização busca conferir um novo significado ao conhecimento escolar, permitindo ao aluno uma aprendizagem mais significativa ao promover uma relação dinâmica e interativa entre o sujeito (aluno) e o objeto (conteúdo das aulas), facilitando assim uma melhor compreensão e aplicação do conteúdo aprendido (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013).

Nesse sentido, no plano de curso de 2023 do ensino médio da rede estadual de ensino de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2023), observa-se que o conteúdo de cinética química deve ser ministrado no primeiro bimestre do 2º ano e é recomendado nas orientações pedagógicas a utilização da experimentação para a abordagem do conteúdo. Apesar disso, o plano de curso traz nas habilidades os verbos: analisar, representar, identificar, interpretar (Figura 1). Causa um estranhamento a ausência do verbo investigar que poderia sugerir o emprego de um experimento com viés investigativo, trazendo uma problematização relacionada à realidade do estudante.

Figura 1: Plano de curso relacionado ao conteúdo de Termoquímica e Cinética Química.

PLANO DE CURSO				
ÁREA DE CONHECIMENTO:	Ciências da Natureza	ANO DE ESCOLARIDADE	ANO LETIVO	
COMPONENTE CURRICULAR:	Química	2º Ano - Ensino Médio	2023	
1º BIMESTRE:				
UNIDADE TEMÁTICA/ TÓPICO	COMPETÊNCIA ESPECÍFICA	HABILIDADE	OBJETOS DO CONHECIMENTO/ CONTEÚDOS RELACIONADOS	ORIENTAÇÕES PEDAGÓGICAS
Matéria e Energia Vida, Terra e Cosmos Tecnologia e Linguagens	<p><b>Competência Específica 1:</b> Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.</p> <p><b>Competência Específica 2:</b> Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.</p> <p><b>Competência Específica 3:</b> Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</p>	<p>(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.</p> <p>(EM13CNT102XA) Identificar e interpretar sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento.</p> <p>(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.</p> <p>(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas, tecnológicas, entre outras) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.</p>	- Termoquímica e Cinética Química.	O campo da termoquímica e cinética possibilita trabalhar aulas práticas e simuladores, permitindo que o estudante amplie suas habilidades. Importante aproximar tais objetos as relações de importância de sua comunidade, seja por um tema regional ou de interesse de seus estudantes.

Fonte: MINAS GERAIS, 2023

Outro ponto que cabe ser destacado é que a cinética química é um assunto que envolve cálculos e que grande parte dos alunos apresentam dificuldades em matemática. Atualmente, o livro didático<sup>1</sup> recomendado para ser utilizado nas escolas públicas pelo PNLD (Programa Nacional do Livro Didático), aborda o conteúdo de cinética química em aproximadamente 12 páginas que trazem textos, figuras, gráficos, exercícios, mas percebe-se que a matemática não é trabalhada a contento. Percebe-se que apesar dos avanços no ensino de química, ainda hoje é comum ele ser resumido a cálculos e à memorização de fórmulas matemáticas e nomenclaturas de compostos, sem valorizar aspectos conceituais de forma contextualizada e que façam sentido para um número significativo de estudantes (FERNANDEZ, 2018; LIMA *et al.*, 2000). O alto nível de rejeição da Química pelos estudantes de ensino médio, repercute negativamente no seu processo de ensino-aprendizagem (LIMA *et al.*, 2000). Apesar desta impopularidade da Química na Educação Básica, o conhecimento desta Ciência contribui para a inovação, a alfabetização científica e o

<sup>1</sup> link referente a um dos seis exemplares da coleção do livro didático ciências da Natureza e suas Tecnologias utilizado no Ensino Médio da escola pública <https://pnld.moderna.com.br/ensino-medio/obras-didaticas/area-de-conhecimento/ciencias-da-natureza/moderna-plus>

desenvolvimento sustentável (FERNANDEZ, 2018). Embora o ensino de química não deve ser pautado apenas em cálculos matemáticos, eles são importantes para o ensino desta ciência que é da área de extras.

O ensino de Ciências tem o objetivo de tornar o indivíduo capaz de avaliar o alcance de um avanço científico diante dos fenômenos cotidianos, conferindo a ele um olhar analítico quanto aos excessos trazidos pela mídia. O conhecimento científico possibilita ainda o desenvolvimento de uma racionalidade própria, flexível e passível de mudanças, no qual a escola desempenha um papel fundamental (LOPES, 1999).

A escola tem o objetivo explícito de ministrar uma formação científica, ao mesmo tempo que possui por objetivo implícito formar o conhecimento cotidiano, fazer com que o aluno incorpore cotidianamente, não apenas conhecimentos científicos, mas valores e princípios de uma dada sociedade. (LOPES, 1999, p. 216).

A experimentação pode contribuir para tornar a Química mais interessante e atrativa para os estudantes. Entretanto, quando experimentos são realizados na Educação Básica, é comum que eles sejam limitados a demonstrações que não envolvem a participação ativa dos estudantes (LIMA *et al.*, 2000). Quando os alunos participam da execução de um experimento, geralmente eles seguem um roteiro pré-estabelecido e acabado que não considera o seu caráter investigativo (LIMA *et al.*, 2000).

Nem sempre é fácil propor a realização de um experimento na Educação Básica, principalmente na rede pública de ensino, devido a uma série de fatores como: o número reduzido de aulas de Química; a insegurança dos professores para realizarem aulas práticas; a carga horária excessiva de trabalho docente e a inexistência de suporte técnico para a realização dos experimentos (LISBÔA, 2015). Além disso, as aulas de muitos cursos de licenciatura em Química ainda se baseiam no formato expositivo (aprendizagem passiva), de modo que os futuros professores não são preparados para atuarem em um modelo de aprendizagem ativa por não vivenciá-lo na universidade (LIMA *et al.*, 2000). Nesse sentido, embora o currículo dos cursos de Licenciatura em Química tenha sofrido várias alterações ao longo dos anos com aumento da carga horária das

disciplinas pedagógicas, na prática ele ainda é conhecido por possuir um caráter complementar ao bacharelado, sendo que a fusão entre os conhecimentos químico e pedagógico não costuma acontecer na universidade (FERNANDEZ, 2018). Assim, é necessário desenvolver atividades experimentais, seja na formação inicial (cursos de licenciatura) ou na formação continuada de professores, de modo a habilitar esses profissionais para realizarem esse tipo de prática na Educação Básica (BINSFELD; AUTH, 2017).

Uma pesquisa realizada por Lima; Alves (2016) mostrou que os estudantes raramente participam de aulas experimentais. Para estes autores, essas aulas contribuíram para tornar o ensino de Química mais satisfatório e motivador. A realização sistemática de experimentos, mediada pelo professor, possibilita que os estudantes se apropriem de conceitos e passem a utilizá-los em outros contextos socioculturais (BINSFELD; AUTH, 2017). Contudo, para se alcançar melhores resultados, é necessário planejar estas práticas considerando-as como um instrumento de aprendizagem, de forma que elas não constituam apenas um show de efeitos visuais, mas que proponham, de forma contextualizada, uma situação-problema para a qual o aluno se mobilize em busca de respostas (LIMA; ALVES, 2016).

A experimentação no contexto escolar, denominada experimentação didática, se caracteriza como um recurso pedagógico que auxilia o estudante na construção do conhecimento científico. Para isso, ela não deve ser centrada apenas na reprodução de experimentos para ilustrar ou comprovar teorias ou, ainda, para formar cientista, mas deve possibilitar que os estudantes produzam conhecimento a partir da prática e atribuam significado científico a eles (SANTOS; MENEZES, 2020).

Quando o professor se propõe a realizar a experimentação, geralmente ele desconhece as suas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem e as possibilidades de abordagens. A experimentação didática compreende duas abordagens: a tradicional e a inovadora. A primeira inclui as experimentações demonstrativa e de verificação e a última, a experimentação por investigação (SANTOS; MENEZES, 2020). Na tabela 1 são apresentadas as principais características de cada uma destas abordagens.

As atividades experimentais demonstrativas são utilizadas para demonstrar conceitos previamente apresentados em aula (TAHA *et al.*, 2016).

Os experimentos propostos em revistas e livros didáticos constituem atividades demonstrativas (OLIVEIRA; SOARES, 2010). Nesta abordagem, o professor é o principal agente do processo ensino-aprendizagem, pois é ele que exerce o papel de liderança, prepara o experimento, faz as questões aos alunos, executa os procedimentos, destaca o que deve ser observado e, sobretudo, fornece as explicações científicas que possibilitam a compreensão do que é observado (OLIVEIRA, 2010).

As práticas demonstrativas são amplamente empregadas no ambiente escolar devido à sua menor exigência de esforço na implementação e execução, quando comparadas a outras abordagens pedagógicas. Geralmente, elas são realizadas no início das aulas, com o intuito de despertar o interesse do aluno para o tema que será abordado ou, no final da aula, para reforçar o conteúdo ensinado. Esta prática é ideal em escolas onde não há abundância de materiais e reagentes, o que impossibilita replicar o experimento (OLIVEIRA, 2010).

Professores que empregam experimentos demonstrativos justificam sua escolha no aspecto motivacional. Embora as atividades demonstrativas exerçam bem esse papel, elas são fechadas e definidas. Apesar disso, experimentos demonstrativos podem ser pedagogicamente válidos para a aprendizagem, desde que, ao adotá-los, o professor propicie oportunidades para que os alunos reflitam sobre os fenômenos observados, formulem hipóteses, analisem as variáveis que interferem no experimento e discutam criticamente os conteúdos científicos que explicam os fenômenos observados (OLIVEIRA, 2010).

Tabela 1: Possíveis abordagens para as atividades experimentais.

Características	Abordagens tradicionais		Abordagem inovadora
	Demonstração	Verificação	Investigação
<b>Papel do professor</b>	Executar o experimento; fornecer as explicações para os fenômenos.	Fiscalizar a atividade dos alunos; diagnosticar e corrigir erros.	Orientar as atividades; incentivar e questionar as decisões dos alunos.
<b>Papel do aluno</b>	Observar o experimento; em alguns casos, sugerir explicações.	Executar o experimento; explicar os fenômenos observados.	Pesquisar, planejar e executar a atividade; discutir explicações.
<b>Roteiro de atividade experimental</b>	Fechado, estruturado e de posse exclusiva do professor.	Fechado e estruturado.	Ausente ou, quando presente, aberto ou não estruturado.
<b>Posição ocupada na aula</b>	Central, para ilustração; ou após a abordagem expositiva.	Após a abordagem do conteúdo em aula expositiva.	Própria aula ou pode ocorrer previamente à abordagem do conteúdo.
<b>Algumas vantagens</b>	Demandam pouco tempo; podem ser integradas à aula expositiva; úteis quando não há recursos materiais ou espaço físico suficiente para todos os alunos realizarem a prática.	Os alunos têm mais facilidade na elaboração de explicações para os fenômenos; é possível verificar através das explicações dos alunos se os conceitos abordados foram bem compreendidos.	Os alunos ocupam uma posição mais ativa; há espaço para criatividade e abordagem de temas socialmente relevantes; o “erro” é mais aceito e contribui para o aprendizado.
<b>Algumas desvantagens</b>	A simples observação do experimento pode ser um fator de desmotivação; é mais difícil para manter a atenção dos alunos; não há garantia de que todos estarão envolvidos.	Pouca contribuição do ponto de vista da aprendizagem de conceitos; o fato dos resultados serem relativamente previsíveis não estimula a curiosidade dos alunos.	Requer maior tempo para sua realização, exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais.

Fonte: Santos; Menezes, 2020, p. 194.

As atividades experimentais verificativas são utilizadas para confirmar uma lei ou teoria, sendo seus resultados previsíveis e as explicações conhecidas pelos estudantes. Elas servem sobretudo para tornar o ensino mais realista e concreto. Este tipo de experimentação requer uma abordagem prévia do conteúdo e, portanto, deve ser realizada após uma aula expositiva. Além disso, é ainda muito utilizada nas escolas por ser facilmente aplicada, apresentar maior probabilidade de acerto, requerer pouco tempo de execução, ser fácil de supervisionar, avaliar e solucionar problemas na execução (OLIVEIRA, 2010).

Na experimentação investigativa, os alunos possuem um papel ativo no processo de construção do conhecimento e o professor atua como um orientador, mediando e facilitando esse processo, intervindo nos momentos em que há indecisão, falta de clareza ou consenso. Neste tipo de atividade, parte-se de uma situação problema que possa despertar o interesse dos alunos para a investigação, suscitando a busca de informações para elaborar as conclusões acerca do problema. Assim, ao contrário dos outros tipos de experimentação apresentados, o aluno tem a possibilidade de analisar situações problemas, coletar dados, elaborar e testar hipóteses, argumentar e discutir com os colegas (OLIVEIRA, 2010; SOUZA *et al.*, 2013). Esse tipo de atividade possibilita ao aluno conhecer a natureza da investigação científica e a importância do método científico (HODSON, 1994 apud OLIVEIRA; SOARES, 2010).

Ao contrário das atividades experimentais tradicionais, as atividades de investigação devem ter algum significado para o estudante, evitando realizar a prática pela prática (TAHA *et al.*, 2016). Os roteiros não são fechados, sendo que os alunos têm liberdade de modificá-los ao longo das etapas do procedimento experimental. Esse tipo de prática também demanda mais tempo do professor e exige maior tempo de estudo pelos alunos, mas é uma atividade que captura a atenção destes, sendo assim, para sua aplicação, é possível adaptar a metodologia por meio de estratégias que otimizem o tempo e tornem o processo de ensino-aprendizagem mais eficiente, como propor atividades que os alunos possam realizar fora do horário de aula, como leituras, pesquisas ou discussões online.

Ainda, na experimentação por investigação, os conteúdos não precisam ser apresentados previamente em uma aula expositiva, como em outros tipos de experimentação, sendo que os conteúdos podem ser discutidos no próprio

contexto da atividade. Assim, os resultados não são totalmente previsíveis e nem as respostas são fornecidas de imediato pelo professor, instigando os alunos a refletirem, questionarem e argumentarem sobre os fenômenos e conteúdos científicos (OLIVEIRA, 2010).

Planejar uma atividade experimental investigativa não é uma tarefa simples, mas as possibilidades que este tipo de prática proporciona para o desenvolvimento dos estudantes serve como um incentivo para que o professor aceite o desafio de elaborá-la (SOUZA *et al.*, 2013). Na elaboração de tal atividade, o professor deve refletir sobre alguns aspectos pedagógicos que devem fazer parte do planejamento, como (SILVA, 2008 apud SOUZA *et al.*, 2013, p. 15): objetivos conceituais, procedimentais e atitudinais; situação problema, cujas atividades experimentais propostas ajudam a responder; conhecimentos e concepções que os alunos apresentam sobre o tema; atividades pré-laboratório (informações a serem apresentadas e hipóteses solicitadas aos alunos); atividade experimental (demonstrativa ou realizada pelos alunos, maneira de coletar e organizar os dados); atividades pós-laboratório (questões formuladas aos alunos para análise dos dados, conclusão e aplicação do conhecimento; sistematização dos resultados e conclusões; aplicação a novas situações).

## 1.1 A AFETIVIDADE NA CONSTRUÇÃO DA APRENDIZAGEM DE FORMA EMPÁTICA E COLABORATIVA

No processo de ensino e aprendizagem é importante que as vivências dos discentes sejam transformadas em conhecimentos prévios sobre o assunto que será abordado, de forma a possibilitar o estabelecimento de relação entre o que é visto na escola e a vida cotidiana dos estudantes, além da contextualização do assunto (PISIN; PISIN, 2020). Além da relação estudante/cotidiano, outra relação importante e indispensável no processo de aprendizagem é a relação professor/aluno. A sintonia, as relações afetivas e cooperativas, a solidariedade, a tolerância, a demonstração de respeito e de apoio por parte do professor ajudam os alunos a superarem dificuldades escolares (RIBEIRO, 2010), então sendo o professor o mediador da aprendizagem, conclui que a interação educador/discente pode transformar a dificuldade de aprendizagem contribuindo para que melhores resultados escolares sejam alcançados.

A afetividade, segundo Pisin; Pisin (2020), ajuda a desenvolver o senso cognitivo do aluno, pois o professor se torna mais “próximo”, podendo analisar a melhor forma de trabalhar com ele, tanto com a disciplina a ser ensinada, bem como a maneira de abordá-la em sala, sendo ambos importantes neste processo. Essa postura resgata o aluno como o principal protagonista do processo, criando estudantes autônomos, empáticos, com possibilidade de determinar seus objetivos e traçar metas, ser capaz de tomar decisões, com um potencial criativo e uma trajetória infinita. Orientar sua caminhada não é reprimir os interesses e necessidades, mas possibilitar-lhe condições para o movimento, confiança e expressão de si próprio.

Porém, para Ferreira; Acioly-Régnier (2010), a cognição, uma exclusividade no ambiente escolar tem encontrado desafios antes não imaginados, desafios esses que acontecem fora dos muros da escola, ligado ao ambiente familiar. Somos então, convidados a continuar refletindo e repensando o nosso lugar, enquanto professores, nos processos formativos. A experiência indica que o afeto influencia as relações e os processos de aprendizagem, requerendo visões inclusivas e capazes de resgatar a dimensão de cuidado necessária ao processo educativo.

Uma situação recorrente na sala de aula refere-se à abordagem adotada pelo professor. Em muitos casos, observa-se a utilização do autoritarismo em detrimento da autoridade, o que resulta num ambiente de aprendizagem caracterizado pela ausência de afetividade. Embora essa postura possa promover uma sala mais organizada e silenciosa, ela muitas vezes dificulta o acesso dos alunos ao conteúdo apresentado. O autoritarismo, ao contrário da autoridade, promove um ambiente de ensino onde a ausência de afeto dificulta a aprendizagem efetiva, pois o aluno é tratado como objeto e não como sujeito do processo. (SANTOS; SILVA; PEREIRA, 2016)

A falta de um relacionamento positivo entre professor e aluno pode levar os estudantes a se omitirem diante de dúvidas, o que compromete a efetividade do processo de aprendizagem. Ademais, essa dinâmica pode gerar ressentimento em relação ao docente, resultando em falta de cooperação e engajamento nas atividades propostas. Em situações mais extremas, alguns alunos adotam uma postura de indiferença ao aprendizado, chegando a ignorar a necessidade de adquirir conhecimento, o que pode inclusive refletir em uma desmotivação a ponto de desconsiderar as avaliações, prejudicando seu desempenho acadêmico (LEITE; VEIGA, 2018);

Os Parâmetros Curriculares Nacionais constituem, também, uma referência ao currículo do ensino, que visa o desenvolvimento de capacidades de relações interpessoais, cognitivas, afetivas, éticas, estéticas, apresenta que, os conhecimentos difundidos no ensino da Química permitem a construção de uma visão de mundo mais articulada e menos fragmentada, contribuindo para que o indivíduo se veja como participante de um mundo em constante transformação. “Para isso, esses conhecimentos devem traduzir-se em competências e habilidades cognitivas e afetivas. Cognitivas e afetivas, sim, para poderem ser consideradas competências em sua plenitude”. (BRASIL, 2000, p.32).

Conforme expressa Saucedo (2017), a dicotomia entre o racional e o emocional na escola é algo que não deveria existir, porém, em geral, o que se é priorizado em maior grau de importância é o aspecto cognitivo, que visa a quantidade de conteúdo que é inserido ao aluno, em relação à dimensão afetiva, não dando importância de como o aluno está assimilando o que lhe é apresentado. Por outro lado, estudos mais recentes têm considerado a

indissociabilidade entre o racional e o emocional confirmando implicações já apontadas por Jean Piaget, na década de 1950, sobre a importância da afetividade para o desenvolvimento da inteligência.

Embora a escola esteja privilegiando a cognição, os alunos têm maior interesse pelas relações estabelecidas, quando comparado ao interesse pelos conteúdos e temas de estudos. No geral, eles não gostam de estudar, mas gostam do ambiente escolar, que é um local onde podem interagir, conversar ou socializar. (PORTO, 2013).

O aluno precisa sentir prazer em aprender, os educadores também devem cultivar bons sentimentos, para transmitir, estimular e contagiar seus educandos, gerando entusiasmo e desejo em aprender, que proporcionarão bom desempenho escolar e contribuirão para o progresso de aprendizagem e social (Pisin; Pisin, 2010 p.218).

Diante do exposto, é imprescindível que no contexto da aprendizagem seja trabalhada a articulação afetividade-cognição nas mais variadas situações. Para Barbosa (2020), devemos considerá-la essencial na prática pedagógica e não julgá-la como simples alternativa da qual podemos lançar mão quando queremos fazer uma “atividade diferente” na escola, devendo essa articulação, ser uma constante busca de todos que concebem o espaço escolar como local privilegiado na formação humana.

Assim, é compreendido por Ferreira; Acioly-Régner (2010) que a afetividade, assim como a cognição, é um elemento fundamental na psicogênese da pessoa completa, sendo o seu desenvolvimento também relacionado às bases biológicas e suas constantes interações com o meio. De maneira que é importante visualizá-los em constante interação quando do surgimento da inteligência.

De acordo com Barbosa (2020), o afetivo e o intelectual são faces de uma mesma realidade. O desenvolvimento do ser humano e os conhecimentos dos estudantes são construídos não apenas por meio da ação, mas também pela interação do sujeito com o meio, sendo que o sujeito aprende quando se envolve ativamente no processo de produção do conhecimento, mediante a mobilização de suas atividades mentais e na interação com o outro. Portanto, a sala de aula precisa ser espaço de formação, de humanização, onde a afetividade em suas diferentes manifestações possa ser usada em favor da aprendizagem.

Por esse motivo, a sintonia, as relações afetivas e cooperativas, a solidariedade, a tolerância, a demonstração de respeito e de apoio por parte do professor ajudam os alunos a superarem dificuldades escolares (RIBEIRO, 2010). Portanto, vemos que o professor tem um papel essencial na formação intelectual dos alunos, mas para isso é preciso dar a devida importância à afetividade na relação educativa.

As relações entre docentes e estudantes podem contribuir para a melhoria de atitudes positivas em relação ao conteúdo das disciplinas escolares e aos docentes que as ministram. Portanto, o docente não pode negligenciar a afetividade na relação educativa, visto que os alunos demonstram maior interesse pelas disciplinas cujos docentes mantêm uma relação amistosa com eles, fazem-lhes elogios, incentivam-nos, trocam ideias sobre seus deveres e questionam sobre suas vidas, demonstram afeição (RIBEIRO, 2010).

De acordo com Pisin; Pisin (2020, p. 207), no processo de ensino-aprendizagem o discente não se lembra apenas do conteúdo que lhe fora ensinado, mas como fora ensinado. Assim, por mais que a metodologia seja interessante, se não partir do querer do aluno, o trabalho será em vão. O envolvimento entre o professor e o aluno faz toda a diferença para alcançar o objetivo que é a aprendizagem, sendo que esse envolvimento pode facilitar o entendimento do conteúdo, bem como o entusiasmo de querer fazer e a vontade de aprender por gerar empatia pelo professor.

## 1.2 A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA À LUZ DAS PESQUISAS NO ENSINO DE QUÍMICA E SEU PAPEL NA APRENDIZAGEM

A experimentação investigativa é uma abordagem que pode resultar na aprendizagem efetiva do conteúdo de cinética química.

Modelos tradicionalistas de ensino podem ser vistos como pouco interessantes e que desestimulam os alunos que apresentam dificuldades para aprender e estabelecer relações entre os conteúdos estudados na escola e os fenômenos observados no seu cotidiano. Contrariando este modelo, o ensino de Química deve possibilitar aos alunos uma compreensão abrangente e integrada das transformações químicas que ocorrem no mundo físico (LIMA, 2012); (ROCHA; VASCONCELOS, 2016). Assim, é necessário priorizar o processo de

ensino-aprendizagem de forma contextualizada, problematizadora e dialógica, estimulando o raciocínio dos estudantes e fazendo com que eles percebam a importância socioeconômica da Química para a sociedade (ROCHA; VASCONCELOS, 2016).

Oliveira (2010) destaca que as atividades experimentais desempenham um papel crucial na motivação e na captação da atenção dos alunos. Elas favorecem o desenvolvimento de habilidades colaborativas, estimulam a iniciativa individual e a tomada de decisões, além de impulsionar a criatividade. Essas atividades também aprimoram a capacidade de observação, o registro de informações, a análise de dados e a formulação de hipóteses sobre fenômenos. Além disso, contribuem para a aprendizagem de conceitos científicos, permitem a detecção e correção de erros conceituais dos alunos e proporcionam uma compreensão mais aprofundada da natureza da ciência e do papel do cientista em uma investigação.

Outro aspecto importante é que as atividades experimentais auxiliam na compreensão das interconexões entre ciência, tecnologia e sociedade, além de promover o aprimoramento de habilidades manipulativas. Dessa forma, as aulas de Química podem ser organizadas e estruturadas com diferentes objetivos, visando o desenvolvimento pleno das habilidades e competências dos alunos (OLIVEIRA,2010).

Uma formação efetiva em Química, independentemente do estágio de aprendizado, seja na Educação Básica ou no Ensino Superior, deve envolver a participação ativa dos alunos em experimentos. No entanto, na Educação Básica, essa participação geralmente se limita à observação de práticas realizadas pelo professor. Já no Ensino Superior, os alunos frequentemente se veem restritos à reprodução de experimentos em roteiros pré-estabelecidos (PEREIRA et al.,2021). Essa abordagem descaracteriza o caráter investigativo das atividades experimentais, dificultando o desenvolvimento da autonomia dos alunos na realização dos experimentos. Como resultado, eles deixam de ser protagonistas em seu próprio processo de aprendizagem. Essa prática vai de encontro aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000), que preconizam que as atividades educacionais devem ser voltadas para a formação de futuros cientistas e cidadãos mais conscientes e autônomos.

A instituição de ensino é um espaço privilegiado para problematizar a realidade e o cotidiano dos discentes, contribui para a formação de cidadãos críticos, que sejam capazes de responder os questionamentos do mundo contemporâneo e de agir de forma proativa, deve-se ainda, levar em conta as características cognitivas, afetivas dos alunos, a motivação para a aprendizagem, o significado do conhecimento a ser ensinado e planejamento da execução da atividade.

Qualquer que seja a atividade, incluindo a experimentação investigativa, deve-se ter a necessidade de períodos anterior e posterior, visando uma aprendizagem significativa, segundo Binsfeld; Auth (2017). Os questionamentos e os diálogos são de extrema importância, por proporcionar ricos momentos de interação no sentido de avaliar o trabalho realizado, enfatizando a construção do conhecimento, e a concretização dos mesmos.

O roteiro experimental de uma atividade de cunho investigativo, possui uma liberdade muito grande para a realização do planejamento e o objetivo central desse tipo de concepção é o de explorar fenômenos. A intenção desse tipo de roteiro é que os alunos devam resolver os problemas propostos sem uma direção imposta, ou seja, seguindo fielmente um roteiro pronto e estruturado ou mesmo orientações dadas pelo professor da disciplina. O que os alunos devem fazer nesse tipo de atividade é solucionar um problema, por meio de uma percepção geral, formulação de uma investigação, planejamento de ações para solucionar o problema, escolha de procedimentos, seleção de equipamentos e materiais, registro e interpretação de dados. (OLIVEIRA; DIAS; JARDIM, 2021).

Demonstrações investigativas são definidas por Carvalho (2013) como experimentos realizados pelo professor que não se limitam à etapa manipulativa, uma vez que a parte mais importante da resolução do problema é a transição da ação prática realizada pelo professor para a ação intelectual que deve ser feita pelo aluno. Questões devem ser levantadas em vários momentos neste tipo de experimentação. Antes da parte de manipulação, o professor pode perguntar aos alunos como eles acham que o experimento deve ser realizado e, na parte de sistematização do conhecimento, os alunos devem ser questionados sobre o motivo pelo qual as ações adotadas levaram à resolução do problema. Neste tipo de prática, deve-se dar oportunidade para os alunos exporem

individualmente o que aprenderam por meio de trabalho escrito e/ou desenhado (CARVALHO, 2013).

Embora a experimentação demonstrativa não apresente todas as características de uma experimentação investigativa, pode ser uma excelente alternativa como proposta experimental, especialmente em contextos onde fatores como o consumo de materiais e o tempo de execução do experimento são limitantes, como ocorre frequentemente em escolas públicas. Nessa abordagem, os alunos assistirão ao experimento conduzido pelo professor, registrando suas observações e formulando hipóteses com base no que observam (BARIN; RAMOS, 2021).

Para otimizar a interação dos alunos com a experimentação, é possível sugerir que alguns estudantes participem diretamente da execução do experimento, ou que cada grupo de alunos seja responsável por realizar uma parte do experimento, enquanto os demais grupos atuam como observadores. As observações, os procedimentos experimentais e as comparações com teorias preexistentes serão os mesmos entre os observadores, mas as experiências individuais podem oferecer diferentes perspectivas para explicar um mesmo fenômeno. Dessa forma, a capacidade de generalização e previsão de uma teoria pode conferir à experimentação no ensino um caráter investigativo (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

### 1.3 SUPERAÇÃO DA DICOTOMIA TEÓRICO-PRÁTICO NO ENSINO DE QUÍMICA

O ensino que tem o estudante como mero receptor de conhecimento, e como marionete, apenas repete aquilo que é proposto, nesse sentido, Paulo Freire critica:

“Não é de estranhar, pois, que nesta visão ‘bancária’ da educação, os homens sejam vistos como seres da adaptação, do ajustamento. Quanto mais se exercitem os educandos no arquivamento dos depósitos que lhe são feitos, tanto menos desenvolverão em si a consciência crítica de que resultaria a sua inserção no mundo, como transformadores dele.” (FREIRE, 2018, p.83).

Uma formação em Ciências deve tornar as pessoas capazes de avaliarem o alcance real de um avanço científico, desconsiderando exageros da mídia, os quais contribuem para aumentar o estranhamento e a mitificação das Ciências. Além disso, o conhecimento científico também deve possibilitar a interpretação do mundo e a atuação crítica sobre o mesmo, o que só é possível se as pessoas compreenderem que o mundo exige uma racionalidade construída por elas mesmas, descontínua, plural e passível de ser modificada (LOPES, 1999).

Apesar de reconhecermos a sua importância, percebemos que a experimentação nem sempre é algo fácil de acontecer, principalmente na rede pública de ensino, devido à precariedade de laboratórios ou até mesmo à sua inexistência no ambiente escolar. Na prática, o ensino nessas escolas frequentemente se baseia somente no livro didático adotado, o qual nem sempre traz experimentos para serem realizados pelos alunos em casa ou na escola. Um outro fator que corrobora para diminuir a realização de práticas na escola é o número reduzido de aulas semanais de Química.

Contrariando o que foi exposto, Lisbôa (2015) argumenta que esse problema não se restringe à escola pública e que a inexistência de laboratório na escola não justifica a experimentação não ser uma práxis utilizada, mas isso se deve a outros fatores como: insegurança dos professores para realizarem aulas práticas; carga horária de trabalho docente excessiva e inexistência de suporte técnico para a realização dos experimentos. Assim, é necessário pensar em estratégias de ensino que permitam, mesmo com uma baixa carga horária semanal destinada à disciplina e/ou com a falta de laboratório, mobilizar o aluno, fazendo com que os conteúdos de Química ensinados passem a ter significado para ele.

Existem inúmeros fatores que dificultam a realização adequada das aulas, comprometendo o rendimento das mesmas. O tempo disponível para a implementação de estratégias pedagógicas diferenciadas se torna praticamente inviável, diante da sobrecarga de atividades, como projetos, avisos, reuniões, palestras, participação em oficinas e avaliações externas. Essas demandas ocorrem dentro da carga horária originalmente destinada às aulas, sobrecarregando e impactando negativamente o tempo dedicado ao processo de ensino-aprendizagem.

Os projetos exigidos pelas Superintendências de Ensino, conforme apresentado na Tabela 2, referem-se tanto àqueles solicitados pela Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais quanto aos propostos pela própria escola. Esses projetos, em sua maioria, são organizados e executados durante o horário das aulas, pois não há possibilidade de serem realizados fora desse período. De acordo com a escola, os alunos estão sobrecarregados e não possuem condições de participar dessas atividades no contraturno. Além disso, muitos desses alunos desempenham atividades laborais, o que torna ainda mais difícil a execução dessas tarefas fora do ambiente escolar. Esse cenário contribui para a sobrecarga dos alunos, limitando a oportunidade de se engajarem em projetos de forma mais equilibrada e eficaz.

Tabela 2: Projetos realizados na escola no ano de 2023.

<b>Projeto</b>	<b>Período de realização</b>
Semana Mundial do Meio Ambiente	5 a 9 de junho
Semana de Prevenção de drogas	19 a 23 de junho
Semana da Juventude	12 a 18 de agosto
Plano de Recomposição das aprendizagens	

Retirado de: [educacao.mg.gov.br](http://educacao.mg.gov.br)

É evidente que os projetos têm o potencial de enriquecer o aprendizado dos alunos. No entanto, em alguns casos, esses projetos são implementados meramente para cumprir exigências administrativas ou para tornar as aulas mais leves, com o objetivo de reduzir a sobrecarga dos estudantes. Nesses casos, o trabalho nem sempre é conduzido de maneira eficaz, resultando em um impacto limitado na formação dos alunos. Além disso, a participação nesses projetos muitas vezes está condicionada à troca por uma nota, o que leva os alunos a adotarem uma postura de participação superficial, muitas vezes sem engajamento real. Nesse contexto, a escola, por sua vez, tende a avaliar e atribuir notas com base apenas na presença dos alunos nas atividades, sem considerar o real envolvimento e aprendizado dos mesmos. A carga horária estabelecida é, de fato, cumprida, contudo, uma parte significativa desse tempo, se não a maioria, não é destinada efetivamente às aulas. O conteúdo ministrado,

muitas vezes, se revela superficial, proporcionando ao aluno apenas uma compreensão mínima do que deveria ser abordado. Parece que o ensino é direcionado mais para garantir que o estudante possua algo para ser avaliado dentro do calendário escolar, sem, no entanto, oferecer uma contribuição substancial para seu aprendizado e desenvolvimento cognitivo.

Planejar uma atividade experimental investigativa não é uma tarefa simples, mas as possibilidades que este tipo de prática proporciona para o desenvolvimento dos alunos serve como um incentivo para que o professor aceite o desafio de elaborá-la (SOUZA *et al.*, 2013). Na elaboração de tal atividade, o professor deve refletir sobre alguns aspectos pedagógicos que devem fazer parte do planejamento, como (SILVA, 2008 apud SOUZA *et al.*, 2013, p. 15): objetivos conceituais, procedimentais e atitudinais; situação problema, cujas atividades experimentais propostas ajudam a responder; conhecimentos e concepções que os alunos apresentam sobre o tema; atividades pré-laboratório (informações a serem apresentadas e hipóteses solicitadas aos alunos); atividade experimental (demonstrativa ou realizada pelos alunos, maneira de coletar e organizar os dados); atividades pós-laboratório (questões formuladas aos alunos para análise dos dados, conclusão e aplicação do conhecimento; sistematização dos resultados e conclusões; aplicação a novas situações).

Um aspecto relevante a ser considerado é a falta de interesse por parte dos alunos, frequentemente exacerbada quando estes se deparam com docentes desmotivados, seja por questões salariais, frustração com a profissão ou sobrecarga de trabalho. Muitos professores atuam em diversos turnos, acumulando uma carga horária extensa em sala de aula, sem contar o trabalho extraclasse, que inclui a elaboração e correção de avaliações, o fechamento e lançamento de notas em diários e sistemas, além da organização e implementação de projetos pedagógicos.

No contexto da educação básica no Brasil, os profissionais são contratados e remunerados pelos estados e municípios, o que resulta em uma grande disparidade salarial e nas condições de trabalho entre os docentes das diferentes regiões do país. Essa desigualdade decorre do fato de que cada estado e município possui autonomia para definir suas próprias carreiras e planos salariais, independentemente das diretrizes estabelecidas pela legislação

federal, como a Resolução n. 02/2009, que define orientações para a carreira docente em nível nacional, e a Lei n. 11.738/2008, que estabelece o Piso Salarial Profissional Nacional (DUARTE; OLIVEIRA, 2014).

Além do que foi anteriormente exposto, os alunos frequentemente encontram dificuldades em realizar pesquisas e buscar informações sobre os temas abordados em sala de aula. Esse desafio se torna ainda mais relevante no contexto do Novo Ensino Médio, onde as pesquisas são fundamentais para o processo de ensino-aprendizagem. De acordo com a nova grade curricular, os alunos se deparam com uma carga horária significativamente reduzida para a disciplina de Química, o que limita as possibilidades de aprofundamento no conteúdo.

Nesse contexto, o Plano de Ensino do Novo Ensino Médio, que é extenso, deve ser coberto em um número de aulas que muitas vezes se revela inadequado para uma abordagem completa dos temas. O tempo ampliado, embora aparentemente favorável, pode, na prática, se tornar um obstáculo, limitando o tempo livre dos alunos para outras atividades que possam despertar seu interesse e contribuir para o seu desenvolvimento. Assim, o tempo adicional pode, paradoxalmente, restringir a formação humana mais ampla e complexa que o ensino deveria proporcionar (SILVA; BOUTIN, 2018).

A variável tempo constitui um fator negativo que contrasta com a proposta do Novo Ensino Médio, limitando as oportunidades de busca e pesquisa como meios de reforço da aprendizagem. A reforma do Ensino Médio, além de manter as disciplinas previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), introduziu outras disciplinas na grade curricular dos alunos, ampliando significativamente a carga de conteúdo. Anteriormente composta por no máximo 12 disciplinas, a grade curricular foi expandida para 21 disciplinas a partir de 2022.

Essa mudança, junto à ampliação da carga horária anual de 800 para 1.400 horas, promovida pela reforma da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) – Lei nº 9.394/96 – gera um impacto significativo na organização do tempo dos estudantes. Para muitos alunos que cursam o Ensino Médio em turno integral, o tempo disponível para atividades extracurriculares é reduzido, pois muitos trabalham no contraturno. Ao chegarem em casa, frequentemente encontram-se exaustos, o que dificulta o cumprimento das demandas escolares, como a realização de atividades, trabalhos, ou estudos para avaliações. Por

outro lado, há também aqueles estudantes que, por descaso ou falta de motivação, deixam de realizar tais atividades, o que compromete o processo de aprendizagem e a eficácia da reforma no seu objetivo de promover uma educação mais integrada e eficiente.

Podem ser destacados ainda os livros didáticos que cada vez mais são “enxugados”. O conteúdo e as atividades que não fazem o aluno buscar, e para resolver os problemas, não fazem o aluno pesquisar e aprofundar o tema. Em resumo, o livro didático é fundamental na experimentação investigativa, oferecendo base teórica, estruturando atividades experimentais e promovendo a reflexão crítica. Esse conjunto de funções apoia tanto alunos quanto educadores no processo de ensino-aprendizagem. Sua utilização eficaz potencializa a aprendizagem científica e desenvolve habilidades essenciais para o pensamento crítico e a resolução de problemas. No entanto, para que o livro cumpra essa função, é necessário um esforço conjunto entre professores e alunos na sistematização dos conteúdos. Além de ensinar conceitos, os livros de Ciências estimulam a aplicação do método científico, a análise de fenômenos e a formulação de conclusões. Dessa forma, promovem uma compreensão abrangente e contribuem para a formação de cidadãos críticos e conscientes (FRISON *et al.*, 2009).

Além disso, a falta de empatia e o mau relacionamento com os colegas e professores em sala de aula, o não pertencimento à escola onde estudam, o não reconhecimento da importância da disciplina e conteúdos ensinados, os atrativos que competem com o professor, como os celulares, jogos e redes sociais, são precedentes para a falta de motivação na aprendizagem de qualquer conteúdo, em especial o de química, que relaciona muitas outras áreas do conhecimento, como a interpretação, a matemática, a filosofia, a geografia, a biologia, dentre outras. Cada vez mais é perceptível alunos passivos, que apenas recebem aquilo que o professor leva para a sala de aula, e acreditam que somente isso é necessário para a sua efetiva aprendizagem. Os questionamentos, que deveriam deixar as aulas mais leves, dinâmicas e interessantes, dão espaço a um lugar onde apenas o professor fala e o aluno ouve. Hoje, o aluno deve ter uma participação efetiva durante as aulas, devendo problematizá-las e confrontar o professor com dúvidas e indagações, contudo, diferente da perspectiva que se

tinha antes, os alunos hoje, são cômodos e preferem aceitar o que é exposto durante as aulas.

Na tentativa de reverter o panorama atual do ensino de Química, a adoção de práticas experimentais que estimulem atitudes investigativas pode despertar no aluno seu potencial de curiosidade e autonomia no processo de aprendizagem. Esse enfoque contribui para o desenvolvimento de um pensamento crítico, capacitando-o a compreender e explicar os fenômenos que ocorrem em seu entorno.

Ao propor o trabalho com o tema "cinética química", que abrange duas abordagens complementares — o "empírico" e o "teórico" — é possível integrar a explicação dos fenômenos através do modelo de partículas, ao mesmo tempo em que se quantifica o processo por meio de modelagens matemáticas. Essa abordagem permite que os alunos não apenas observem os experimentos, mas também compreendam as explicações teóricas por trás dos fenômenos e se envolvam ativamente na interpretação dos resultados, promovendo uma aprendizagem mais significativa e aprofundada (MARTORANO; CARMO; MARCONDES, 2014).

#### 1.4 O ENSINO DE CINÉTICA QUÍMICA COMO ABORDAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA

É visto que os alunos enfrentam considerável dificuldade em argumentar e compreender fenômenos no nível microscópico, muitas vezes apresentando dificuldades até mesmo em entender os aspectos macroscópicos e simbólicos relacionados ao conteúdo. No caso do ensino de cinética química, os educadores frequentemente encontram desafios para introduzir e contextualizar o conhecimento de maneira eficaz. Observa-se que conteúdos que não têm uma ligação direta com a realidade cotidiana dos estudantes tendem a perder relevância, tornando-se desinteressantes e dificultando o engajamento dos alunos com o aprendizado. (ASSAI; FREIRE, 2017).

A cinética química é um conteúdo imprescindível para a formação básica em química do aluno do ensino médio. O conhecimento da cinética química proporciona ao estudante 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 de uma reação. (MARTORANO, 2009)

Muitos processos químicos, que são fatores cinéticos que permeiam nossa rotina diária estão relacionados no dia a dia do aluno, podemos citar situações que vão desde às transformações que ocorrem na indústria até situações mais corriqueiras, como as reações que acontecem nas suas casas envolvendo do preparo ao armazenamento de alimentos. Segundo Silva e Paiva (2019), as aulas são fundamentadas em exemplos abstratos e com excesso de cálculos matemáticos diminuem o interesse dos alunos em aprender este conteúdo.

Assim, de acordo com o exposto, a experimentação pode vir da vida diária do estudante, onde cotidianamente ele experimenta e vivencia situações que pode ser aproveitado para exemplificar a aula.

Para compreendermos a teoria é preciso experienciar, o que torna essa metodologia de ensino de suma importância, pois pode auxiliar a verificar, demonstrar ou investigar sobre conceitos específicos de cada disciplina. E isso porque, além das questões metodológicas deve-se considerar outros fatores dentro do contexto escolar e social do estudante. (OLIVEIRA; DIAS; JARDIM, 2021).

Os alunos geralmente apresentam dificuldades e desinteresse pelo conteúdo de cinética química, muitas vezes devido à percepção de que o tema é excessivamente abstrato e envolve uma grande quantidade de cálculos e gráficos. Essa abordagem, que frequentemente é vista como distante da realidade cotidiana dos estudantes, contribui para a falta de envolvimento e compreensão mais profunda do assunto. (SILVA; PAIVA, 2019).

Assim, a experimentação investigativa pode desempenhar um papel importante no aprendizado desta área da Química, além de contribuir para o desenvolvimento da habilidade de “interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais” da área de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias (EM13CNT205) prevista na Base Nacional Curricular Comum (BNCC) (BRASIL, 2018).

## **2 OBJETIVO GERAL**

Propor e avaliar uma atividade de experimentação investigativa para a abordagem da cinética química no Ensino Médio.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- propor uma sequência didática que compreenda uma atividade experimental investigativa para o ensino de cinética química na Educação Básica;
- aplicar a sequência didática proposta no ensino médio;
- avaliar os resultados obtidos e propor um produto educacional para professores e futuros professores do ensino médio.

### 3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada por meio de uma abordagem qualitativa. Esta abordagem considera que o conhecimento é construído mediante das interações sociais no contexto escolar e tem como objetivo compreender os fenômenos a partir de quem os vivenciam, considerando momentos de reflexão e atuação (MÓL, 2017). A visão de mundo e de sociedade do professor pesquisador, bem como sua história de vida e experiência profissional permitem que ele reflita e atue de diferentes formas sobre a situação em estudo. Assim, na abordagem qualitativa, a educação é vista como um processo interativo entre professores, estudantes e conceitos químicos (MÓL, 2017).

Segundo Bogdan; Biklen (1994), em uma pesquisa qualitativa, o investigador assume o papel de principal instrumento de pesquisa, sendo responsável por observar e analisar os fenômenos em estudo. Nessa abordagem, os dados são predominantemente compostos por palavras (como textos, respostas a perguntas e falas) e imagens (tais como desenhos e fotografias). O foco da pesquisa qualitativa está no processo, em vez de se limitar aos resultados quantitativos. Assim, a maneira como um professor ensina e como os alunos participam de uma aula é considerada mais relevante do que a média das notas obtidas em uma avaliação.

Além disso, os dados na pesquisa qualitativa não são coletados com o objetivo de confirmar ou refutar hipóteses pré-estabelecidas, mas sim para auxiliar na construção de teorias, por meio de uma análise indutiva. Os investigadores buscam compreender os significados atribuídos às ações e seus resultados, em vez de se concentrarem apenas nos resultados mensuráveis. Muitas vezes, os efeitos de uma intervenção ou de um fenômeno são complexos e não podem ser quantificados (RODRIGUES; OLIVEIRA; SANTOS, 2021).

Esta pesquisa foi realizada em uma escola estadual situada em Uberlândia, Minas Gerais, onde o professor-pesquisador leciona. A instituição é uma das maiores da cidade, oferecendo ensino médio regular nos períodos matutino, vespertino e noturno, além de Educação de Jovens e Adultos (EJA). A escola, com sede localizada no Bairro Brasil, também atende dois distritos: Martinésia e Tapuirama. As aulas do ensino médio ocorrem no período noturno,

na sede e nos dois distritos, sendo que nos distritos são realizadas em espaços cedidos por instituições municipais.

As principais atividades econômicas nos distritos são a agricultura e a pecuária e a maioria dos alunos que estudam nestes distritos são trabalhadores rurais. Estes estudantes apresentam, de maneira geral, maior dificuldade com o conteúdo curricular do que os alunos da cidade, bem como apresentam faixa etária divergente do ano escolar correspondente.

Os participantes da pesquisa foram alunos do 2º ano do ensino médio do período noturno da sede e dos dois distritos descritos anteriormente. A turma da sede contava com 23 estudantes, enquanto as turmas dos distritos de Martinésia e Tapuirama possuíam 19 e 16 estudantes, respectivamente. Todos os alunos participaram das atividades propostas, mas apenas os dados dos alunos que preencheram os Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foram empregados nesta pesquisa. Na sede, os alunos apresentavam baixa assiduidade, sendo que alguns não participaram de todas as etapas propostas nesta pesquisa.

Os dados da pesquisa foram coletados por meio de observações do professor pesquisador, de anotações feitas por ele em um caderno de campo e por meio da avaliação de produções dos alunos (respostas a questionários, relatórios, esquemas, falas e apresentações).

A atividade proposta nesta pesquisa para ser desenvolvida com os alunos do 2º ano do ensino médio consistiu em uma sequência didática com viés de uma experimentação investigativa, compreendendo 9 aulas divididas em três etapas de maneira análoga ao proposto por Suart; Marcondes (2009): pré-laboratório, laboratório e pós-laboratório. Cada etapa era dividida em estágios, os quais são apresentados no quadro 1.

A etapa de pré-laboratório antecede a prática experimental. Suart; Marcondes (2009) consideram que nesta etapa o professor deve discutir com os alunos alguns conceitos necessários para o desenvolvimento e compreensão do problema proposto e os alunos devem propor hipóteses para a investigação e elaborar o procedimento experimental. Neste trabalho, a etapa de pré-laboratório foi vislumbrada de forma diferente a de Suart; Marcondes (2009). Nesta pesquisa, a etapa de pré-laboratório compreendeu dois estágios.

O primeiro estágio da etapa de pré-laboratório (Estágio 1), denominado “Resgatando conhecimentos”, consistiu na aplicação de uma avaliação diagnóstica contendo 11 questões dissertativas, as quais são apresentadas no quadro 2. Nesta avaliação, procurou-se questionar os alunos sobre situações/ações vivenciadas/realizadas/observadas por eles no cotidiano, para saber se teriam alguma explicação científica para justificar tais situações/ações. Todas as situações/ações estavam relacionadas ao tema que se propunha discutir, ou seja, cinética química, sendo que este não foi informado aos alunos neste momento. Cabe destacar que esta foi a primeira vez que o tema cinética química foi abordado com estes estudantes.

Quadro 1: Etapas, estágios e quantidade de aulas da sequência didática proposta para o ensino de cinética química.

<b>Etapa</b>	<b>Estágio</b>	<b>Quantidade de Aulas</b>
Pré-laboratório	1. Resgatando conhecimentos	1 h/a
	2. Compartilhando saberes	1 h/a
Laboratório	3. Experimentando, observando e levantando hipóteses	2 h/a
	4. Refletindo e pesquisando para compreender	2 h/a
Pós-laboratório	5. Aprendendo cinética química	1 h/a
	6. Avaliando a atividade realizada	1 h/a
	7. Testando o conhecimento	1 h/a

Fonte: Do autor, 2024

O segundo estágio da etapa de pré-laboratório (Estágio 2), denominado “Compartilhando Saberes” consistiu em uma discussão sobre as questões da avaliação diagnóstica. O professor/mediador compartilhou as respostas dos alunos com a turma, sem identificar os alunos e sem mencionar a expressão "cinética química". Essa abordagem permitiu explorar as ideias e hipóteses dos alunos e contextualizar os conceitos relacionados à velocidade das reações químicas de maneira mais intuitiva e acessível.

Quadro 2: Avaliação diagnóstica sobre o tópico cinética química.

Questão	Enunciado
1	Por que colocamos os alimentos na geladeira?
2	Por que geralmente cortamos os alimentos antes de cozer?
3	Qual a vantagem de utilizar a panela de pressão para preparar alimentos como o feijão?
4	É comum, quando se submete uma roupa ao alvejamento com água sanitária, colocar o recipiente que a contém exposta ao sol. Você saberia explicar o porquê?
5	Alguns medicamentos em suspensão, como a amoxicilina, devem ser guardados em geladeira após sua reconstituição (temperatura ao redor de 10°C) e descartado após o período de utilização. Comente.
6	Enquanto a amoxicilina em suspensão deve ser estocada em geladeira (temperatura ao redor de 10°C), a amoxicilina em comprimido pode ser condicionada à temperatura ambiente (15 à 30°C). Por quê?
7	Por que alguns medicamentos são estocados em frasco âmbar?
8	Qual a função de um catalisador automotivo?
9	Classifique cada processo a seguir em lento ou rápido: (a) a queima do gás de cozinha; (b) a formação do petróleo; (c) a decomposição do plástico; (d) a explosão da pólvora nos fogos de artifício e (e) a formação da ferrugem.
10	Ao colocar uma pastilha efervescente em um copo com água, percebemos que ela demora mais para se “dissolver” quando se compara com a mesma partilha triturada. Comente.
11	Ao acender uma fogueira, é necessário iniciar sua queima por gravetos ou lascas de madeira. Por quê?

Fonte: Do autor, 2024

De acordo com Suart; Marcondes (2009), na etapa de laboratório os alunos devem executar o experimento previamente verificado e organizado pelo professor, analisar os dados obtidos e inferir suas conclusões. Assim foi feito nesta pesquisa, sendo que a etapa de laboratório foi composta por dois estágios.

O primeiro estágio do laboratório, denominado “Experimentando, observando e levantando hipóteses” (Estágio 3), envolveu a realização de quatro experimentos que possibilitaram avaliar a influência de alguns fatores sobre a velocidade de reações químicas que resultam na produção do gás dióxido de

carbono (CO<sub>2</sub>), como: temperatura, quantidade de reagente e pressão. No quadro 3, são apresentados os experimentos propostos.

Quadro 3: Experimentos envolvendo a produção de CO<sub>2</sub> para avaliar a influência de alguns fatores sobre a velocidade de reação.

Experimento	Fator avaliado	Procedimento experimental
1	Temperatura	<p>Separe três copos de 300mL. Identifique-os como A, B e C. Em cada um dos copos adicione uma colher de chá de NaHCO<sub>3</sub>. Em seguida, adicione 100mL de água à temperatura ambiente ao copo <b>A</b> e, na sequência, um copo de 50mL de vinagre. Ao copo <b>B</b>, adicione 100mL de água morna e um copo de 50mL de vinagre e, ao copo <b>C</b>, 100mL de água gelada e um copo de 50mL de vinagre. Observe o que acontece e anote suas observações no seu caderno.</p>
2	Concentração de reagente	<p>Separe dois copos de 300mL. Identifique-os como <b>D</b> e <b>E</b>. Adicione uma colher de chá de NaHCO<sub>3</sub> em cada um dos copos. No copo <b>D</b>, adicione 100mL de água à temperatura ambiente e, na sequência, um copo de 50mL de vinagre. No copo <b>E</b>, adicione 100mL de água à temperatura ambiente e, na sequência, meio copo de 50mL de vinagre (25mL).</p>
3	Pressão	<p>Separe duas garrafas descartáveis de 500mL. Identifique-as como <b>A</b> e <b>B</b>. Na garrafa <b>A</b>, adicione 2 copos de 50mL de vinagre e uma colher de chá de NaHCO<sub>3</sub> enrolado em um pedaço de papel toalha (guardanapo ou higiênico). Não tampe a garrafa, observe o que ocorre e anote em seu caderno.</p> <p>Na garrafa <b>B</b>, repita o procedimento realizado para a garrafa A, mas tampe a garrafa após a adição do NaHCO<sub>3</sub> enrolado no pedaço de papel.</p>
4	Reação alternativa de produção de CO <sub>2</sub> a partir de NaHCO <sub>3</sub> .	<p>Numa colher de metal, separe uma quantidade de NaHCO<sub>3</sub>, e aqueça diretamente sobre uma vela.</p>

Fonte: Do autor, 2024

Os experimentos 1, 2 e 3, se basearam na reação entre o sal bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) e o ácido acético ( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ ) presente no vinagre, de acordo com a equação da reação 1.



A equação da reação 1 representa uma reação de neutralização em que o sal básico  $\text{NaHCO}_3$  reage com o  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$  produzindo  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}$ . O  $\text{CO}_2$  é um gás incolor e, portanto, na prática, observa-se o desprendimento de bolhas como resultado da reação entre  $\text{NaHCO}_3$  e  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ , sendo possível comparar a velocidade da reação com a velocidade de desprendimento de bolhas. Esta reação foi escolhida por ser de fácil execução, por fazer uso de materiais de fácil acesso e baixo custo para o professor e para os alunos e por possibilitar contextualizar uma situação do cotidiano que é o uso de fermento químico.

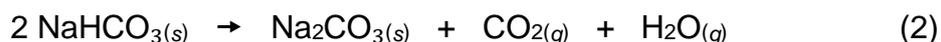
O primeiro experimento (Quadro 3) possibilita avaliar o efeito da temperatura sobre a velocidade de produção de  $\text{CO}_2$  por meio da reação apresentada na equação 1. Esperava-se que os alunos observassem o desprendimento mais rápida de bolhas em temperaturas mais elevadas, levando-os a concluir que, quanto maior a temperatura, maior a velocidade da reação.

O segundo experimento (Quadro 3) possibilita avaliar o efeito da concentração de ácido acético na velocidade de produção de  $\text{CO}_2$  por meio da reação apresentada na equação 1. O teor de  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$  no vinagre é de aproximadamente 5%. Assim, na condição experimental em que se utiliza 50 mL de vinagre, a concentração inicial de  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$  no meio reacional seria de aproximadamente 1,7% e, na condição em que se utiliza 25 mL de vinagre, de 1,0. Esperava-se que os alunos observassem um desprendimento mais rápido de bolhas com a maior concentração de  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$  (ao utilizar volumes maiores de vinagre), levando-os a concluir que, quanto maior a concentração de um reagente, maior a velocidade da reação.

O terceiro experimento (Quadro 3) possibilita avaliar o efeito da pressão na velocidade de produção de  $\text{CO}_2$  por meio da reação apresentada na equação

1. Quando a garrafa é deixada aberta após a introdução do  $\text{NaHCO}_3$  enrolado no papel toalha, ou seja, a reação é realizada em ambiente aberto, a tendência é o  $\text{CO}_2$  formado se dissipar para o ambiente. Assim, a reação acontecerá até o reagente limitante, reagente com menor concentração, ser totalmente consumido. Quando a garrafa é fechada após a introdução do  $\text{NaHCO}_3$  enrolado no papel toalha, ou seja, a reação é realizada em ambiente fechado, será estabelecido um equilíbrio entre os reagentes e produtos da reação apresentada na equação 1, de tal forma que menor quantidade de  $\text{CO}_2$  será desprendida do que no ambiente aberto. Era esperado que os alunos observassem um desprendimento de bolhas mais rápido quando a garrafa estivesse aberta (menor pressão no ambiente reacional) fazendo com que concluíssem que, para esta reação, quanto maior a pressão, menor a velocidade da reação.

O experimento 4 se baseia na reação de decomposição térmica do sal bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ), de acordo com a equação 2.



A reação apresentada na equação 2 é mais lenta do que a apresentada na equação 1, o que pode ser verificado comparando a quantidade de bolhas desprendidas nas duas reações.

Para a realização dos experimentos, os alunos foram organizados em grupos de quatro a cinco integrantes, com cada grupo assumindo a responsabilidade de conduzir todos os experimentos de acordo com o protocolo fornecido pelo professor. Nesse contexto, os alunos foram instruídos a registrar suas observações de maneira detalhada, com o objetivo de fomentar a análise crítica e reflexiva sobre os resultados. O professor, enquanto facilitador, orientou os grupos a desenvolverem uma abordagem investigativa, incentivando-os a questionar, comparar dados e levantar hipóteses a partir das observações feitas durante o experimento, promovendo, assim, uma prática científica mais autônoma e reflexiva.

O segundo estágio do laboratório, denominado “Refletindo e pesquisando para compreender” (Estágio 4), envolveu a elaboração dos relatórios pelos alunos, processo que se estendeu por duas aulas. O relatório foi elaborado na sala de aula para facilitar o encontro dos integrantes do grupo e a intervenção

do professor. Ele foi constituído por 10 questões dissertativas sobre os experimentos realizados. No quadro 4 são apresentadas as questões contidas no relatório proposto.

Segundo Suart; Marcondes (2009), no pós-laboratório deve ocorrer uma discussão com a turma para a conceituação final e possíveis generalizações. Nesta pesquisa, a etapa de pós-laboratório compreendeu três estágios.

O primeiro estágio do pós-laboratório, denominado “Aprendendo cinética química” (Estágio 5), foi o momento em que o professor promoveu uma discussão com os alunos sobre o tema abordado nas aulas. Nessa etapa, o docente também fez uma contextualização das reações químicas utilizadas durante o experimento, explicando sua relevância e aplicações no cotidiano. Para enriquecer a compreensão dos alunos, foi apresentado um texto que ilustrava o uso do bicarbonato de sódio como fermento em processos culinários, demonstrando como esse composto é utilizado para provocar a liberação de gases e aumentar o volume das massas, o que, por sua vez, pode ser associado ao conceito de velocidade de reação. Essa abordagem visou conectar o conteúdo teórico à prática do dia a dia, facilitando a compreensão dos fenômenos estudados.

A reação apresentada na equação 1 é semelhante a que ocorre quando se emprega fermento químico para a preparação de massas incluindo pães e bolos, com a diferença de que o ácido que reage pode ser outro que não o ácido acético. Também observamos uma reação semelhante à apresentada na equação 1 quando fazemos uso de antiácidos efervescentes para combater a acidez estomacal. Em ambas as situações, ocorrem reações de desprendimento de dióxido de carbono e o que diferencia as reações é o ácido que reage com o sal bicarbonato de sódio.

O fermento químico contém o bicarbonato de sódio e a substância que atuará como ácido na produção de dióxido de carbono. Há pessoas que preferem usar o próprio sal, bicarbonato de sódio, como fermento químico. Nestes casos, os ingredientes ácidos da massa reagirão com o bicarbonato de sódio para produzir dióxido de carbono. É necessário, nestes casos, usar a quantidade adequada de bicarbonato de sódio porque um excesso do sal pode resultar na ocorrência da reação apresentada na equação 2, conferindo uma cor amarelada à massa e um sabor desagradável de sabão ao produto assado.

Quadro 4: Questões do relatório sobre os experimentos realizados.

Questão	Enunciado
1	Qual constituinte presente no vinagre que reage com o $\text{NaHCO}_3$ ? Qual a reação que ocorre entre este constituinte e o $\text{NaHCO}_3$ ? Escreva a equação balanceada da reação química que a representa. Que tipo de reação é esta?
2	Como a temperatura da água afeta os resultados obtidos no experimento 1?
3	Como a quantidade de vinagre afeta o experimento 2?
4	No experimento 3, qual parâmetro é alterado quando a garrafa é fechada com uma tampa? Como esse parâmetro afeta o experimento 3?
5	A reação que ocorre no experimento 4 é a mesma que ocorre nos experimentos anteriores? Explique a sua resposta.
6	Qual a conclusão geral considerando os experimentos que foram realizados?
7	Na figura a seguir, é apresentado o rótulo de um fermento químico utilizado para o preparado de massas em geral. Qual dos constituintes faz o papel do vinagre. Escreva a equação que representa a reação química entre bicarbonato e este constituinte.
	
8	Quando se utiliza $\text{NaHCO}_3$ no lugar de fermento químico, quais constituintes do alimento poderiam desempenhar o papel do vinagre?
9	Seria uma boa ideia adicionar vinagre à massa quando se utiliza $\text{NaHCO}_3$ no lugar de fermento químico? Aponte vantagens e desvantagens.
10	Além de ser o principal constituinte dos fermentos químicos, o $\text{NaHCO}_3$ é utilizado para outras finalidades. Ele também é um constituinte dos antiácidos efervescentes como o apresentado a seguir.
	
	Análise o rótulo deste antiácido. Relate qual dos constituintes reage com o $\text{NaHCO}_3$ . Escreva a reação balanceada e diga que tipo de reação é essa.

Fonte: Do autor, 2024

O segundo estágio do pós-laboratório, denominado “Avaliando a atividade realizada” (Estágio 6), foi o momento em que o professor solicitou uma avaliação por escrito sobre a atividade realizada. Ele solicitou que os alunos atribuíssem uma nota para a atividade, de 0 a 10 e que comentassem sobre a influência (positiva ou negativa) da atividade experimental no processo de ensino aprendizagem.

O terceiro estágio do pós-laboratório, denominado “Testando o conhecimento” (Estágio 7), consistiu em uma avaliação contendo questões sobre o conteúdo trabalhado para verificar o conhecimento adquirido pelos estudantes.

A sequência didática foi organizada na forma de um material didático que pode vir a ser utilizado por professores do ensino médio e estudantes interessados no conteúdo de cinética química. Este material foi intitulado “Explosão de bolhas: Avaliando a influência de alguns fatores sobre a velocidade de produção de dióxido de carbono” e consiste no produto educacional desta dissertação de mestrado (Apêndice A).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade com viés investigativo foi desenvolvida em um contexto de sequência didática. O primeiro estágio desta sequência, intitulado “Resgatando conhecimentos”, consistiu em uma avaliação diagnóstica. Após essa avaliação, foi realizado o segundo estágio, denominado “Compartilhando saberes”, no qual o professor compartilhou as respostas dos outros alunos sem intervir diretamente nas respostas ou fazer correções. Esse momento permitiu que os estudantes comparassem suas ideias com as de seus colegas, promovendo uma reflexão coletiva e favorecendo o diálogo sobre os conceitos em questão, sem a imposição imediata de correções por parte do professor.

A avaliação diagnóstica possibilita averiguar a presença ou ausência dos pré-requisitos necessários para que as novas aprendizagens possam efetivar-se, bem como coletar informações sobre os conhecimentos, competências e habilidades que o estudante possui de forma a levar isso em consideração no planejamento da prática pedagógica (LOBO; BRITO, 2022).

A avaliação diagnóstica revelou uma falta de embasamento científico por parte dos estudantes. Ao analisar as respostas, observou-se que havia poucas justificativas que atribuíssem os resultados a fatores como temperatura, pressão, entre outros. Esse resultado era esperado, pois os alunos ainda não possuíam conhecimento científico suficiente para fornecer respostas mais elaboradas e fundamentadas, o que indica a necessidade de um aprofundamento no entendimento dos conceitos envolvidos.

Quando os alunos foram questionados sobre porque colocamos os alimentos na geladeira (Questão 1, Quadro 2), apenas uma resposta foi considerada mais elaborada, a qual é apresentada a seguir: “Os alimentos conservados em geladeira demoram mais para se deteriorar, pois a temperatura é um dos fatores que aceleram uma reação química, dessa forma, em um ambiente com menor temperatura, a deterioração do alimento será amenizada”. Também foram obtidas respostas que mencionavam que a geladeira ajudaria a manter os alimentos resfriados, ajudaria na conservação e preservação dos alimentos, bem como minimizaria a proliferação de bactérias que causariam a deterioração dos alimentos.

Quando questionados por que cortamos os alimentos para cozê-los (Questão 2, Quadro 2), um estudante respondeu: “Para que haja maior cozimento, facilitando assim a entrada de calor no meio do alimento, para que fique cozido”. Percebe-se nesta resposta que, embora a linguagem científica utilizada não seja completamente adequada, o estudante demonstra a compreensão de que os alimentos cozinham mais rapidamente quando cortados, embora não associe diretamente esse "cozimento mais rápido" à maior velocidade da reação de cozimento.

Quando questionados sobre qual a vantagem de utilizar a panela de pressão para preparar alimentos como o feijão (Questão 3, Quadro 2) uma das respostas obtidas foi “Por que a panela concentra uma temperatura maior, assim, facilitando o cozimento, ainda mais de alimentos como feijão que geralmente demoram mais para cozinhar”. Muitos alunos conseguiram relacionar que a panela de pressão diminui o tempo necessário para o cozimento dos alimentos, mas não relacionaram este menor período necessário para o cozimento à pressão exercida no interior da panela que resulta no aumento da temperatura de ebulição da água.

Quando questionados se eles saberiam explicar por que quando se submete uma roupa ao alvejamento com água sanitária é comum expor a roupa ao sol (Questão 4, Quadro 2), um estudante respondeu: “Para que haja reações químicas, com o contato da luz solar, que auxilia na remoção de manchas e sujeiras”. De maneira geral os estudantes não conseguiram relacionar o uso de alvejante a ocorrência de uma reação química e que a exposição ao sol levaria ao aumento da temperatura, resultando em maior velocidade de alvejamento. A maioria dos estudantes mencionaram apenas o processo de remoção de manchas e sujeiras e eliminação de bactérias e microrganismos.

Quando questionados sobre por que medicamentos reconstituídos devem ser guardados em geladeira (Questão 5, Quadro 2) e descartados após o período de uso, algumas respostas obtidas foram: “Esse medicamento teria que ficar na geladeira para que o medicamento não perca suas propriedades e continue surtindo efeito, e deverá ser descartado pois teria uma vida útil”, “Por que ela pode perder sua eficácia caso fique fora da temperatura”. Apesar da percepção entre a relação entre a temperatura e a manutenção das propriedades do medicamento, reconhecendo que a exposição a temperaturas inadequadas pode

comprometer sua eficácia, a explicação sobre o descarte após o período de uso poderia ser mais detalhada, evidenciando a noção de degradação química e perda de eficácia ao longo do tempo.

Quando questionados por que a amoxicilina reconstituída deve ser guardada na geladeira e o comprimido de amoxicilina não, as principais respostas obtidas foram: “Pois a amoxicilina está em estado sólido”. “Porque ela não está líquida”. “Se colocar o comprimido na geladeira ele ficará úmido e perderá sua eficiência.”, “Pois no estado sólido, não tem como os componentes perderem sua eficiência.”, “No estado sólido ele é mais resistente”. Devido a condição física.”, “Pois está dentro de uma cápsula, o que protege o componente do medicamento”. As respostas revelam que os alunos têm uma compreensão inicial sobre as diferenças entre as formas farmacêuticas da amoxicilina (líquida e sólida) e sua relação com a conservação em diferentes condições. Eles reconhecem que a amoxicilina em estado sólido, como o comprimido, não necessita de refrigeração, sugerindo que a umidade e a estabilidade são fatores importantes. No entanto, a maioria das respostas carece de um embasamento mais técnico, como a explicação de que a amoxicilina reconstituída, em forma líquida, é mais suscetível a mudanças de temperatura, o que pode afetar sua estabilidade química e reduzir sua eficácia.

Quando questionados por que alguns medicamentos são estocados em frasco âmbar (Questão 7, Quadro 2), alguns estudantes responderam: “Ele ofusca a luz, assim mantendo o frasco em baixas temperaturas assim mantendo na temperatura ideal”, “O frasco “marrom” pode proteger o medicamento da temperatura e da luz, evitando afetar a composição do medicamento.” As respostas indicam que os alunos possuem uma noção básica sobre a função dos frascos âmbar na proteção dos medicamentos, reconhecendo que esses frascos ajudam a proteger os medicamentos da luz, o que pode evitar que a composição química do produto seja alterada. No entanto, a relação entre o frasco âmbar e a temperatura não foi claramente compreendida, já que a principal função do frasco é bloquear a luz e não diretamente regular a temperatura. Essa falta de clareza sugere a necessidade de um maior aprofundamento sobre como fatores como luz e temperatura afetam a estabilidade dos medicamentos.

Quando questionados sobre qual a função de um catalisador automotivo (Questão 8, Quadro 2), grande parte dos alunos não souberam responder, pois

disseram nunca ter ouvido falar em catalisador. Alguns relacionaram à fumaça ou gases liberados durante a queima de combustível. Alguns tentaram relacionar o catalisador à emissão de fumaça ou gases durante a queima de combustível, demonstrando uma tentativa de conectar o conceito à sua experiência com poluição e emissões veiculares. No entanto, a falta de uma compreensão mais profunda sobre o papel do catalisador, que é acelerar as reações químicas sem ser consumido no processo, evidencia a necessidade de incluir esses temas no currículo de maneira mais explícita, para que os alunos possam entender melhor sua aplicação prática e importância na redução de poluentes.

A questão 9 (Quadro 2) pedia aos alunos que classificassem as reações em lentas e rápidas. No quadro 5 são apresentados os percentuais de respostas obtidos para cada reação. De maneira geral, os alunos têm uma boa noção sobre processos classificados como rápidos ou lentos, exceto para a formação do petróleo, que é um processo lento, mas foi considerado rápido por 90,5% dos alunos.

Quadro 5: Percentual de respostas obtidas para cada reação para a questão 9 da avaliação diagnóstica

<b>Reação química</b>	<b>Processo rápido</b>	<b>Processo lento</b>
A queima do gás de cozinha	100%	0%
A formação do petróleo	90,5%	9,5%
A decomposição dos plásticos	0%	100%
A explosão da pólvora negra	100%	0
A formação da ferrugem	28,6%	71,4%

Fonte: Do autor, 2024

A análise dos resultados da questão 9 revela que, de maneira geral, os alunos têm uma boa compreensão sobre a classificação de reações em rápidas e lentas, evidenciada pela precisão em relação à queima do gás de cozinha, à explosão da pólvora negra e à decomposição dos plásticos, cujas respostas foram unânimes ou quase unânimes. No entanto, a classificação da formação do petróleo apresenta uma discrepância significativa, pois, apesar de ser um

processo amplamente reconhecido como lento, 90,5% dos alunos o classificaram como rápido. Esse erro pode ser atribuído à falta de compreensão sobre os tempos geológicos envolvidos na formação de petróleo, sugerindo a necessidade de maior contextualização desses processos naturais em sala de aula. Quanto à formação da ferrugem, embora a maioria dos alunos a tenha classificado como um processo lento (71,4%), ainda há um percentual considerável (28,6%) que a considera rápida, o que indica uma compreensão parcial sobre as reações de oxirredução.

Quando questionados por que uma pastilha efervescente demora mais a se “dissolver” do que a mesma pastilha triturada (Questão 10, Quadro 2), uma das respostas obtida foi: “O comprimido triturado em contato com a água é maior do que com o comprimido inteiro”. Percebe-se que o aluno quer dizer que o comprimido triturado apresenta maior superfície de contato, mas não consegue fazer uso de vocabulário científico apropriado.

A questão 11 (Quadro 2) que também abordava a superfície de contato, a qual questionava por que ao acendermos uma fogueira é necessário iniciar a queima por gravetos ou lascas de madeira, a maioria dos alunos respondeu que os gravetos pegam fogo mais facilmente, contudo alguns falaram que pedaços menores têm maior contato com o fogo fazendo com que seja mais fácil iniciar o fogo com estes gravetos ou lascas. Uma das respostas mais elaboradas foi: “Com gravetos, pois acende mais fácil, por ser um objeto menor e com menos massa”.

A maioria dos alunos demonstrou uma compreensão básica ao afirmar que os gravetos pegam fogo mais facilmente, mas algumas respostas revelaram uma compreensão mais detalhada ao associar a facilidade de ignição à maior superfície de contato dos materiais. A resposta mais elaborada, que relaciona o tamanho menor e a menor massa dos gravetos à facilidade de acendimento, indica que alguns alunos conseguiram aplicar o conceito de superfície de contato de maneira mais precisa, relacionando-o à eficiência na transferência de calor. Esse tipo de resposta sugere uma maior compreensão dos fatores que influenciam a velocidade de reações químicas, como a área superficial e a quantidade de calor envolvida.

De maneira geral, observou-se dificuldade em explicar com linguagem científica adequada os fenômenos/situações observados/vivenciadas no

cotidiano. Verificou-se dificuldade em expressar respostas completas (porque é mais resistente) e a utilização de termos equivocados (condição física no lugar de estado físico).

A experimentação desencadeou uma mistura de sentimentos, uma combinação de surpresa e entusiasmo, tanto nos estudantes quanto no professor. Como mencionado anteriormente, para a realização da parte experimental, os alunos foram divididos em grupos de 4 a 5 integrantes. Esse momento marcou o terceiro estágio da sequência didática, intitulado "Experimentando, observando e levantando hipóteses". Durante esse estágio, os alunos realizaram as atividades experimentais, observando atentamente os fenômenos e formulando hipóteses com base nas suas observações iniciais. Esse processo de investigação ativa foi fundamental para estimular a curiosidade dos estudantes e envolvê-los no processo de construção do conhecimento, reforçando o caráter investigativo da aprendizagem.

Cada grupo foi instruído a adquirir e preparar seus próprios materiais sendo que a lista foi disponibilizada previamente para os estudantes e incluía: 7 copos descartáveis e transparentes de capacidade 300mL; água morna ou quente; água gelada; água à temperatura ambiente; papel toalha, guardanapo ou papel higiênico; 2 garrafas descartáveis de capacidade 500mL; 1 colher de chá; 1 copo descartável de capacidade 50mL; bicarbonato de sódio, 1 frasco de vinagre (750mL). Os materiais deveriam ser levados para a escola na data estipulada para garantir a execução adequada da atividade experimental.

Durante a realização dos experimentos, muitas observações foram levantadas pelos grupos. Os relatos verbais evidenciaram que grande parte dos alunos nunca haviam participado de uma atividade experimental. O professor então perguntava: E as aulas de ciências no ensino fundamental? E aquele famoso vulcão feito com vinagre e bicarbonato (materiais da atividade experimental deste trabalho), tão famoso e popular nas feiras de ciências que geralmente acontecem? Contudo, nenhum aluno mencionou sobre a realização de algum experimento ou o que seria uma reação química, ou ainda sobre a mistura do bicarbonato de sódio e vinagre. É provável que estes alunos não tenham vivenciado práticas no ensino fundamental devido ao período de pandemia, quando estes alunos que hoje estão no 2º ano do Ensino Médio, estavam cursando aulas de forma remota.

Na realização do experimento 1 (Quadro 3) notou-se que os alunos estavam bastante atentos e minuciosamente tentavam realizar e descrever cada detalhe que consideravam importante durante a execução do experimento. Alguns alunos relataram, por exemplo, que o bicarbonato de sódio se dissolve mais rápido quando colocado em água quente do que em água natural ou gelada, ou ainda, que os cristais de bicarbonato são maiores e mais visíveis na água gelada. No primeiro experimento os alunos tiveram a percepção clara que maiores temperatura resultam em maiores velocidades de reação, como pode ser observado nos relatos apresentados no quadro 6.

Quadro 6: Observações dos estudantes sobre o experimento 1 - avaliação do efeito da temperatura sobre a velocidade de reação entre bicarbonato de sódio e ácido acético.

<b>Condição experimental</b>	<b>Observações dos estudantes (transcrição do relatório)</b>
Água à temperatura ambiente	A quantidade de espuma foi razoável. Não foi devagar nem rápida a reação. A reação aconteceu em um tempo médio. Foi imediata a formação de espuma. Na reação química a efervescência ocorreu a uma velocidade moderada.
Água morna	Mais rápido e mais visível ao adicionar o vinagre. A liberação de gás é observada rapidamente. Houve grande quantidade de espuma. Ocorreu de imediato. Começou a borbulhar instantaneamente ao colocar o vinagre.
Água fria	Não aconteceu nada. Foi bastante lento. Quantidade menor de espuma formada em relação às outras situações. Ocorreu efervescência em uma taxa mais lenta. Demorou mais tempo para observar a reação acontecendo. Tempo maior da reação acontecendo.

Fonte: Do autor, 2024

Percebe-se por meio das transcrições do relatório apresentadas no quadro que os estudantes se esforçaram para descrever os fenômenos que observaram e para comparar as observações nas três condições de temperatura. Importante destacar que expressões relacionadas ao tempo (imediatamente, tempo médio, taxa mais lenta), que se relaciona à cinética química, apareceram nas respostas em quantidade significativa. Os alunos mencionaram ainda que a espuma se formava devido à formação do ácido carbônico que se decompunha e formava o gás carbônico, que a diferença do tempo de reação se dava pela energia que as partículas se encontravam devido à temperatura, sendo que em maiores temperaturas essa energia é maior. Porém, não conseguiram explicar claramente que o aumento da temperatura, faz com que as moléculas tenham maior agitação, o que resulta no aumento da frequência e da energia de colisão das moléculas dos reagentes, favorecendo assim a ocorrência da reação.

Na realização do experimento 2 (Quadro 3) os alunos também perceberam claramente que a quantidade de vinagre (concentração de ácido acético) tem influência sobre a velocidade da reação. No quadro 7 são apresentadas as principais observações dos alunos.

Quadro 7: Observações dos estudantes sobre o experimento 2 - avaliação do efeito da concentração de ácido acético sobre a velocidade de reação entre bicarbonato de sódio e ácido acético.

<b>Condição experimental</b>	<b>Observações dos estudantes (transcrição do relatório)</b>
50 mL de vinagre	A reação foi bem parecida à do copo A, no experimento 1. Houve borbulhamento intenso. Formou uma grande quantidade de espuma. A reação foi rápida, formando muito gás.
25 mL de vinagre	A reação foi menor, mais fraca em comparação a outra. Praticamente não foi observado nada. Formou poucas bolhas na mistura. A reação é semelhante ao primeiro experimento, resultando em menor intensidade por ser menos vinagre.

Fonte: Do autor, 2024

Nas observações dos estudantes em relação ao segundo experimento, observa-se que algumas expressões são utilizadas de forma equivocada como: “a reação foi menor”, “mais fraca”, “menor intensidade”. Também houve relatos dizendo que a reação é parecida ou semelhante à do primeiro experimento. Na verdade, a reação é a mesma, o que mudou foi a condição experimental. Os alunos conseguiram deduzir que a maior quantidade de vinagre resulta em maior velocidade de reação, embora, como ocorreu no experimento 1, não conseguiram explicar que o aumento da concentração de reagentes resulta em um aumento da frequência de colisões, resultando em maior velocidade de reação.

No quadro 8, são apresentadas as observações dos estudantes em relação ao experimento 3 (Quadro 3).

Quadro 8: Observações dos estudantes sobre o experimento 3 - avaliação do efeito da pressão sobre a velocidade de reação entre bicarbonato de sódio e ácido acético.

<b>Condição experimental</b>	<b>Observações dos estudantes (transcrição do relatório)</b>
Garrafa aberta	A reação foi muito rápida e logo parou. Começou a borbulhar instantaneamente e em grande quantidade. Muita espuma foi formada.
Garrafa fechada	A reação foi longa, observando o estufamento da garrafa. Ao abrir a garrafa bolhas foram novamente observadas. Fez um barulho como se estivesse abrindo um refrigerante. O gás formado ficou preso na garrafa. Poucas bolhas foram observadas. Bolhas surgiram ao abrir a garrafa.

Fonte: Do autor, 2024

No experimento 3, um aluno chegou a arriscar que o papel estaria relacionado ao uso de catalisador, porém, desacelerando a reação. Os alunos conseguiram visualizar os fenômenos, porém não conseguiram relacionar o que foi observado com a pressão. Visto que a reação possuía apenas um constituinte

gasoso e que este era o produto da reação ( $\text{CO}_2$ ), quando a garrafa estava fechada (ambiente fechado), o equilíbrio da reação química entre o vinagre e bicarbonato de sódio foi favorável aos reagentes, resultando em menor quantidade de bolhas.

Durante a realização do experimento 4 (Quadro 3), foi lançada a seguinte pergunta para os estudantes: como se dá a produção de dióxido de carbono na fermentação química e quais fatores influenciam o desempenho do fermento? Isso foi feito para chamar a atenção dos alunos para os produtos formados na reação. A reação do experimento 4 diferenciava-se da dos outros experimentos. No experimento 4 realizou a decomposição térmica do bicarbonato de sódio em carbonato de sódio e dióxido de carbono. Após a exposição do bicarbonato de sódio ao aquecimento por uma vela por 1 min, solicitou-se aos estudantes que comparassem as propriedades organolépticas cor e sabor do sal antes e após o aquecimento. As respostas são apresentadas no quadro 9.

Quadro 9: Observações dos estudantes sobre o experimento 4 - avaliação da temperatura sobre a decomposição do bicarbonato de sódio.

<b>Condição experimental</b>	<b>Observações dos estudantes (transcrição do relatório)</b>
Aquecimento do $\text{NaHCO}_3$	<p>O produto ficou visivelmente mais granuloso e com sabor amargo, enquanto no início o sabor era azedo/salgado.</p> <p>Substância ficou com uma textura mais grossa e com sabor amargo.</p> <p>Inicialmente o bicarbonato era mais fininho e tinha sabor salgado.</p>

Fonte: Do autor, 2024

Na realização deste experimento ficou claro para os alunos que as substâncias não eram as mesmas, antes e após o aquecimento do bicarbonato de sódio, o que foi constatado pelo sabor e pelas características físicas. A temperatura elevada é capaz de promover a decomposição do bicarbonato de sódio devido ao aumento da energia cinética das moléculas, maior frequência de colisões e melhor capacidade de superar a energia de ativação.

O quarto estágio da sequência didática, denominado "Refletindo e pesquisando para compreender", foi essencial para consolidar o aprendizado

adquirido durante as atividades experimentais. Neste estágio, os alunos foram desafiados a refletir sobre os resultados dos experimentos e a buscar informações adicionais para ampliar sua compreensão sobre os fenômenos observados, na qual foram orientados a elaborar um relatório, nesse havia 10 questões dissertativas, que serviram como norteadoras para a análise dos experimentos realizados. Essas questões foram projetadas para incentivar a reflexão crítica sobre os resultados obtidos, estimulando os alunos a relacionar suas observações aos conceitos teóricos de cinética química.

O relatório foi desenvolvido de forma colaborativa, com a utilização de diferentes recursos conforme a disponibilidade de infraestrutura em cada contexto. Na sede, os alunos tiveram acesso a recursos como o laboratório de informática e dispositivos móveis, o que possibilitou a realização de pesquisas aprofundadas e o acesso a informações complementares, enriquecendo seu entendimento dos fenômenos experimentais. Nos distritos, onde a ausência de um laboratório de informática limitou o acesso direto a essas ferramentas, foi sugerido que os alunos realizassem pesquisas extraclasse, com ênfase na busca de informações relacionadas aos experimentos, permitindo ainda, o uso do celular na sala de aula.

Esse processo de pesquisa e reflexão proporcionou uma maior profundidade na análise dos resultados experimentais, incentivando o desenvolvimento de habilidades críticas e analíticas nos estudantes, além de reforçar o caráter investigativo da aprendizagem.

Ao questionar os alunos sobre o constituinte presente no vinagre que reage com o  $\text{NaHCO}_3$ , a grande maioria foi capaz de identificar corretamente o ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) como o componente responsável pela reação. Alguns alunos foram além, mencionando até mesmo a porcentagem de ácido acético presente no vinagre, evidenciando um nível de conhecimento mais aprofundado sobre a composição do produto. Em relação à equação química da reação entre o ácido acético e o bicarbonato de sódio, a maioria também foi capaz de representá-la corretamente.

As respostas dos alunos à questão sobre como a temperatura da água afeta os resultados obtidos no experimento 1 indicaram um entendimento satisfatório sobre a influência da temperatura na velocidade das reações químicas. A maioria dos estudantes demonstrou compreender que o aumento da

temperatura acelera a reação entre o ácido acético e o bicarbonato de sódio, evidenciado pelo aumento no desprendimento de gás ( $\text{CO}_2$ ). Além disso, alguns alunos também fizeram referências a outros efeitos da temperatura, como sua influência na solubilidade dos reagentes, sendo que os alunos reconheciam que quanto maior a temperatura, maior a solubilidade.

Quando questionados sobre como a quantidade de vinagre afeta os resultados do experimento 2, a maioria dos alunos respondeu de forma superficial, relacionando a quantidade do reagente à rapidez da reação. A grande maioria indicou que, quanto maior a quantidade de vinagre, maior seria a velocidade da reação, sem, no entanto, explorar de forma mais aprofundada os fatores que realmente influenciam o processo reacional. Em futuras discussões sobre este tema, seria importante explorar a noção de concentração molar, relacionando-a com a velocidade da reação, o que poderia enriquecer o entendimento dos alunos sobre como a concentração de reagente influencia as reações químicas de maneira mais detalhada e cientificamente fundamentada.

No experimento 3, ao questionar sobre o parâmetro alterado quando a garrafa é fechada com uma tampa, apenas um grupo de alunos mencionou corretamente o efeito da pressão, enquanto os demais grupos limitaram-se a descrever o experimento de forma superficial, sem explorar o impacto deste fator. O grupo que abordou o efeito da pressão reconheceu que, ao fechar a garrafa, ocorre um aumento da pressão interna, uma vez que os gases liberados durante a reação não têm mais a possibilidade de se dispersar para o ambiente externo. Esse aumento de pressão pode influenciar diretamente a taxa de liberação do gás, acelerando a reação, já que o acúmulo de pressão pode promover mais colisões entre as partículas do reagente, aumentando a frequência de interações entre o ácido acético e o bicarbonato de sódio. Os outros grupos, ao se limitarem a descrever o experimento, não abordaram a relevância desse parâmetro e sua relação com a cinética da reação. Isso sugere uma necessidade de maior compreensão sobre como variáveis como pressão, volume e temperatura influenciam o comportamento das reações gasosas, o que poderia ser explorado de maneira mais profunda em discussões futuras.

No experimento 4, ao aquecer o bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) sob a chama da vela, os alunos observaram diferenças significativas em relação às reações dos experimentos anteriores, principalmente no que se refere à

ausência de bolhas, à não formação de espuma e ao sabor amargo resultante da reação. Esses resultados indicam que, embora o bicarbonato de sódio esteja presente, a reação não ocorre da mesma forma que nos experimentos anteriores, que envolveram a interação com vinagre (ácido acético) e a formação de bolhas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). O aquecimento do bicarbonato de sódio resulta na decomposição térmica do composto, liberando dióxido de carbono e água e resultando na formação do carbonato de sódio (equação 2), sendo que este último é responsável pelo sabor amargo após o aquecimento. Como não é observada a formação de bolhas visíveis (diferente do que foi observado com a reação entre bicarbonato de sódio e vinagre), os alunos tiveram dificuldade de constatar a ocorrência da reação. Embora os alunos reconheçam o sabor amargo do produto resultante, eles não foram capazes de explicar de maneira adequada os processos químicos envolvidos, como a decomposição do bicarbonato de sódio.

No questionamento 6, a conclusão geral, conforme as respostas dos grupos, demonstra uma variedade de percepções e interpretações sobre os experimentos realizados, refletindo o engajamento e as diferentes formas de apreensão dos conceitos de cinética química.

Alguns grupos observaram e relataram diferentes reações nos experimentos, sugerindo que eles foram capazes de identificar variações nas reações químicas dependendo dos parâmetros experimentais, como temperatura, concentração e tipo de reagente. Outros grupos, por sua vez, estabeleceram uma relação entre os experimentos e situações do cotidiano, como a produção de pães, bolos e biscoitos, associando o uso de bicarbonato de sódio no experimento à função desse composto em receitas culinárias. Um grupo destacou a experiência positiva com o processo de aprendizagem, ressaltando que o experimento proporcionou uma vivência enriquecedora.

A diversidade de respostas obtidas indica que os alunos estavam ativamente envolvidos no processo de observação e análise dos fenômenos. Quando compararam o experimento com o fermento químico, os alunos conseguiram relacionar o conhecimento científico ao mundo real, o que indica que a aprendizagem cumpriu o seu papel, sendo efetiva.

Em síntese, os experimentos permitiram uma exploração prática dos conceitos de cinética química, gerando diferentes interpretações e respostas,

mas também contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico e a construção de conhecimento aplicável à vida cotidiana.

Na questão 7, a análise dos resultados revelou que os alunos demonstraram dificuldades em identificar corretamente o constituinte que reage com o bicarbonato no fermento químico. Apesar de a questão ter apresentado o rótulo de um fermento químico utilizado na preparação de massas, nenhum dos grupos conseguiu identificar com precisão o constituinte que desempenha o papel do vinagre. Alguns alunos conseguiram afirmar que seria uma substância ácida. Contudo, a dificuldade residiu em não conseguirem especificar qual ácido seria esse, tampouco apresentar a equação química correspondente à reação. No rótulo do fermento da questão, a substância que age como ácido, reagindo com o bicarbonato de sódio é o fosfato monocalcico,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ .

Na questão 8, que questiona quais constituintes nos alimentos poderiam substituir o vinagre na reação com bicarbonato de sódio, os resultados mostraram uma divisão nas respostas dos alunos. Alguns grupos erradamente sugeriram que o carbonato de cálcio ou o bicarbonato de amônio poderiam desempenhar o papel do vinagre. No entanto, outros grupos identificaram que substâncias ácidas, como o ácido láctico, limão, frutas cítricas e outros alimentos ácidos, poderiam desempenhar o papel do vinagre na reação com o bicarbonato de sódio. Esses alimentos ácidos fornecem o ambiente necessário para que ocorra a reação entre o bicarbonato de sódio e o ácido, liberando dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que é responsável pelo aumento do volume da massa em processos de fermentação, como em pães e bolos.

Na questão 9, sobre a adição de vinagre à massa ao utilizar  $\text{NaHCO}_3$  em substituição ao fermento químico, as respostas dos grupos revelaram uma compreensão parcial tanto dos benefícios quanto das limitações desse processo. Os alunos identificaram corretamente que a interação entre o vinagre (um ácido) e o bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) resulta na liberação de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), um fenômeno que causa o aumento do volume da massa. Esse processo de liberação de  $\text{CO}_2$  é responsável pela elevação e aerificação da massa, proporcionando a leveza e a expansão características de muitas preparações de panificação. A eficiência no crescimento da massa foi, portanto, um ponto reconhecido como vantajoso. O aumento da eficiência na fermentação química é uma propriedade desejável quando se busca um aumento rápido e visível no

volume da massa. Por outro lado, foram apontadas várias desvantagens associadas à adição de vinagre. Primeiramente, a reação entre o ácido e o bicarbonato de sódio ocorre de forma rápida, o que pode resultar em um crescimento excessivo da massa, impactando negativamente sua textura e uniformidade. A expansão abrupta pode levar a uma estrutura instável, com possíveis falhas na formação da massa, comprometendo a qualidade do produto final. Outra limitação mencionada refere-se à alteração do sabor, com a massa podendo adquirir um gosto excessivamente ácido devido à presença de ácido residual. Esse aspecto pode comprometer o sabor desejado, especialmente em preparações culinárias que não preveem uma acidez acentuada. Além disso, os alunos destacaram a dificuldade de controle da quantidade de vinagre adicionada, o que pode levar a variações indesejadas na composição da massa e, conseqüentemente, na qualidade sensorial do produto.

As observações apresentadas anteriormente demonstram que, embora a adição de vinagre ao bicarbonato de sódio possa ser uma alternativa eficiente para a fermentação, a quantidade de vinagre utilizada precisa ser rigorosamente controlada. Caso contrário, pode haver comprometimento da textura e do sabor da massa. Em contextos em que se deseja um aumento rápido no volume da massa e a acidez não seja um fator limitante, essa combinação pode ser vantajosa. No entanto, em receitas onde a textura e o sabor delicado são mais valorizados, como em pães ou bolos mais tradicionais, essa abordagem pode não ser adequada devido às implicações sensoriais e estruturais mencionadas.

Na questão 10, ao se perguntar sobre a utilização do  $\text{NaHCO}_3$  em antiácidos efervescentes, como o "Sal de Fruta Eno", os alunos demonstraram certa dificuldade em identificar o ácido presente na fórmula que reage com o bicarbonato de sódio, embora tenham mencionado o ácido cítrico. No entanto, a maioria dos grupos não foi capaz de representar corretamente a equação química completa. Em vez disso, alguns estudantes representaram de forma simplificada, usando apenas o íon  $\text{H}^+$ , sem detalhar a estrutura química ou fórmula molecular do ácido cítrico.

No rótulo do antiácido "Sal de Fruta Eno", o ácido cítrico é o constituinte responsável por reagir com o bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ). A reação entre esses dois compostos resulta na liberação de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e citrato de sódio ( $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ ), que atua como o sal formador da solução.

A compreensão dos alunos sobre o papel do ácido cítrico foi parcialmente correta, ao apontarem o ácido cítrico como reagente, mas houve um erro ao simplificar a representação da equação. A representação simplificada do íon  $H^+$  mostra uma limitação no conhecimento sobre a estrutura molecular e reatividade dos ácidos. Isso indica a necessidade de aprofundamento nas reações ácido-base, especialmente no contexto de reações de neutralização em soluções aquosas, uma vez que essas reações são fundamentais para o entendimento de processos químicos cotidianos, como os encontrados em antiácidos e fermentos químicos.

Na etapa intitulada "Aprendendo Cinética Química", o relatório elaborado pelos alunos foi discutido dentro do contexto da cinética química, permitindo que o professor apresentasse os conceitos teóricos relacionados ao tema. Nesse momento, o professor utilizou o quadro branco e pincel para expor as definições, exemplos e conceitos da cinética química, vinculando-os diretamente às etapas anteriores da experimentação. Durante a explanação, foram abordados temas essenciais, como a teoria das colisões e os fatores que influenciam a velocidade das reações químicas. O professor fez uma análise detalhada de como variáveis como temperatura, concentração, superfície de contato e presença de catalisadores afetam a rapidez com que as reações ocorrem.

Ao longo do conteúdo exposto, os alunos foram incentivados a relacionar as atividades experimentais realizadas anteriormente com os conceitos teóricos apresentados, facilitando a compreensão dos fenômenos químicos observados nas práticas de laboratório. Essa interação permitiu que os estudantes percebessem a relevância dos experimentos para a compreensão dos fatores que impactam a cinética das reações, contribuindo para a construção de uma aprendizagem mais significativa e integrada. Essa abordagem teórica, associada às práticas experimentais anteriores, foi essencial para promover uma compreensão mais ampla dos princípios da cinética química, permitindo que os alunos consolidassem o conhecimento adquirido de forma mais aplicada e contextualizada.

Na penúltima etapa, "Avaliando a Atividade Realizada", que trazia um questionamento junto à última etapa, "Testando o Conhecimento", os alunos foram convidados a avaliar a atividade experimental, por meio de uma escala de zero (muito ruim) a dez (muito bom), sobre como perceberam a realização das

atividades experimentais durante as aulas de Química. Os resultados indicaram uma avaliação predominantemente positiva, com as notas variando entre 7 e 10, refletindo o impacto positivo da abordagem adotada na sequência didática.

Os comentários dos alunos reforçaram essa percepção positiva, sendo que muitos relataram que as experiências laboratoriais permitiram uma compreensão mais clara dos conceitos abordados. Um dos comentários mais destacados foi: "Eu aprendi muito com o professor de Química, conseguindo ver como as reações acontecem". Esse tipo de declaração sugere que, para os alunos, as atividades experimentais facilitaram a visualização de fenômenos que, muitas vezes, são difíceis de compreender apenas na teoria. Outro comentário, "Gosto muito de realizar experiências, além de aprender mais, me surpreendo", evidenciou o entusiasmo e o interesse despertados pelas práticas experimentais, bem como o efeito positivo sobre o aprendizado, ao provocar descobertas e surpresas.

Além disso, alguns alunos destacaram a importância das atividades experimentais para aqueles que têm dificuldade na compreensão da disciplina de Química. Como evidenciado no comentário "A aula com experimentos, querendo ou não, aprende mais porque tem muitas pessoas que não conseguem entender teoricamente", a experimentação pode servir como uma ferramenta inclusiva, proporcionando diferentes formas de compreensão, especialmente para alunos com diferentes estilos de aprendizagem.

Outros comentários ainda ressaltaram a abrangência e profundidade dos conteúdos abordados. Um exemplo foi "Temos a visão mais ampla do assunto e contribui para o aprendizado", o que indica que as atividades laboratoriais ajudaram a contextualizar os conceitos químicos e a expandir o entendimento dos alunos. Além disso, um comentário, "Na aula, a atividade experimental foi muito legal e de muito aprendizado, com grande participação de muitos alunos", evidenciou o nível de engajamento e o impacto positivo nas interações entre os alunos, promovendo uma maior participação e cooperação durante as atividades.

Embora a maioria dos alunos tenha respondido a avaliação, destacando aspectos positivos, alguns optaram por não opinar, deixando a avaliação em branco. Isso pode indicar, em alguns casos, um certo desconforto ou indiferença

em relação à avaliação da atividade, embora, na maioria dos casos, os comentários tenham sido muito favoráveis.

Em suma, os resultados indicam que as atividades experimentais desempenham um papel crucial na aprendizagem dos alunos, contribuindo significativamente para a compreensão dos conteúdos, aumentando o engajamento e permitindo uma abordagem mais prática e significativa para o ensino de Química.

A última etapa da sequência didática, que envolvia uma atividade quantitativa a ser cobrada durante o bimestre, não será abordada neste trabalho, pois o foco deste estudo é qualitativo. Embora essa etapa tenha sido realizada e tenha gerado algumas questões, os dados relativos a ela não foram incluídos, uma vez que o objetivo do presente trabalho é analisar de maneira qualitativa o impacto da experimentação com viés investigativo no processo de aprendizagem dos alunos. A escolha por excluir essa etapa se deu pela necessidade de manter o caráter qualitativo da pesquisa, centrando-se na análise das percepções e compreensões dos alunos, ao invés de dados quantitativos relacionados a avaliações formais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A finalidade desta pesquisa foi propor um produto educacional composto por uma sequência didática com viés em experimentação investigativa. É difícil propor um experimento totalmente investigativo, uma vez que muitas são as limitações para isso no contexto da escola pública, como embasamento científico dos alunos, número de aulas reduzidos, sobrecarga de trabalho do professor. No entanto, todo o experimento de certa forma é investigativo se considerarmos que o aluno inicialmente desconhece o que será observado e com qual propósito.

Na análise dos resultados, ao diagnosticar as concepções prévias dos alunos de uma turma do 2º ano do ensino médio em relação aos conceitos de cinética química, constatou-se que os participantes apresentavam um conhecimento fragmentado dos princípios fundamentais do tema e sua aplicação no cotidiano. Essa constatação foi observada já no primeiro estágio da investigação, quando os alunos foram inicialmente questionados sobre conceitos relacionados à velocidade das reações químicas e fatores que influenciam esse processo. As respostas revelaram tanto a compreensão superficial quanto a ausência de conexões claras entre os conceitos científicos e situações cotidianas, indicando a necessidade de uma abordagem mais aprofundada para consolidar o entendimento dos alunos sobre o tema.

As principais dificuldades emergiram quando se investigaram os fatores que influenciam a velocidade das reações químicas, como a temperatura (no contexto da conservação de alimentos), a concentração dos reagentes (em relação ao aumento da quantidade de substâncias) e o uso de catalisadores (como os presentes nos sistemas de escapamento de veículos).

É pertinente destacar que a análise dos conhecimentos prévios dos sujeitos da pesquisa confirmou que os problemas abordados continham obstáculos bem definidos, relacionados ao entendimento dos processos cinéticos vivenciados no cotidiano. Observou-se que o déficit de aprendizagem, relativo ao reconhecimento e interpretação dos processos cinéticos, pôde ser mitigado por meio da implementação de uma sequência didática investigativa, estruturada em torno de uma situação-problema focada no conteúdo de Cinética Química.

Durante a execução das atividades planejadas para o desenvolvimento da pesquisa, foi possível observar uma evolução conceitual significativa em relação aos princípios científicos da Cinética Química. A contextualização do tema revelou-se essencial para proporcionar aos estudantes uma compreensão mais abrangente e aprofundada do assunto.

Para evidenciar que a aprendizagem por meio de experimentação investigativa pode ser realizada em escolas sem infraestrutura adequada para atividades experimentais, consideramos satisfatória a experimentação investigativa realizada em um espaço informal, especificamente no refeitório da escola.

Na instituição onde a pesquisa foi conduzida, a ausência de um laboratório exigiu um maior protagonismo dos alunos durante as atividades, além de promover importantes interações sociais, que se mostraram cruciais no processo de ensino-aprendizagem. O ambiente informal do refeitório, embora não fosse destinado às práticas experimentais, permitiu a realização de atividades que estimularam o pensamento crítico, a colaboração entre os estudantes e a aplicação prática dos conceitos investigados.

Durante os estágios planejados para a intervenção didática, avaliou-se o processo de aprendizagem dos alunos com base nos princípios teóricos do ensino por investigação. Os resultados foram positivos, permitindo a construção do conhecimento a partir da investigação de como resolver problemas relacionados a temas, conceitos e contextos sociais variados.

Complementarmente, as informações obtidas a partir das respostas dos estudantes nas etapas de análise demonstram a eficácia da sequência didática adotada. Observou-se, em determinados momentos, uma mudança positiva na postura dos alunos, que passaram a participar mais ativamente. Constatamos que uma sequência didática fundamentada no ensino por investigação, acompanhada de atividades experimentais, possui um potencial significativo para promover a alfabetização científica de forma mais efetiva.

O papel do professor como mediador foi crucial, pois forneceu aos alunos orientações e recursos apropriados nos momentos necessários para a construção do conhecimento sobre o tema central. Os resultados obtidos devem servir como referência para explorar novas possibilidades de investigação e contextos relacionados ao tema. Além disso, recomenda-se a aplicação dessa

metodologia em outros conteúdos de química, contribuindo para uma abordagem mais abrangente e investigativa do ensino.

Quanto ao produto educacional desenvolvido a partir deste estudo, é importante notar que os professores interessados podem adaptar o recurso conforme suas necessidades, levando em consideração fatores como tempo, perfil do público, disponibilidade de equipamentos e outros aspectos específicos. O produto educacional elaborado é projetado para ser facilmente adaptável e utilizável, oferecendo uma solução prática e reproduzível para muitos professores de química, pois prioriza a execução de experimentos simples e com materiais e reagentes de baixo custo.

Esse trabalho destina-se a professores que buscam uma metodologia que promova a participação ativa dos alunos e a integração do conhecimento químico com suas realidades natural, social e cultural.

Por fim, refletimos sobre a realização do estudo em um contexto de rápidas mudanças tecnológicas e diversas demandas sociais, econômicas, culturais e ambientais. A profissão docente está cada vez mais entrelaçada com a pesquisa, e é fundamental que os professores se atualizem e integrem inovações para proporcionar aos alunos oportunidades que ampliem sua compreensão e visão de mundo.

## REFERÊNCIAS

- ASSAI, N. D. S.; FREIRE, L. I. F. A utilização de atividades experimentais investigativas e o uso de representações no ensino de cinética química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 6, p. 153-172, 2017.
- BARBOSA, E. dos Santos. Afetividade no processo de aprendizagem. **Revista Educação Pública**, v. 20, nº 41, 27 de outubro de 2020. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/41/afetividade-no-processo-de-aprendizagem>. Acesso em: 06 abr. 2022.
- BARIN, Claudia Smaniotto; RAMOS, Thanise Beque. EXPERIMENTAÇÃO ALIADA A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DE QUÍMICA: O QUE TEM SIDO DISCUTIDO? Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista– ENCITEC, v. 11, n. 3, p. 193-209, 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Claudia-Barin/publication/356731946\\_EXPERIMENTACAO\\_ALIADA\\_A\\_RESOLUCAO\\_DE\\_PROBLEMAS\\_NO\\_ENSINO\\_DE\\_QUIMICA\\_O\\_QUE\\_TEM\\_SIDO\\_DISCUTIDO\\_EXPERIMENTATION\\_ALLIED\\_TO\\_PROBLEM\\_SOLVING\\_IN\\_CHEMISTRY\\_TEACHING\\_WHAT\\_HAS\\_BEEN\\_DISCUSSED/links/61a92bfaade5b1bf5fdb906/EXPERIMENTACAO-ALIADA-A-RESOLUCAO-DE-PROBLEMAS-NO-ENSINO-DE-QUIMICA-O-QUE-TEM-SIDO-DISCUTIDO-EXPERIMENTATION-ALLIED-TO-PROBLEM-SOLVING-IN-CHEMISTRY-TEACHING-WHAT-HAS-BEEN-DISCUSSED.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Claudia-Barin/publication/356731946_EXPERIMENTACAO_ALIADA_A_RESOLUCAO_DE_PROBLEMAS_NO_ENSINO_DE_QUIMICA_O_QUE_TEM_SIDO_DISCUTIDO_EXPERIMENTATION_ALLIED_TO_PROBLEM_SOLVING_IN_CHEMISTRY_TEACHING_WHAT_HAS_BEEN_DISCUSSED/links/61a92bfaade5b1bf5fdb906/EXPERIMENTACAO-ALIADA-A-RESOLUCAO-DE-PROBLEMAS-NO-ENSINO-DE-QUIMICA-O-QUE-TEM-SIDO-DISCUTIDO-EXPERIMENTATION-ALLIED-TO-PROBLEM-SOLVING-IN-CHEMISTRY-TEACHING-WHAT-HAS-BEEN-DISCUSSED.pdf). Acesso em: 25 set. 2024.
- BINSFELD, S. L. AUTH. M. A. A experimentação no Ensino de Ciências da Educação Básica: constatações e desafios, 2017. Disponível em: [https://abrapec.com/atas\\_enpec/viiienpec/resumos/R1382-1.pdf](https://abrapec.com/atas_enpec/viiienpec/resumos/R1382-1.pdf). Acesso em maio de 2022.
- BIZERRA, Ayla Márcia Cordeiro. Processos de separação de misturas e despoluição ambiental: uma proposta para aprendizagem significativa. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 122-141, 2020. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/download/376/348>. Acesso em: 30 set. 2024
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e métodos. 1. ed. Porto: Editora Porto, 1994.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em out. 2021.
- BRASIL, Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2000.
- CARVALHO, A. M. P.; O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, Ana Maria Pessoa et al. Ensino de

ciências por investigação, condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap. 1, p. 1-20.

DICIONÁRIO ONLINE DE PORTUGUÊS. (2024). *Investigar*. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/investigar/>. Acesso em: out. 2023.

DUARTE, A. W. B.; OLIVEIRA, D. A. Valorização profissional docente nos sistemas de ensino de Minas Gerais e Pernambuco. **Práxis Educacional**, Vitória da Conquista, v. 10, n. 17, p. 67-97, 2014. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/praxis/article/view/780>. Acesso em: 15 out. 2024.

FELTRE, R. Química. 7. ed. São Paulo: Moderna, 2008.

FERNANDEZ, C. Formação de professores de Química no Brasil e no mundo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 205-224, set.-out. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/8wzGrXHcTNc5WqY9NgTPMjm/?lang=pt>. Acesso em: 6 set. 2022.

FERREIRA, Aurino Lima; ACIOLY-RÉGNIER, Nadja Maria. Contribuições de Henri Wallon à relação cognição e afetividade na educação. **Educar em Revista**, [S.l.], v. 26, n. 36, p. p. 21-38, maio 2010. ISSN 1984-0411. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/17577>. Acesso em: 16 ago. 2024

FREIRE, P. A concepção “bancária” da educação como instrumento da opressão. Seus pressupostos, sua crítica. In: FREIRE, Paulo. *Pedagogia do Oprimido*. 65. ed. Rio de Janeiro/ São Paulo: Paz e Terra, 2018. cap. 2. p. 79-106.

FRISON Marli Dallagnol; VIANNA, Jaqueline; CHAVES Jéssica Mello; BERNARDI, Fernanda Naimann. Livro didático como instrumento de apoio para construção de propostas de ensino de ciências naturais. **Encontro Nacional de Pesquisa em educação em ciências**, v. 7, p. 1-13, 2009. Disponível em: <http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/425.pdf>. Acesso em 16 out.2024

LEITE, António; VEIGA, Feliciano Henriques. Envolvimento dos alunos na escola: Um estudo com alunos do sistema de aprendizagem. **Promovendo o engagement estudantil na educação superior: Reflexões rumo a experiências significativas e integradoras na Universidade**, p. 35-62, 2018. Disponível em: [https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/38407/1/EAE%20NA%20ESCOLA\\_ESTUDO%20COM%20ALUNOS%20DO%20SISTEMA%20DE%20APRENDIZAGEM.pdf](https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/38407/1/EAE%20NA%20ESCOLA_ESTUDO%20COM%20ALUNOS%20DO%20SISTEMA%20DE%20APRENDIZAGEM.pdf). Acesso em: 09 ago. 2022.

LIMA, Mayara Lopes de Freitas; COSTA, David Gadelha da; DIAS, Alzira Carla de Oliveira; SILVA, Angela Rodrigues da. PRÁTICAS INOVADORAS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS: EXPERIÊNCIAS E OLHARES DOCENTES. 2022. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Mayara-Lima-2/publication/365476459\\_WORKSHOP\\_VIRTUAL\\_UMA\\_PROPOSTA\\_DE\\_AV](https://www.researchgate.net/profile/Mayara-Lima-2/publication/365476459_WORKSHOP_VIRTUAL_UMA_PROPOSTA_DE_AV)

ALIACAO\_PARA\_ALEM\_DOS\_TEMPOS\_DE\_PANDEMIA/links/63768a0037878b3e87bb9aa2/WORKSHOP-VIRTUAL-UMA-PROPOSTA-DE-AVALIACAO-PARA-ALEM-DOS-TEMPOS-DE-PANDEMIA.pdf. Acesso em: 30 set. 2024

LIMA, J. F. L.; PINA, M. S. L.; BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. M. S. Contextualização no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 11, p. 26-29, maio. 2000. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a06.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2022.

LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. Espaço Acadêmico, Maringá, v.12, n.136, p. 95-101, set. 2012.

LIMA, J. O.; ALVES, I. M. R. A. Aulas experimentais para um Ensino de Química mais satisfatório. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Curitiba, v. 9, n. 1, jan./abr. 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2913>. Acesso em: 03 abr. 2019.

LIMA, José Ossian Gadelha; LEITE, Luciana Rodrigues. O processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Química: o caso das escolas do ensino médio de Crateús/Ceará/Brasil. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, v. 7, n. 2, p. 72-85, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.org.ar/pdf/reiec/v7n2/v7n2a07.pdf>. Acesso em: 30 set. 2024

LISBÔA, J. C. F. Experimentação no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 198 -202, dez. 2015. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37\\_especial\\_2/16-EEQ-100-15.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_especial_2/16-EEQ-100-15.pdf). Acesso em: 18 fev. 2019.

LOBO, Bárbara Kelly Lima; BRITO, Rafaela Gonçalves. A AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA: CONCEITOS E PRÁTICAS NAS SÉRIES INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL. **Cadernos da Pedagogia**, v. 16, n. 34, 2022.

LOPES, A. C. F. Reformas do Ensino Médio no Brasil: um olhar sobre as políticas públicas educacionais. **Revista da FAEEBA - Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 25, n. 45, p. 89-104, 2016.

LOPES, A. R. C. Conhecimento Escolar: ciência e cotidiano; Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999. p.216-217.

MARTORANO, S. A. A. As concepções de ciência dos livros didáticos de química, dirigidos ao ensino médio, no tratamento da cinética química no período de 1929 a 2004. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, p. 341-355, 2009.

MARTORANO, S. A. A.; CARMO, M. P.; MARCONDES, M. E. R. A História da Ciência no Ensino de Química: o ensino e aprendizagem do tema cinética química. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 9, p. 19-35, 2014. Retirado de: <https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/view/19421>. Acesso em: 13 mar. 2023.

MINAS GERAIS. Currículo Referência de Minas Gerais. Minas Gerais, 2023. Disponível em: <https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/index.php/plano-de-cursos-crmg>. Acesso em 12 set. 2023

MÓL, G. S. Pesquisa qualitativa em ensino de química. **Revista Pesquisa Qualitativa**, São Paulo, v. 5, n. 9, p. 495-513, dez. 2017. Disponível em: <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/140/96>. Acesso em: 5 set. 2022.

MUZZI, Luciana Moreira Caldas. **Formação docente: relação teoria e prática**. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) – Universidade Católica Portuguesa, São Luis, MA, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/42452/1/203353161.pdf>. Acesso em: 30 set. 2024

OLIVEIRA, B. T.; DIAS, D. P. P.; JARDIM, M. I. A. Propostas de roteiros experimentais sobre o conteúdo de cinética química, subsidiados pelas concepções empirista-indutivista e ensino investigativo. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 3, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/5763/3312>. Acesso em: 05 mar. 2022.

OLIVEIRA, G. A.; SILVA, F. C. Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para a discussão do conceito de polaridade. **Química nova na escola**, São Paulo, v.39, n.2, mai. 2017. Disponível em: <[http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc39\\_2/08-RSA-22-16.pdf](http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc39_2/08-RSA-22-16.pdf)>. Acesso em: 03 abr. 2019.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 12, n. 1, p. 139-152, jan. 2010. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/download/31/28>. Acesso em: 07 set. 2022.

OLIVEIRA, Jane Raquel Silva. A perspectiva sócio-histórica de Vygotsky e suas relações com a prática da experimentação no ensino de Química. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 3, p. 25-45, 2010. Disponível: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6170770.pdf>. Acesso em: 25 set. 2024.

Oliveira, M. F.; Oliveira, M. G. (2016). Aula prática de química e sua contribuição para o processo de ensino e aprendizagem. **Química Nova na Escola**, 38(2), 119-128.

Oliveira, M. C. C. de; Oliveira, L. F. S. de. (2016). O uso da experimentação no ensino de química em uma escola estadual no município de Ji-Paraná-RO. Conferência Internacional sobre Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação, 1212-1219.

OLIVEIRA, N.; SOARES, M. H. F. B.; As atividades de experimentação investigativa em ciências na sala de aula de escolas de ensino médio e suas interações com o lúdico. *In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 15. 2010. Brasília. A formação do professor de Química e os desafios da sala de aula. Anais... Brasília: Instituto de Química da Universidade de Brasília (IQ/Unb), 2010. Disponível em: <http://www.s bq.org.br/eneq/xv/resumos/R1316-1.pdf>. Acesso em: 07 set. 2022.

PEREIRA, Wiviny Moreira; SANTOS, Dionísio Davi Jesus dos; NETO, João Alves de Queiroz; VALESQUE Gisseli Souza; Valasques; BARROS, Joelia Martins. A importância das aulas práticas para o ensino de química no ensino médio. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 4, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/5809/3371>. Acesso em: 25 set. 2024

PISIN, W. PISIN, C. Aprendizagem e afetividade: desafios do mundo contemporâneo. **Revista Percurso**. Maringá, v12, n.2, p.205-217. 2020. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/Percurso/article/view/57451>>. Acesso em: mar.2022.

PORTO, T. M. E. Adolescentes e meios de comunicação: espaços de afetividade e aprendizagem. *Série-Estudos - Periódico Do Programa De Pós-Graduação Em Educação Da UCDB*, 2013. Disponível em: <https://serie-estudos.ucdb.br/serie-estudos/article/view/444>. Acesso em: 12 jun. 2022.

RIBEIRO, Marinalva Lopes. A afetividade na relação educativa, 2010. Disponível em: [www.scielo.br/pdf/estpsi/v27n3/12.pdf](http://www.scielo.br/pdf/estpsi/v27n3/12.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2022

RODRIGUES, Tatiane Daby de Fatima Faria; OLIVEIRA, Guilherme Saramago; SANTOS, Josely Alves. As pesquisas qualitativas e quantitativas na educação. **Revista Prisma**, v. 2, n. 1, p. 154-174, 2021. Disponível em: <https://revistaprisma.emnuvens.com.br/prisma/article/view/49/41>. Acesso em: 30 set. 2024.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. *In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)*, 2016, Florianópolis. Anais... Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0145-2.pdf>>. Acesso em: abril. 2022.

SANTOS, Lucelia Rodrigues; DE MENEZES, Jorge Almeida. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v. 12, n. 26, p. 180-207, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unisantos.br/pesquiseduca/article/view/940/pdf>. Acesso em: Acesso em: 6 jun. 2022.

SANTOS, Jean Mac Cole Tavares; SILVA, Maria Kélia da; PEREIRA, Suzana Paula de Oliveira. Indisciplina na escola: relação com autoridade e

autoritarismo na perspectiva docente. 2016. Disponível em: [https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/43733/1/2016\\_capliv\\_jmctsantosmksilva.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/43733/1/2016_capliv_jmctsantosmksilva.pdf). Acesso em: 30 set. 2024.

SAUCEDO, K. R. R. PIAGET, Jean. Relações entre a afetividade e a inteligência no desenvolvimento mental da criança. Tradução e organização: Cláudio J. P. Saltini e Doralice B. Cavenaghi. Rio de Janeiro: Wak, 2014. *Práxis Educativa*, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 287–289, 2017. DOI: 10.5212/PraxEduc.v.12i1.0016. Disponível em: <<https://revistas.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/7961>>. Acesso em: 12 jun. 2022.

SILVA, A. R.; PAIVA, M. A. V. METODOLOGIA INVESTIGATIVA NO ENSINO DA CINÉTICA QUÍMICA. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 9, n. 01, 2019. Disponível em: <<https://ojs.ifes.edu.br/index.php/dect/article/view/1274/733>>. Acesso em: 12 ago. 2022.

SILVA, E. M. P. A tecnologia, suas estratégias, suas trajetórias. **Ciência e cultura**, v. 60, n. SPE1, p. 13-21, 2008. Disponível em: [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252008000500004](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252008000500004). Acesso em: 25 fev.2024

SILVA, K. C. J. R; BOUTIN, A. C.. Novo ensino médio e educação integral: contextos, conceitos e polêmicas sobre a reforma. **Educação (Santa Maria. Online)**, v. 43, n. 3, p. 521-534, 2018. Disponível em:

SILVA, J. L. (2019). O ensino de química e a experimentação no contexto da escola pública brasileira: análise das principais dificuldades e propostas para sua superação. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, 10(1), 97-116.

SILVA, R. R.; MACHADO, L. P. F.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. *Ensino de Química em foco*, v. 2, p. 195-216, 2010.

SOUZA, F. L.; AKAHOSHI, L. H.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. Atividades experimentais investigativas no ensino de química. 1. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2013. Disponível em: [http://www.cpscetec.com.br/cpscetec/arquivos/quimica\\_atividades\\_experimentais.pdf](http://www.cpscetec.com.br/cpscetec/arquivos/quimica_atividades_experimentais.pdf). Acesso em: 07 set. 2022.

STHEFANY, C. M., ARAÚJO, E. M. (2020). A importância da experimentação no ensino de Química no ensino médio. **Revista de Ciência, Tecnologia e Educação**, 13, 42-54.

STHEFANY, D. S. P; ARAÚJO, G. E. S. (2020). O uso da experimentação no ensino de química para a melhoria da aprendizagem dos alunos. **Revista Internacional de Educação Superior**, 1(2), 43-54.

SUART, R. C; MARCONDES, E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Revista Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 01, mar. 2009. Disponível em:

<http://revista.cienciasecognicao.org/index.php/cec/article/view/38/30>. Acesso em: 1 jun. 2022.

TAHA, Marli Spat; LOPES, Cátia Silene Carrazoni; SOARES, Emerson de Lima; FOLMER, Vanderlei. Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências. *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, v.11, n.1, 2016. Disponível em:

<[http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID305/v11\\_n1\\_a2016.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID305/v11_n1_a2016.pdf)>. Acesso em: abr. 2022.

WARTHA, Edson José; SILVA, el da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 02, p. 84-91, maio de 2013.

## APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL



# **EXPLOÇÃO DE BOLHAS:**

**Avaliando a influência de alguns fatores sobre a velocidade de produção de dióxido de carbono**

**POR:**

**LEANDRO HENRIQUE FERREIRA MARTINS**

**DANIEL ALVES CERQUEIRA**

**CARLA REGINA COSTA**

# SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	01
1.EXPANSÃO QUÍMICA .....	04
2.FATORES QUE INFLUENCIAM A CINÉTICA DE REAÇÕES QUÍMICAS DO COTIDIANO.....	06
3.REAÇÕES QUÍMICAS DO COTIDIANO ENVOLVENDO A UTILIZAÇÃO BICARBONATO DE SÓDIO ( $\text{NaHCO}_3$ ).....	10
4.FATORES QUE AFETAM A VELOCIDADE DE UMA REAÇÃO QUÍMICA.....	13
4.1.TEMPERATURA.....	13
4.2.CONCENTRAÇÃO DOS REAGENTES.....	14
4.3. PRESSÃO.....	14
5.ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA SOBRE CINÉTICA QUÍMICA.....	16
5.1. RESGATANDO CONHECIMENTOS.....	17
5.1.1. AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA.....	18
5.2. COMPARTILHANDO SABERES.....	23
5.3. EXPERIMENTANDO, OBSERVANDO E LEVANTANDO HIPÓTESES.....	24
5.3.1. ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA.....	25
5.4. REFLETINDO E PESQUISANDO PARA COMPREENDER.....	30
5.4.1. RELATÓRIO.....	31
5.5. APRENDENDO CINÉTICA QUÍMICA.....	34

<b>5.6. AVALIANDO A ATIVIDADE REALIZADA.....</b>	<b>35</b>
<b>5.6.1. FEEDBACK.....</b>	<b>36</b>
<b>5.7. TESTANDO O CONHECIMENTO.....</b>	<b>37</b>
<b>5.7.1. AVALIAÇÃO.....</b>	<b>38</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>43</b>

# APRESENTAÇÃO

Este material objetiva contribuir para o ensino de cinética química na Educação Básica. Trata-se de um material de apoio ao professor que abrange desde a parte teórica até ao desenvolvimento de uma prática investigativa, bem como sugestões de avaliação diagnóstica, relatório e atividade avaliativa.

Neste material é apresentada uma sequência didática para o estudo de cinética química, incluindo uma prática investigativa que permita aos estudantes uma melhor compreensão dos fatores que influenciam a velocidade das reações químicas. Assim, o objetivo deste material é apresentar o conteúdo de forma dinâmica e atrativa ao aluno.

Espera-se que para além da compreensão do conteúdo de cinética química, sejam desenvolvidas habilidades analíticas (análise de dados experimentais, pensamento crítico, resolução de problemas: aplicar conceitos teóricos para resolver problemas práticos, raciocínio lógico, avaliação de evidências) e de interpretação, bem como o desenvolvimento de algumas habilidades contempladas na área de

Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), as quais serão apresentadas a seguir:

(EM13CNT1O1) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente de recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

(EM13CNT2O5) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

(EM13CNT3O7) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas, tecnológicas, entre outras) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.

Desejamos que este material seja de grande utilidade e que estimule professores e estudantes durante as práticas diárias de sala de aula no ensino/aprendizagem de Cinética Química.

# 1. EXPANSÃO QUÍMICA

A fermentação é um processo bastante utilizado no segmento alimentício, industrial e caseiro. Ela objetiva promover o aumento de volume da massa que está sendo preparada por meio da incorporação de gases, geralmente o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), de forma a se obter uma massa menos densa e uniforme.

Existem três tipos de fermentação: a física, a química e a biológica. A fermentação física é aquela que ocorre devido à ação da clara de ovo em ponto de neve, quando ela é incorporada à massa. A fermentação química acontece por meio de substâncias químicas que reagem para produzir  $\text{CO}_2$ . A fermentação biológica ocorre devido à ação de leveduras, geralmente do tipo Saccharomyces cerevisiae, que promovem a oxidação de açúcares a  $\text{CO}_2$ .

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o fermento químico é “o produto formado de substância ou mistura de substâncias químicas que, pela influência do calor e/ou umidade, produz desprendimento gasoso capaz de expandir massas elaboradas com farinhas, amidos ou féculas, aumentando-lhes o volume e a porosidade”.

Na fermentação química, o  $\text{CO}_2$  é produzido pela reação rápida entre o sal bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) e um ácido que pode estar presente no próprio alimento ou no fermento em pó. Receitas com ingredientes ácidos, frutas cítricas, iogurtes, preparos que incluem mel, cacau em pó, maçãs ou bananas maduras reagem com o bicarbonato de sódio para formar  $\text{CO}_2$  e conseqüentemente resultar na expansão da massa. Uma das dificuldades encontradas quando se emprega o próprio sal  $\text{NaHCO}_3$  para o processo de fermentação é a variedade de acidez dos alimentos, o que dificulta calcular a quantidade de  $\text{NaHCO}_3$  a ser acrescentada na massa. Um excesso deste sal pode conferir uma cor amarelada à massa e um sabor desagradável de sabão ao produto assado.

---

### **PARA REFLETIR**

Como ocorre a produção de dióxido de carbono na fermentação química e quais fatores influenciam o desempenho do fermento?

## 2. FATORES QUE INFLUENCIAM A CINÉTICA DE REAÇÕES QUÍMICAS DO COTIDIANO

A velocidade das reações químicas pode influenciar diversos processos que ocorrem em nosso cotidiano, desde o cozimento dos alimentos até a eficácia dos medicamentos.

As reações químicas podem ocorrer em diferentes velocidades. Elas podem ser rápidas como a explosão da dinamite, em que os reagentes se transformam em produtos em uma fração de segundo, produzindo uma grande quantidade de energia ou como a reação entre os gases hidrogênio ( $H_2$ ) e o oxigênio ( $O_2$ ) para produzir água ( $H_2O$ ). Algumas reações podem ser lentas, quase que imperceptíveis, como a decomposição do vidro, processo que pode levar décadas ou até mesmo séculos para acontecer. O processo de formação da ferrugem é um outro exemplo de reação lenta.

A digestão dos alimentos no corpo humano envolve uma série de reações químicas de velocidade média. Os alimentos são degradados em moléculas menores por enzimas no estômago e no intestino, resultando na liberação gradual de nutrientes para o corpo.

Contudo, existem fatores que podem retardar ou até mesmo acelerar uma reação química. Estes fatores são características ou condições que afetam a velocidade com que as reações químicas ocorrem. Entender como acelerar ou retardar reações pode auxiliar no aprimoramento de processos industriais, desenvolvimento de novos materiais e até no salvamento de vidas.

Veja o exemplo da geladeira, essa invenção fantástica que transformou nossas vidas. Conseguem imaginar como seria um mundo sem geladeira? Seria um verdadeiro caos! Tudo que se preparasse e fosse passível de ser deteriorado teria que ser consumido no mesmo dia. Armazenar os alimentos na geladeira possibilita conservá-los por mais tempo, acondicionando-os em menor temperatura, condição em que os microrganismos agem mais lentamente.

Você já se perguntou por que cortamos os alimentos antes de cozinhá-los? Bem, imagine tentar cozinhar uma batata inteira do tamanho de uma bola de futebol. Levaria uma eternidade! Cortar os alimentos resulta em maior agilidade e uniformidade no cozimento.

Assim como os alimentos cortados, uma fogueira deve ser acesa começando com gravetos pequenos. Esses gravetinhos vão criando uma chama estável, até chegar às lenhas maiores. Então, da próxima vez que você estiver na cozinha ou tentando acender uma fogueira, lembre-se: cortar os alimentos e usar gravetos pequenos é o segredo do sucesso.

A panela de pressão, esta maravilha da cozinha moderna que transforma horas de espera em minutos de ansiedade controlada, funciona aumentando a pressão interna. O aumento da pressão eleva a temperatura de ebulição da água para mais de 100°C, cozinhando os alimentos muito mais rápido. Com a pressão alta, o calor é distribuído de maneira uniforme e intensa, cozinhando os alimentos de maneira mais eficiente.

A água sanitária mais concentrada é capaz de alvejar roupas em menos tempo devido ao seu alto teor de cloro ativo (5% a 6%). Esta concentração permite que a água sanitária promova a remoção mais rápida de manchas em comparação com produtos menos concentrados. Assim, ela é uma opção eficiente para quem busca resultados rápidos na lavagem de roupas brancas e desencardimento de tecidos.

Quando o motor de um veículo está em funcionamento, produz uma mistura de gases, tais como: hidrocarbonetos (HC) monóxido de carbono (CO) e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>). O catalisador automotivo, constituído por metais como platina, paládio e ródio, é responsável por converter até 98% dos gases tóxicos (HC, CO e NO<sub>x</sub>) em substâncias inofensivas à saúde, tais como H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>.

### 3. REAÇÕES QUÍMICAS DO COTIDIANO ENVOLVENDO A UTILIZAÇÃO BICARBONATO DE SÓDIO ( $\text{NaHCO}_3$ )

Fermento químico é uma substância usada para fazer massas crescerem e ficarem leves e fofas. É um composto químico que reage na presença de umidade e calor, liberando gases que expandem a massa. O fermento químico mais comum é o bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ), que normalmente é combinado com um ácido, como bitartarato de potássio, popularmente conhecido como cremor tártaro ou creme de tártaro ( $\text{KC}_4\text{H}_5\text{O}_6$ ) ou fosfato monocálcico ( $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ), para formar o fermento em pó.

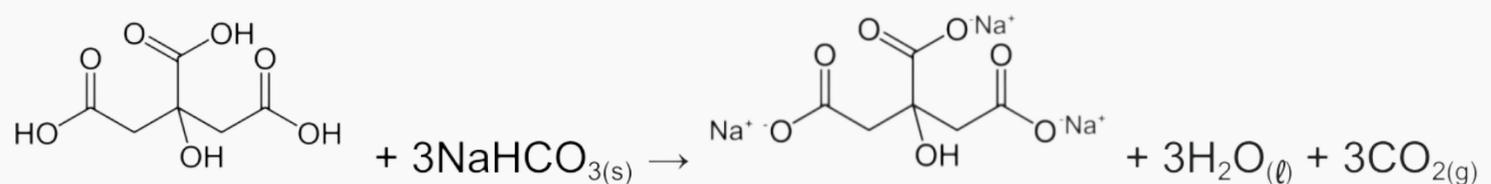
O fermento químico é amplamente utilizado em receitas de bolos, biscoitos, pães rápidos e outros produtos de panificação que não requerem fermentação lenta.

Em um fermento químico que apresenta em sua composição os sais  $\text{NaHCO}_3$  e  $(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2)$ , os dois reagirão por meio de uma reação de neutralização quando dissolvidos em água, na qual o primeiro atuará como base e o segundo, como ácido. Nesta reação haverá a produção de ( $\text{CO}_2$ ):



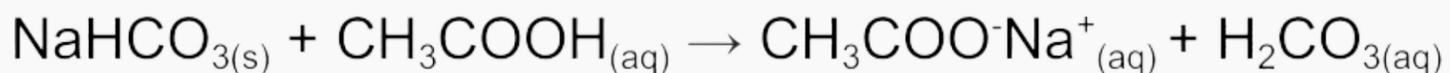
Além de ser o principal constituinte dos fermentos químicos, o  $\text{NaHCO}_3$  é utilizado para outras finalidades. Ele também é um constituinte dos antiácidos efervescentes.

O antiácido efervescente ao ser dissolvido em água, ocorre a dissociação do bicarbonato de sódio e o ácido cítrico se ioniza, permitindo que a reação química ocorra. O ácido cítrico é o principal componente que reage com o bicarbonato de sódio por meio de uma reação de neutralização, de acordo com a equação abaixo:

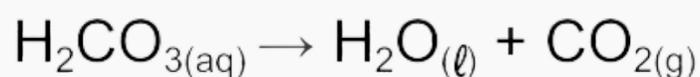


Visto que o  $\text{NaHCO}_3$  reage com ácidos, é muito comum nas nossas casas utilizar a mistura deste reagente com vinagre para a limpeza doméstica, combinação que também gera  $\text{CO}_2$ . Esta mistura auxilia na remoção de sujeiras difíceis, como gordura e é eficaz para a limpeza de ralos, fornos, superfícies e até roupa.

O vinagre é uma solução 5% v/v de ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ). A seguir, é apresentada a reação entre  $\text{CH}_3\text{COOH}$  e  $\text{NaHCO}_3$ :



O ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), formado na reação acima se decompõe em água e  $\text{CO}_2$ , de acordo com a equação abaixo:



Quando aquecido, o  $\text{NaHCO}_3$  se decompõe produzindo gás carbônico e carbonato de sódio, como apresentado na equação abaixo. Este último é responsável pelo sabor desagradável (gosto de sabão) ou por deixar a massa amarelada.



## 4. FATORES QUE AFETAM A VELOCIDADE DE UMA REAÇÃO QUÍMICA

Dentre os fatores capazes de afetar a velocidade das reações químicas, tornando-as mais rápidas ou mais lentas, podem ser destacados: a temperatura, a concentração dos reagentes e a pressão.

### 4.1. TEMPERATURA

Em geral, a velocidade das reações químicas aumenta com o aumento da temperatura, uma vez que um aumento na temperatura resulta no aumento da frequência de colisões entre as moléculas reagentes, bem como no aumento da energia com que as moléculas se chocam.

Quando as moléculas colidem, parte da sua energia cinética é convertida em energia vibracional. Se as energias cinéticas iniciais forem elevadas, então a vibração das moléculas que colidem será suficientemente forte para quebrar algumas ligações químicas. Essa quebra de ligações é o primeiro passo no sentido da formação do produto. Desse modo, como resultado da teoria das colisões, aumenta a probabilidade de as moléculas reagirem, ou

seja, aumenta a velocidade da reação. Se a energia cinética inicial for pequena, as moléculas se afastarão intactas.

## 4.2. CONCENTRAÇÃO DOS REAGENTES

A velocidade de uma reação é proporcional à quantidade de reagentes, ou seja, quanto maior a quantidade de reagentes, mais rápida será a reação, uma vez que, a concentração dos reagentes está diretamente ligada ao número de choques. As reações químicas ocorrem como consequência de colisões entre as moléculas dos reagentes. Aplicando a teoria das colisões à cinética química, há de se esperar que a velocidade de reação seja diretamente proporcional ao número de colisões moleculares por segundo, ou seja, à frequência das colisões moleculares.

## 4.3. PRESSÃO

Em reações envolvendo reagentes gasosos, quando se aumenta a pressão, ocorre uma diminuição de volume e conseqüentemente há aumento nas concentrações dos reagentes fazendo com que a reação ocorra com maior velocidade.

Essa influência da pressão na velocidade das

reações ocorre em todos os casos, sejam sólidos, líquidos ou gasosos. Porém, no caso dos sólidos e líquidos, essa variação é desprezível e, portanto, o efeito da pressão só é considerável quando pelo menos um participante da reação encontra-se no estado gasoso.

## 5. ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA SOBRE CINÉTICA QUÍMICA

A seguir será apresentada uma proposta de sequência didática que contempla três estágios intitulados:

- (1) Resgatando conhecimentos
- (2) Compartilhando saberes
- (3) Experimentando, observando e levantando hipóteses
- (4) Refletindo e pesquisando para compreender
- (5) Aprendendo Cinética Química
- (6) Avaliando a atividade realizada
- (7) Testando o conhecimento

# 1º ESTÁGIO

## 5.1. RESGATANDO CONHECIMENTOS

Neste estágio, recomenda-se a aplicação de uma avaliação diagnóstica constituída por questões dissertativas para verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a temática “Cinética Química”. Ressaltamos que neste momento é importante o professor não informe aos alunos o assunto da atividade proposta e que oriente-os a responderem as questões com base em suas observações cotidianas e conhecimentos adquiridos ao longo da vida.

O tempo sugerido para a realização desta avaliação diagnóstica é 1 h/a.

## 5.1.1. AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

### QUESTÃO 01

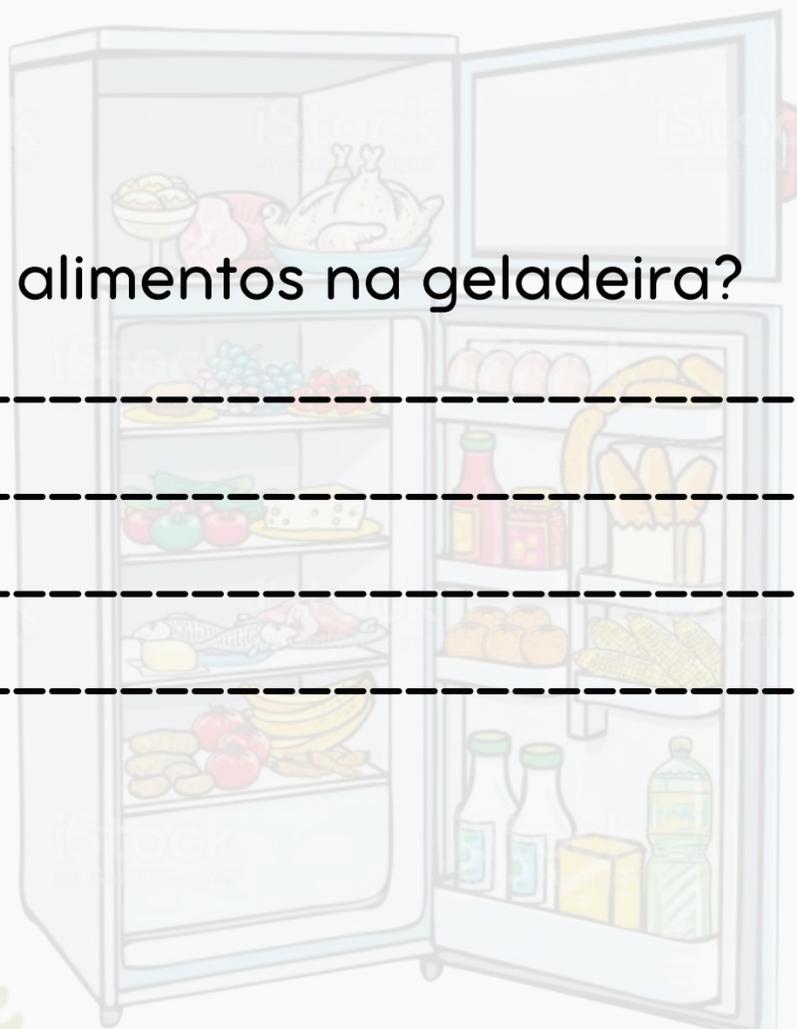
Por que colocamos os alimentos na geladeira?

-----

-----

-----

-----



### QUESTÃO 02

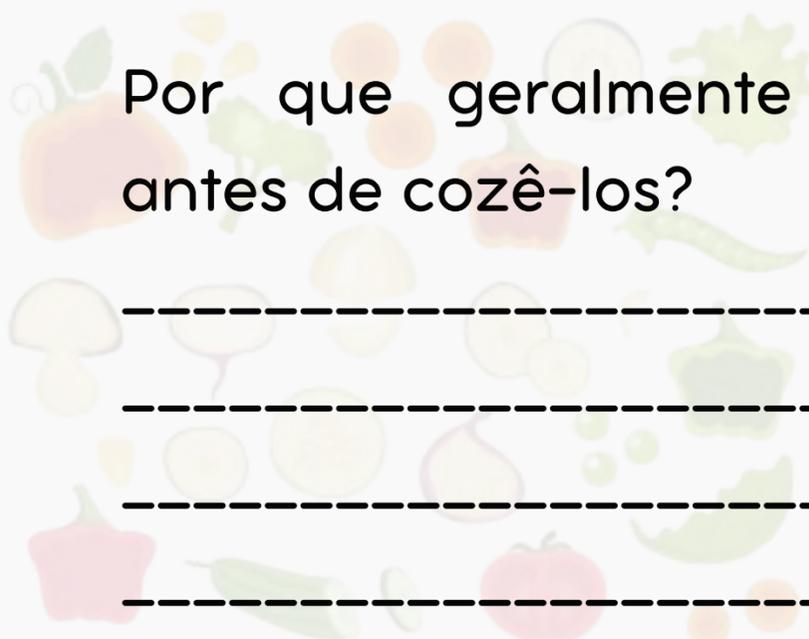
Por que geralmente cortamos os alimentos antes de cozê-los?

-----

-----

-----

-----



### QUESTÃO 03

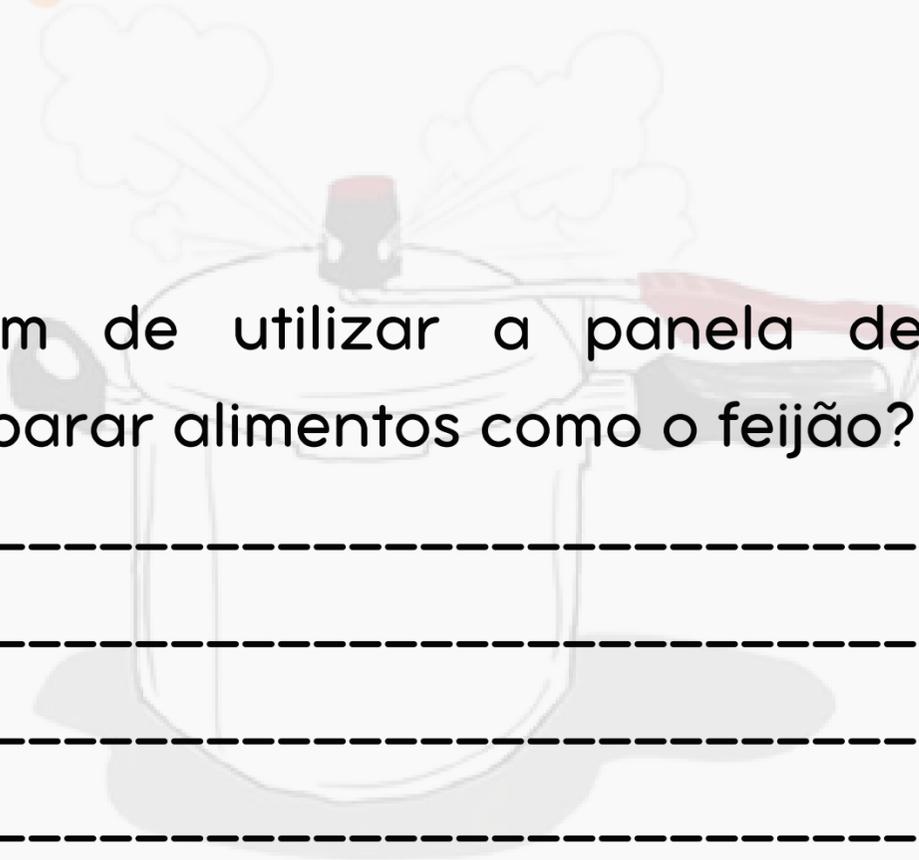
Qual a vantagem de utilizar a panela de pressão para preparar alimentos como o feijão?

-----

-----

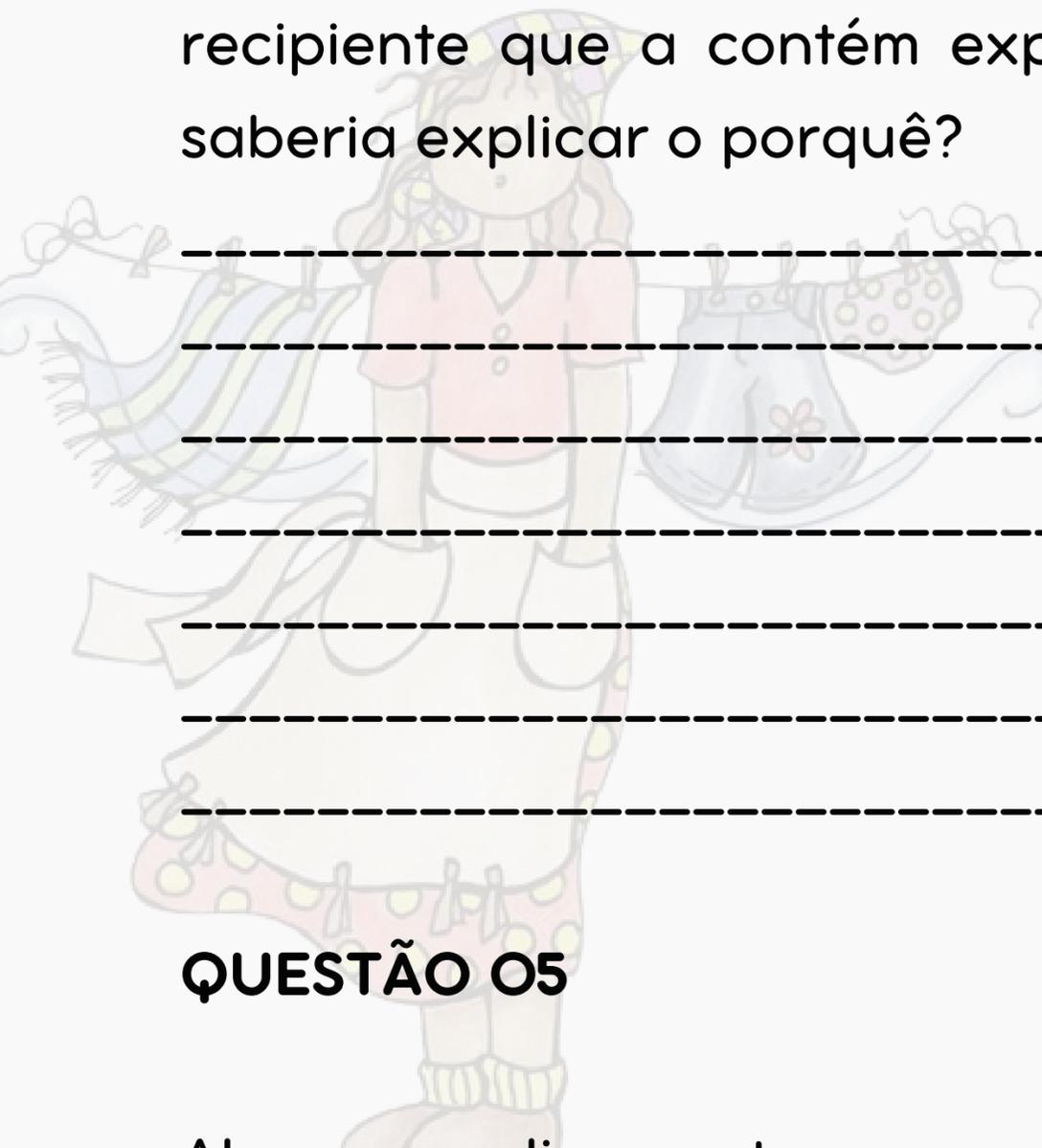
-----

-----



## QUESTÃO 04

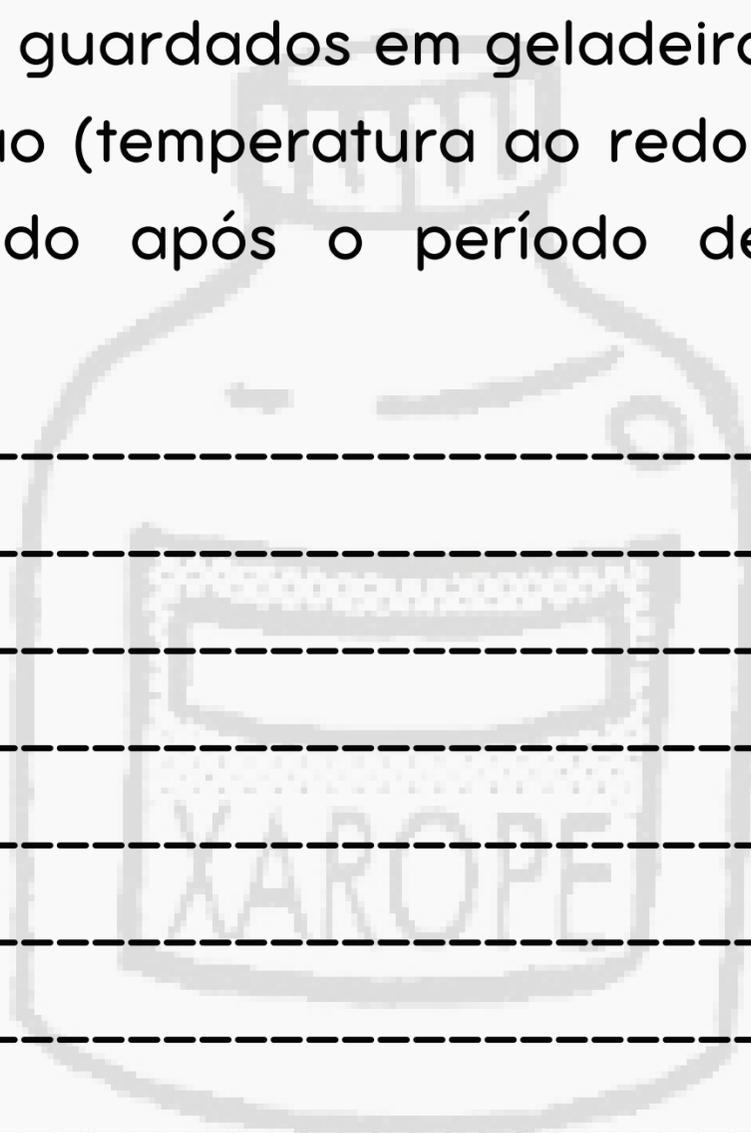
É comum, quando se submete uma roupa ao alvejamento com água sanitária, colocar o recipiente que a contém exposta ao sol. Você saberia explicar o porquê?



-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

## QUESTÃO 05

Alguns medicamentos em suspensão, como a amoxicilina, devem ser guardados em geladeira após sua reconstituição (temperatura ao redor de 10°C) e descartado após o período de utilização. Comente.

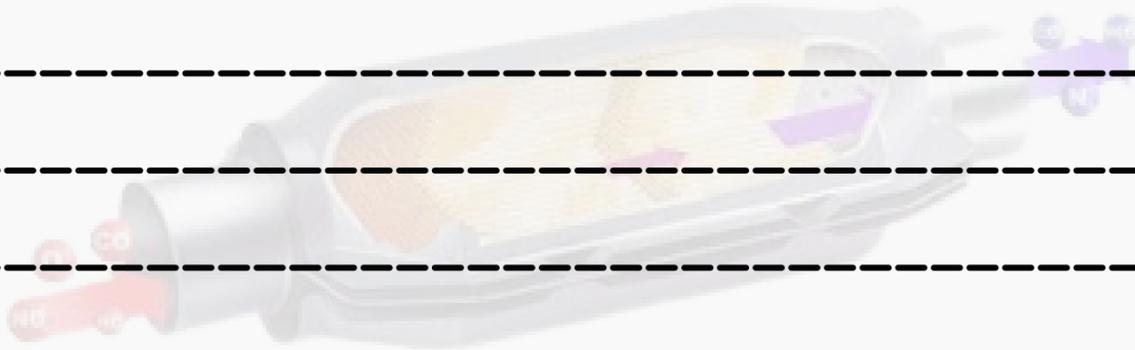


-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----



## QUESTÃO 08

Qual a função de um catalisador automotivo?



-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

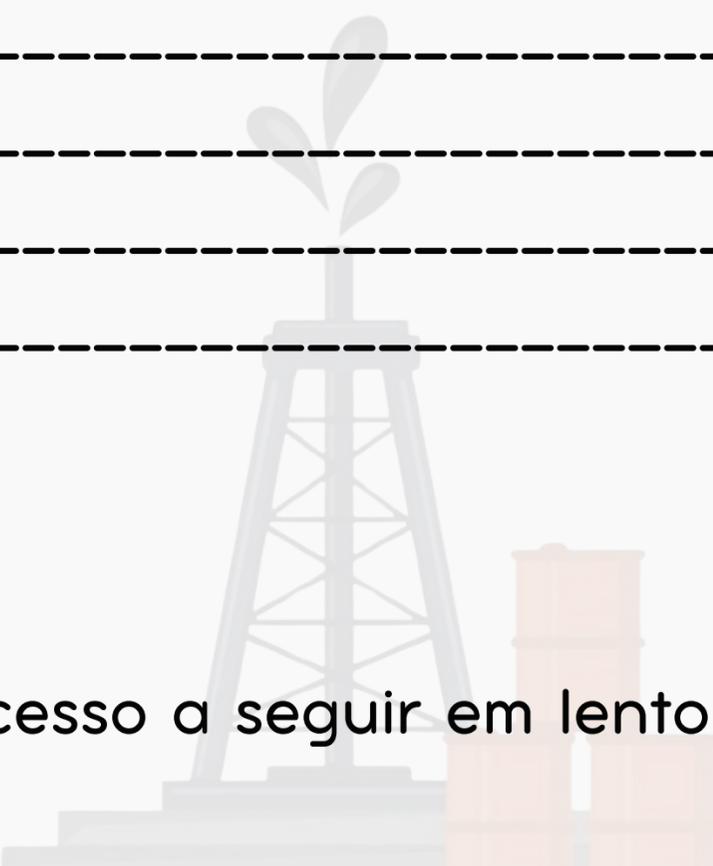
-----

-----

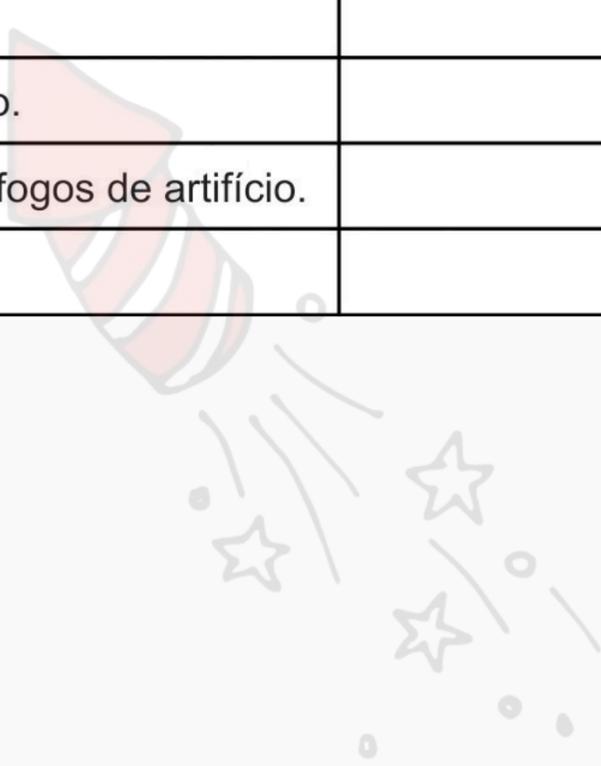
-----

## QUESTÃO 09

Classifique cada processo a seguir em lento ou rápido.



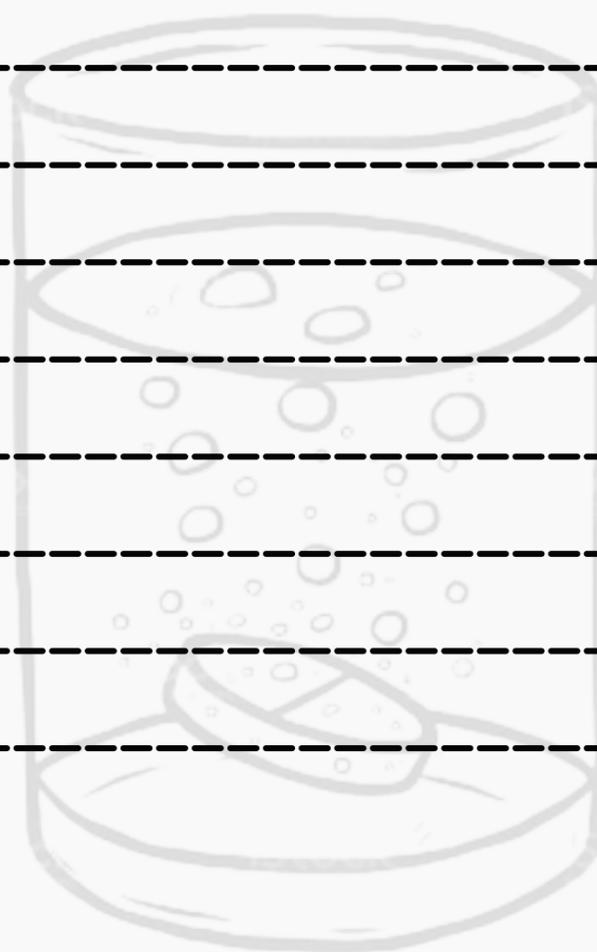
REAÇÃO	PROCESSO LENTO	PROCESSO RÁPIDO
A queima do gás de cozinha.		
A formação do petróleo.		
A decomposição do plástico.		
A explosão da pólvora nos fogos de artifício.		
A formação da ferrugem		



## QUESTÃO 10

Ao colocar uma pastilha efervescente em um copo com água, percebemos que ela demora mais para se “dissolver” quando se compara com a mesma partilha triturada. Comente:

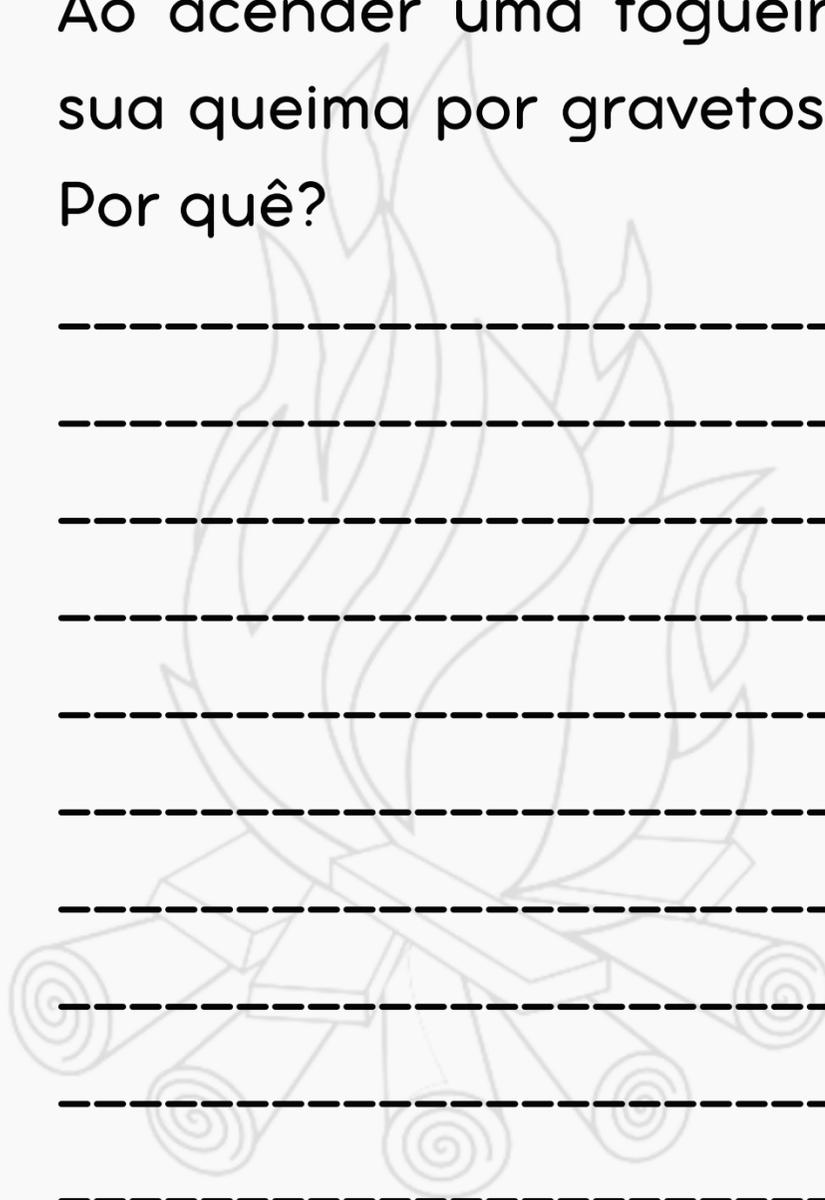
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----



## QUESTÃO 11

Ao acender uma fogueira, é necessário iniciar sua queima por gravetos ou lascas de madeira. Por quê?

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----



## 2º ESTÁGIO

### 5.2. COMPARTILHANDO SABERES

Neste estágio, recomenda-se que cada estudante realize a leitura de suas respostas nas questões da avaliação diagnóstica para a turma, com o intuito de compartilhar ideias e conhecimento. Neste estágio o professor deve atuar apenas como um mediador da discussão, buscando intervir o mínimo possível.

O tempo sugerido para este estágio é 1 h/a.

## 3º ESTÁGIO

### 5.3. EXPERIMENTANDO, OBSERVANDO E LEVANTANDO HIPÓTESES

Neste estágio, sem que os alunos saibam o tema central da atividade experimental (Fatores que influenciam a velocidade de uma reação química), recomenda-se que o professor organize-os em grupos com 4 ou 5 integrantes.

Um roteiro experimental deverá ser entregue a cada grupo para que realizem os experimentos propostos. O professor deverá apenas mediar a atividade e se dispor a esclarecer dúvidas.

Os alunos devem ser orientados a anotarem as observações feitas nos experimentos da forma mais completa e organizada possível pois posteriormente deverão elaborar um relatório sobre estes experimentos.

O tempo sugerido para este estágio é 2 h/a.

## 5.3.1. ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA

### 5.3.1.1. DESENVOLVIMENTO

Realizar os experimentos a seguir de acordo com as orientações do professor. Antes de executar cada experimento, leia-os completamente. Qualquer dúvida, fale com o seu professor.

### 5.3.1.2. MATERIAIS

- 7 Copos descartáveis e transparentes de capacidade 300 mL
- Água morna ou quente
- Água gelada
- Água à temperatura ambiente
- Papel toalha, guardanapo ou papel higiênico
- 2 garrafas descartáveis de capacidade 500 mL
- 1 colher de chá (por grupo)
- 1 copo descartável de capacidade 50 mL
- Bicarbonato de sódio
- 1 frasco (750 mL) de vinagre.





## EXPERIMENTO 3

Separe duas garrafas descartáveis de 500 mL. Identifique-as como **A** e **B**. Na garrafa **A**, adicione 2 copos de 50 mL de vinagre e uma colher de chá de  $\text{NaHCO}_3$  enrolado em um pedaço de papel toalha (guardanapo ou higiênico). Não tampe a garrafa, observe o que ocorre e anote em seu caderno.

Na garrafa **B**, repita o procedimento realizado para a garrafa **A**, mas tampe a garrafa após a adição do  $\text{NaHCO}_3$  enrolado no pedaço de papel.

Anote as suas observações no seu caderno. Compare os resultados observados e levante hipóteses que expliquem o que foi observado.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## 4º ESTÁGIO

### 5.4. REFLETINDO E PESQUISANDO PARA COMPREENDER

Recomenda-se que o relatório seja uma atividade realizada em sala de aula para facilitar o encontro dos integrantes do grupo e a intervenção do professor. O relatório será constituído por 10 questões dissertativas sobre os experimentos realizados. Sugere-se que o professor oriente os alunos para que o relatório contenha o máximo de informações e detalhes possíveis. Caso a escola disponha de computadores, os alunos podem consultar materiais da internet.

Os alunos devem recorrer às anotações realizadas durante a realização do experimento, refletir e levantar hipóteses que expliquem o que foi observado.

O tempo sugerido para este estágio é 2 h/a.

## 5.4.1. RELATÓRIO

**QUESTÃO 01** - Qual constituinte presente no vinagre reage com o  $\text{NaHCO}_3$ ? Qual a reação que ocorre entre este constituinte e o  $\text{NaHCO}_3$ ? Escreva a equação química balanceada que a representa. Que tipo de reação é esta?

**QUESTÃO 02** - Como a temperatura da água afeta os resultados obtidos no experimento 1?

**QUESTÃO 03** - Como a quantidade de vinagre afeta o experimento 2?

**QUESTÃO 04** - No experimento 3, qual parâmetro é alterado quando a garrafa é fechada com uma tampa? Como esse parâmetro afeta o experimento 3?

**QUESTÃO 05** - A reação que ocorre no experimento 4 é a mesma que ocorre nos experimentos anteriores? Explique a sua resposta.

**QUESTÃO 06** - Qual a conclusão geral considerando os experimentos que foram realizados?

**QUESTÃO 07** - Na figura a seguir, é apresentado o rótulo de um fermento químico utilizado para o preparado de massas em geral. Qual dos constituintes faz o papel do vinagre. Escreva a equação química que representa a reação química entre bicarbonato de sódio e este constituinte.



**QUESTÃO 08** - Quando se utiliza  $\text{NaHCO}_3$  no lugar de fermento químico, quais constituintes do alimento poderiam desempenhar o papel do vinagre?

**QUESTÃO 09** - Seria uma boa ideia adicionar vinagre na massa quando se utiliza  $\text{NaHCO}_3$  no lugar de fermento químico? Aponte vantagens e desvantagens.

**QUESTÃO 10** - Além de ser o principal constituinte dos fermentos químicos, o  $\text{NaHCO}_3$  é utilizado para outras finalidades. Ele também



# 5º ESTÁGIO

## 5.5. APRENDENDO CINÉTICA QUÍMICA

Neste estágio, recomenda-se que o professor informe aos alunos que a atividade experimental era voltada para o conteúdo de cinética química e que os experimentos permitiam observar como certos fatores influenciam a velocidade da reação de despreendimento de  $\text{CO}_2$ .

O professor deve explanar sobre o conteúdo da forma que achar mais viável. Pode empregar slides, materiais impressos, quadro e giz, etc.

O tempo sugerido para este estágio é 1h/a.

## 6º ESTÁGIO

### 5.6. AVALIANDO A ATIVIDADE REALIZADA

Neste estágio, recomenda-se que seja solicitada uma avaliação oral ou escrita a respeito da atividade realizada para o ensino de cinética química. Solicitar aos estudantes que comentem sobre as dificuldades encontradas para realizar a atividade e sua contribuição para a aprendizagem do conteúdo em questão.

Caso o professor opte por realizar a avaliação de forma escrita, o estágio 7 poderá ser realizado junto ao 6.

O tempo sugerido para este estágio é 1h/a.



# 7º ESTÁGIO

## 5.7. TESTANDO O CONHECIMENTO

Recomenda-se que seja realizada uma avaliação com o intuito de verificar o conhecimento adquirido pelos estudantes ao longo do processo. Esta avaliação deve trazer questões sobre o conteúdo abordado.

O tempo sugerido para este estágio é 1h/a.

## 5.7.1. AVALIAÇÃO

### QUESTÃO 01

Alguns fatores podem alterar a rapidez das reações químicas. A seguir, destacam-se três exemplos no contexto da preparação e da conservação de alimentos:

1. A maioria dos produtos alimentícios se conserva por muito mais tempo quando submetidos à refrigeração. Esse procedimento diminui a rapidez das reações que contribuem para a degradação de certos alimentos.
2. Um procedimento muito comum utilizado em práticas de culinária é o corte dos alimentos para acelerar o seu cozimento, caso não se tenha uma panela de pressão.
3. Na preparação de iogurtes, adicionam-se ao leite bactérias produtoras de enzimas que aceleram as reações envolvendo açúcares e proteínas lácteas.

Com base no texto, quais são os fatores que influenciam a rapidez das transformações

químicas relacionadas aos exemplos 1, 2 e 3, respectivamente?

A) Temperatura, superfície de contato e concentração.

B) Concentração, superfície de contato e catalisadores.

C) Temperatura, superfície de contato e catalisadores.

D) Temperatura, concentração e catalisadores.

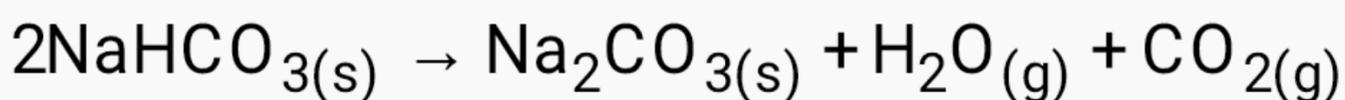
## QUESTÃO 02

Segundo a Teoria das colisões moleculares, existem fatores que influenciam na velocidade de uma reação química e que estão diretamente ligados a essas colisões. Sobre a velocidade das reações químicas, assinale a alternativa CORRETA:

- a) O aumento da superfície de contato entre as moléculas dos reagentes em uma reação química diminui a velocidade da reação.
- b) A diminuição da concentração dos reagentes diminui a possibilidade de choques entre as moléculas, o que aumenta a velocidade da reação.
- c) Entre os fatores que influenciam na velocidade de uma reação encontram-se a temperatura, a superfície de contato e a concentração dos reagentes.
- d) A elevação da temperatura provoca uma diminuição da energia cinética das moléculas, causando uma diminuição na velocidade da reação.

### QUESTÃO 03

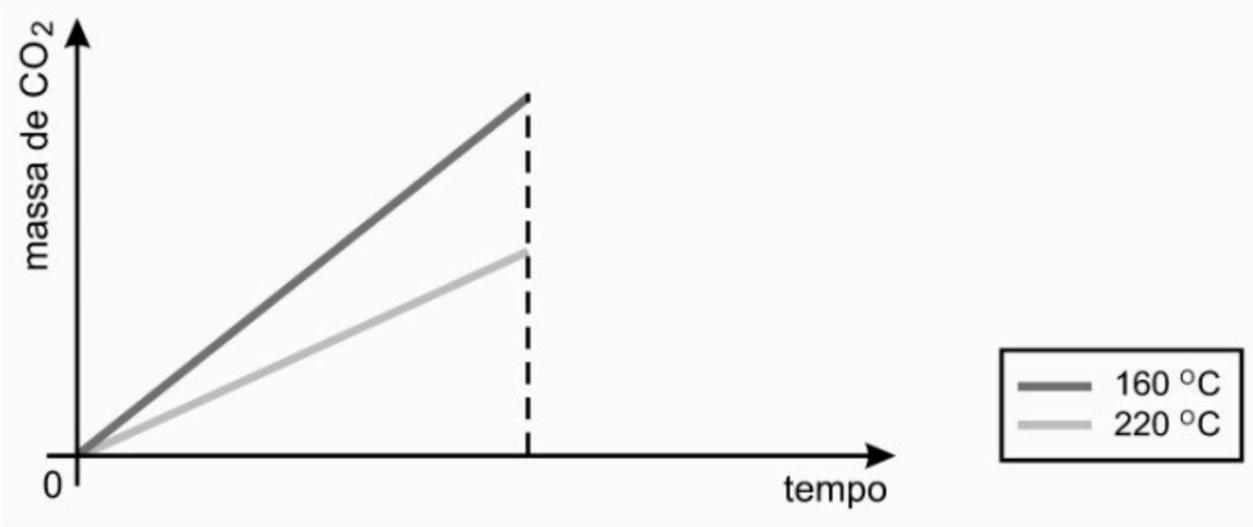
No preparo de pães e bolos, é comum o emprego de fermentos químicos, que agem liberando gás carbônico, responsável pelo crescimento da massa. Um dos principais compostos desses fermentos é o bicarbonato de sódio, que se decompõe sob a ação do calor, de acordo com a seguinte equação química:



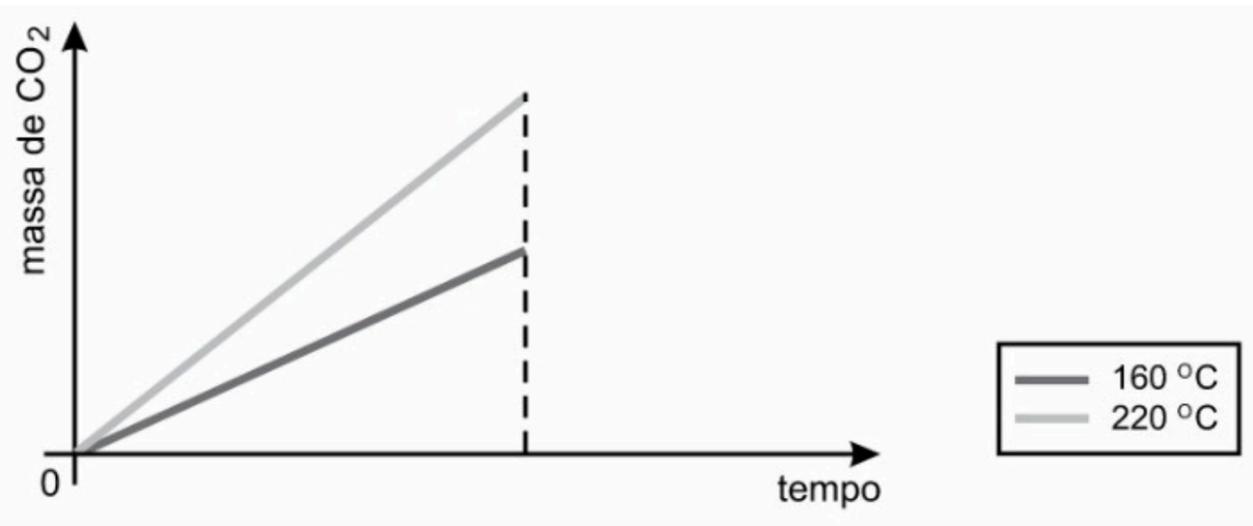
Considere o preparo de dois bolos com as mesmas quantidades de ingredientes e sob as mesmas condições, diferindo apenas na temperatura do forno: um foi cozido a  $160^\circ\text{C}$  e o outro a  $220^\circ\text{C}$ . Em ambos, todo o fermento foi consumido.

O gráfico que relaciona a massa de  $\text{CO}_2$  formada em função do tempo de cozimento, em cada uma dessas temperaturas de preparo, está apresentado em:

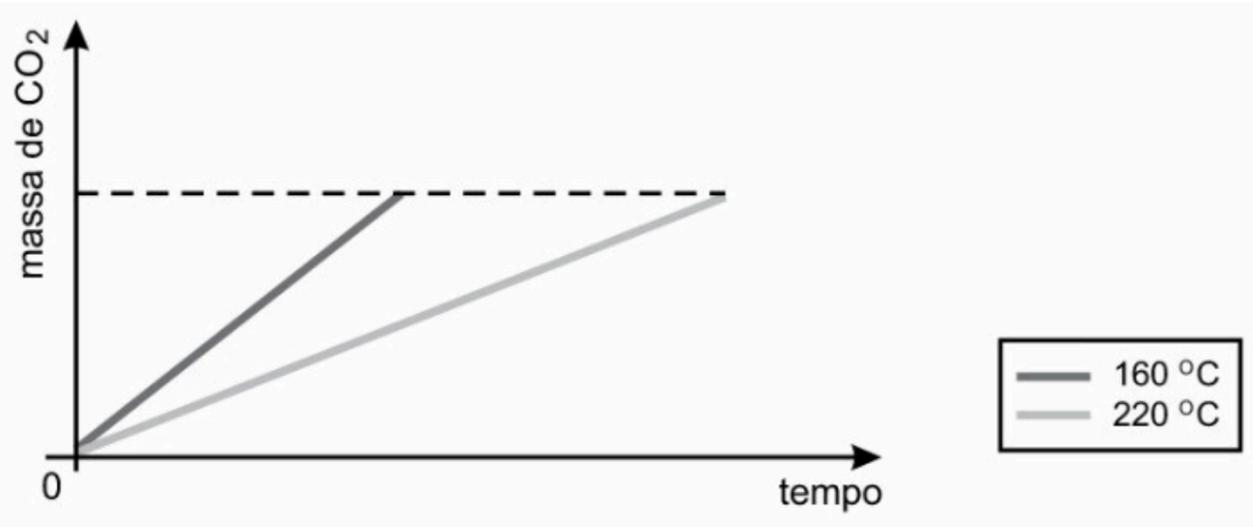
A)



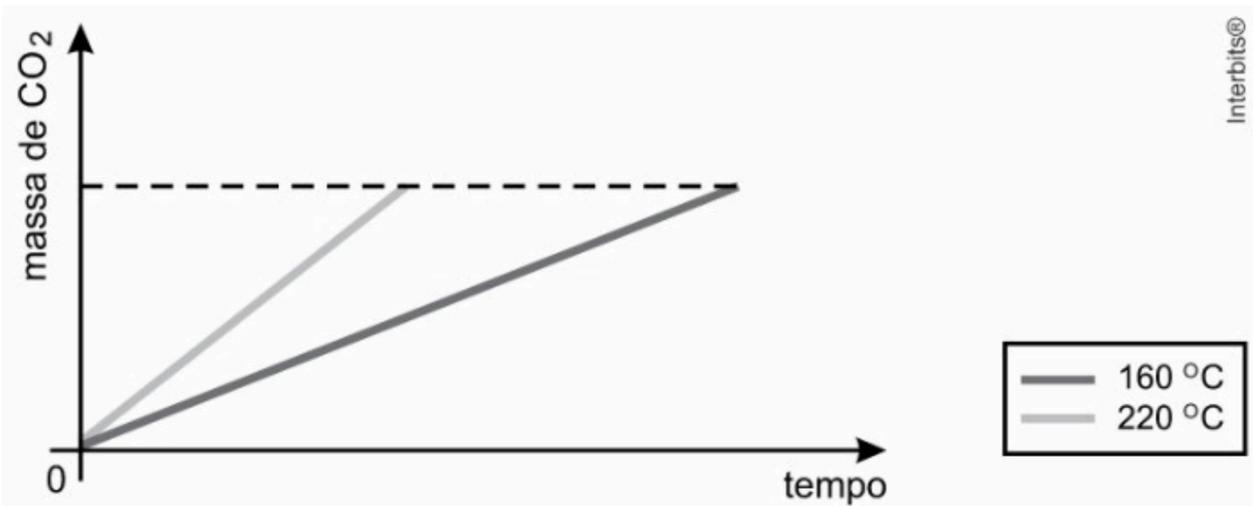
B)



C)



D)



## 6. BIBLIOGRAFIA

CHANG, R. Química geral. Grupo A, 2010. E-book. ISBN 9788563308177. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788563308177/>. Acesso em: 01 mai. 2024.

CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. Química. Grupo A, 2013. E-book. ISBN 9788580552560. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788580552560/>. Acesso em: 01 mai. 2024.

FELTRE, R. Química. 7. ed. São Paulo: Moderna, 2008.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; TOWNSEND, J. R.; et al. Química Geral e Reações Químicas v.1. Cengage Learning Brasil, 2023. E-book. ISBN 9786555584516. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555584516/>. Acesso em: 01 mai. 2024.

LIMA, J. F. L.; PINA, M. S. L.; BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. M. S. A contextualização no ensino de cinética química. Revista química nova na escola. Vol. 11, Maio 2000. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a06.pdf>  
Acesso em: 21 fev. 2024.

LISBOA, J. C. F. Experimentação no Ensino de Química. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 198-202, dez. 2015. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37\\_especial\\_2/16-EEQ-100-15.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_especial_2/16-EEQ-100-15.pdf). Acesso em: 18 fev. 2019.

LISBOA, J. C. F.; BRUNI, A. T.; NERYA. L. P.; BIANCO, A. A. G.; NETO, E. T.; RODRIGUES, H.; et al. Ser protagonista: Química 2º ano: ensino médio. obra coletiva. 3. ed. - São Paulo: Edições SM, 2016.

LOPES, S.; ROSSO, S. Ciências da natureza e suas tecnologias: Água, Agricultura e Uso da terra. Ensino médio, 1.ed. - São Paulo: MODERNA, 2020.

MACEDO, S. R.; SOUSA, R. S.; DORNELES, A. M.; GALIAZZI, M. C. Entre experimentos e fermentos: como o bicarbonato de sódio se tornou um constituinte em processos fermentativos?. Educação Química em Punto de Vista, v. 1, n. 1, 2017.

MAPA MENTAL: CINÉTICA QUÍMICA. In: Studymaps. [2024]. s.l. Disponível em: <https://studymaps.com.br/wp-content/uploads/maps/O172/OgOl3k7z2jOs.jpg>  
Acesso em 20 fev, 2024.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação. Currículo Referência de Minas Gerais: Ensino Médio. Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <https://acervodenoticias.educacao.mg.gov.br/images/documentos/Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%Aancia%20do%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2024.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação. Plano de Curso: ensino médio. Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024. Disponível em: <https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/index.php/plano-de-cursos-crmg>. Acesso em: 19 fev. 2024.

MIRANDA, C.L; PEREIRA, C.S; MATIELLO, J.R; RESENDE, D.B. Modelos didáticos e cinética química: considerações sobre o que se observou nos livros didáticos de química indicados pelo PNLEM. Revista química nova na escola, Vol. 37, N° 3, p. 197-203, Agosto 2015. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37\\_3/O7-EA-O8-14.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_3/O7-EA-O8-14.pdf) Acesso em: 21 fe. 2024.