



# JÚRI SIMULADO

Uma proposta metodológica para o ensino da

## TERMOQUÍMICA

Larissa Guimarães Paiva

Alda Ernestina dos Santos

Priscila Tamiasso Martinhon

Fabrcício Ferreira Alves

Célia Regina Sousa Silva





# SUMÁRIO

<b>Apresentação</b> .....	3
<b>Conceitos básicos sobre Termoquímica</b> .....	4
Calorimetria.....	5
Energia interna.....	6
Entalpia.....	7
Equação termoquímica.....	8
Metodologias Ativas de Aprendizagem – utilizando o júri simulado.....	10
<b>Organização didática</b> .....	12
<b>Sequência didática</b> .....	13
1º encontro - Conceitos gerais sobre Termoquímica.....	13
2º encontro - Conceitos gerais sobre Termoquímica.....	16
3º encontro - Introdução ao júri simulado.....	19
4º encontro - Nitrato de Amônio e suas aplicabilidades.....	23
5º encontro – Encenação do júri simulado.....	25
<b>Considerações finais</b> .....	27
<b>Referências</b> .....	28





## ≡ APRESENTAÇÃO ≡

Caro(a) Professor(a),

Esta Cartilha é resultado de uma pesquisa desenvolvida no Trabalho de Conclusão de Curso da aluna Larissa Guimarães Paiva, do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Este material apresenta uma proposta de Sequência Didática (SD) para o ensino da Termoquímica, a ser aplicada em turmas do Ensino Médio empregando o júri simulado como Metodologia Ativa de Aprendizagem (MAA), a partir da contextualização de um fato real, que originou uma explosão no porto de Beirute (Líbano), causada pelo nitrato de amônio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ). A SD proposta possibilita a participação dos estudantes de forma ativa, cabendo ao docente o papel de organizar, orientar e auxiliar em cada etapa da sequência.

Para a aplicação da SD proposta, sugere-se ao docente uma abordagem metodológica contextualizada do conteúdo de Termoquímica, que engloba conceitos sobre calorimetria, reações exotérmicas e endotérmicas, entalpia e equação termoquímica a serem desenvolvidos em turmas do 3º ano do Ensino Médio, por meio de atividades envolvendo a realização de cinco encontros de 1 hora e 40 minutos cada, totalizando 10 aulas de 50 minutos.

Esperamos que a aplicação da SD proposta possa ajudar os estudantes a desenvolverem a autonomia e o senso crítico, exercendo de forma mais consciente o papel de cidadão na sociedade. Ao docente, desejamos que este material possa lhe auxiliar na abordagem do conteúdo de Termoquímica, e que ambos consigam desenvolver um ensino-aprendizagem de Química de forma mais agradável e prazerosa.

## ≡ CONCEITOS BÁSICOS SOBRE TERMOQUÍMICA ≡

### CONCEITOS GERAIS

As transformações físicas e as reações químicas são, quase sempre, acompanhadas por liberação ou absorção de calor, e vários fenômenos conhecidos ilustram bem esse fato. Sabemos, por exemplo, que a passagem da água líquida para o estado gasoso só ocorre caso haja fornecimento de calor, enquanto que o processo inverso, a condensação do vapor de água, ocorre com liberação de calor.

O calor é, sem dúvida, a forma mais comum de energia que acompanha as reações químicas. Como por exemplo, a queima do carvão, a queima da gasolina nos motores dos automóveis, o cozimento dos alimentos, a fotossíntese e entre outros. Daí a importância do estudo da Termoquímica.

### MAS, AFINAL, O QUE É TERMOQUÍMICA?

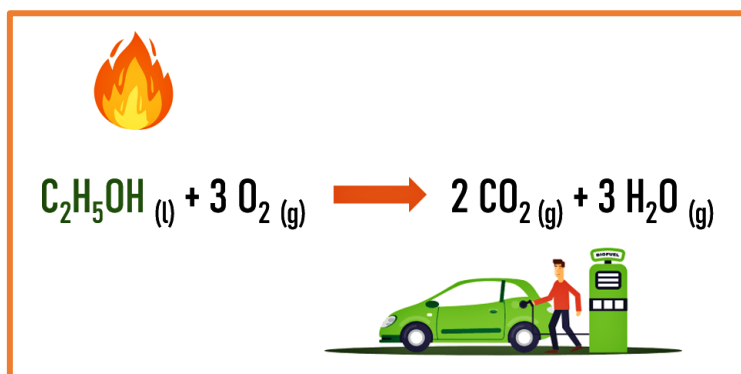


Termoquímica é a parte da Química dedicada ao estudo das quantidades de calor liberadas ou absorvidas nas reações químicas e transformações físicas

Quanto ao calor envolvido, as reações químicas se classificam em dois tipos:

**REAÇÕES EXOTÉRMICAS:** são as reações que produzem ou liberam calor, como por exemplo, a queima do etanol (figura 1), produzindo gás carbônico e água.

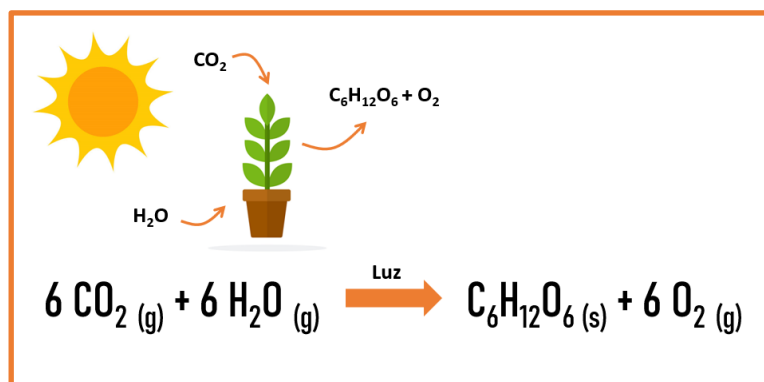
**Figura 1** – Equação química da combustão do etanol.



Fonte: Autoria própria (2021).

**REAÇÕES ENDOTÉRMICAS:** são as reações que absorvem calor, como por exemplo, o processo de fotossíntese (figura 2).

**Figura 2** – Equação química da fotossíntese.



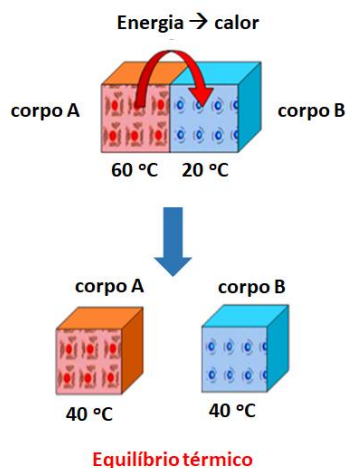
Fonte: Autoria própria (2021).

## CALORIMETRIA

A calorimetria é área que se dedica ao estudo e medição das quantidades de calor liberada ou absorvida durante os fenômenos físicos e/ou reações químicas. A energia envolvida nos fenômenos físicos e químicos é determinada sob a forma de calor (Q). Denominamos calor a energia transferida entre dois corpos com temperaturas diferentes. Desta forma, podemos dizer que calor nada mais é que a energia térmica trocada entre dois sistemas.


Conforme ilustrado na figura 3, o calor sempre flui do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura, até que seja estabelecido um equilíbrio térmico entre os dois corpos, onde ambos os corpos apresentarão a mesma temperatura.

**Figura 3** – Transferência de calor entre dois corpos.



Fonte: Autoria própria (2021).





O calor é expresso geralmente em calorias (cal), unidade que indica a quantidade de calor necessária para elevar em 1°C a temperatura de 1g de água. Na Termoquímica é muito comum expressarmos a quantidade de calor em quilocaloria, que é 1000 vezes maior que a caloria.

$$1 \text{ kcal} = 1.000 \text{ cal} = 10^3 \text{ cal}$$

Como as várias formas de energia se equivalem podemos expressar as quantidades de calor em outra unidade, o joule (J), utilizado oficialmente pelo Sistema Internacional de Unidades (SI).

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J} \text{ ou } 1 \text{ J} = 0,239 \text{ cal}$$

Para medir a quantidade de calor liberada ou absorvida numa transformação física ou química utiliza-se um aparelho chamado calorímetro. Nele o calor liberado ou absorvido em um sistema irá aquecer ou resfriar certa quantidade de água, assim por essa troca de calor com a água é possível se determinar a quantidade de calor envolvida no processo a partir da seguinte relação:

$$Q = m \cdot C \cdot \Delta T$$

Em que:

Q = calor liberado ou absorvido

m = massa do sistema


c = calor específico da substância

$\Delta T$  = variação da temperatura

## ENERGIA INTERNA

Pode-se admitir que toda e qualquer substância possui certa quantidade de energia interna armazenada em seu interior, parte na forma de energia química e parte na forma de energia térmica. Assim sendo, diante de uma reação química, devemos considerar duas possibilidades:

1ª: Quando a energia interna total dos reagentes (energia inicial) for maior do que a energia interna total dos produtos formados (energia final), haverá sobra



de energia, conseqüentemente, a reação irá liberar energia em forma de calor (reação exotérmica).

$$\Delta E = E_{final} - E_{inicial} < 0$$

2ª: Quando a energia interna total dos reagentes (energia inicial) for menor do que a energia interna total dos produtos formados (energia final), haverá falta de energia, conseqüentemente, a reação irá absorver energia em forma de calor (reação endotérmica).

$$\Delta E = E_{final} - E_{inicial} > 0$$

## ENTALPIA (H)

Entalpia ( $H$ ) ou conteúdo de calor é a grandeza que se refere à energia liberada ou absorvida sob a forma de calor pela reação em sistemas abertos. Assim temos, que a variação da entalpia ( $\Delta H$ ) é a medida da quantidade de calor liberada ou absorvida em uma reação, e quanto ao calor, já vimos que há dois tipos de reações químicas:

**REAÇÕES EXOTÉRMICAS:** ocorrem com a LIBERAÇÃO de calor, isto é, a entalpia dos reagentes é maior que a entalpia dos produtos, resultando em um  $\Delta H < 0$ .

$$H_{produtos} < H_{reagentes}$$

$$\Delta H < 0$$

**REAÇÕES ENDOTÉRMICAS:** ocorrem com a ABSORÇÃO de calor, isto é, a entalpia dos reagentes é menor que a entalpia dos produtos, resultando em um  $\Delta H > 0$ .

$$H_{produtos} > H_{reagentes}$$

$$\Delta H > 0$$

Desta forma, a quantidade de calor, expressa pelo  $\Delta H$ , se refere à diferença entre as entalpias dos produtos e reagentes da reação.

Por sua vez, Aa quantidade de calor (Q) e a variação da energia interna ( $\Delta E$ ) se relacionam da seguinte maneira:

$$Q = \tau + \Delta E$$

Em que:

Q = calor liberado ou absorvido

$\tau$  = trabalho

$\Delta E$  = energia interna

A energia total após a reação é igual à energia total antes da reação, isto é, “a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada”. Essa é a chamada Lei da Conservação da Energia (ou Primeiro Princípio da Termoquímica) e está em consonância com a Lei da Conservação da Matéria (Lei de Lavoisier).



*“Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”.*


As entalpias de uma reação podem ser influenciadas por diversos fatores como:

- Quantidade de reagentes e de produtos;
- Estado físico dos reagentes e dos produtos da reação;
- Influência do estado alotrópico;
- Influência da dissolução/diluição;
- Temperatura na qual se efetua a reação química.

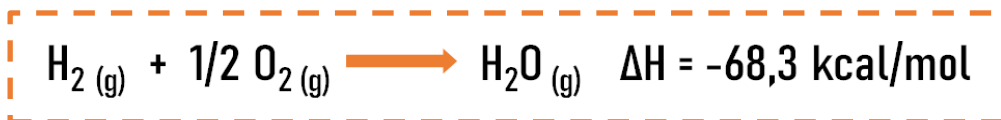
## EQUAÇÃO TERMOQUÍMICA

A equação termoquímica é uma equação química à qual acrescentamos a entalpia da reação e consideramos todos os fatores que possam influir no valor dessa entalpia. Numa equação termoquímica, além do valor do  $\Delta H$  e das substâncias envolvidas é necessário destacarmos os estados físicos que elas se encontram, bem como suas formas alotrópicas (caso existam).





Vejam os como exemplo a equação termoquímica da formação de 1 mol de água, a partir dos gases hidrogênio (H<sub>2</sub>) e oxigênio (O<sub>2</sub>).



A variação de entalpia envolvida numa reação química recebe nomes particulares a depender do tipo de reação, dentre os exemplos mais comuns tem-se:

- **Entalpia padrão de formação:** é a variação de entalpia verificada na formação de 1 mol da substância, a partir das substâncias simples correspondentes, estando todas no estado padrão.
- **Entalpia padrão de combustão:** é a variação de entalpia verificada na combustão total de 1 mol de uma determinada substância, supondo-se no estado padrão todas as substâncias envolvidas nessa combustão.
- **Energia padrão de neutralização:** é a variação de entalpia verificada na neutralização de 1 mol de um ácido por 1 mol de uma base, todas em diluição total, a 25°C a 1 atm.
- **Energia de ligação:** é a variação de entalpia verificada na quebra de 1 mol de uma determinada ligação química, supondo-se todas as substâncias no estado gasoso, a 25°C a 1 atm.




## ≡ METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM - UTILIZANDO O JÚRI SIMULADO ≡

As MAA, segundo a Base Nacional Comum Curricular – BNCC, são formas capazes de prender a atenção dos alunos, potencializar a aprendizagem, engajar os estudantes e, sobretudo, fazer sentido no processo de ensino-aprendizagem (BRASIL, 2018). As MAA fazem parte de um modelo educacional em que os professores deixam de ser os protagonistas e tornam-se os mediadores de discussões, colocando-se de maneira igual frente aos alunos em conhecimento. Desta maneira, os alunos passam a ser os agentes responsáveis pela aprendizagem e se comprometem com o processo de aprender (ROCHA; CARDOSO; MOURA, 2020). Corroborando, Mitre e colaboradores (2008) afirmam que as MAA formam um verdadeiro alicerce, bases sólidas, pois geram autonomia e independência na aprendizagem dos estudantes. Além disso, essas metodologias ainda contribuem para a problematização de assuntos, estimulam os alunos a assumirem uma postura ativa no processo de aprender e buscam autonomia e aprendizagem significativa (PAIVA et al., 2016).

Para Barbosa e Moura (2013), a ideia das MAA é descentralizar o foco na aula expositiva do professor e passar a contribuir para a tomada de iniciativa de aprendizado individual por parte do aluno. O docente deve assumir o papel de responsável pelo engajamento do aluno e criar experiências cognitivas, estéticas, sociais e pessoais (BRASIL, 2018).

Muitas metodologias e estratégias de ensino podem ser adotadas para tornar o estudo mais atraente. Para alguns autores, as estratégias que envolvem trabalho em grupo, em que os alunos precisam se organizar de forma articulada, favorecem a obtenção, construção, reconstrução de saberes e significados aos estudantes, além de promover capacidades as quais não seriam possíveis se o processo ocorresse de maneira individual (LEÃO; QUARTIERI; MARCHI, 2013). Uma estratégia de ensino que pode ser conduzida de forma coletiva e que possibilita a solução de problemas, promove debates, levanta hipóteses e busca informações sobre o objeto a ser estudado é o **júri simulado**.

O júri simulado é uma metodologia ativa na qual os alunos partem de problemas reais ou fictícios, e, por meio de argumentos de defesa e acusação, avaliam fatos com objetividade e competência, proporcionando o



desenvolvimento da argumentação, análise de senso crítico, levantamento de hipóteses e tomada de decisões (ANASTASIOU, 2009; FREITAS; MÜNCHEN, 2020). Segundo Oliveira e Soares (2005), as atividades promotoras da argumentação dos discentes proporcionam a construção do conhecimento e propiciam um impacto positivo no aprendizado, pois os alunos passam a reconhecer afirmações duvidosas e contraditórias, bem como identificam e confrontam evidências com teorias científicas.

Para Stumpf e Oliveira (2016), o júri simulado é uma estratégia alternativa para abordar determinados assuntos em sala de aula, pois contribui para o posicionamento crítico dos alunos frente a um tema e colabora a fim de que os alunos percebam que a ciência transcende os conteúdos específicos discutidos em aula. O júri simulado proporciona aos estudantes a vivência da prática científica, no sentido de debater, posicionar e defender ideias por meio da argumentação (OLIVEIRA; SOARES, 2005).

Considerando-se a relevância do conteúdo de Termoquímica no estudo da Química e o júri simulado como uma interessante MAA, esta cartilha tem por objetivo apresentar uma proposta de SD para o ensino da Termoquímica, tendo como temática a explosão causada pelo nitrato de amônio no porto de Beirute no ano de 2020. Para tanto, a sequência didática é apresentada a seguir.



## ≡ ORGANIZAÇÃO DIDÁTICA ≡

**DISCIPLINA:** Química

**SÉRIE:** 3º do Ensino Médio

**TEMA:** Termoquímica

### **CONTEÚDOS TRABALHOS**

- Calorimetria;
- Reações endotérmicas e exotérmicas;
- Calor, energia interna, entalpia e variação de entalpia;
- Equação termoquímica.

### **HABILIDADES E COMPETÊNCIAS**

- Reconhecer e diferenciar os processos endotérmicos e exotérmicos;
- Compreender a relação entre calor de reação e  $\Delta H$ ;
- Prognosticar os valores de  $\Delta H$  nas reações químicas;
- Escrever e interpretar equações termoquímicas.

**DURAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA:** Cinco encontros com duração de 100 minutos (2horas/aula), cada.

### **MATERIAIS E RECURSOS DIDÁTICOS UTILIZADOS**

- Quadro branco e caneta para quadro branco;
- Computador;
- Projetor multimídia;
- Livro didático ou material impresso;
- Sala de vídeo.



## ≡ SEQUÊNCIA DIDÁTICA ≡

### PRIMEIRO ENCONTRO

#### TÍTULO

Conceitos gerais sobre Termoquímica.

**TEMPO DE DURAÇÃO:** 100 minutos (2 aulas de 50 minutos cada).

#### CONTEÚDO ABORDADO

- Calor e temperatura;
- Calorimetria;
- Reações endotérmicas e reações exotérmicas.

#### OBJETIVOS

Aplicar o conceito de Calorimetria e de processos endotérmicos e exotérmicos nas mudanças de estado físico e nas transformações químicas.

Reconhecer que há energia envolvida na transformação química.

#### RECURSOS E MATERIAS UTILIZADOS

- Quadro branco e caneta para quadro branco;
- Computador;
- Projetor multimídia;
- livro didático e/ou material impresso para realização de exercícios.

#### PROPOSTA DE AVALIAÇÃO

Propõe-se para a avaliação dos estudantes a realização de exercícios, bem como sua participação na aula.

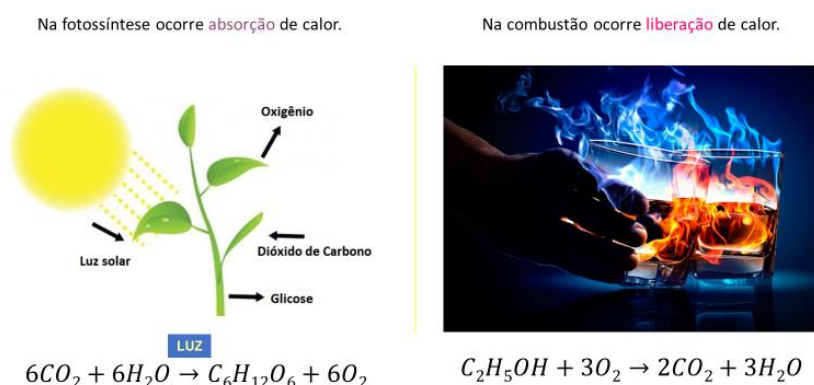
#### ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

**Etapa I.** A aula poderá começar com uma pergunta para os alunos: “Ao sair da piscina em local aberto em um dia de vento, mesmo em dias quentes, tem-se a sensação de frio. Por quê? Em seguida, o professor pode iniciar uma discussão em torno das respostas dos alunos. De acordo, com as respostas, o professor pode interferir, para levar os alunos a utilizar os conceitos de calor e temperatura e fazer uma revisão sobre mudanças de estado físico da matéria, que estão relacionadas com absorção e liberação de energia. O tempo sugerido para a realização desta etapa é de 20 minutos.



**Etapa II.** Apresentar o tema geral explicando que a Termoquímica se dedica ao estudo das quantidades de calor liberadas ou absorvidas durante as transformações físicas e químicas. O professor deve evidenciar que as reações químicas são, quase sempre, acompanhadas por absorção ou liberação de calor, indicando alguns fenômenos presentes em nosso dia a dia que ilustrem bem esse fato (figura 4). O tempo sugerido para a introdução do tema é de 20 minutos.

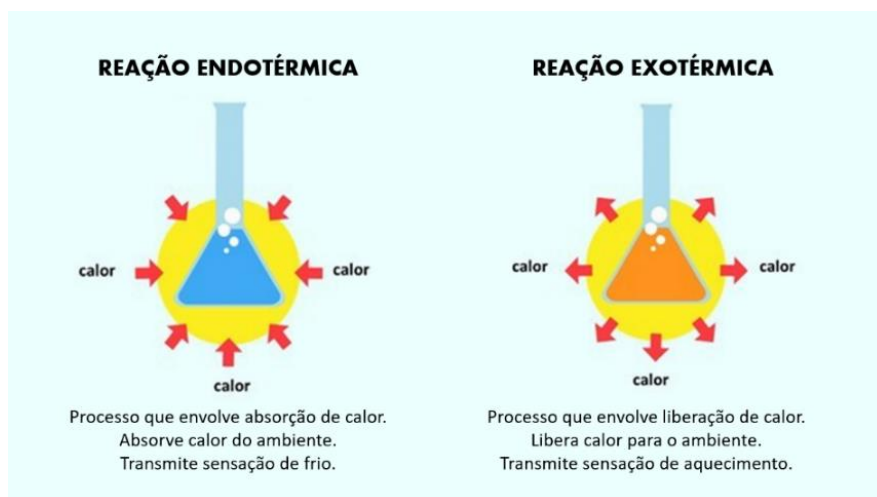
**Figura 4** – Exemplos de reações químicas que ocorrem absorção e liberação de calor.



Fonte: Autoria própria (2021).

**Etapa III.** Nesta etapa, o professor pode definir os conceitos relacionados à perda e ganho de energia na forma de calor, explicando os conceitos de calorimetria, sistema e vizinhança (figura 5). O tempo sugerido para a realização desta etapa é de 20 minutos.

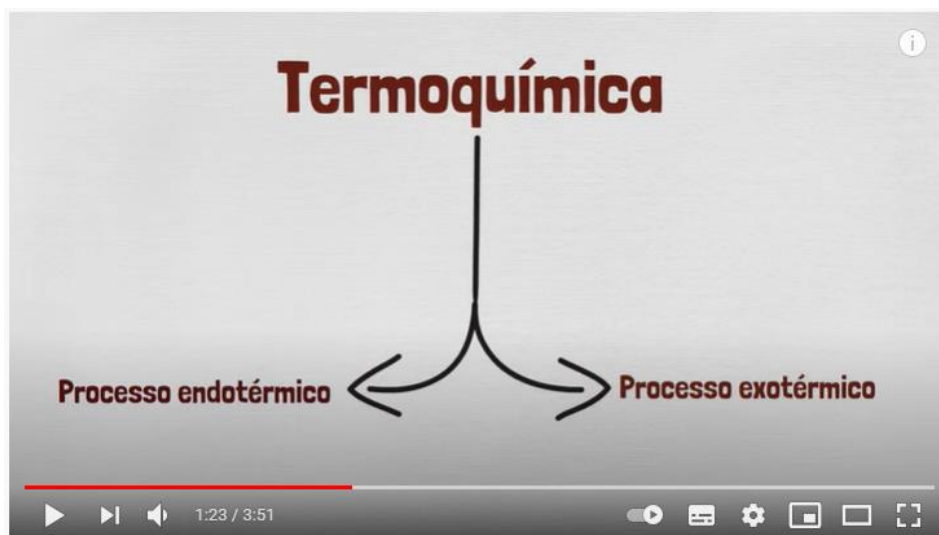
**Figura 5** – Diferença entre processos endotérmicos e exotérmicos.



Fonte: Autoria própria (2021).

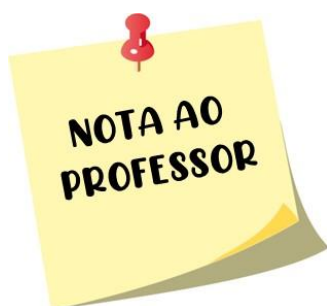
**Etapa IV.** Na quarta etapa do encontro, sugere-se ao professor apresentar à turma os conceitos de reações endotérmicas e exotérmicas, com o auxílio do vídeo disponível no YouTube (figura 6). O tempo sugerido para realização desta etapa é de 30 minutos.

**Figura 6** - Vídeo “Introdução à termoquímica – processos exotérmicos e endotérmicos”.



Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mwgSzpuY4oc>

**Etapa V.** Por fim, sugere-se que o professor resolva com os alunos alguma questão do ENEM sobre Termoquímica, utilizando para tanto os 10 minutos restantes do encontro.



*A utilização de vídeos e imagens pode auxiliar o processo de aprendizagem dos alunos, uma vez que os temas escolhidos podem ser trabalhados em sala de aula e envolver os alunos de forma criativa e eficaz.*



## SEGUNDO ENCONTRO

### TÍTULO

Conceitos gerais sobre Termoquímica.

**TEMPO DE DURAÇÃO:** 100 minutos (2 aulas de 50 minutos cada).

### CONTEÚDO ABORDADO

- Entalpia;
- Equações termoquímicas.

### OBJETIVOS

Demonstrar a relação entre calor de reação e  $\Delta H$  e interpretar uma equação termoquímica.

### RECURSOS E MATERIAS UTILIZADOS

- Quadro branco e caneta para quadro branco;
- Computador;
- Projetor multimídia;
- livro didático e/ou material impresso para realização de exercícios.

### PROPOSTA DE AVALIAÇÃO

Propõe-se para a avaliação dos estudantes a realização de exercícios, bem como sua participação na aula.

### ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

**Etapa I.** O professor pode iniciar a aula distribuindo para os alunos o texto “A energia dos alimentos” (anexo), o qual será utilizado para desenvolver uma leitura oral com a turma e destacar os principais pontos observados no texto. O tempo sugerido para esta etapa é de 10 minutos.

**Etapa II.** Utilizando o quadro branco ou um projetor multimídia, o professor deve abordar os conceitos de entalpia ( $H$ ), variação de entalpia ( $\Delta H$ ) e demonstrando o passo a passo para se escrever uma equação termoquímica, seja de reações endotérmicas e exotérmicas, como mostra a imagem abaixo (figura 7). O tempo sugerido para essa etapa é de 50 minutos.

**Figura 7** – Passo a passo para se escrever uma equação termoquímica.

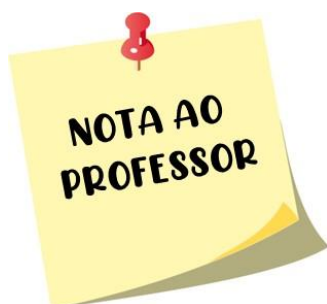
### Equação termoquímica

- A entalpia de um elemento ou de uma substância varia de acordo com o estado físico, pressão, temperatura e a variedade alotrópica desse elemento.
- A variação de entalpia ( $\Delta H$ );
- Os estados físicos e as variedades alotrópicas, caso existam;
- A temperatura e a pressão nas quais a reação ocorreu;
- Os coeficientes estequiométricos.

$$1\text{C}_{(\text{graf})} + 1\text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow 1\text{CO}_{2(\text{g})} \Delta H = - 2394\text{kJ, a } 25^{\circ}\text{C e } 1 \text{ bar}$$

**Fonte:** Autoria própria (2021).

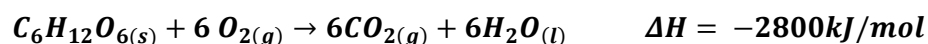
**Etapa III.** Por fim o professor pode conceituar os diferentes tipos de entalpia (entalpia padrão de formação, entalpia padrão de combustão, energia de ligação, etc) e resolver com os alunos alguns exercícios para melhor fixação do conteúdo. Sugere-se um tempo de 40 minutos para a realização desta etapa, incluindo a resolução dos exercícios.



*Por se tratar de turmas do Ensino Médio em processo de preparação para o ENEM, é importante que os exercícios selecionados pelo professor contemplem questões do ENEM, ou que pelos apresente o mesmo tipo de abordagem das questões cobradas no ENEM.*

A seguir são apresentadas duas sugestões de questões do ENEM que podem ser utilizadas para resolução com os alunos.

**ENEM 2018:** Por meio de reações químicas que envolvem carboidratos, lipídeos e proteínas, nossas células obtêm energia e produzem gás carbônico e água. A oxidação da glicose no organismo humano libera energia, conforme ilustra a equação química, sendo que aproximadamente dela é disponibilizada para atividade muscular.



Na oxidação de 1 grama de glicose, a energia obtida para atividade muscular, em quilojoule, é mais próxima de: Considere as massas molares (em g/mol): H = 1; C = 12; O = 16.

- a) 6,2
- b) 15,6
- c) 70,0
- d) 622,2
- e) 1120,0

**ENEM 2019:** Em uma aula experimental de calorimetria, uma professora queimou 2,5g de castanha de caju crua para aquecer 350 g de água, em um recipiente apropriado para diminuir as perdas de calor. Com base na leitura da tabela nutricional seguir e da medida de temperatura da água, após a queima total do combustível, ela concluiu que 50% da energia disponível foi aproveitada. O calor específico da água é 1cal/g °C, e sua temperatura inicial era de 20°C.

Quantidade por porção de 10 g (2 castanhas)	
Valor energético	70 kcal
Carboidratos	0,8 g
Proteínas	3,5 g
Gorduras totais	3,5 g

Qual foi a temperatura da água, em °C, medida ao final do experimento?

- a) 25
- b) 27
- c) 45
- d) 50
- e) 70





## TERCEIRO ENCONTRO

### TÍTULO

Introdução ao júri simulado.

**TEMPO DE DURAÇÃO:** 100 minutos (2 aulas de 50 minutos cada).

### CONTEÚDO ABORDADO

Nitrato de amônio e suas propriedades.

### OBJETIVOS

Propor uma atividade lúdica, o júri simulado, que possibilite aos alunos contextualizarem o uso da Termoquímica e conhecer a substância nitrato de amônio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ).

### RECURSOS E MATERIAIS UTILIZADOS

- Computador;
- Projetor multimídia e/ou sala de vídeo.

### PROPOSTA DE AVALIAÇÃO

Propõe-se a avaliação dos estudantes através de sua participação na aula e a realização de pesquisas sobre conteúdos relativos à explosão do  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .

### ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

**Etapa I.** Neste primeiro momento sugere-se ao professor apresentar para os alunos o primeiro episódio da série “12 jurados”. A ideia de assistir a série é familiarizar os estudantes quanto ao funcionamento de um tribunal. O tempo sugerido para a realização dessa etapa é de 40 minutos.

**Etapa II.** Após os estudantes se familiarizarem com o formato de um tribunal, sugere-se ao professor apresentar o tema que será debatido, trazendo uma notícia envolvendo a situação problema (explosão causada pelo  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  no porto de Beirute) para nortear o bate papo em aula. O tempo sugerido para a realização dessa etapa é de 10 minutos.

**Etapa III.** Nesta etapa o professor deve explicar o funcionamento do júri, apresentando a função de cada personagem (figura 5) e realizar o sorteio dos personagens. O tempo sugerido para a apresentação do júri é de 20 minutos.

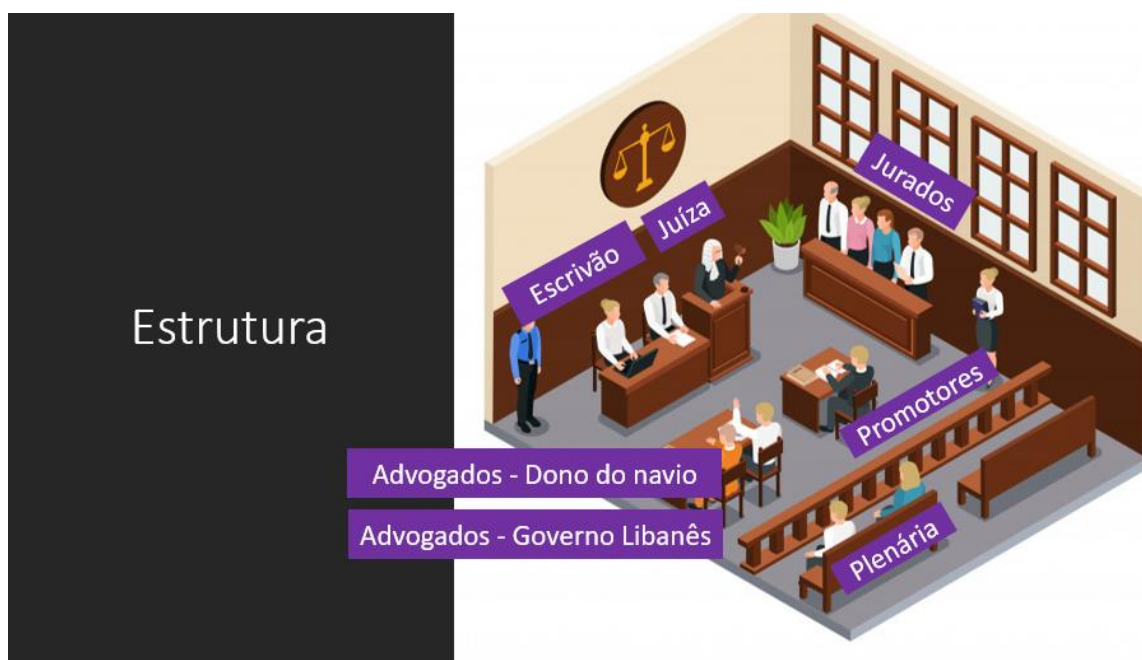
Para que o júri simulado seja bem desenvolvido é essencial que o professor explique a função de cada aluno na encenação do júri. O número de alunos envolvidos para cada função, depende do número de alunos na turma. Os alunos devem ser estimulados a formular o roteiro e as falas do júri simulado. No entanto, o professor pode orientá-los. Os principais atores de um júri simulado e suas respectivas funções são apresentadas no quadro 1.

**Quadro 1** – Atores envolvidos no júri simulado e suas funções.

Papel	Função
<b>Juiz</b>	Conduzir o julgamento
<b>Promotor</b>	Apresentar argumentos de acusação aos réus
<b>Advogado do dono do navio</b>	Apresentar argumentos de defesa ao réu
<b>Advogado das autoridades Libanesas</b>	Apresentar argumentos de defesa ao réu
<b>Júri</b>	Decidir a condenação do réu
<b>Plenária</b>	Assistir ao tribunal
<b>Escrivão</b>	Redigir tudo que acontece no tribunal

Fonte: Autoria própria (2021).

**Figura 8** – Organização do júri simulado.

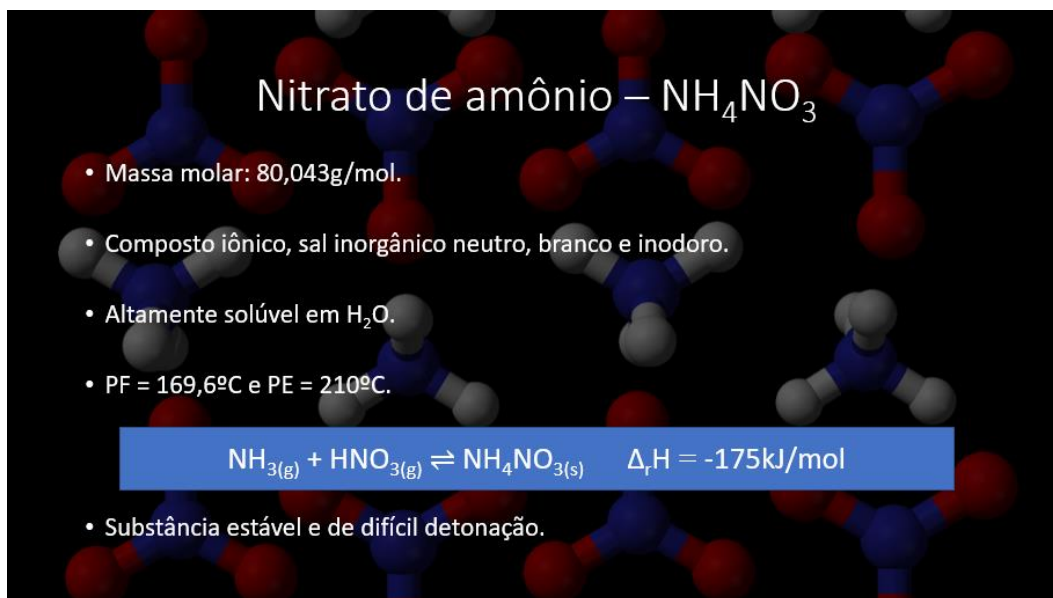


Estrutura

Fonte: Autoria própria (2021).

**Etapa VI.** Nesse momento sugere-se ao professor explicar sobre a substância que será trabalhada, o nitrato de amônio, abordando, por exemplo, suas principais propriedades físicas e químicas (figura 9). O tempo sugerido para essa atividade é de 30 minutos.

**Figura 9** – Informações sobre o nitrato de amônio.



**Fonte:** Autoria própria (2021).

A fim de abordar as principais características, bem como as propriedades físico-químicas do NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, o professor pode disponibilizar aos alunos o texto a seguir.

### SUGESTÃO DE TEXTO

#### Nitrato de amônio

O nitrato de amônio (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), composto iônico constituído pelos íons amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Tal composto foi sintetizado pela primeira vez no século XVII pelo químico alemão Johann Rudolf Glauber, que, na época, o chamou de nitro flamejante. O NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> é um composto cristalino branco, de massa molar de 80,043 g/mol, muito solúvel em água, relativamente estável a temperatura de 25° C, pressão de 1 atm e com temperaturas de fusão e ebulição de 169,6 °C e 210 °C, respectivamente (SIMPLICIO et al., 2020).

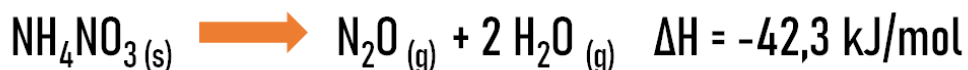
A produção comercial de NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> (processo Stengel) é realizada a partir do nitrogênio (N<sub>2</sub>) que tem origem nos processos petroquímicos, os quais geram amônia (NH<sub>3</sub>), que é neutralizada com ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) por meio de uma

reação ácido-base (OLIVEIRA, 2013), pode ser realizada a vácuo ou a pressão atmosférica (MADUREIRA, 2018). O  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  é obtido por intermédio da neutralização do ácido nítrico pela amônia em duas etapas: na primeira etapa, o  $\text{HNO}_3$  é produzido e, em seguida, é neutralizado pela  $\text{NH}_3$  (MESQUITA, 2007).

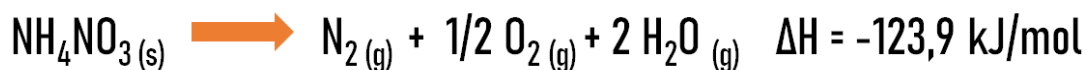
Trata-se de uma reação exotérmica, representada pela equação a seguir:



O  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  se decompõe, em temperaturas relativamente baixas, ou seja, próxima ao seu ponto de fusão, através de uma reação endotérmica reversível formando amônia e ácido nítrico. Já em temperaturas mais elevadas, em torno de 200 a 280 °C, o  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  se decompõe em água e óxido nitroso numa reação exotérmica irreversível.



Se for repentinamente aquecido a uma temperatura alta acima de 280°C, ocorrerá uma reação de decomposição produzindo um grande volume de gases. Os principais produtos são os gases nitrogênio, oxigênio e vapor de água (SIMPLICIO, 2021; BABRAUSKAS; LEGGETT, 2020; LABOUREUR et al., 2016).



**NOTA AO  
PROFESSOR**

*A fim de complementar os conteúdos e conhecimentos abordados na aula, recomenda-se como atividade para casa os alunos assistirem ao filme “22 de julho” para conhecer as principais propriedades do  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .*





## QUARTO ENCONTRO

### TÍTULO

Nitrato de amônio e suas aplicabilidades.

**TEMPO DE DURAÇÃO:** 100 minutos (2 aulas de 50 minutos cada).

### CONTEÚDO ABORDADO

Nitrato de amônio: principais aplicações e acidentes

### OBJETIVOS

Reconhecer as principais aplicabilidades do  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  e os acidentes causados por sua explosão.

### RECURSOS E MATERIAS UTILIZADOS

- Quadro branco e caneta para quadro branco;
- Computador;
- Projetor multimídia.

### PROPOSTA DE AVALIAÇÃO

Propõe-se a avaliação dos estudantes através da participação na aula e a realização de pesquisas sobre conteúdos relativos à explosão do  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .

### ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

**Etapa I.** Sugere-se ao professor iniciar a aula falando sobre as aplicações do  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  e sua importância para a sociedade. É importante ressaltar que o  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  é amplamente utilizado na agricultura como fertilizante, devido ao seu alto teor de nitrogênio. A fim de tornar mais dinâmica e ilustrativa a abordagem das aplicações do  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  o professor pode fazer uso de slides contendo imagens (figura 10). O tempo recomendado para o desenvolvimento desta etapa é de 40 minutos.



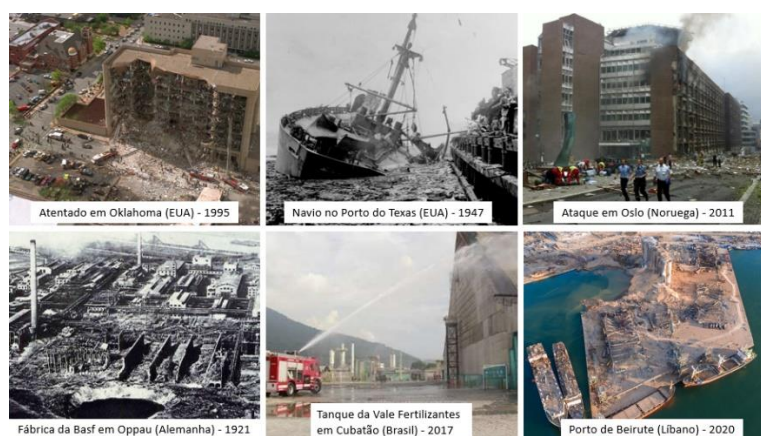
**Figura 10** – Aplicações do  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .



Fonte: Autoria própria (2021).

**Etapa II.** Após falar das aplicações e importância do  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , o professor pode abordar e ilustrar alguns acidentes causados pela explosão do  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , de forma acidental em fábricas de fertilizantes, navios ou atentados terroristas (figura 11), e em seguida perguntar para os alunos: “Por quê ocorreram tantos acidentes com a substância  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Em seguida, o professor pode conduzir uma discussão em torno das respostas dos alunos. De acordo, com as respostas o professor pode interferir falando que a substância é de difícil detonação, porém alguns fatores podem contribuir para a sua decomposição. O tempo sugerido para essa atividade é de 40 minutos.

**Figura 11** – Acidentes ou atentados envolvendo o  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .



Fonte: Autoria própria (2021).

**Etapa III.** Sugere-se ao professor utilizar os 20 minutos restantes do encontro, para sanar as possíveis dúvidas dos alunos sobre a simulação do júri.



## QUINTO ENCONTRO

### TÍTULO

Encenação do júri simulado

**TEMPO DE DURAÇÃO:** 100 minutos (2 aulas de 50 minutos cada).

### CONTEÚDO ABORDADO

Encenação do júri simulado.

### OBJETIVOS

Desenvolvimento de uma atividade lúdica que possibilite aos alunos compreenderem o conteúdo de Termoquímica, bem como desenvolver o pensamento complexo na tomada de decisões, possibilitando a argumentação e contra argumentação.

### RECURSOS E MATERIAS UTILIZADOS

- Quadro branco e caneta para quadro branco;
- Computador;
- Projetor multimídia.

### PROPOSTA DE AVALIAÇÃO

Propõe-se a avaliação dos estudantes com base em sua participação no júri simulado.

### ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

**Etapa I.** Recomenda-se ao professor iniciar o encontro apresentado as regras do júri simulado, os objetivos da atividade e tirar algumas dúvidas que ainda ficaram. Sendo o tempo estimado de 5 minutos para o esclarecimento das possíveis dúvidas dos alunos.


**Etapa II.** Nesse momento, o professor deve organizar a turma e autorizar o início do júri simulado, cujo tempo de duração sugerido é de 85 minutos. Para tanto, sugere-se ao professor a utilização do roteiro apresentado a seguir.

---

#### Roteiro do Júri Simulado

---

- Abertura do Tribunal do Júri pelo juiz, com a presença do promotor, advogados e escreventes.
  - O juiz pede aos assessores que proceda à chamada dos jurados que estão presentes.
  - Com a palavra, o promotor terá direito a acusação.
-

- 
- 
- Em seguida, é dada a palavra aos advogados de defesa.
  - O promotor e os advogados têm direito a réplica e tréplica.
  - O juiz passa a ler os quesitos que serão postos em votação.
  - Após ler os quesitos, o juiz indagará à acusação e à defesa se há algum requerimento ou reclamação a fazer, e se os jurados querem alguma explicação sobre os quesitos.
  - Se não houver nenhum pedido de explicação, o juiz convida os jurados, o escrivão, os assessores e os defensores a se dirigirem com ele à sala secreta.
  - Os jurados vão para a votação.
  - Após o encerramento da votação, o juiz lavrará a sentença.
  - Terminada a leitura da sentença, o juiz encerra a sessão com as seguintes palavras: “Agradeço aos senhores jurados a presença e o cumprimento do dever. Os senhores jurados estão dispensados. Agradeço também ao Dr. Promotor de Justiça, aos Drs. Defensores e aos serventuários da Justiça aqui presentes”. Finalmente o juiz dirá: “Declaro encerrada a sessão”.
-



## ≡ CONSIDERAÇÕES FINAIS ≡

Nesta Cartilha apresentou-se uma proposta de Sequência Didática para o ensino de Termoquímica para uma turma de 3º ano do Ensino Médio. A proposta inclui o uso de uma interessante Metodologia Ativa de Aprendizagem, o júri simulado, na abordagem de um conteúdo relevante na disciplina de Química no Ensino Médio, a Termoquímica.

Acredita-se que a aplicação desta Sequência Didática auxilie o professor numa abordagem metodológica do tema de forma contextualizada e atrativa para os alunos. Além disso, possibilita aos alunos o aumento do senso crítico, melhorando a capacidade de argumentação, proporcionando a vivência da prática científica, o debate, podendo contribuir ainda para situações de conflitos e tomada de decisões, tornando o aluno o protagonista do saber.





## ≡ REFERÊNCIAS ≡

ANASTASIOU, L. G. C. Desafios da docência universitária em relação às bases teórico-metodológicas do ensino de graduação. *In*: CUNHA, M. I., SOARES, R. S. e RIBEIRO, M. L. (orgs.). **Docência Universitária: profissionalização e práticas educativas**. Feira de Santana: UEFS Editora, p. 151-169, 2009.

BABRAUSKAS, V.; LEGGETT, D. Thermal decomposition of ammonium nitrate. **Fire and Materials**, v. 250, n. 44, 2020.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. de. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. **Boletim técnico do Senac**, v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular Ensino Médio**. Brasília, 2018.

FELTRE, R. **Química: físico-química**. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004. v. 2.

FREITAS, W. P. S. E MÜNCHEN, S. A proibição das sacolas plásticas: uma problemática desenvolvida em um júri simulado no ensino médio. **Revista Ciências e Ideias**, v. 11, n. 1, p. 192-204, 2020.

LABOUREUR, D. M.; HAN, Z.; HARDING, B. Z.; PINEDA, A.; PITTAMAN, W. C.; ROSAS, C.; JIANG, J.; MANNAN, M. S. Case study and lessons learned from the ammonium nitrate explosion at the West Fertilizer facility. **Journal of Hazardous Materials**, v. 308, n. 5, p. 164-172, 2016.

LEÃO, M. F.; QUARTIERI, M. T.; MARCHI, M. I. Julgamento simulado sobre aditivos alimentares como estratégia para aprofundar os conceitos químicos. **Destaques Acadêmicos**, v. 5, n. 4, p. 105-113, 2013.


MADUREIRA, C. D. **Integração Energética Aplicada a uma Planta de Fertilizantes Visando a Redução de Consumo de Utilidades Quente e Fria**. 2018. 193 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Alfenas, Poços de Calda, 2018.

MESQUITA, L.A.V. **Três formas de fertilizantes nitrogenados e o futuro**. Informações agrônômicas, Internacional Plant Nutrition Institute (IPNI), n. 120, 2007.

MITRE, S. M.; SIQUEIRA-BATISTA, R.; GIRARDI-DE-MENDONÇA, J. M.; MORAIS-PINTO, N. M.; MEIRELLES, C. A. B.; PINTO-PORTO, C.; MOREIRA, T.; HOFFMANN, L. M. A. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 12, n. 2, 2008.

OLIVEIRA, A.S.; SOARES, M.H.F.B. Simulação de um júri para discussão de um problema ambiental. **Revista Química Nova na Escola**, n. 21, 2005.





OLIVEIRA, S. **Riscos associados à armazenagem e transporte de fertilizante nitrato de amônio**. Orientador: Regina Maria Matos Jorge. 2013. Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Meio Ambiente Urbano e Industrial do Setor de Tecnologia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba/PR, 2013.

PAIVA, M. R. F.; PARENTE, J. R. F.; BRANDÃO, I. R.; QUEIROZ, A. H. B. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. **Sanare**, v. 15, n. 2, p. 145-153, 2016

ROCHA, R. S.; CARDOSO, I. M. D.; MOURA, M. A. E. O uso da gallery walk como metodologia ativa em sala de aula: uma análise sistemática no processo de ensino- aprendizagem. **Revista Sítio Novo**, v. 4, n. 1, 2020.

SIMPLICIO, S. S.; SANTOS, V. L. A.; CAMPOS, W. R. A.; GUIMARÃES, D. G.; GONSALVES, A. A.; ARAÚJO, C. R. M. Nitrato de amônio: mocinho ou vilão? **Revista Virtual Química**, v. 13, n. 1, p. 156-166, 2021.

STUMPF, A.; OLIVEIRA, L. D. de. Júri simulado: o uso da argumentação na discussão de questões sociocientíficas envolvendo radioatividade. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, 2016.