

Simulações e Práticas Experimentais como Estratégias Ativas para o Ensino de Reações Termoquímicas

Fernando Paiva Milano

Graduando em Tecnologia em Automação Industrial no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Cubatão, SP, Brasil

Flávia Daylane Tavares de Luna

Prof.^a Dr.^a do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Cubatão, SP, Brasil

RESUMO: A Termoquímica estuda a transferência de calor entre o sistema e o meio ambiente durante uma transformação física ou química. Essa área da química é utilizada para explicar diversos fenômenos e atualmente é muito difundida, incluindo o uso de simuladores virtuais para facilitar a compreensão, tornar a aula mais dinâmica e aumentar a compreensão do conteúdo. Diversos autores, afirmam que durante o processo de aprendizagem torna-se indispensável que se utilizem tanto atividades experimentais quanto simulações. A solubilização da ureia em água é um bom exemplo de fenômeno endotérmico, pois absorve calor do meio. Por outro lado, a rápida reação de glicerina e permanganato de potássio libera calor de forma intensa. A variação de temperatura foi medida e calculada, fazendo com que percebesse o fato que a quantidade de reagentes pode influenciar no calor envolvido no processo dessas reações. Além disso, com a intenção de compreender maneiras de representar a influência da entalpia requereu a utilização de um simulador virtual. Assim, se percebe que a manipulação de materiais dispostos no laboratório juntamente com a simulação virtual podem facilitar o ensino-aprendizagem sobre reações termoquímicas e aproximar o assunto do cotidiano do estudante.

PALAVRAS-CHAVE: Reação Endotérmica, Reação Exotérmica, simulação virtual, aprendizagem, entalpia, atividades experimentais.

ABSTRACT: Thermochemistry studies the heat transfer between the system and the environment during a physical or chemical transformation. This area of chemistry is used to explain various phenomena and is widely applied today, including the use of virtual simulators to facilitate understanding, make lessons more dynamic, and enhance content comprehension. Various authors, it can be stated that during the learning process, both experimental activities and simulations are essential. The solubilization of urea in water is a good example of an endothermic phenomenon, as it absorbs heat from the surroundings. On the other hand, the rapid reaction of glycerin and potassium permanganate releases heat intensely. The temperature variation was measured and calculated, highlighting the influence of the quantity of reagents on the heat involved in these reactions. Furthermore, to understand ways of representing the influences of enthalpy, the

use of a virtual simulator was also required. So, it is possible to state that the manipulation of the laboratory materials, combined with virtual simulations, helps in the teaching-learning about thermochemical reactions and brings the topic closer to live students.

KEYWORDS: Endothermic Reaction, Exothermic Reaction, virtual simulations, learning, potassium enthalpy, experimental activities.

INTRODUÇÃO

É necessário pensar em diferentes estratégias e recursos para melhorar os processos de ensino-aprendizagem na disciplina de Química, que por muitas vezes, pode ser considerada de difícil compreensão para os alunos, uma vez que relaciona o microscópico, o macroscópico e o simbólico. Utilizar ferramentas pedagógicas em sala de aula, como modelos, experimentação investigativa e jogos, evita que os estudantes realizem apenas cópias de tarefas propostas nos livros didáticos ou atividades pautadas na memorização, o que muitas vezes não contribuem para que a aprendizagem ocorra de forma efetiva (Delamuta e colaboradores, 2020).

A experimentação é uma ferramenta auxiliar muito importante no ensino de qualquer ciência, tendo a capacidade de transformar o aluno de mero espectador a membro ativo da comprovação de conceitos que, de outra forma, se tornam abstratos e de difícil compreensão (Guimarães, 2009; Rotsen; Silva; Diniz, 2018; Ferreira, 2019).

Moia e Luna (2022) apresentaram uma metodologia referente ao ensino de eletroquímica experimental, exibindo uma sequência de três experimentos, buscando o equilíbrio entre a introdução de novos conceitos e sua apresentação prática. Segundo os autores, a sequência de experimentos proposta se mostra eficaz em apresentar os novos conceitos de eletroquímica aos alunos, sendo a experimentação uma ação facilitadora do processo de ensino e aprendizagem.

Oliveira e colaboradores (2014) realizam aulas experimentais no ensino de química para o nível médio na modalidade educação de jovens e adultos (EJA). Os autores observaram uma maior motivação dos alunos, onde eles participaram das atividades de forma ativa e se mostraram interessados na aula, porque a aula experimental gerou curiosidade e um sentimento de satisfação. Para os autores, a experimentação pode ser uma ferramenta fundamental na promoção da aprendizagem, pois despertará forte interesse entre os alunos proporcionando um caráter motivador, lúdico e, quando associado a realidade deles, o resultado é mais favorável.

Silva (2016) discorre que a realização de experimentos no ensino de química é essencial para o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos científicos, pois facilita a construção de conexões entre a teoria e a prática, além de integrar as concepções dos alunos com novas ideias a serem exploradas.

Porém, para Silva (2016), o uso de laboratórios é necessário que haja, no mínimo:

- **Segurança:** Manter práticas de segurança é essencial. A segurança em experimentos químicos é crucial para prevenir acidentes e garantir um ambiente seguro. Garantir que todos os alunos compreendam e sigam protocolos de segurança pode ser um desafio.
- **Preparação e Planejamento:** Preparar experimentos pode ser muito demorado. Os professores precisam planejar cuidadosamente e considerar o tempo necessário para a execução e análise dos experimentos. Os professores precisam de treinamento adequado para conduzir experimentos de forma eficaz e para orientar os alunos. Isso pode incluir conhecimento técnico sobre os experimentos e habilidades pedagógicas para integrar os resultados dos experimentos ao currículo.
- **Recursos e Infraestrutura:** A disponibilidade e o custo de materiais e equipamentos podem ser um problema significativo. Muitas escolas e instituições podem não ter acesso a laboratórios bem equipados ou a materiais adequados para todos os tipos de experimentos. Equipamentos de laboratório requerem manutenção regular e podem precisar de substituição, o que pode ser um desafio para instituições com orçamentos limitados.

Para Santos e Menezes (2020), os principais entraves da experimentação no ensino de Ciências no Brasil são: a visão simplista do potencial pedagógico; a dicotomia teoria/prática; a falta de estrutura adequada para sua realização, além das lacunas na formação docente e o desinteresse dos alunos em participar das ações propostas.

No Brasil, há uma constante preocupação com a qualidade de infraestrutura das escolas, e como esta impacta nos resultados educacionais. Soares Neto e colaboradores (2014) apresentaram uma escala de infraestrutura escolar, que foram estabelecidas quatro categorias: Elementar, Básica, Adequada e Avançada. Sendo que, 84,5% das escolas brasileiras apresentavam estrutura básica ou elementar, e apenas, 0,6% das escolas apresentam uma estrutura mais sofisticada, e foram enquadradas no nível avançado. Para tentar minimizar essa situação, o uso de laboratórios virtuais pode ser uma opção mais realista.

Gomes e colaboradores. (2019) abordam o uso de laboratórios online nas aulas práticas sobre o conteúdo densidade para o Ensino Médio. Os autores utilizaram o ambiente virtual de aprendizagem para integrar laboratórios online a sua sequência didática.

Brasileiro e Matias (2019) expõem sobre a utilização de uma simulação computacional em aulas de Química com estudantes do ensino médio em uma atividade para discutir as interações entre radiações eletromagnéticas e matéria utilizando o exemplo do aquecimento de alimentos no micro-ondas.

Ferreira e colaboradores (2016) apresentam a utilização do software educacional Modellus por um grupo de alunos do ensino médio no processo de simulação de uma reação de oxirredução em meio de ácido cítrico com eletrodos de ferro e cobre (pilha) na intenção de analisar o comportamento do sistema através dos valores da energia potencial (DDP).

A utilização de materiais de baixo custo também pode ser uma opção para driblar a falta de estrutura escolar. Santos e colaboradores (2020) realizaram experimentos utilizando o produto natural “comigo ninguém pode”, e observaram que os alunos foram capazes de identificar as propriedades como polaridade, potencial Hidrogeniônico (pH), identificação de moléculas relacionadas, princípios da cromatografia,

revisão de soluções e métodos de extração e separação. Os conteúdos foram ministrados e assimilados pelos alunos durante a parte teórica e prática. Além do mais, os alunos demonstram interesse em executar os experimentos e curiosidade ao descobrirem os usos dos extratos da antocianina, betacaroteno, vitamina e oxalato de cálcio de plantas trazidas de suas próprias residências, reforçando que a química está em todo lugar e o quanto os produtos naturais podem ser importantes para o ensino.

Ramos e colaboradores (2017) estudaram reações orgânicas com turmas do ensino médio através da produção de sabão. Os alunos coletaram óleo residual de fritura que possivelmente seria descartado de forma incorreta e a partir desta matéria-prima foi produzido sabão líquido. Na produção do sabão, utilizou-se óleo residual de fritura (ORF), NaOH (97-99%, m/m), álcool etílico (92,8%) e água. O sabão foi produzido por meio da reação de hidrólise alcalina de um tipo especial de éster, que são os triglicerídeos, um triéster. Os autores citam que a maioria dos alunos ainda não sabiam o que fazer com o óleo de cozinha usado e desconheciam os prejuízos causados ao meio ambiente, e após este trabalho, constatou-se os alunos estimulados a socializar o conhecimento adquirido para a família, reduzindo assim um potencial descarte incorreto de um resíduo alimentar. Além do mais, a fabricação de sabão a partir de ORF pode gerar benefícios tanto econômicos como ambientais.

O tema “Termoquímica das reações” é considerado abstrato por muitos estudantes, o que o torna um desafio a ser ministrado pelos professores de Química e ferramentas didáticas podem ser aliadas no desenvolvimento das aulas sobre esse assunto, uma vez que podem garantir a associação do simbólico, da linguagem científica e da linguagem cotidiana.

TERMOQUÍMICA

A termoquímica é um ramo da química que estuda as trocas de calor durante as reações químicas. Essa área busca compreender como a energia térmica se transforma em outras formas de energia e como isso afeta o comportamento das substâncias. A termoquímica é fundamental para o entendimento de muitos processos naturais e industriais, desde a combustão de combustíveis até reações biológicas no corpo humano.

Para o estudo da termoquímica, a entalpia (H) é uma função de estado importante que combina a energia interna de um sistema com o produto da pressão e volume. A variação da entalpia (ΔH) durante uma reação química é um indicador importante para indicar se a reação é exotérmica ou endotérmica. Se a variação for positiva, significa que a reação é endotérmica e absorve energia do meio; por outro lado, se a variação for negativa, significa que a reação é exotérmica e libera energia do meio.

Um dos métodos mais comuns para medir o calor de uma reação é a calorimetria, onde as mudanças de temperatura são monitoradas em um calorímetro. Outro método importante envolve o uso de tabelas de entalpias padrão para calcular a variação de entalpia em reações químicas. A combinação desses métodos permite obter resultados precisos sobre a energia envolvida em processos químicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

A proposta desenvolvida nesse trabalho foi dividida em duas fases complementares. A primeira é a execução de experiências simples com baixos custos, que permitem a visualização das reações exotérmicas e endotérmicas e a estima da energia envolvida nas mesmas. A segunda se desenvolve no ambiente virtual, por meio do simulador “Reações e Taxas” do PhET, com a finalidade de estudar os efeitos da variação nas variáveis entalpia, temperatura e energia de ativação na taxa das reações.

Experimentação com materiais de baixo custo

A experimentação com materiais de baixo custo e de fácil aquisição pode ser uma maneira de ajudar os alunos a perceberem a aplicação prática da termoquímica no seu cotidiano. Isso pode aumentar o interesse e a motivação, pois os alunos percebem a relação entre teoria e prática. Para a realização da atividade foram realizados dois experimentos: mistura de água e uréia e mistura de permanganato e glicerina.

Experimento 1 – Mistura água e ureia.

Esse experimento consistiu no preparo de uma solução aquosa de ureia. Uma porção de ureia foi adicionada a um béquer contendo 300ml de água a temperatura ambiente e a variação de temperatura observada no sistema foi medida com um termômetro digital. Foram adicionados 23,0 g da ureia, e foi aferida a nova temperatura após a dissolução. A mesma operação se repetiu com acréscimos de 9,0 g e 15,0 g da ureia, atendendo a um total de 47,0 g, com a aferição da temperatura em cada passo. Os alunos foram estimulados a classificar o processo como sendo endotérmico ou exotérmico justificando suas respostas.

Experimento 2 - Permanganato de potássio e a glicerina

No segundo experimento, foi utilizado permanganato de potássio em pó (100mg), glicerina líquida, um cadinho de porcelana e um pedaço de papel. Inicialmente, posicionou-se o papel dentro do cadinho e, sobre ele, foi adicionado o permanganato previamente triturado. Em seguida, aplicaram-se três gotas de glicerina sobre o pó com o auxílio de um conta-gotas. Após alguns segundos, observou-se uma reação espontânea, com liberação intensa de calor e formação de chama, confirmando visualmente o caráter exotérmico do processo. Os alunos foram estimulados a classificar o processo como sendo endotérmico ou exotérmico justificando suas respostas.

Simulador Virtual Termoquímico

Na atividade proposta com simulador virtual foi utilizado o simulador "Reações e Taxas", desenvolvido pelo portal *PhET Interactive Simulations*, que é uma ferramenta educacional que permite explorar conceitos fundamentais de química, como a termoquímica. Por meio de uma interface interativa, os usuários podem configurar diferentes tipos de reações químicas, como endotérmicas e exotérmicas,

ajustando parâmetros como variação de entalpia (ΔH), energia de ativação, temperatura e concentração de reagentes.

Esse recurso promove o aprendizado ativo, permitindo a visualização de colisões moleculares, gráficos e formação de produtos em tempo real. Além disso, elimina os riscos associados ao uso de substâncias químicas perigosas e torna-se uma solução viável para contextos educacionais com limitações estruturais. Gratuito e acessível via internet, o simulador se destaca como uma metodologia prática para abordar conceitos abstratos de maneira segura.

Para analisar o tempo de reação endotérmicas e exotérmicas com diferentes condições iniciais foi utilizado o simulador “Reações e Taxas” disponível para acesso gratuito em PhET, no link: https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/reactions-and-rates/latest/reactions-and-rates.html?simulation=reactions-and-rates&locale=pt_BR.

Como é observado na interface do simulador, Figura 1, é possível simular casos alterando tipos de reação, a variação de entalpia da reação, a temperatura, a energia de ativação, a concentração dos reagentes, dentre outros, e cronometrar o tempo de reação para cada caso estudado.

No ambiente virtual, o simulador “Reações e Taxas” do PhET foi utilizado para comparar diferentes condições de reação. Inicialmente, foi simulada uma reação endotérmica, com observação do tempo necessário para formação dos produtos. Em seguida, repetiu-se o processo com uma reação exotérmica, mantendo-se constantes a temperatura e a energia de ativação. Posteriormente, foi realizado um novo teste com aumento da temperatura, a fim de verificar sua influência sobre a velocidade da reação. Por fim, foi testado o efeito do aumento da energia de ativação, com os demais parâmetros mantidos. O término de cada simulação foi identificado pela geração de produtos exibido na interface.

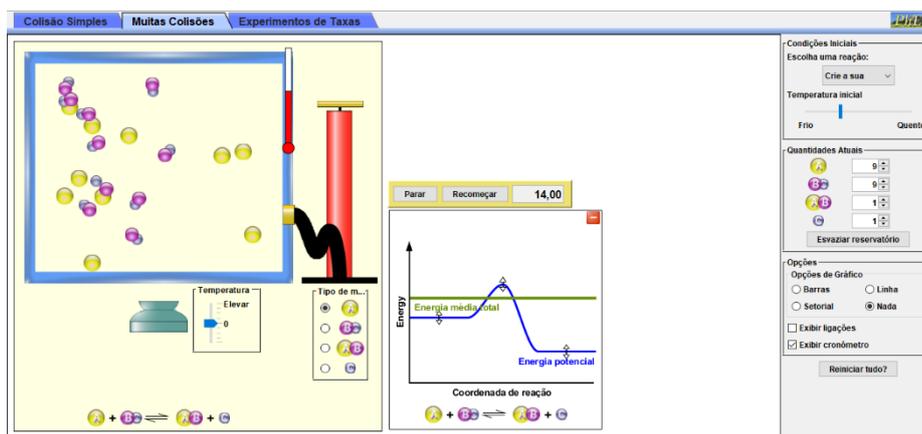


Figura 01: Simulador “Reações e Taxas” PhET.

Fonte: PhET Colorado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Experimentos com materiais de baixo custo

Este experimento teve como objetivo observar as variações de temperatura em uma solução de água com diferentes concentrações de ureia. Ao adicionar ureia à água, ocorre uma alteração na temperatura da solução, o que pode resultar em uma absorção de calor (efeito endotérmico). A análise do bquer "suar", como observado na Figura 2, é a condensação visível, que serviu como um indicador visual das mudanças térmicas. A medida das temperaturas ao longo das etapas permitiu observar como o aumento da quantidade de ureia influencia a temperatura da solução.

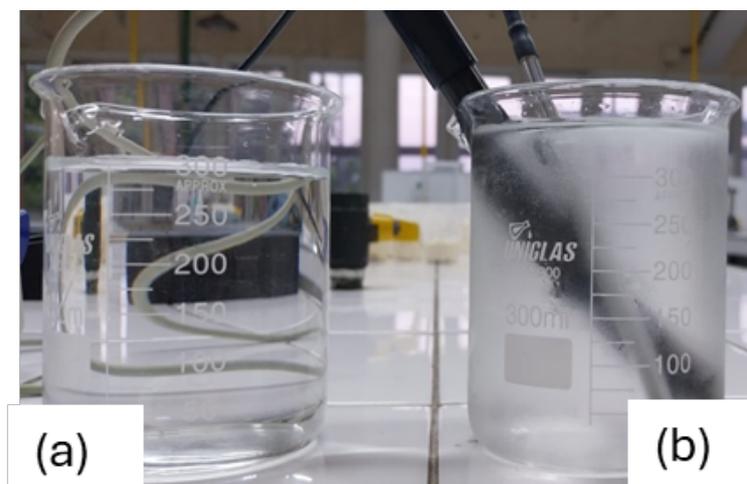


Figura 2: Resultado da adição de ureia à água. (a) água destilada; (b) solução de ureia (47g em 300ml de água).

Com o aumento da quantidade de ureia na solução, a temperatura foi reduzindo até se estabilizar, como observado na Figura 3.

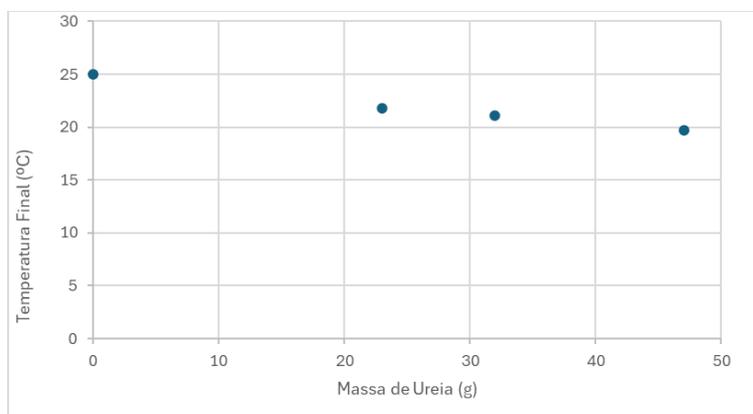


Figura 3: Temperatura medida em função da quantidade de ureia adicionada.

A dissolução de ureia ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) em água é caracterizada como um processo endotérmico, no qual o sistema absorve calor do meio, resultando na diminuição da temperatura da solução. Para quantificar o calor absorvido (q) em cada etapa, utiliza-se a equação:

$$q = m_{\text{água}} \cdot c_{\text{água}} \cdot \Delta T$$

Para estimar a energia envolvida na dissolução da ureia, foi utilizada a equação acima, em que $m=300\text{g}$ representa a massa de água utilizada, $c = 4,18 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{°C}^{-1}$ é o calor específico da água, e ΔT corresponde à variação de temperatura. A temperatura inicial da água era de $24,5 \text{ °C}$. Após a adição de 23g de ureia, registrou-se uma queda para $21,8 \text{ °C}$; com 32 g , a temperatura chegou a $21,1 \text{ °C}$; e com 47 g , foi reduzida a $19,7 \text{ °C}$.

Massa de ureia (g)	ΔT (°C)	q (J)	q por g de ureia ($\text{J}\cdot\text{g}^{-1}$)
23,0	-2,7	-3.385,8	-147,2
32,0	-3,4	-4.263,6	-133,2
47,0	-4,8	-6.020,8	-128,1

Os resultados evidenciam que o calor total absorvido (q) aumenta proporcionalmente à quantidade de ureia dissolvida, enquanto o calor por grama (q_{grama}) diminui com o aumento da massa de ureia, sugerindo uma saturação térmica do sistema. A solubilidade molar da ureia é de cerca de 1080 g/L a 20°C , e, à medida que a quantidade de ureia dissolvida aumenta, o calor por grama diminui devido à saturação térmica do sistema. Isso ocorre porque, embora a dissolução envolva processos endotérmicos e exotérmicos, a energia necessária para quebrar as interações supera a liberada, resultando em uma absorção líquida de calor.

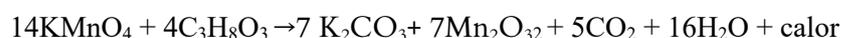
Durante a dissolução da ureia em água ocorrem três processos distintos: a quebra das interações água-água, que é endotérmica e requer energia para separar as moléculas de água ligadas por pontes de hidrogênio; a quebra das interações ureia-ureia, que também é endotérmica, pois demanda energia para separar as moléculas de ureia que interagem entre si; e, finalmente, a formação de interações água-ureia, que é exotérmica, liberando energia ao estabelecer novas ligações, como pontes de hidrogênio entre as moléculas de água e ureia. No entanto, como a energia necessária para os processos endotérmicos foi maior que a energia liberada pelo processo exotérmico, o sistema apresentou uma absorção líquida de calor, resultando na diminuição da temperatura em aproximadamente 5°C com 47g de ureia adicionada à água. Esse comportamento caracteriza o processo global como endotérmico.

Na segunda reação proposta, o permanganato de potássio, que é um forte agente oxidante, reage com a glicerina, promovendo a oxidação da substância e resultando em uma reação visivelmente energética, como observado na Figura 4, que pode ser acompanhada pela liberação de calor e mudança de coloração. Esse tipo de reação é interessante para demonstrar a ação de agentes oxidantes e a liberação de energia em processos químicos.



Figura 4: Resultado da adição de glicerina ao permanganato de potássio.

A reação exotérmica entre permanganato de potássio (KMnO_4) e glicerina ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) é uma reação redox que resulta na liberação intensa de calor. Essa reação pode ser representada pela equação balanceada:



O calor liberado (q) é calculado pela relação:

$$q = n \cdot \Delta H$$

O número de mols de cada substância foi determinado por meio da equação $n = m / M$, em que m representa a massa da substância e M sua massa molar. Foram consideradas as massas molares de 158g/mol para o permanganato de potássio (KMnO_4) e 92,09g/mol para a glicerina. A entalpia de reação, segundo dados teóricos, foi adotada como -2850 kJ/mol .

Descrição	Resultado
Massa de KMnO_4	0,1 g
Quantidade de matéria de KMnO_4	$\approx 0,00063 \text{ mol}$
Quantidade de matéria de glicerina	$\approx 0,00047 \text{ mol}$
Massa de glicerina necessária	$\approx 0,043 \text{ g}$
Calor liberado na reação (q)	$\approx -1,8 \text{ kJ}$

A glicerina reage com o permanganato em uma proporção de 4 mols de permanganato para 3 mols de glicerina. Se houver menor quantidade de glicerina do que o necessário (0,043g para 0,1 g de KMnO_4), parte do permanganato não reagirá, reduzindo o calor liberado. Se a glicerina estiver em excesso, o permanganato será o reagente limitante, e o calor liberado dependerá da quantidade de permanganato.

O calor liberado (q) é diretamente proporcional à quantidade de KMnO_4 , desde que a proporção estequiométrica com a glicerina seja mantida. A reação também demonstra visualmente o caráter exotérmico, com a formação de calor intenso, fumaça e resíduos.

Simulador Virtual Termoquímico

A proposta para o uso do simulador “Reações e Taxas” no estudo da termoquímica foi apresentar a estrutura dos gráficos dos processos endotérmicos e exotérmicos, além de relacionar fatores energéticos que interferem na cinética da reação. Inicialmente, foram simuladas reações endotérmicas e exotérmicas, e controlado o tempo para obter produtos, como apresentado na Figura 5, onde criamos duas reações semelhantes, porém opostas, sendo uma endotérmica e outra exotérmica, e para isso, configuramos o simulador da seguinte forma: na aba "Muitas Colisões", temos a aba de reações, escolhemos a opção "Crie a sua", onde assim podemos configurar o gráfico da reação que é mostrado no meio da tela. Ao lado direito do gráfico, temos as quantidades de reagentes e produtos, iniciamos o simulador somente com 10 reagentes de A e B, marcamos a caixa onde está escrito "Exibir cronômetro" e iniciamos a reação.

Pelo tempo marcado, verifica-se que o sentido endotérmico é mais lento que o sentido exotérmico da reação, com tempos de reação de 77.00 para a reação endotérmica e 21.00 para a exotérmica. Como a energia do complexo ativado foi mantida, a energia de ativação do processo endotérmico é maior (Figura 5(a)), o que retarda a reação.

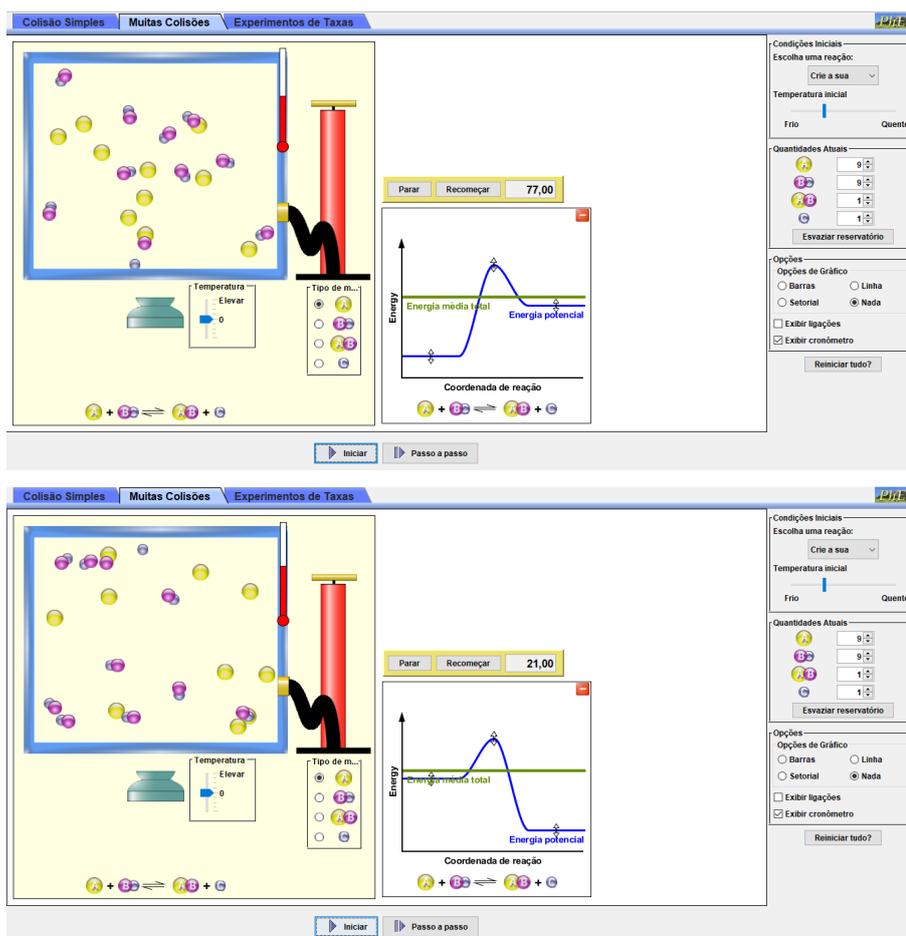


Figura 5: Simulação de uma reação (a) endotérmica e (b) exotérmica.

Foram simuladas reações exotérmicas, mantendo temperatura, energia do complexo ativado e concentração dos reagentes constantes, variando a energia dos reagentes, apresentado na Figura 6.

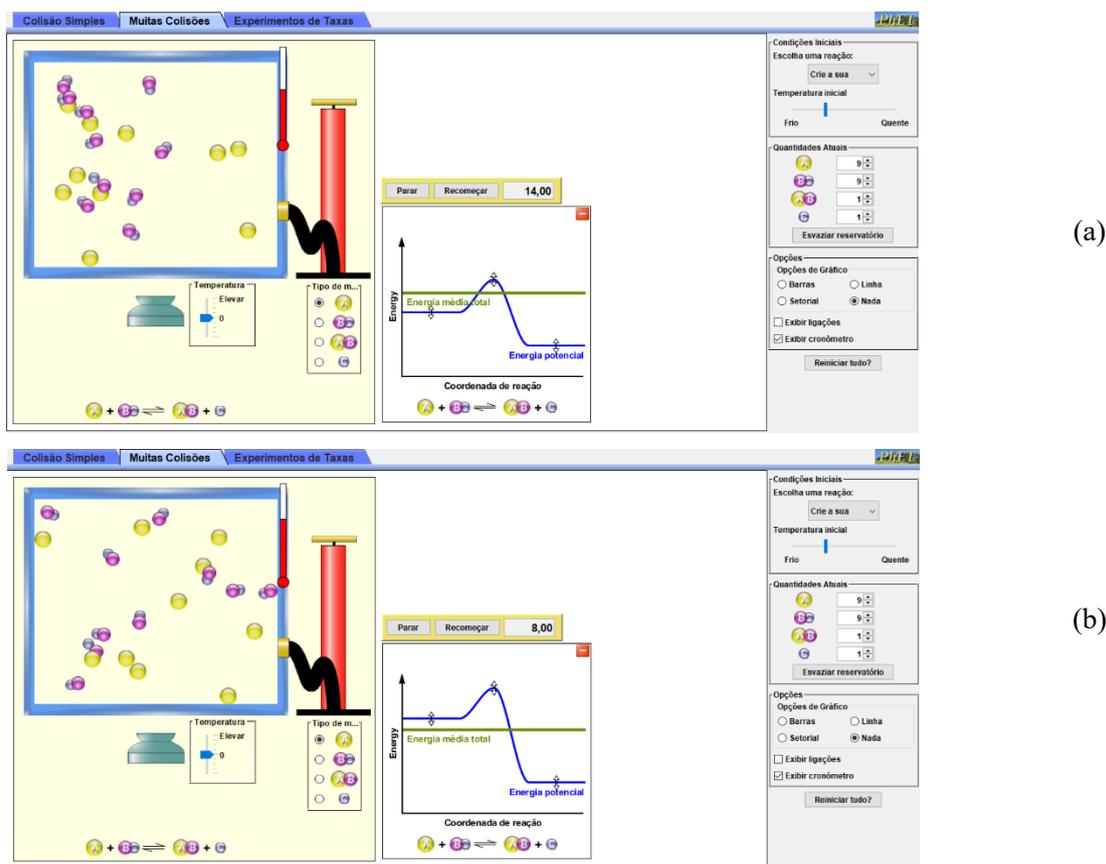


Figura 6: Simulação de uma reação exotérmica com variação de entalpia (ΔH). (a) Reação com menor entalpia. (b) Reação com maior entalpia.

Observa-se, pelos gráficos, que ao aumentar a entalpia dos reagentes e manter a energia do complexo ativado, reduz, consequentemente, a energia de ativação, fazendo com que a velocidade da reação seja mais rápida, como obtido no experimento: uma redução de aproximadamente 43% no tempo para obter a primeira molécula de produto.

A segunda interferência estudada foi a temperatura. No gráfico de reação exotérmica com menor temperatura (Figura 7(a)), a reação ocorre de maneira mais lenta. As moléculas de A e B têm menor energia para colidir e superar a energia de ativação, fazendo com que o tempo até a liberação de energia seja mais longo. O cronômetro indica que a reação leva mais tempo para acontecer, devido à menor frequência e intensidade das colisões entre as moléculas. Observa-se, pela Figura 7, que nesse caso estudado, ocorreu uma redução de 80% tempo para obter a primeira molécula de produto.

A proposta de utilizar simuladores como metodologia de ensino pode ser uma abordagem eficaz, especialmente em contextos de ensino de termoquímica e controle de processos. Essa estratégia se destaca por ser acessível, exigindo investimentos relativamente baixos, usando reagentes de baixo custo e

eliminação de riscos químicos, mas requer computadores com acesso à internet e projetor ou tela para uso coletivo. Simuladores permitem que os alunos explorem conceitos complexos, como variações de entalpia, de forma prática e interativa. Além disso, essa metodologia facilita a personalização do aprendizado, permitindo que cada aluno avance em seu próprio ritmo e simule diferentes cenários de maneira segura.

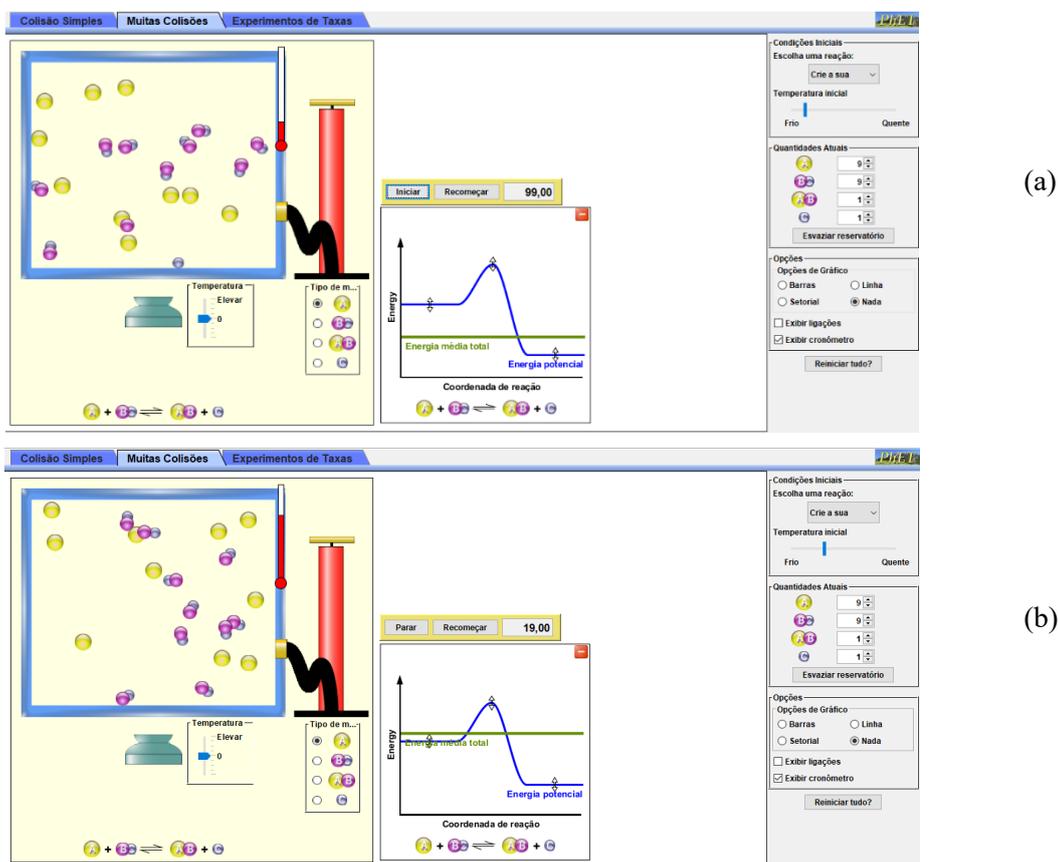


Figura 7: Simulação de uma reação exotérmica com maior variação temperatura Inicial. (a) Menor temperatura Inicial. (b) Maior temperatura Inicial.

A utilização de simuladores e experimentos com materiais de baixo custo também é uma alternativa prática e eficiente para o ensino de química, particularmente em contextos com recursos limitados. Essa abordagem elimina a necessidade de laboratórios complexos e materiais caros, tornando o ensino de conceitos como termoquímica e cinética mais dinâmico e acessível. Simuladores como o "Reações e Taxas", da plataforma PhET, oferecem um ambiente interativo para explorar reações químicas. Além disso, práticas simples, como a dissolução de ureia em água e a reação de permanganato de potássio com glicerina, conectam teoria e prática com materiais de baixo custo, promovendo um aprendizado ativo e acessível.

Diante desse quadro, o objetivo do presente trabalho é propor uma sequência didática para trabalhar o tópico Termoquímica das reações com alunos no geral ou interessados em áreas correlatas à química. A proposta é elaborar um Objeto de Aprendizagem que permita aos alunos quatro tipos de interatividade: dialogar, controlar e manipular o OA, pesquisar/estudar.

Em resumo, a Tabela 1, são apresentados os casos estudados.

Tabela 1: Casos estudados.

Experimento (Figuras)	Energia dos Reagentes	Temperatura	Energia do Complexo Ativado	Concentração dos Reagentes	Resultado da Reação
5a	Baixa	Constante	Alta	[A] = 10, [B] = 10	Endotérmica
5b	Média	Constante	Alta	[A] = 10, [B] = 10	Exotérmica
6a	Média	Constante	Média	[A] = 10, [B] = 10	Exotérmica
6b	Baixa	Constante	Alta	[A] = 10, [B] = 10	Exotérmica
7a	Média	Constante	Alta	[A] = 10, [B] = 10	Exotérmica
7b	Média	Constante	Alta	[A] = 10, [B] = 10	Exotérmica

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A disciplina de Química demanda um ensino dinâmico, com metodologias diversificadas que garantam uma aprendizagem efetiva e significativa. Nesse contexto, as metodologias ativas emergem como ferramentas essenciais para facilitar a compreensão e a retenção de novos conceitos pelos alunos. O uso de simuladores virtuais desempenha um papel fundamental nesse processo, promovendo o desenvolvimento intelectual, social, afetivo e emocional dos discentes.

Em síntese, o projeto proposto representa uma iniciativa inovadora e alinhada com as demandas contemporâneas da educação. Ao integrar tecnologia, interdisciplinaridade e metodologias ativas, ele visa aumentar o engajamento dos alunos e a eficiência do ensino-aprendizagem, ao mesmo tempo em que capacita os educadores a enfrentarem os desafios impostos pelo século XXI.

REFERÊNCIAS

BRASILEIRO, L. B.; MATIAS, J. C. Simulações computacionais no ensino de química: estudando as micro-ondas. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 2, p. 217– 228, 2019. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/153>. Acesso em: 05 de out. de 2024.

DELAMUTA, B. H.; ASSAI, N.D.S; SANCHEZ JÚNIOR, S. L. Chemistry teaching and DICT: a systematic literature review and a webquest proposal for the teaching of Chemical Bonds. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 9, n. 9, p. e149996839, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i9.6839. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/6839>. Acesso em: 03 de jul. de 2024.

FERREIRA, M. Ferramentas tecnológicas disponíveis gratuitamente para uso no ensino de química: uma revisão bibliográfica. *Revista Virtual Química*, [S. l.], v. 11, n. 3, 2019. Disponível em: <https://rvq-sub.sbjq.org.br/index.php/rvq/article/view/3081>. Acesso em: 24 de out. de 2024.

FERREIRA, Y. P. U. M.; MACHADO, A. F.; MOURA, D.B.; SILVA, C.E. O estudo da diferença de potencial (ddp) a partir de reação de oxirredução(pilha) e aplicação da modelagem e simulação computacional. *Revista Sustinere*, v. 4, n. 1, p. 61–81, 2016. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/sustinere/article/view/19689>. Acesso em: 01 de out. de 2024.

GOMES, A. L.; BILESSIMO, S.M.S.; SILVA, J.B. Aplicação de sequência didática investigativa com uso de laboratórios online no ensino de química em turmas do ensino médio: uma pesquisa-ação. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 15, n. 1, p. 499–519, 2019. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/575>. Acesso em: 08 de set. de 2024.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, [S. l.], v. 31, n. 3, 2009. Disponível em: http://qnesc.sbqj.org.br/online/qnesc31_3/. Acesso em: 24 de out. de 2024.

MOIA, G.G; LUNA, F.D.T. Metodologia para o ensino experimental de eletroquímica em cursos de graduação. *Revista Acadêmica – Ensino de Ciências e Tecnologias IFSP – Campus Cubatão*, n. 11, 2022. Disponível em: <https://intranet.cbt.ifsp.edu.br/qualif/anteriores.html#volumel1>. Acesso em: 19 de set. de 2024.

OLIVEIRA, G.P.; SANTOS, K.R.; MOREIRA, I.S.; VIANA, F.F.O.; SANTOS, L.S.; LEMOS, M.M.; SANTANA, A.S. Práticas Experimentais como estratégia didática no Ensino de Química na Educação de Jovens e Adultos (EJA).2014. IN: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X Eduqui) Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho de 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/8079>. Acesso em: 08 de out. de 2024.

ROTSSEN, W; SILVA, M; DINIZ, V. O Uso da Experimentação como Proposta para o ensino de Reações Químicas. *Enciclopédia Biosfera*, [S. l.], v. 15, n. 27, p. 4, 2018. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/639>. Acesso em: 20 de set. de 2024

RAMOS, T. C. P. M.; SOUZA, E. F.; SONNEMBERG, M. N. S.; MASCARENHAS, M.S. Utilização de óleo residual de fritura para produção de sabão caseiro e conscientização ambiental. 2017. In:VI Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia. Londrina- PR, 20 a 22 de setembro de 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/322148218_Utilizacao_de_oleo_residual_d_e_fritura_para_producao_de_sabao_caseiro_e_conscientizacao_ambiental. Acesso em: 14 de set. de 2024.

SANTOS, L. R.; MENEZES, J. A. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. *Rev. Eletrônica Pesquiseduca*. Santos, v.12, n. 26, p. 180-207, jan.-abril, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unisantos.br/pesquiseduca/article/view/940>. Acesso em: 05 de out. de 2024.

SANTOS, M.B.H.; SILVA, J.B.; LUCENA, H.F.S.; PEREIRA, F.K.D. A Experimentação como metodologia para o ensino de química a partir do produto natural “Comigo Ninguém Pode”. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 9, n. 4, 413-429, 2020. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/5636>. Acesso em: 18 de out. de 2024.

SILVA, V. G. Importância da Experimentação no Ensino de Química e Ciências. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) – Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2016. Disponível em: <https://acervodigital.unesp.br/handle/11449/136634>. Acesso em: 18 de out. de 2024.

SOARES NETO, J. J.; KARINO, C.A.; JESUS, G.R. ANDRADE, D.F. A infraestrutura das escolas públicas brasileiras de pequeno porte. *Revista do Serviço Público*, vol. 64, n.3, 2014. Disponível em: <https://revista.enap.gov.br/index.php/RSP/article/view/129>. Acesso em: 20 de set. de 2024.