

Currículo
em **Ação**

VOLUME 1

LIVRO DO ESTUDANTE

2ª edição



Física

Biologia

Química

2ª
série



discord.gg/platformdestroyer

VOLUME 1

LIVRO DO ESTUDANTE

2ª edição

Física
Biologia
Química



Nome: _____





GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Governador

Tarcísio Gomes de Freitas

Secretário da Educação

Renato Feder

Secretário Executivo

Vinicius Mendonça Neiva

Chefe de Gabinete

Juliana Velho

Subsecretário da Subsecretaria Pedagógica

Daniel Barros

Subsecretário da Subsecretaria de Gestão Corporativa

Sergio Sobral de Oliveira Neto

Presidente da Fundação para o Desenvolvimento da Educação

Fabricio Moura Moreira



Apresentação

É com grande satisfação que a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo apresenta sua nova coleção de materiais didáticos, que alia o melhor do mundo digital com a facilidade dos livros impressos.

Desenvolvida com o objetivo de proporcionar uma educação de qualidade, essa coleção foi cuidadosamente elaborada para atender às demandas do ensino contemporâneo. Além de conteúdos atualizados, alinhados à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e ao Currículo Paulista, este livro oferece uma abordagem prática e interativa, incentivando o protagonismo dos estudantes e apoiando os professores com ferramentas que tornam o processo de ensino-aprendizagem cada vez mais eficaz.



Conheça seu livro

Este livro foi criado para apoiar seus estudos, tanto em sala de aula quanto de forma autônoma. Totalmente integrado ao material digital, ele oferece um resumo dos principais conceitos abordados, atividades para praticar o que foi aprendido e exercícios para aprofundar seus conhecimentos.

Resumo

Sistematiza os principais conceitos abordados na aula, garantindo que você fixe o que aprendeu e construa uma visão clara e estruturada do conteúdo.

Esse selo estará na seção "Resumo" quando houver itens correspondentes à aula no "Caderno de Exercícios"

Abertura das aulas

Número da aula Título da aula

AULA 3 **MITOSE E CÂNCER**

Resumo

Exercícios resolvidos

Mitose é o processo de divisão celular que gera duas células idênticas à célula-mãe.

Divisões descontroladas das células resultantes de mutações genéticas podem causar câncer.

Avanços científicos têm contribuído para a prevenção do câncer.

Estilo de vida saudável e diagnóstico precoce são fatores atuantes na prevenção do câncer.

A mitose permite o crescimento, a regeneração de tecidos e a substituição de células mortas.

Quando ocorrem **mutações no DNA** que afetam os genes responsáveis por controlar a mitose, as células podem começar a se dividir de maneira **descontrolada**, originando o câncer. Essas mutações podem ser causadas por:

- **fatores ambientais e comportamentais**, como a exposição a agentes cancerígenos, hábitos de vida e infecções por vírus (por exemplo, o HPV);
- **predisposição genética**.

62

AULA 13

Numeração lateral

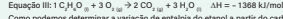
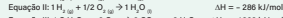
Número das aulas nas laterais, para localização rápida ao longo do livro.

Exercícios resolvidos

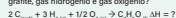
Apresenta a resolução detalhada de exercícios, passo a passo, para que você compreenda o processo e desenvolva suas habilidades de forma mais sólida.

Exercícios resolvidos

1. Dadas as equações:



Como podemos determinar a variação de entalpia do etanol a partir do carbono, grafite, gás hidrogênio e gás oxigênio?



Vamos trabalhar com as equações I, II e III, de modo que a soma delas nos possibilite obter a equação termoquímica de formação do etanol. Para isso, devemos:

1º - Ter 2 mol de $\text{C}_{25}\text{H}_{52}$ no lado dos reagentes. O $\text{C}_{25}\text{H}_{52}$ está presente na equação I, na quantidade de 1 mol. Como a entalpia é uma propriedade extensiva, isto é, depende da quantidade de substância, e precisamos de 2 mol de $\text{C}_{25}\text{H}_{52}$, essa equação (I) e o valor do seu ΔH devem ser multiplicados por 2:



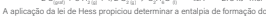
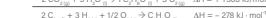
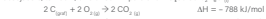
2º - Ter 3 mol de H_2 do lado dos reagentes. O H_2 está presente na equação II, na quantidade de 1 mol. Como precisamos de 3 mol de H_2 , a equação II e o valor do seu ΔH devem ser multiplicados por 3:



3º - Ter 1 mol de $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{g})}$ no lado dos produtos. O $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{g})}$ está presente na equação III, do lado dos reagentes. Para o $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{g})}$ ser o produto, a reação deve ocorrer de maneira inversa; para isso, devemos inverter a equação III. Essa equação é exotérmica; porém, no sentido inverso, ela é endotérmica. Assim, devemos também inverter o sinal do valor do ΔH .



Somando essas três equações, agora devidamente adaptadas, obtemos a equação desejada e, também, o valor de ΔH para a formação do $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{g})}$:



A aplicação da lei de Hess propiciou determinar a entalpia de formação do $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{g})}$ apesar de essa reação não ocorrer dessa maneira em um laboratório.

147



Na prática

Atividade 1

Missão Guardiões das Barragens

Atenção, equipe!

O planeta enfrenta uma nova ameaça. Após os trágicos eventos ocorridos em Brumadinho, autoridades ambientais convocaram vocês — especialistas em gestão de riscos, engenharia, meio ambiente e direitos humanos — para impedir que um novo desastre aconteça.

Após assistirem ao vídeo, em grupos, respondam às questões abaixo. Elas ajudarão sua equipe a entender o que pode melhorar e a propor soluções reais para evitar novos desastres.

1. Quais fatores ou falhas contribuíram para o rompimento da barragem de Brumadinho?

2. Que consequências esse rompimento causou para as pessoas, o meio ambiente e a economia da região?

100

Na prática

Oferece atividades que permitem aplicar e consolidar os conhecimentos adquiridos na aula, ajudando a transformar o que você aprendeu em habilidades concretas.

Na prática

Missão Guardiões das Barragens

Atenção, equipe!

O planeta enfrenta uma nova ameaça. Após os trágicos eventos ocorridos em Brumadinho, autoridades ambientais convocaram vocês, especialistas em gestão de riscos, engenharia, meio ambiente e direitos humanos, para impedir que um novo desastre aconteça.

TODO MUNDO ESCRIBE

Na prática

Piores desastres do mundo na mineração



Veja: "Tragedia em Brumadinho: Quais os piores desastres com barragem do mundo?" Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=33055300000 Acesso em: 10/01/2020

Continua

Material digital

Sempre que uma atividade do material digital apresentar a indicação "Veja no livro!", significa que ela estará aqui para sua resolução.

Atividade 1



Veja no livro!

Referências às atividades a serem realizadas no livro.

Cadernos de Exercícios

Apresenta questões de avaliações externas para que você possa se desafiar, testar seu entendimento e se preparar ainda melhor para futuras provas.

Termometria

Aula 1

1. A cidade do Rio de Janeiro é famosa pelas belas praias e pelas altas temperaturas no verão. Sabendo que num dia típico do verão as temperaturas chegam a 40 °C, determine o valor dessa temperatura nas escalas Fahrenheit e Réaumur.
2. Considerando dois termômetros, um na escala Celsius e outro na escala Fahrenheit, qual é o valor da temperatura, em °C, que a indicação na escala Fahrenheit supera em 60 unidades a indicação na escala Celsius?

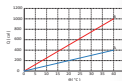
Aula 3

1. Uma barra metálica tem comprimento de 50 cm a 0 °C. Ao ser aquecida a 100 °C, sofreu um aumento de 0,135 cm. Determine o coeficiente de dilatação linear desse metal.
2. O volume de um sólido aumentou em 0,05 cm³ ao ser aquecido de 40 °C a 240 °C. Sendo 500 cm³ o volume do sólido a 40 °C, determine os coeficientes de dilatação volumétrica e linear do material.

Calorimetria

Aula 5

1. O gráfico de calor Q (cal) em função da temperatura t (°C) de dois corpos, A e B, está representado a seguir. Sabendo que a massa de ambos os corpos é de 100 g, determine o calor específico das substâncias que compõem os corpos e suas capacidades térmicas.



2. (UEMA 2012) Um calorímetro de capacidade térmica desprezível contém determinada massa de água a 20 °C. Uma esfera metálica homogênea, de massa quatro vezes menor do que a massa de água no calorímetro, foi colocada dentro dele a uma temperatura de 440 °C e, depois de atingido o equilíbrio térmico, a temperatura do sistema se estabilizou em 40 °C.

Substância	Calor específico (cal/g °C)
Platina	0,03
Prata	0,05
Cobalto	0,09
Ferro	0,10
Alumínio	0,20
Água	1,00

Considerando o sistema termicamente isolado e os valores mostrados na tabela, pode-se afirmar corretamente que a esfera metálica é constituída de:

- a) alumínio.
- b) prata.
- c) platina.
- d) cobalto.
- e) ferro.

3. Determine a quantidade de calor que 100 gramas de gelo a -20 °C devem receber para que, no final, haja somente água líquida a 30 °C.

Dados:

calor específico do gelo = 0,5 cal/g °C
calor latente de fusão = 80 cal/g
calor específico da água = 1,0 cal/g °C

4. (FUVEST 2008) Um aquecedor elétrico é mergulhado em um recipiente com água a 10 °C e, cinco minutos depois, a água começa a ferver a 100 °C. Se o aquecedor não for desligado, toda a água irá evaporar e o aquecedor será danificado. Considerando o momento em que a água começa a ferver, a vaporização da toda a água ocorrerá em um intervalo de aproximadamente:

Calor específico da água = 1,0 cal/(g °C)
Calor de vaporização da água = 540 cal/g

Desconsidere perdas de calor para o recipiente, para o ambiente e para o próprio aquecedor.

- a) 5 minutos.
- b) 10 minutos.
- c) 15 minutos.
- d) 20 minutos.
- e) 30 minutos.

156

157



discord.gg/platformdestroyer

Sumário

FÍSICA

Aula 1	Traduzindo a agitação das partículas em números: compreendendo a temperatura.....	10
Aula 2	Resolvendo problemas de temperatura.....	13
Aula 3	Entre graus e milímetros: como prever a mudança nas dimensões dos sólidos?	16
Aula 4	Expandir para entender: como a diferença de temperatura afeta os materiais sólidos?	21
Aula 5	Quando o calor eleva a temperatura: entendendo o calor sensível	24
Aula 6	Mudança de fase: o calor que não aumenta a temperatura	27
Aula 7	Da condução à radiação: entendendo a propagação do calor.....	31
Aula 8	Do gelo ao vapor: investigando calor sensível e latente	35
Aula 9	Isotérmica, isobárica, isométrica: qual é a diferença?	38
Aula 10	Leis dos gases em prática: de seringas a painéis de pressão	42
Aula 11	Clapeyron em contexto: variáveis de estado na prática	45
Aula 12	Clapeyron na prática: investigando o comportamento dos gases	49
Aula 13	Modelo do gás perfeito: da teoria às aplicações	52
Aula 14	Atividades de revisão: modelo do gás perfeito	55

BIOLOGIA

Aula 1	Radiação: potencialidades e riscos.....	58
Aula 2	Radiação solar	60
Aula 3	Mitose e câncer	62
Aula 4	Meiose	64
Aula 5	Impactos da intervenção humana.....	66
Aula 6	Mineração	69
Aula 7	Monocultura.....	71
Aula 8	Ações de intervenção para mitigar impactos associando-os aos ODS	74



Aula 9	Crises: hídrica e elétrica	81
Aula 10	Zoonoses.....	83
Aula 11	Áreas de preservação permanente.....	86
Aula 12	Perda de hábitat e interações entre os seres vivos	88
Aula 13	Áreas verdes urbanas	90
Aula 14	Revitalização de área verde urbana degradada.....	93

QUÍMICA

Aula 1	Composição e propriedade dos materiais	96
Aula 2	Barragens e mineração	99
Aula 3	Metais tóxicos: riscos à saúde e ao meio ambiente.....	102
Aula 4	Embalagens plásticas: riscos à saúde por uso inadequado.....	106
Aula 5	Impactos provenientes do descarte incorreto dos plásticos	111
Aula 6	Resíduos sólidos.....	118
Aula 7	Efeito estufa e cálculo das emissões de CO ₂	123
Aula 8	Dependência do mundo quanto ao uso de combustíveis não renováveis.....	126
Aula 9	Comparação de poder calorífico e alternativas sustentáveis	131
Aula 10	Recursos renováveis	135
Aula 11	Combustíveis alternativos	140
Aula 12	Ampliando repertório energético	143
Aula 13	Vantagens e desvantagens dos combustíveis alternativos	146
Aula 14	Aspectos quantitativos da termoquímica	150
Caderno de exercícios		155
	Física	155
	Biologia.....	161
	Química	171





FÍSICA



TRADUZINDO A AGITAÇÃO DAS PARTÍCULAS EM NÚMEROS: COMPREENDENDO A TEMPERATURA

Resumo

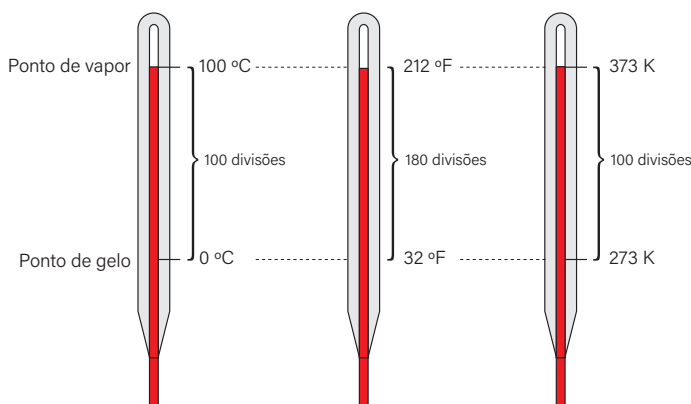
Extra: Caderno de Exercícios – Termometria

A temperatura é uma grandeza física que, de forma subjetiva, relacionamos às sensações de frio e calor. Entretanto, para compreender esse conceito de maneira mais precisa, é importante lembrar que a temperatura está associada, em nível microscópico, ao grau de agitação das partículas que compõem um corpo: quanto maior a agitação das partículas, maior será a temperatura; quanto menor, mais baixa será.

Quando dois ou mais corpos são colocados em contato e, após certo tempo, deixam de trocar energia entre si, dizemos que atingiram o equilíbrio térmico — isto é, estão à mesma temperatura.

A temperatura de um corpo pode ser medida por meio de um instrumento chamado termômetro, que funciona com base no equilíbrio térmico: quando o termômetro entra em contato com um corpo, após algum tempo, ambos atingem a mesma temperatura, e o instrumento indica o valor correspondente.

Os termômetros são construídos a partir da escolha de uma escala termométrica e de pontos fixos, como os pontos de fusão e de ebulição da água. A partir disso, é possível expressar uma mesma temperatura em diferentes escalas (como Celsius, Fahrenheit ou Kelvin) e realizar conversões entre elas por meio de relações matemáticas.



Usando a ideia de proporcionalidade nos intervalos de temperatura, tem-se:

- para conversão entre as escalas Celsius e Fahrenheit:

$$\frac{T_c}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

- para conversão entre as escalas Celsius e Kelvin:

$$T_c = T_K - 273$$

- para conversão entre as escalas Kelvin e Fahrenheit:

$$\frac{T_K - 273}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

Exercícios resolvidos

- 1** Considere um corpo A em equilíbrio térmico com um corpo B, o qual apresenta a mesma temperatura de um terceiro corpo C. Diante disso, o que podemos afirmar sobre a temperatura do corpo A em relação à temperatura do corpo C?

Usando a noção de equilíbrio térmico, podemos afirmar que a temperatura do corpo A é igual à do corpo B. Como o corpo B tem a mesma temperatura do corpo C, concluímos que A e C têm a mesma temperatura.

- 2 (MACKENZIE-SP 2004)** Um estudante observa que, em certo instante, a temperatura de um corpo, na escala Kelvin, é 280 K. Após 2 horas, esse estudante verifica que a temperatura desse corpo, na escala Fahrenheit, é 86 °F. Nessas 2 horas, a variação de temperatura do corpo, na escala Celsius, foi de:

- a)** 23 °C. **b)** 25 °C. **c)** 28 °C. **d)** 30 °C. **e)** 33 °C.

Como a variação de temperatura deve ser expressa em graus Celsius, vamos converter para essa escala a temperatura inicial de 280 K, que chamaremos de T_0 , e a temperatura final de 86 °F, medida após 2 horas, que chamaremos de T . Aplicando as relações vistas em aula, temos:

$$T_c = T_K - 273$$

$$T_c = 280 - 273$$

$$T_c = 7\text{ °C} \Rightarrow T_0 = 7\text{ °C}$$

$$\frac{T_c}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

$$\frac{T_c}{5} = \frac{86 - 32}{9}$$

$$T_c = 30\text{ °C} \Rightarrow T = 30\text{ °C}$$

A variação de temperatura (ΔT) será de:

$$\Delta T = T - T_0 \Rightarrow \Delta T = 23\text{ °C}$$

Portanto, a alternativa correta é a letra A.

Na prática

A temperatura é diretamente proporcional ao grau de agitação das partículas, logo o corpo A apresentará maior temperatura que o corpo B.

- 1 O corpo A apresenta partículas com estado de agitação maior do que as partículas do corpo B. Dessa maneira, podemos afirmar que:
 - a) a temperatura dos dois corpos é a mesma.
 - b) a temperatura do corpo B é maior que a temperatura do corpo A.
 - ☒ c) a temperatura do corpo A é maior que a temperatura do corpo B.
 - d) as partículas do corpo B apresentam maior energia cinética do que as partículas do corpo A.
 - e) o estado de agitação nada tem a ver com a temperatura.
- 2 Um médico verifica a temperatura de um paciente colocando o termômetro na axila. De acordo com seus conhecimentos, responda: por que o médico deve esperar um tempo para retirar o termômetro de seu paciente?

É necessário aguardar para que o termômetro e o corpo do paciente atinjam o equilíbrio térmico.

Dessa forma, o termômetro registrará uma certa temperatura que será a mesma do paciente.

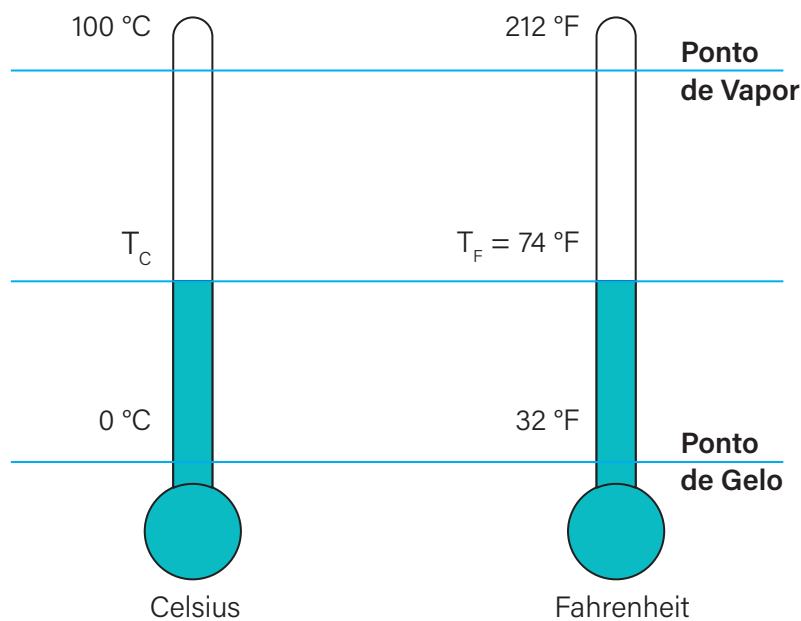
AULA

2

RESOLVENDO PROBLEMAS DE TEMPERATURA

Na prática

- 1 Imagine que Luiz aferiu 74 °F no termômetro emprestado por seus amigos. Qual seria o valor dessa temperatura na escala Celsius?



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

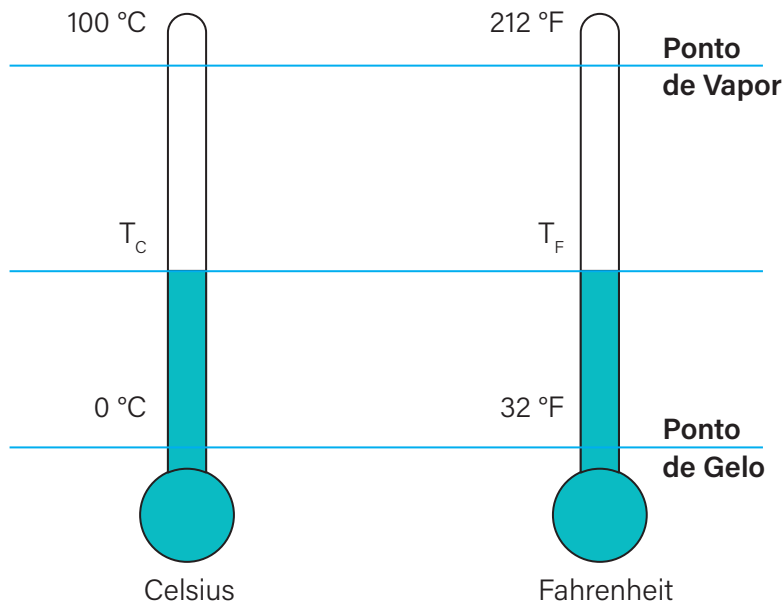
$$\frac{T_C}{5} = \frac{74 - 32}{9}$$

$$\frac{T_C}{5} = \frac{42}{9}$$

$$T_C \cong 23,3\text{ °C}$$

Portanto, concluímos que a temperatura equivale a, aproximadamente, 23 °C.

2 Para qual valor de temperatura as escalas Celsius e Fahrenheit coincidem?



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Para descobrir o valor de temperatura que coincide em ambas as escalas, teremos:

$T_c = T_f = T$. Portanto:

$$\frac{T}{5} = \frac{T - 32}{9}$$

$$9T = 5T - 160$$

$$4T = -160$$

$$T = -40 \rightarrow T_c = -40^\circ\text{C} \rightarrow T_f = -40^\circ\text{F}$$

- 3** Um termômetro na escala Celsius registrou inicialmente uma temperatura $T_i = 20^\circ\text{C}$. Posteriormente, registrou uma temperatura $T_f = 80^\circ\text{C}$. A variação de temperatura sofrida na escala Celsius, portanto, foi de $\Delta T = 60^\circ\text{C}$. Se pensarmos na escala Kelvin, qual seria a variação de temperatura sofrida nela?

Lembre-se de que, apesar de terem pontos de referência diferentes, ambas são escalas centígradas.

Dessa forma, não é necessário calcular os valores correspondentes de T_i e T_f na escala Kelvin.

Podemos dizer que, se $\Delta T = 60^\circ\text{C}$ na escala Celsius, logo, na escala Kelvin, $\Delta T = 60\text{ K}$.

- 4 A menor temperatura até hoje registrada na superfície da Terra ocorreu em 21 de julho de 1983 na estação russa de Vostok, na Antártida, e seu valor foi de -89°C . Na escala Kelvin, qual valor essa temperatura assumiria?

Usando a relação de conversão entre as escalas Celsius e Kelvin, tem-se:

$$T_c = T_k - 273$$

$$T_k = T_c + 273$$

$$T_k = -89 + 273 = 184 \text{ K}$$

ENTRE GRAUS E MILÍMETROS: COMO PREVER A MUDANÇA NAS DIMENSÕES DOS SÓLIDOS?

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Dilatação térmica

Como visto anteriormente, a temperatura está relacionada, microscopicamente, ao estado de agitação das partículas de um corpo, ou seja, quanto maior a agitação, maior será a temperatura.

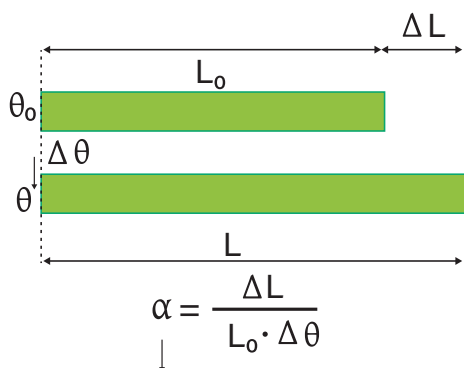
Ao considerar um corpo sólido, o aumento de temperatura, em geral, provocará um fenômeno denominado **dilatação térmica**, responsável pelo aumento de suas dimensões. O contrário também é verdadeiro; ou seja, quando há diminuição de temperatura, as dimensões do corpo diminuem.

Em geral, quando um corpo sólido é aquecido, ele se dilata em todas as direções. Essa dilatação pode ser analisada de diferentes maneiras: quando o interesse está apenas na variação de um comprimento, a dilatação é chamada de linear; quando se considera a alteração de uma área, recebe o nome de dilatação superficial; e, ao se analisar a variação do volume, é denominada dilatação volumétrica.

Existem fatores que influenciam a dilatação, como: a natureza e as propriedades intrínsecas ao material, vinculadas ao **coeficiente de dilatação**; a variação de temperatura sofrida; e as dimensões iniciais, que o corpo tinha antes da variação térmica. Tais medidas se relacionam por meio de expressões matemáticas que permitem calcular a dilatação sofrida.

Dilatação Linear (ΔL)

Considere um sólido metálico em forma de barra, com comprimento inicial L_0 e temperatura inicial θ_0 . Quando aquecida, essa barra atinge temperatura θ e sofre aumento de tamanho (ΔL), passando a ter um comprimento L .



Coeficiente de dilatação linear do material

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta$$

Unidade no S.I.: $^{\circ}\text{C}^{-1}$

Esquema de dilatação linear.

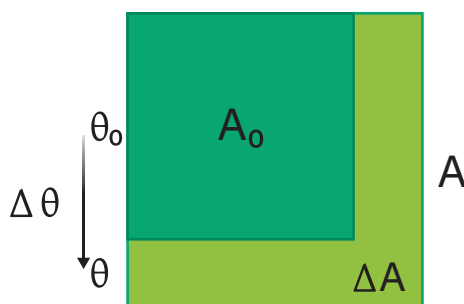
$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta$$

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot (\theta - \theta_0)$$

$$L = L_0 + \Delta L$$

Dilatação Superficial (ΔA)

Considere uma placa metálica, com área inicial A_0 e temperatura inicial θ_0 . Quando aquecida, essa placa atinge temperatura θ e sofre aumento de área (ΔA), passando a ter uma área A .



$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta \theta$$

Esquema de dilatação superficial.

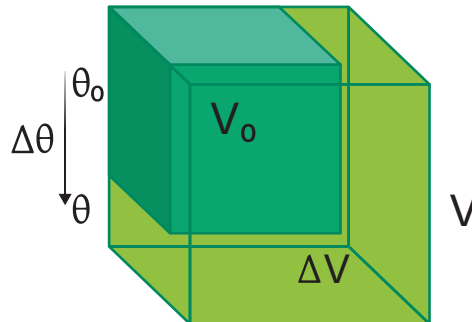
$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta \theta$$

$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot (\theta - \theta_0) \text{ sendo } \beta = 2 \cdot \alpha$$

$$A = A_0 + \Delta A$$

Dilatação Volumétrica (ΔV)

Considere um cubo metálico, com volume inicial V_0 e temperatura inicial θ_0 . Quando aquecido, o cubo atinge temperatura θ e sofre aumento de volume (ΔV), passando a ter um volume V .



$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta \theta$$

Esquema de dilatação volumétrica.

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta \theta$$

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot (\theta - \theta_0) \text{ sendo } \gamma = 3 \cdot \alpha$$

$$V = V_0 + \Delta V$$

Exercícios resolvidos

- 1** Uma barra de cobre, homogênea e uniforme, mede 20 m, a 0 °C. Calcule a variação do comprimento dessa barra, em milímetros, quando aquecida a 50 °C.

Dado: coeficiente de dilatação linear do cobre $\alpha = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Usando a equação da dilatação linear, temos:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta$$

Substituindo os valores fornecidos:

$$\Delta L = 20 \cdot 1,6 \cdot 10^{-5} (50 - 0)$$

$$\Delta L = 0,016 \text{ m} = 16 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 16 \text{ mm}$$

Na prática

Atividade 1

(CEFET-MG 2009 - Adaptada) Uma placa de material metálico apresenta um orifício de pequenas dimensões. Ao ser aquecida, sua superfície _____ e o orifício _____. Os termos que preenchem, corretamente, as lacunas são:

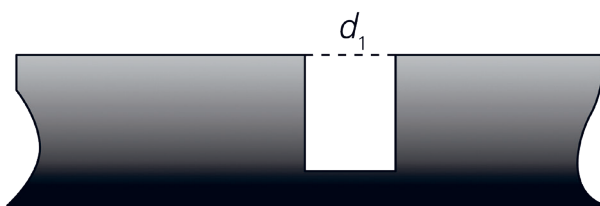
- a)** dilata, dilata.
- b)** dilata, contrai.
- c)** contrai, contrai.
- d)** não se altera, dilata.
- e)** contrai, não se altera.

Quando uma placa de material metálico com um orifício é **aquecida**, tanto a superfície da placa quanto o orifício sofrem dilatação térmica. O orifício se comporta como se fosse preenchido pelo mesmo material da placa, expandindo-se junto com ela.

Portanto, a alternativa correta é a letra A.

Atividade 2

(OBF 2000) A figura ilustra uma peça de metal com um orifício de diâmetro d_1 e um pino de diâmetro d_2 , ligeiramente maior que o orifício d_1 , quando à mesma temperatura. Para introduzir o pino no orifício, pode-se:

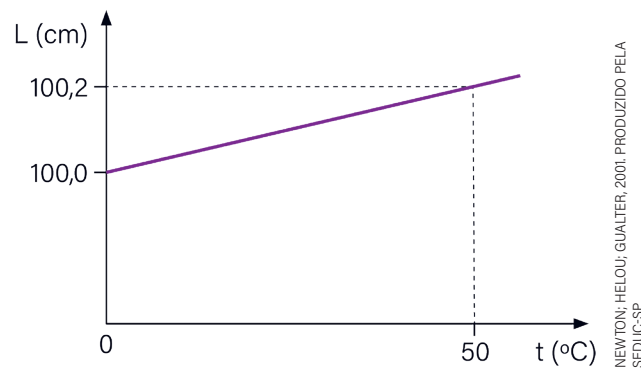


- a)** aquecer ambos: o orifício e o pino.
- b)** aquecer o pino e resfriar o orifício.
- c)** resfriar o pino.
- d)** resfriar o orifício.
- e)** resfriar ambos: o orifício e o pino.

O diâmetro d_2 (pino) é maior que o diâmetro d_1 (orifício). Para que o pino entre no orifício, é necessário que o diâmetro do pino diminua, ou que o diâmetro do orifício aumente, ou ainda uma combinação de ambos. Dentre as opções, ao resfriar somente o pino, ele sofrerá uma contração térmica, o que facilitaria sua inserção.

Atividade 3

A figura a seguir representa o comprimento de uma barra metálica em função de sua temperatura.



Qual o valor do coeficiente de dilatação linear do material dessa barra?

A partir do gráfico, é possível extrair as medidas dos comprimentos (inicial e final) e as temperaturas (inicial e final).

$$L_0 = 100 \text{ cm}$$

$$L = 100,2 \text{ cm}$$

$$\theta_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

Dada a relação de dilatação linear:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta$$

Substituindo os valores conhecidos, temos:

$$L - L_0 = L_0 \cdot \alpha \cdot (\theta - \theta_0)$$

$$100,2 - 100 = 100 \cdot \alpha \cdot (50 - 0)$$

$$0,2 = 5\,000 \cdot \alpha$$

$$\alpha = 4 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

AULA

4

EXPANDIR PARA ENTENDER: COMO A DIFERENÇA DE TEMPERATURA AFETA OS MATERIAIS SÓLIDOS?

Na prática

- 1 Uma barra de alumínio tem comprimento de 200 cm, a 20°C. O coeficiente de dilatação térmica do alumínio vale $22 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. Determine, em centímetros, o comprimento da barra a 120 °C.

Pelo enunciado, podemos extrair as seguintes informações:

$$L_0 = 200 \text{ cm}$$

$$\theta_0 = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\theta = 120 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Aplicando a relação de dilatação linear e substituindo os valores conhecidos, temos que:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta$$

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot (\theta - \theta_0)$$

$$\Delta L = 200 \cdot 22 \cdot 10^{-6} \cdot (120 - 20)$$

$$\Delta L = 44 \cdot 10^{-2}$$

$$\Delta L = 0,44 \text{ cm}$$

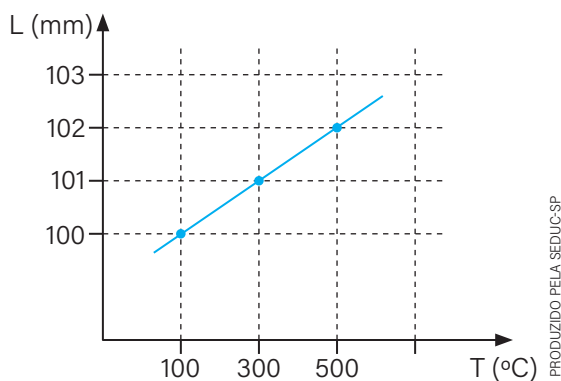
Logo, o comprimento da barra ao final do aquecimento é de:

$$L = L_0 + \Delta L$$

$$L = 200 + 0,44$$

$$L = 200,44 \text{ cm}$$

- 2 (UFPE 2006 – Adaptada) O gráfico abaixo apresenta a variação do comprimento L de uma barra metálica em função da temperatura.



Qual o coeficiente de dilatação linear da barra, em $^{\circ}\text{C}^{-1}$?

- a) $1,00 \cdot 10^{-5}$ b) $2,00 \cdot 10^{-5}$ c) $3,00 \cdot 10^{-5}$ d) $4,00 \cdot 10^{-5}$ **e) $5,00 \cdot 10^{-5}$**

Pelo gráfico, podemos extrair que:

$$L_0 = 100 \text{ mm para } \theta_0 = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$L = 102 \text{ mm para } \theta = 500 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Aplicando a relação de dilatação linear e substituindo os valores conhecidos, temos que:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta$$

$$L - L_0 = L_0 \cdot \alpha \cdot (\theta - \theta_0)$$

$$102 - 100 = 100 \cdot \alpha \cdot (500 - 100)$$

$$\alpha = 0,5 \cdot 10^{-4} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

Portanto, a alternativa correta é a letra E.

- 3** A variação da área de uma chapa foi de $0,3 \text{ cm}^2$ quando sua temperatura variou de $100 \text{ }^\circ\text{C}$. Se a área inicial da chapa era de 100 cm^2 , determine os coeficientes de dilatação térmica superficial e linear do material da chapa.

Pelo enunciado, podemos extrair as seguintes informações:

$$\Delta A = 0,3 \text{ cm}^2$$

$$\Delta \theta = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$A_0 = 100 \text{ cm}^2$$

Aplicando a relação de dilatação superficial e substituindo os valores conhecidos, temos que:

$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta \theta$$

$$0,3 = 100 \cdot \beta \cdot 100$$

$$\beta = 30 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

E sabendo que $\beta = 2 \cdot \alpha$, temos que:

$$\beta = 2 \cdot \alpha$$

$$30 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot \alpha$$

$$\alpha = 15 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

- 4** Ao ser aquecido de $30 \text{ }^\circ\text{C}$ para $230 \text{ }^\circ\text{C}$, o volume de um sólido aumenta $0,02 \text{ cm}^3$. Sendo o volume do sólido de 100 cm^3 , a $30 \text{ }^\circ\text{C}$, determine os coeficientes de dilatação térmica linear, superficial e volumétrica do material que constitui o sólido.

Pelo enunciado, podemos extrair as seguintes informações:

$$\theta_0 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta = 230 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta V = 0,02 \text{ cm}^3$$

$$V_0 = 100 \text{ cm}^3$$

Aplicando a relação de dilatação superficial e substituindo os valores conhecidos, temos que:

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta \theta$$

$$0,02 = 100 \cdot \gamma \cdot 200$$

$$\gamma = 1 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

Sabendo que $\gamma = 3 \cdot \alpha$, temos que:

$$\gamma = 3 \cdot \alpha$$

$$1 \cdot 10^{-6} = 3 \cdot \alpha$$

$$\alpha = \frac{1}{3} \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

E sabendo que $\beta = 2 \cdot \alpha$, temos que:

$$\beta = 2 \cdot \alpha \rightarrow \beta = \frac{2}{3} \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

QUANDO O CALOR ELEVA A TEMPERATURA: ENTENDENDO O CALOR SENSÍVEL

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Calorimetria

Vimos que o **calor** é a energia que transita entre corpos com diferentes temperaturas até que o equilíbrio térmico seja atingido. Como o calor é uma forma de energia, sua unidade, no SI, é o **Joule (J)**, no entanto é comum utilizarmos a unidade **caloria (cal)**, sendo: **1 cal = 4,18 J**.

O calor recebido ou cedido por um corpo pode: produzir a variação da sua temperatura ou a mudança de seu estado físico. Quando tivermos a situação de variação de temperatura, denominamos essa energia térmica em trânsito de **calor sensível**.

O **calor sensível (Q)** se relaciona com:

- a massa do corpo (m);
- a variação de temperatura sofrida ($\Delta\theta$);
- a propriedade física denominada **calor específico (c)**.

Matematicamente, pode ser expresso por: $Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$, conhecida como equação fundamental da calorimetria.

O calor específico (c) é definido pela quantidade de calor que uma unidade de massa do corpo precisa receber ou ceder para que sua temperatura varie em uma unidade. Essa grandeza depende do material que compõe o corpo.

Outra grandeza física que podemos relacionar ao calor sensível é a **capacidade térmica (C)** definida pelo produto da massa do corpo (m) e calor específico (c), ou seja: $C = m \cdot c$.

Exercícios resolvidos

- 1 Ao receber 300 calorias, um corpo de massa 50 gramas tem sua temperatura aumentada em 20 °C. Determine a capacidade térmica do corpo e o calor específico do material que o compõe.

Pelo enunciado, temos que:

$$Q = 300 \text{ cal}$$

$$m = 50 \text{ g}$$

$$\Delta\theta = 20^\circ\text{C}$$

Usando a equação fundamental da calorimetria e substituindo os valores conhecidos, temos:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$Q = C \cdot \Delta\theta$$

$$300 = C \cdot 20$$

$$C = 15 \frac{\text{cal}}{^\circ\text{C}}$$

Aplicando a relação da capacidade térmica, temos:

$$C = m \cdot c$$

$$15 = 50 \cdot c$$

$$c = 0,3 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Na prática

Atividade 1

(UFPR 2013) Para aquecer 500 g de certa substância de 20 °C a 70 °C, foram necessárias 4 000 calorias. A capacidade térmica e o calor específico valem, respectivamente:

a) 8 cal / °C e 0,08 cal / g °C

b) 80 cal / °C e 0,16 cal / g °C

c) 90 cal / °C e 0,09 cal / g °C

d) 95 cal / °C e 0,15 cal / g °C

e) 120 cal / °C e 0,12 cal / g °C

Pelo enunciado, temos que:

$$m = 500 \text{ g}$$

$$\theta_{\text{inicial}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{\text{final}} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Q = 4\,000 \text{ cal}$$

Usando a equação fundamental da calorimetria, substituindo os valores conhecidos, temos:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta = C \cdot (\theta_{\text{final}} - \theta_{\text{inicial}})$$

$$4\,000 = C \cdot (70 - 20)$$

$$C = 80 \frac{\text{cal}}{^{\circ}\text{C}}$$

Aplicando a relação da capacidade térmica, temos que:

$$C = m \cdot c$$

$$80 = 500 \cdot c$$

$$c = 0,16 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

Portanto, a alternativa correta é a letra B.

Atividade 2

Determine a quantidade de calor, em calorias, que uma panela de alumínio de 500 g deve receber para que sua temperatura aumente de 30 °C para 70 °C.

Dado: o calor específico do alumínio é 0,22 cal / g · °C.

Pelo enunciado, temos que:

$$m = 500 \text{ g}$$

$$\theta_{\text{inicial}} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{\text{final}} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$c = 0,22 \text{ cal / g} \cdot ^{\circ}\text{C}$$

Usando a equação fundamental da calorimetria

e substituindo os valores conhecidos, temos:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$Q = m \cdot c \cdot (\theta_{\text{final}} - \theta_{\text{inicial}})$$

$$Q = 500 \cdot 0,22 \cdot (70 - 30)$$

$$Q = 4\,400 \text{ cal}$$

AULA

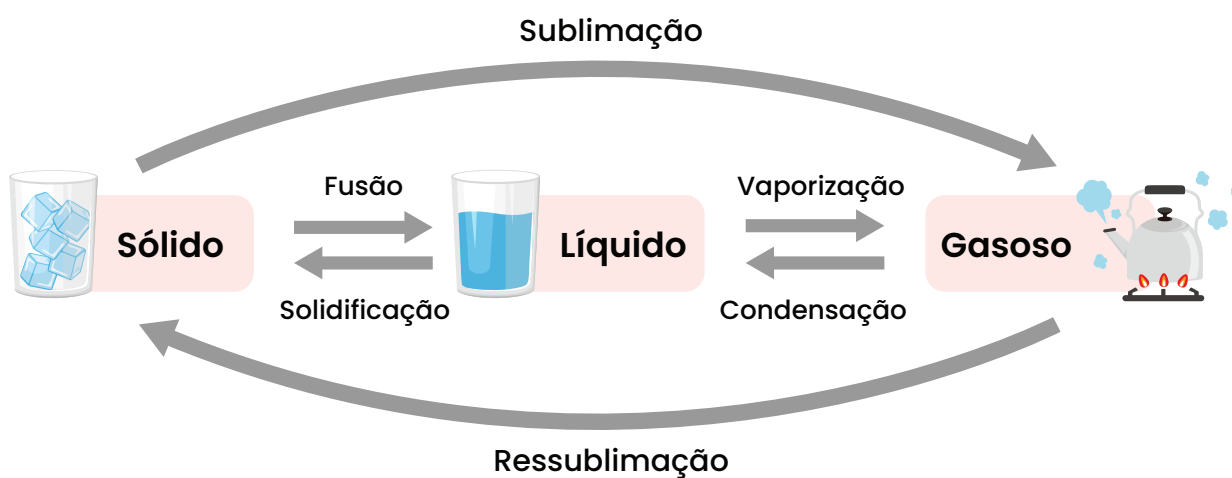
6

MUDANÇA DE FASE: O CALOR QUE NÃO AUMENTA A TEMPERATURA

Resumo

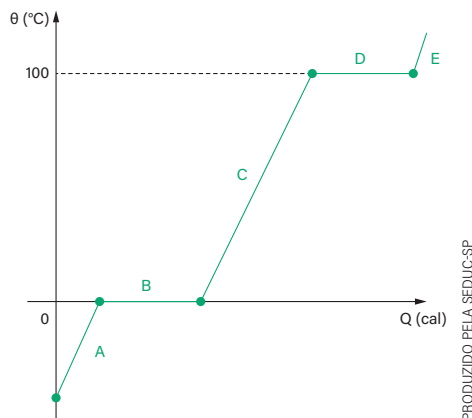
Extra: Caderno de Exercícios – Calorimetria

Há três estados de agregação da matéria, classificados por: estado sólido, estado líquido e estado gasoso (gás ou vapor). A figura a seguir ilustra as possíveis mudanças de estado que um corpo pode sofrer.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM © GETTY IMAGES

Se considerarmos uma amostra de gelo recebendo calor de uma fonte térmica, ao longo do tempo, a amostra passará tanto por mudanças de temperaturas como também por mudanças de estado físico. Sob pressão normal, esses processos podem ser acompanhados pelo diagrama a seguir, denominado curva de aquecimento da água.



Pode-se dizer que:

- em A, o gelo passa por mudança de temperatura, ou seja, recebe calor sensível;
- em B, há o processo de fusão, em que a amostra recebe calor latente e a sua temperatura se mantém em 0 °C;
- em C, a água passa por mudança de temperatura, de 0 °C a 100 °C, recebe calor sensível;
- em D, há o processo de vaporização, em que a amostra recebe calor latente e a sua temperatura se mantém em 100 °C;
- em E, o vapor de água passa por mudança de temperatura, ou seja, recebe calor sensível.

A quantidade de calor necessária para ocasionar a **mudança de fase** de uma unidade de massa (**m**) de uma dada substância pura, à **temperatura constante**, é chamada **calor latente (L)**. Pode-se determinar essa quantidade por meio da seguinte expressão:

$$L = \frac{Q_l}{m}$$

Em que:

Q_l é a quantidade total de calor trocada durante a mudança de fase;

L é o calor latente da mudança de fase;

m é a massa da substância.

O calor latente depende:

- do tipo de mudança de fase (fusão, vaporização etc.);
- da natureza da substância;
- da pressão.

Para a água, por exemplo, o **calor latente de fusão**, à pressão de 1,0 atm, é de

$L_f = 80 \text{ cal/g}$ e o **calor de vaporização** é de $L_v = 540 \text{ cal/g}$.

Exercícios resolvidos

1 Para ser aquecido de -20 °C a 30 °C , qual deve ser a quantidade de calor fornecida a 200 g de gelo? Sabendo que a pressão atmosférica é constante e normal, considere os seguintes dados:

- calor específico do gelo = $0,5\text{ cal/g °C}$
- calor latente de fusão = 80 cal/g
- calor específico da água = $1,0\text{ cal/g °C}$

Consideramos o aquecimento deste caso, em etapas:

Q_1 : quantidade de calor sensível que o gelo recebeu de -20 °C a 0 °C ;

Q_2 : quantidade de calor latente durante a fusão a 0 °C ;

Q_3 : quantidade de calor sensível que a **água (gelo que se fundiu)** recebeu de 0 °C a 30 °C .

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q = m \cdot c_{\text{gelo}} \cdot (0 - (-20)) + m \cdot L_{\text{fusão}} + m \cdot c_{\text{água}} \cdot (30 - 0)$$

$$Q = 200 \cdot 0,5 \cdot (0 - (-20)) + 200 \cdot 80 + 200 \cdot 1 \cdot (30 - 0)$$

$$Q = 2\,000 + 16\,000 + 6\,000$$

$$Q = 24\,000\text{ cal}$$

Na prática

Atividade 1

Dentro de uma panela, que está sendo aquecida no fogão, há 500 mL de água em ebulição. Calcule a quantidade de calor, em kcal, necessária para vaporizar toda a água, dado que o calor latente de vaporização da água é de 540 cal/g .

$$Q = 270 \text{ kcal}$$

Como a água está mudando de estado físico, do líquido para o gasoso (vaporização), não há mudança de temperatura, portanto, devemos usar a expressão do calor latente. Sabendo que o calor latente de vaporização da água (L) é de 540 cal/g , e que a densidade da água é de 1 g/mL , ou seja, que a massa de água (m) é de 500 g , temos:

$$Q = m \cdot L$$

$$Q = 500 \cdot 540$$

$$Q = 270\,000 \text{ cal} = 270 \text{ kcal}$$

Atividade 2

Em um recipiente termicamente isolado misturam-se 200 g de gelo a 0°C com 200 g de água a 40°C . Dados: calor específico da água = $1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, calor latente de fusão = 80 cal/g .

Determine:

- a temperatura de equilíbrio da mistura.
- a massa de gelo que se funde.

a) $\theta_{\text{equilíbrio}} = 0$

b) $m = 100 \text{ g}$

Para sabermos o que aconteceu na situação proposta, calcularemos a quantidade de calor necessária para derreter todo o gelo.

$$Q_{\text{fusão}} = m \cdot L_{\text{fusão}}$$

$$Q_{\text{fusão}} = 200 \cdot 80$$

$$Q_{\text{fusão}} = 16\,000 \text{ cal}$$

Depois calcularemos a quantidade de calor que a água pode fornecer, variando sua temperatura de 40°C a 0°C .

$$Q = m \cdot c \cdot (\theta - \theta_0)$$

$$Q = 200 \cdot 1 \cdot (0 - 40)$$

$$Q = -8\,000 \text{ cal}$$

Comparando os valores calculados, nota-se que a energia transferida da água para o gelo

não é suficiente para derreter toda a massa de gelo. Assim, a água atinge 0°C , liberando $8\,000 \text{ cal}$ para o gelo. Portanto, a temperatura final da mistura de gelo e água é de 0°C e a massa de gelo que sofre a mudança de estado será de:

$$\begin{aligned} Q &= m \cdot L_{\text{fusão}} \\ 8\,000 &= m \cdot 80 \\ m &= 100 \text{ g} \end{aligned}$$

AULA

7

DA CONDUÇÃO À RADIAÇÃO: ENTENDENDO A PROPAGAÇÃO DO CALOR

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Calorimetria

Já vimos anteriormente que dois corpos em diferentes temperaturas, quando colocados na presença um do outro e isolados do meio ambiente, buscam a situação de equilíbrio térmico.

Isso acontece porque há um fluxo de energia térmica do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura. A essa energia em trânsito dá-se o nome de **calor**.

O **calor** é propagado de três maneiras diferentes: **condução**, **convecção** e **irradiação**.

Condução térmica

Ocorre quando a transferência de calor se dá em meios sólidos, por vibração molecular. Por exemplo: ao colocarmos uma das extremidades de uma barra metálica em contato com uma chama e segurar a outra extremidade.

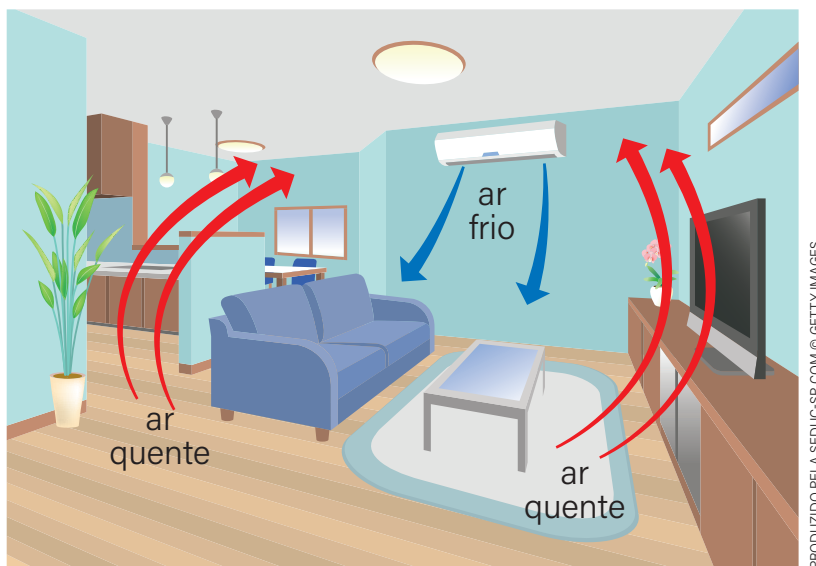


Com o passar do tempo, é possível perceber que o local em que a barra é segurada está quente, mesmo estando distante da chama. Esse processo ocorre porque as partículas, em contato com a chama, se agitam mais, causando um movimento vibratório mais intenso que se propaga ao longo da barra, de molécula a molécula, chegando a outra extremidade.

Convecção térmica

Ocorre quando a transferência de calor se dá em meios fluidos (líquidos ou gases/vapores), nos quais há deslocamento do fluido devido à diferença de densidades. Por exemplo: uma sala com o ar-condicionado.

Quando ligado, o aparelho resfria a massa de ar próxima a ele, fazendo com que as partículas dessa massa sofram diminuição de volume, o que leva ao aumento da densidade.



Assim, essa massa de ar frio (mais denso) se desloca para baixo e a massa de ar quente (menos denso), que ocupava o espaço inferior da sala, se desloca para cima.

O processo de convecção também acontece em outras situações, como: no aquecimento de água em uma panela, na formação de nuvens, na formação das brisas marítimas, no funcionamento da geladeira etc.

Irradiação

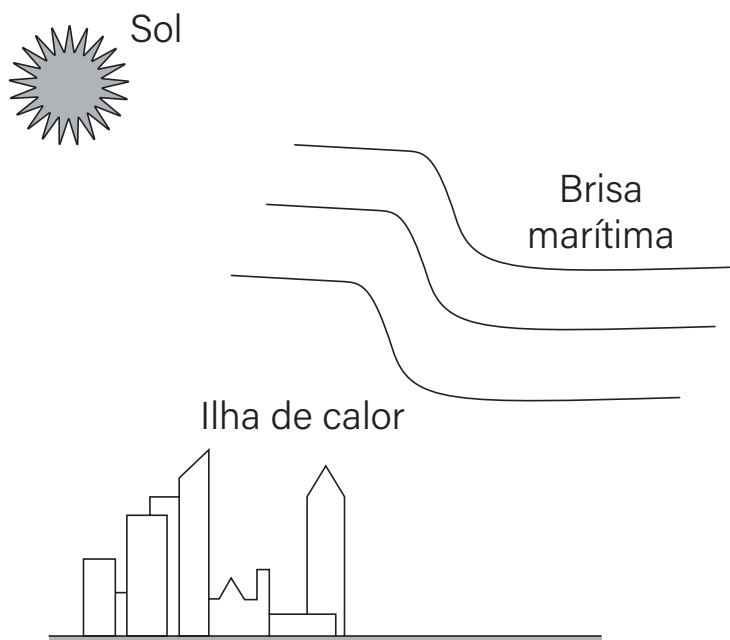
Ocorre quando a transferência de calor se dá por ondas eletromagnéticas, principalmente infravermelhas, sem a necessidade de meio material.



Na prática

Atividade 1

(ENEM 2021) Na cidade de São Paulo, as ilhas de calor são responsáveis pela alteração da direção do fluxo da brisa marítima que deveria atingir a região de mananciais. Mas, ao cruzar a ilha de calor, a brisa marítima agora encontra um fluxo de ar vertical, que transfere para ela energia térmica absorvida das superfícies quentes da cidade, deslocando-a para altas altitudes. Dessa maneira, há condensação e chuvas fortes no centro da cidade, em vez de na região de mananciais. A imagem apresenta os três subsistemas que trocam energia nesse fenômeno.



No processo de fortes chuvas no centro da cidade de São Paulo, há dois mecanismos dominantes de transferência de calor: entre o Sol e a ilha de calor, e entre a ilha de calor e a brisa marítima. Esses mecanismos são, respectivamente:

- a) irradiação e convecção.
- b) irradiação e irradiação.
- c) condução e irradiação.
- d) convecção e irradiação.
- e) convecção e convecção.

O calor do sol chega à Terra por radiação, por meio de ondas eletromagnéticas. A ilha de calor urbana aquece o ar acima dela, tornando-o menos denso e fazendo-o se deslocar para cima, e a brisa marítima com ar mais denso se deslocará para baixo, formando as correntes de convecção.

Portanto, a alternativa correta é a letra A.

Atividade 2

(ENEM PPL 2013 - Adaptada) Quais são os processos de propagação de calor relacionados à fala de cada personagem?



- a) Convecção e condução.
- b) Convecção e irradiação.
- c) Condução e convecção.
- d) Irradiação e convecção.
- e) Irradiação e condução.**

O primeiro personagem fala sobre o aquecimento devido ao sol, ou seja, sobre o processo de radiação térmica. Já o segundo personagem fala sobre o uso das luvas, e considerando que as luvas são feitas de material isolante térmico, como a lã, ele está se referindo ao processo de condução térmica.

Portanto, a alternativa correta é a letra E.

AULA

8

DO GELO AO VAPOR: INVESTIGANDO CALOR SENSÍVEL E LATENTE

Na prática

Atividade 1

Em um sistema termicamente isolado, são misturados 200 g de água a 90 °C com 200 g de água a 20 °C. Qual a temperatura de equilíbrio da mistura?

Dado: calor específico da água = 1,0 cal/g °C

Gabarito: $\theta = 55\text{ °C}$

Resolução: Temos a mistura de duas porções de água, que trocam calor entre si. Pelo enunciado, temos:

$$c_{\text{água}} = 1,0 \text{ cal/g °C}$$

$$\text{porção 1: } m_{\text{água}} = 200 \text{ g}$$

$$\theta_{0_1} = 90\text{ °C}$$

$$\text{porção 2: } m_{\text{água}} = 200 \text{ g}$$

$$\theta_{0_2} = 20\text{ °C}$$

No sistema termicamente isolado, na situação de equilíbrio térmico, temos que:

$$\Sigma Q = 0$$

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$m_{\text{água}} \cdot c \cdot (\theta - \theta_{0_1}) + m_{\text{água}} \cdot c \cdot (\theta - \theta_{0_2}) = 0$$

$$200 \cdot 1 \cdot (\theta - 90) + 200 \cdot 1 \cdot (\theta - 20) = 0$$

$$400\theta = 22\,000$$

$$\theta = 55\text{ °C}$$

Atividade 2

Calcule a quantidade de calor necessária para transformar 10 g de gelo, inicialmente a -20°C , em água líquida, a 40°C .

Dados: calor específico do gelo = $0,5 \text{ cal/g }^{\circ}\text{C}$

calor específico da água = $1,0 \text{ cal/g }^{\circ}\text{C}$

calor latente de fusão = 80 cal/g

Gabarito: $Q_{\text{Total}} = 1\,300 \text{ cal}$

Resolução: Para calcular a quantidade de calor necessária para transformar 10 g de gelo, inicialmente a -20°C , em água líquida, a 40°C , usaremos as fórmulas de calor sensível e latente. Assim,

teremos: $Q_{\text{Total}} = Q_1 + Q_2 + Q_3$

Substituindo os valores conhecidos, temos que:

$$Q_{\text{Total}} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_{\text{Total}} = (m \cdot c \cdot \Delta\theta)_{\text{gelo}} + m \cdot L_{\text{Fusão}} + (m \cdot c \cdot \Delta\theta)_{\text{água}}$$

$$Q_{\text{Total}} = \left(10 \text{ g} \cdot \frac{0,5 \text{ cal}}{\text{g}^{\circ}\text{C}} \cdot 20^{\circ}\text{C} \right)_{\text{gelo}} + 10 \text{ g} \cdot 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}} + \left(10 \text{ g} \cdot \frac{1,0 \text{ cal}}{\text{g}^{\circ}\text{C}} \cdot 40^{\circ}\text{C} \right)_{\text{água}}$$

$$Q_{\text{Total}} = 100 \text{ cal} + 800 \text{ cal} + 400 \text{ cal}$$

$$Q_{\text{Total}} = 1\,300 \text{ cal}$$

Atividade 3

Calcule a quantidade de calor necessária para transformar 100 g de água, inicialmente a 20 °C, em vapor de água, a 110 °C, e construa o diagrama de temperatura x calor.

Dados: calor específico do vapor de água = 0,5 cal/g °C

calor específico da água = 1,0 cal/g °C

calor latente de vaporização = 540 cal/g

Gabarito: $Q_{\text{Total}} = 62\,500 \text{ cal}$

Resolução: Para calcular a quantidade de calor necessária para transformar 100 g de água, inicialmente a 20 °C, em vapor de água, a 110 °C, usaremos as fórmulas de calor sensível e latente. Assim, teremos:

$$Q_{\text{Total}} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Substituindo os valores conhecidos, temos que:

$$Q_{\text{Total}} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

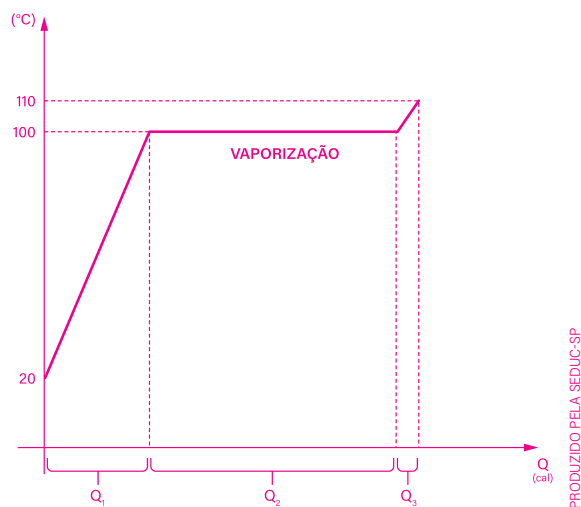
$$Q_{\text{Total}} = (m \cdot c \cdot \Delta\theta)_{\text{água}} + m \cdot L_{\text{vaporização}} + (m \cdot c \cdot \Delta\theta)_{\text{vapor}}$$

$$Q_{\text{Total}} = \left(100 \text{ g} \cdot \frac{1,0 \text{ cal}}{\text{g}^\circ\text{C}} \cdot 80^\circ\text{C} \right)_{\text{água}} + 100 \text{ g} \cdot 540 \frac{\text{cal}}{\text{g}} + \left(100 \text{ g} \cdot \frac{0,5 \text{ cal}}{\text{g}^\circ\text{C}} \cdot 10^\circ\text{C} \right)_{\text{vapor}}$$

$$Q_{\text{Total}} = 8\,000 \text{ cal} + 54\,000 \text{ cal} + 500 \text{ cal}$$

$$Q_{\text{Total}} = 62\,500 \text{ cal}$$

Lembre-se de que na curva de aquecimento da água, o processo de vaporização ocorre em temperatura constante de 100 °C.



ISOTÉRMICA, ISOBÁRICA, ISOMÉTRICA: QUAL É A DIFERENÇA?

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Termodinâmica

A matéria pode se apresentar em três estados de agregação: sólido, líquido e gasoso. Na fase gasosa, as forças de coesão são praticamente desprezíveis, fazendo que as partículas se movam desordenadamente, colidindo com as paredes do recipiente ocupado.

Nessa movimentação das partículas de um gás, todo o volume disponível é preenchido, portanto o **volume de um gás** é o volume do recipiente que o contém.

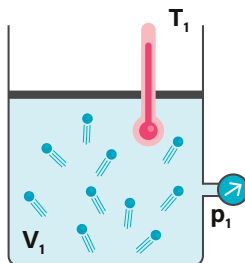
Durante as colisões, as partículas do gás interagem com as paredes do recipiente, exercendo pressão nos pontos de contato. Em condições apropriadas, a pressão exercida pelas partículas não deve variar, sendo assim, chamada simplesmente de pressão do gás.

Já vimos que o grau de agitação das partículas se relaciona com a **temperatura**, ou seja, quanto maior a agitação térmica, maior a temperatura.

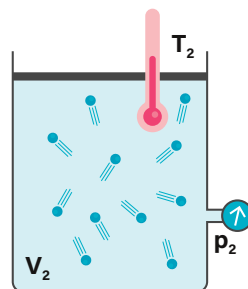
As grandezas físicas **temperatura (T)**, **volume (V)** e **pressão (p)** de um gás perfeito são denominadas **variáveis de estado**, que, em conjunto, podem definir o comportamento macroscópico do gás.

Consideremos um gás com certa massa, em um estado (1) caracterizado pelos valores de variáveis de estado p_1 , V_1 e T_1 . Ao sofrer uma transformação, passa a um estado (2) com variáveis p_2 , V_2 e T_2 .

Estado 1
(p_1 , V_1 , T_1)



Estado 2
(p_2 , V_2 , T_2)



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM ©
GETTY IMAGES

Verificamos que os valores das variáveis de estado se relacionam pela **Lei Geral dos Gases Perfeitos**, sendo T_1 e T_2 expressas em Kelvin.

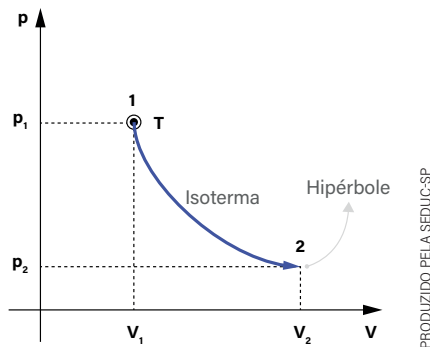
$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Transformação isotérmica

Dizemos que um gás sofre uma transformação isotérmica quando sua pressão e seu volume variam, mantendo sua temperatura constante. Pela Lei Geral dos Gases Perfeitos, obtemos:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

Nota-se que as grandezas pressão e volume são inversamente proporcionais. No gráfico de pressão (p) x volume (V), a isoterma é representada por uma hipérbole equilátera.

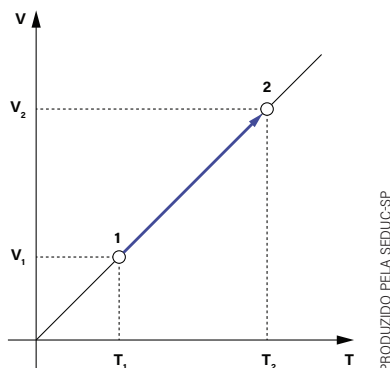


Transformação isobárica

Dizemos que um gás sofre uma transformação isobárica quando seu volume e sua temperatura variam, mantendo sua pressão constante. Pela Lei Geral dos Gases Perfeitos, obtemos:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Nota-se que as grandezas volume e temperatura são diretamente proporcionais. No gráfico de volume (V) x temperatura (T), a isobárica é representada por uma reta.

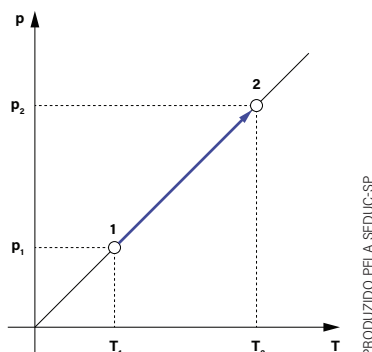


Transformação isométrica ou isocórica

Dizemos que um gás sofre uma transformação isométrica, isocórica ou isovolumétrica quando sua pressão e sua temperatura variam, mantendo seu volume constante. Pela Lei Geral dos Gases Perfeitos, obtemos:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

Nota-se que as grandezas pressão e temperatura são diretamente proporcionais. No gráfico de pressão (p) x temperatura (T), a isométrica é representada por uma reta.



Exercícios resolvidos

- 1** Considere que um gás perfeito, inicialmente a uma temperatura de 200 K, ocupa um volume V e está a uma pressão p. Em seguida, ele passa por uma transformação na qual o seu volume dobra e sua pressão é reduzida para 20% do valor inicial. Determine a temperatura do gás após essa transformação.

Consideremos o gás perfeito em dois estados:

Estado 1	Estado 2
$V_1 = V$	$V_2 = 2 \cdot V$
$p_1 = p$	$p_2 = 0,20 p$
$T_1 = 200 \text{ K}$	$T_2 = ?$

Usando a relação da Lei Geral dos Gases Perfeitos, temos que:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

$$\frac{p \cdot V}{200} = \frac{0,20p \cdot 2V}{T_2}$$
$$T_2 = 80 \text{ K}$$

Na prática

Atividade 1

Considere um gás perfeito que ocupa um volume de 10 L, pressão de 2 atm e temperatura de 273 K após sofrer uma transformação isotérmica. Determine o volume ocupado por esse gás, sabendo que passou a ter uma pressão de 4 atm.

Consideremos o gás perfeito em dois estados:

Estado 1	Estado 2
$V_1 = 10 \text{ L}$	$V_2 = ?$
$p_1 = 2 \text{ atm}$	$p_2 = 4 \text{ atm}$
$T_1 = 273 \text{ K}$	$T_2 = 273 \text{ K}$

Usando a relação da Lei Geral dos Gases Perfeitos, temos que:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

$$2 \cdot 10 = 4 \cdot V_2$$

$$V_2 = 5 \text{ L}$$

AULA

10

LEIS DOS GASES EM PRÁTICA: DE SERINGAS A PANEIS DE PRESSÃO

Na prática

Atividade 1

(UFRGS 2018) Utilizados em diversas áreas de pesquisa, balões estratosféricos são lançados com seu invólucro impermeável parcialmente cheio de gás, para que possam suportar grande expansão à medida que se elevam na atmosfera. Um balão, lançado ao nível do mar, contém gás hélio à temperatura de 27°C , ocupando um volume inicial V_i . O balão sobe e atinge uma altitude superior a 35 km, onde a pressão do ar é 0,005 vezes a pressão ao nível do mar e a temperatura é -23°C . Considerando que o gás hélio se comporte como um gás ideal, qual é, aproximadamente, a razão V_f/V_i , entre os volumes final V_f e inicial V_i ?

a) 17

b) 426

c) 240

d) 234

e) 167

Considerando um gás ideal, podemos aplicar a Lei Geral dos Gases para comparar os estados inicial e final:

$$\frac{p_i \cdot V_i}{T_i} = \frac{p_f \cdot V_f}{T_f}$$

A partir dessa relação, isolaremos a razão pedida:

$$\frac{V_f}{V_i} = \frac{p_i \cdot T_f}{p_f \cdot T_i}$$

É preciso converter as temperaturas para Kelvin:

$$T_i = 27^{\circ}\text{C} \Rightarrow T_i = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

$$T_f = -23^{\circ}\text{C} \Rightarrow T_f = -23 + 273 = 250 \text{ K}$$

Substituindo as informações do enunciado:

$$\frac{V_f}{V_i} = \frac{p_i \cdot T_f}{p_f \cdot T_i} = \frac{p_{\text{atm}} \cdot T_f}{0,005 p_{\text{atm}} \cdot T_i} = \frac{T_f}{0,005 \cdot T_i}$$

$$\frac{V_f}{V_i} = \frac{p_i \cdot T_f}{p_f \cdot T_i} = \frac{1}{6} \cdot 10^3$$

$$\frac{V_f}{V_i} \cong 0,167 \cdot 10^3 \cong 167$$

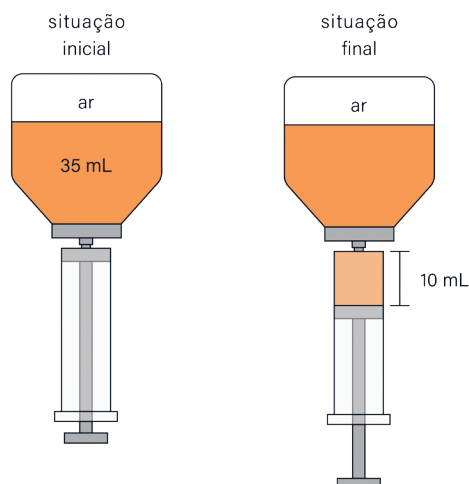
Portanto, a alternativa correta é a letra E.

Atividade 2

(UNESP 2012/2) Um frasco para medicamento com capacidade de 50 mL contém 35 mL de remédio, sendo o volume restante ocupado por ar. Uma enfermeira encaixa uma seringa nesse frasco e retira 10 mL do medicamento, sem que tenha entrado ou saído ar do frasco. Considere que durante o processo a temperatura do sistema tenha permanecido constante e que o ar dentro do frasco possa ser considerado um gás ideal.

Na situação final, em que a seringa com o medicamento ainda estava encaixada no frasco, a retirada dessa dose fez com que a pressão do ar dentro do frasco passasse a ser, em relação à pressão inicial:

- a) 60% maior.
- b) 40% maior.
- c) 60% menor.
- d) 40% menor.
- e) 25% menor.



Primeiro, vamos calcular o volume ocupado pelo ar na situação inicial e final:

Volume inicial:

$$V_0 = 50 \text{ mL} - 35 \text{ mL} = 15 \text{ mL}$$

Volume final:

$$V_f = 15 \text{ mL} + 10 \text{ mL} = 25 \text{ mL}$$

Depois, devemos aplicar a Lei Geral dos Gases Perfeitos para comparar as duas situações:

$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p_f \cdot V_f}{T_f}$$

Como $T_0 = T_f$, temos que:

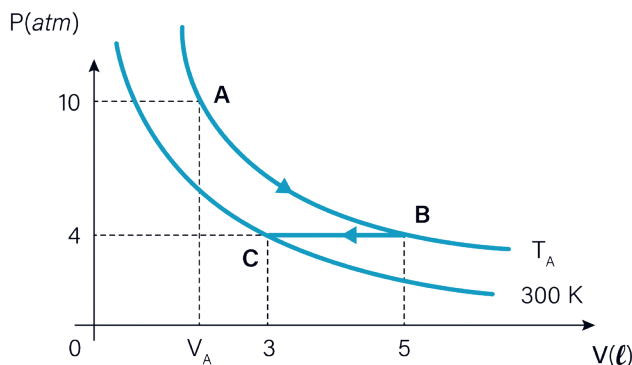
$$p_0 \cdot 15 = p_f \cdot 25$$

$$p_f = 0,6 p_0 = 60\% p_0$$

Logo, p_f é 40% menor que p_0 e, conseqüentemente, a alternativa correta é a letra D.

Atividade 3

(MACKENZIE 2018) A figura a seguir representa duas isotérmicas em que certa massa gasosa, inicialmente no estado A, sofre uma transformação atingindo o estado B, que por sua vez sofre uma transformação, atingindo o estado C. A temperatura T_A e o volume V_A são iguais a:



a) 200 K e 5 L.

b) 300 K e 2 L.

c) 400 K e 4 L.

d) 500 K e 2 L.

e) 500 K e 4 L.

Considerando um gás perfeito, vamos comparar os estados A e B por meio da Lei Geral dos Gases Perfeitos, sendo que $T_A = T_B$ (isoterma), logo:

$$\frac{p_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{p_B \cdot V_B}{T_B}$$

$$p_A \cdot V_A = p_B \cdot V_B$$

$$10 \cdot V_A = 4 \cdot 5$$

$$V_A = 2 \text{ L}$$

Agora, vamos comparar os estados B e C, sendo $p_B = p_C$ (isobárica):

$$\frac{p_B \cdot V_B}{T_B} = \frac{p_C \cdot V_C}{T_C} \Rightarrow \frac{V_B}{T_B} = \frac{V_C}{T_C}$$

$$\frac{5}{T_B} = \frac{3}{300} \Rightarrow T_B = 500 \text{ K}$$

Logo:

$$T_A = 500 \text{ K}$$

Portanto, a alternativa correta é a letra D.

CLAPEYRON EM CONTEXTO: VARIÁVEIS DE ESTADO NA PRÁTICA

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Termodinâmica

Quando uma certa massa de gás perfeito passa por uma transformação em que as três variáveis de estado, pressão (p), volume (V) e temperatura absoluta (T), se alteram, podemos relacionar essas variáveis por meio da Lei Geral dos Gases, dada pela seguinte expressão:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = \text{cte},$$

sendo p_1 , V_1 e T_1 as variáveis do estado 1 e p_2 , V_2 e T_2 as variáveis do estado 2, em que T_1 e T_2 devem ser expressas em Kelvin.

Sabe-se que um **mol** de gás é constituído por **$6,022 \cdot 10^{23}$ moléculas**. O **número de mol (n)** é obtido dividindo-se a **massa do gás (m)** pela sua **massa molar (M)**.

$$n = \frac{m}{M}$$

A equação que descreve a relação entre pressão (p), volume (V), número de mol (n) e temperatura (T) de um gás ideal é dada por:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Nessa equação, a constante de proporcionalidade **R** é conhecida por **constante universal dos gases perfeitos**. Embora constante, seu valor depende das unidades das grandezas físicas das variáveis de estado.

Nas Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTPs), quando a temperatura é 273 K (0 °C) e a pressão é 1,0 atm, o valor de R é: $0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Dependendo das unidades adotadas para R, podemos usar também os seguintes valores:

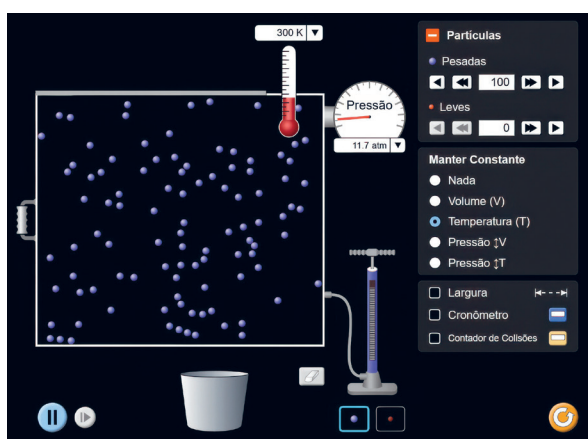
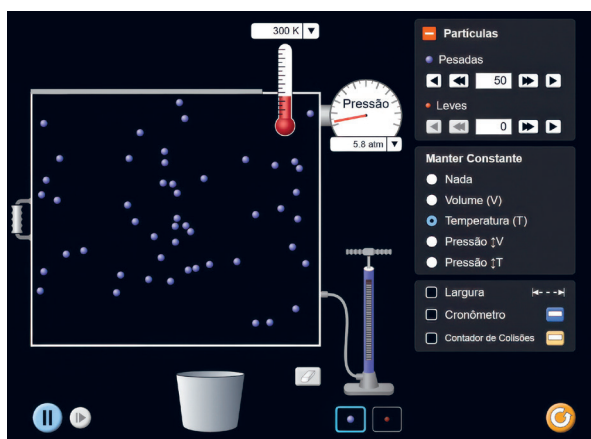
$$R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} = 8,31 \frac{\text{joules}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cong 2 \frac{\text{cal}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

Na prática

Atividade 1

Siga as instruções a seguir:

- escolha a opção "Leis";
- marque a opção "Largura";
- clique no ícone "+ Partículas";
- para partículas pesadas, aperte uma vez o ícone "Avançar", adicionando 50 partículas;
- marque a opção "Temperatura", no box "Manter Constante";
- anote o valor da pressão mostrado no manômetro;
- aperte novamente o ícone "Avançar", para partículas pesadas, adicionando 50 partículas;
- anote novamente o valor da pressão.



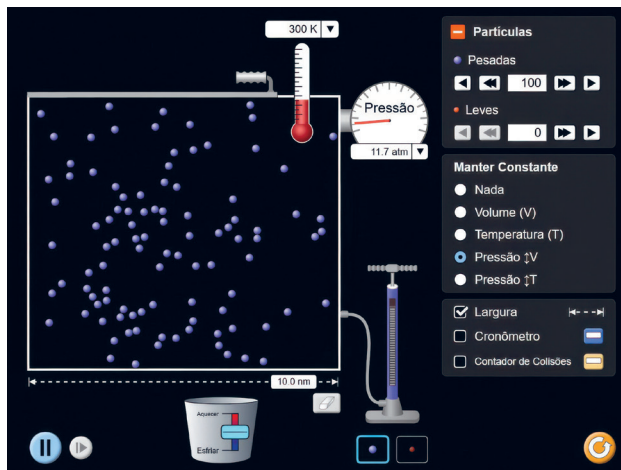
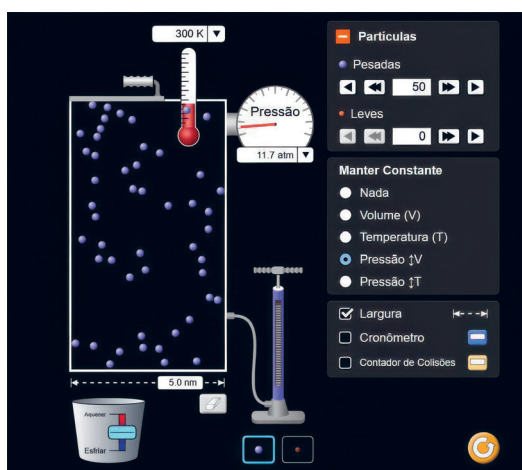
O que ocorreu com a **pressão** ao **dobramos** o número de **partículas**?

Ao dobrarmos o número de partículas, a pressão se aproximou do dobro.

Atividade 2

Siga as instruções a seguir:

- escolha a opção "Leis";
- marque a opção "Largura";
- clique no ícone "+ Partículas";
- para partículas pesadas, aperte uma vez o ícone "Avançar", adicionando 50 partículas;
- reduza a largura do recipiente para 5.0 nm;
- marque a opção "Pressão V", no box "Manter Constante";
- anote o valor da largura do recipiente;
- aperte novamente o ícone "Avançar", para partículas pesadas, adicionando 50 partículas;
- anote novamente o valor da largura do recipiente.



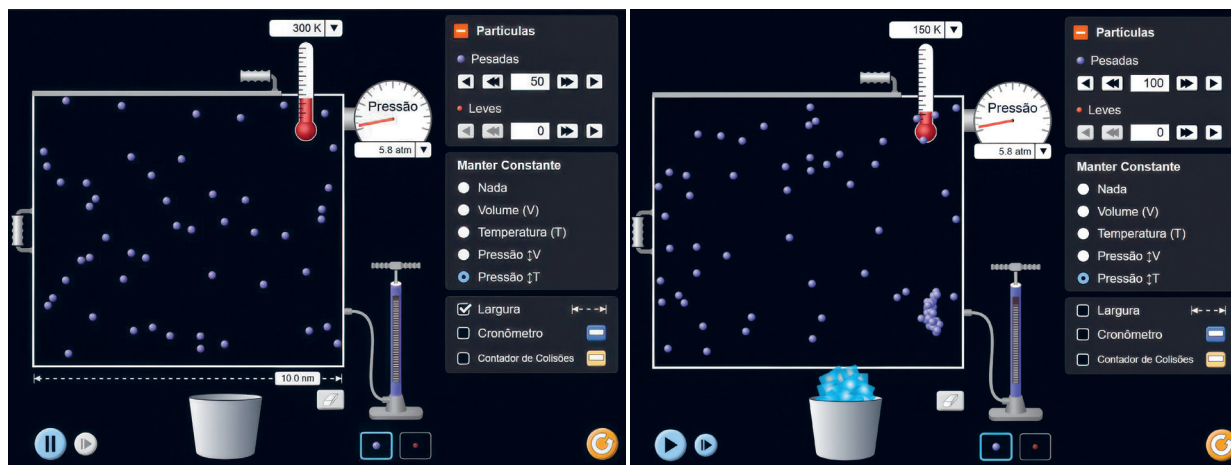
O que ocorreu com o **volume** ao **dobramos** o número de **partículas**?

Ao dobrarmos o número de partículas, a largura do recipiente também dobrou, ou seja, seu volume dobrou, já que a altura não varia.

Atividade 3

Siga as instruções a seguir:

- escolha a opção "Leis";
- marque a opção "Largura";
- clique no ícone "+ Partículas";
- para partículas pesadas, aperte uma vez o ícone "Avançar", adicionando 50 partículas;
- marque a opção "Pressão T", no box "Manter Constante";
- anote o valor da temperatura;
- aperte novamente o ícone "Avançar", para partículas pesadas, adicionando 50 partículas;
- anote novamente o valor da temperatura.



O que ocorreu com a **temperatura** ao **dobramos** o número de **partículas**?

Ao dobrarmos o número de partículas, a temperatura caiu pela metade.

AULA

12

CLAPEYRON NA PRÁTICA: INVESTIGANDO O COMPORTAMENTO DOS GASES

Na prática

Atividade 1

Uma amostra de gás perfeito está contida em um recipiente fechado com êmbolo móvel, ocupando inicialmente um volume de 10 litros, a uma temperatura de 250 K e pressão de 5,0 atm. Se a temperatura for reduzida para 200 K e o volume aumentar para 20 litros, qual será a nova pressão do gás?

Pelo enunciado, temos que:

Estado 1

$$p_1 = 5 \text{ atm}$$

$$V_1 = 10 \text{ L}$$

$$T_1 = 250 \text{ K}$$

Estado 2

$$p_2 = ?$$

$$V_2 = 20 \text{ L}$$

$$T_2 = 200 \text{ K}$$

Considerando um gás ideal, podemos aplicar a lei geral dos gases para comparar os estados 1 e 2:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Substituindo os valores conhecidos:

$$\frac{5 \cdot 10}{250} = \frac{p_2 \cdot 20}{200}$$

$$p_2 = 2 \text{ atm}$$

Atividade 2

Sob pressão de 5 atmosferas e à temperatura de 500 K, qual o número de mol de um gás perfeito que ocupa um volume de 49,2 litros?

Dado: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} / \text{mol} \cdot \text{K}$.

Pelo enunciado, temos que:

$$p = 5 \text{ atm}$$

$$T = 500 \text{ K}$$

$$V = 49,2 \text{ L}$$

$$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} / \text{mol} \cdot \text{K}$$

$$n = ?$$

Aplicando a equação de Clapeyron, temos:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$5 \cdot 49,2 = n \cdot 0,082 \cdot 500$$

$$n = 6 \text{ mol}$$

Atividade 3

(ENEM 2023)

De acordo com a Constituição Federal, é competência dos municípios o gerenciamento dos serviços de limpeza e de coleta dos resíduos urbanos (lixo). No entanto, há relatos de que parte desse lixo acaba sendo incinerado, liberando substâncias tóxicas no meio ambiente e causando acidentes por explosões, principalmente quando ocorre a incineração de frascos de aerossóis (por exemplo: desodorantes, inseticidas e repelentes). A temperatura elevada provoca a vaporização de todo o conteúdo dentro desse tipo de frasco, aumentando a pressão em seu interior até culminar na explosão da embalagem.

ZVEIBIL, V. Z. et al. **Cartilha de limpeza urbana**. Disponível em: www.ibam.org.br. Acesso em: 6 jul. 2015. (Adaptado).

Suponha um frasco metálico de um aerossol de capacidade igual a 100 mL, contendo 0,1 mol de produtos gasosos à temperatura de 650 °C, no momento da explosão.

Considere: $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} / \text{mol} \cdot \text{K}$.

MODELO DO GÁS PERFEITO: DA TEORIA ÀS APLICAÇÕES

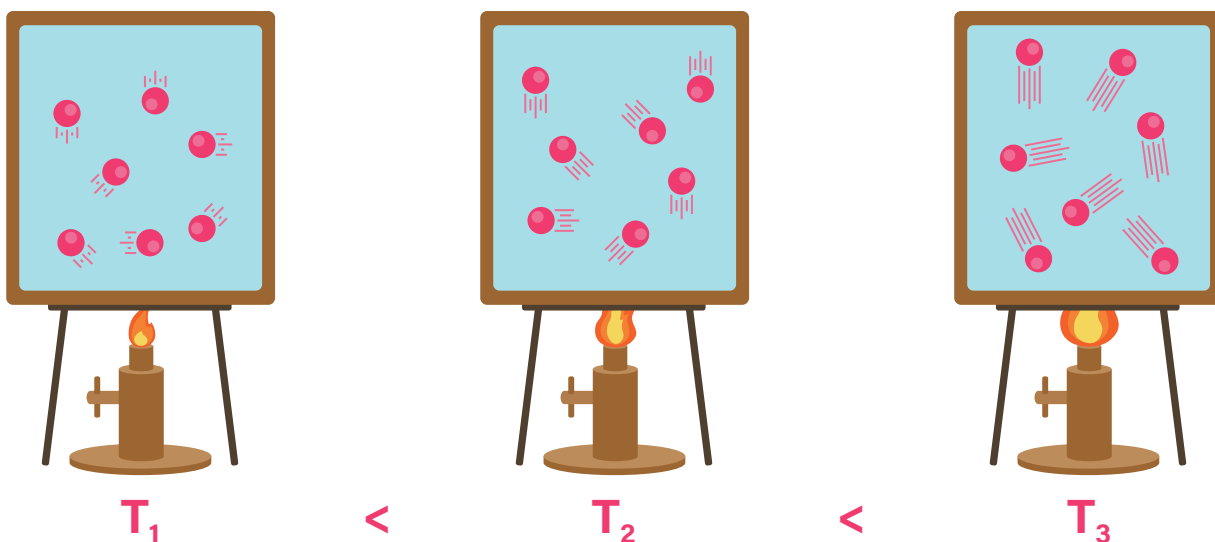
Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Termodinâmica

Já estudamos as grandezas físicas que definem o comportamento macroscópico de um gás. Agora, vamos estudar o comportamento microscópico dos gases. Para isso, adotamos um modelo visando simplificar o nosso estudo. Tal modelo considera:

- as partículas pontuais;
- o movimento aleatório;
- as forças de coesão praticamente desprezíveis;
- os choques perfeitamente elásticos e de duração desprezível.

A **energia cinética total das moléculas** de um gás ideal é a soma das energias cinéticas individuais de cada molécula. Nesse modelo, como não se considera energia cinética de rotação, a soma das energias cinéticas de translação é chamada de **energia interna U** do gás.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM © GETTY IMAGES

Quanto maior o grau de agitação das partículas, maior é a temperatura do gás. Assim, existe uma relação entre a energia interna do gás e sua temperatura. Para um gás monoatômico, essa relação é dada pela expressão a seguir:

$$U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot T$$

Quando o gás sofre uma **variação de temperatura** (ΔT), a **variação de energia interna** (ΔU) será dada por:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T$$

Logo, podemos estabelecer:

- aumento da temperatura ($\Delta T > 0$) $\Rightarrow$ aumento da energia interna ($\Delta U > 0$);
- diminuição da temperatura ($\Delta T < 0$) $\Rightarrow$ diminuição da energia interna ($\Delta U < 0$);
- temperatura constante ($\Delta T = 0$) $\Rightarrow$ energia interna constante ($\Delta U = 0$).

Na prática

Atividade 1

Determine a energia interna de uma amostra de 5 mols de gás perfeito à temperatura de 127 °C.

Dado: $R = 8,31 \text{ J / mol} \cdot \text{K}$

Do enunciado, temos:

$$n = 5 \text{ mol}$$

$$T = 127 \text{ }^{\circ}\text{C} = 127 + 273 = 400 \text{ K}$$

$$R = 8,31 \text{ J / mol} \cdot \text{K}$$

Substituindo os valores na expressão da energia interna, temos:

$$U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot T$$

$$U = \frac{3}{2} \cdot 5 \cdot 8,31 \cdot 400$$

$$U = 24\,930 \text{ J}$$

Atividade 2

Quatro mols de um gás monoatômico perfeito encontram-se à temperatura inicial de 127 °C. Ao passarem por uma transformação, atingem a temperatura de 227 °C. Calcule a variação de energia interna sofrida pelo gás.

Dado: $R = 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$

Do enunciado, temos:

$$n = 4 \text{ mol}$$

$$T_{\text{inicial}} = 127 \text{ }^{\circ}\text{C} = 127 + 273 = 400 \text{ K}$$

$$T_{\text{final}} = 227 \text{ }^{\circ}\text{C} = 227 + 273 = 500 \text{ K}$$

$$R = 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

Sabendo que:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T$$

Substituindo os valores conhecidos, temos que:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot (T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}})$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 4 \cdot 8,31 \cdot (500 - 400)$$

$$\Delta U = 4\,986 \text{ J}$$

AULA

14

ATIVIDADES DE REVISÃO: MODELO DO GÁS PERFEITO

Na prática

Atividade 1

Determine a energia interna de uma amostra de 3 mols de gás perfeito monoatômico à temperatura de 227 °C.

Dado: $R = 8,3 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$

Do enunciado, temos:

$$n = 3 \text{ mol}$$

$$T = 227 \text{ °C} = 227 + 273 = 500 \text{ K}$$

$$R = 8,3 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

Substituindo os valores na expressão da energia interna, temos:

$$U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot T$$

$$U = \frac{3}{2} \cdot 3 \cdot 8,3 \cdot 500$$

$$U = 18\,675 \text{ J}$$

Atividade 2

Considere um gás perfeito, em recipiente fechado, à temperatura de 27 °C. Sua temperatura é elevada para 327 °C. Qual a relação entre o valor final e o valor inicial da energia cinética média por molécula do gás?

Do enunciado, temos:

$$T_{\text{inicial}} = 27 \text{ °C} = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

$$T_{\text{final}} = 327 \text{ °C} = 327 + 273 = 600 \text{ K}$$

Sabendo que a energia cinética $e_c = \frac{3}{2} k T$, então temos:

$$\frac{e_c^{\text{final}}}{e_c^{\text{inicial}}} = \frac{\frac{3}{2} k T_{\text{final}}}{\frac{3}{2} k T_{\text{inicial}}} = \frac{T_{\text{final}}}{T_{\text{inicial}}} = \frac{600}{300} = 2$$

BIOLOGIA

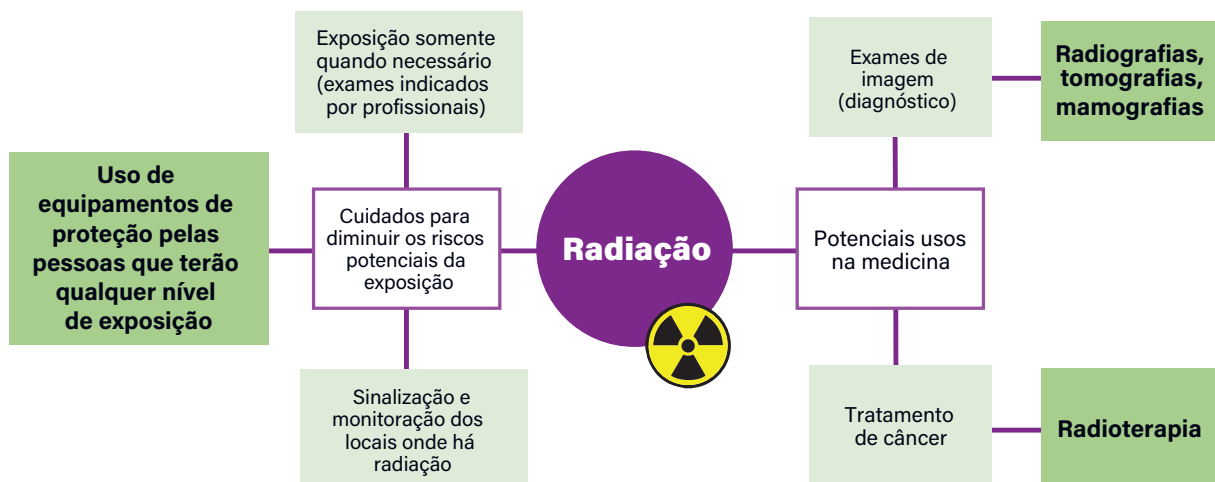


AULA

1

RADIAÇÃO: POTENCIALIDADES E RISCOS

Resumo



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

São muitas as aplicações da radiação na área da saúde, as quais envolvem o auxílio em diagnósticos ou tratamentos. Os efeitos da radiação ionizante sobre o organismo dependem da dose absorvida, do tempo e da frequência de exposição, bem como da extensão da área irradiada (corpo inteiro ou regiões específicas).

Diante dos possíveis riscos à saúde causados pela exposição frequente à radiação, é fundamental entender que existem muitas pesquisas e regulamentação para seu uso seguro. Em ambientes médicos e industriais, são seguidos protocolos rigorosos para minimizar a exposição e proteger profissionais e pacientes. São exemplos de barreiras

à radiação: equipamentos de proteção individuais (avental plumbífero) e blindagem de salas, além de monitoramento constante e sinalização adequada nos ambientes.

Na prática

Atividade 1

Analise o caso fictício a seguir.

Dona Rosa procurou um médico após um acidente, porque estava com dores de cabeça constantes. O médico pediu uma tomografia para verificar pequenos sangramentos ou fraturas no crânio. Ela não conhecia o exame, por isso foi pesquisar sobre o assunto e encontrou a seguinte notícia:

Tomografias em excesso podem aumentar o risco de câncer?

A explicação é que, para gerar imagens detalhadas do interior do corpo, o tomógrafo, que é o aparelho que faz o exame, libera radiação ionizante, [...] que, em excesso, pode aumentar o risco de diversos tipos de câncer.

TOMOGRAFIAS em excesso podem aumentar o risco de câncer? **Viva bem UOL**. Disponível em: <https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/redacao/2020/02/05/tomografia-em-excesso-pode-provocar-cancer.htm>. Acesso em: 10 ago. 2024.

Dona Rosa ficou preocupada com a notícia e achou melhor não realizar o exame até voltar ao médico e entender melhor as possibilidades de risco.

Depois de analisar o caso descrito, responda:

É correta a afirmação de que exames como a tomografia podem oferecer riscos?

Qual deve ser a conduta do médico em relação à preocupação de Dona Rosa e à realização do exame?

A afirmação de que qualquer exame que utilize radiação tem potencial de causar efeitos nocivos à saúde é verdadeira, no entanto esses efeitos dependem dos níveis de exposição e, nesse caso, há uma indicação médica. Em relação à preocupação de Dona Rosa, o médico pode explicar-lhe que, nas clínicas de imagem, os exames são realizados de forma segura e com baixos níveis de exposição. Sendo assim, os benefícios de realizar um exame com indicação correta são maiores do que os possíveis riscos.

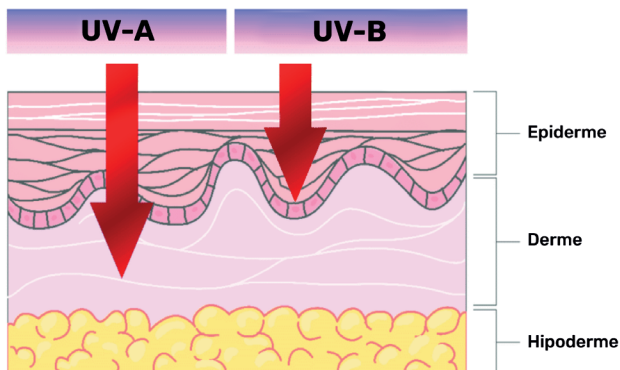
AULA

2

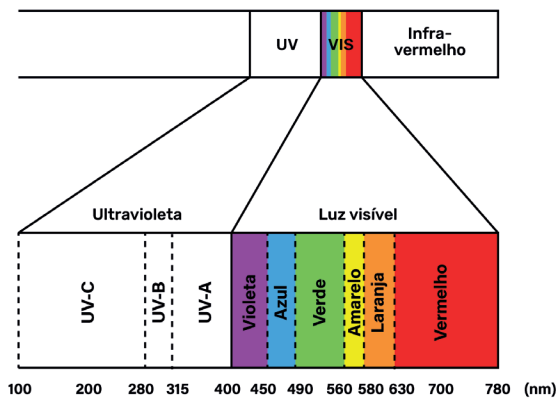
RADIAÇÃO SOLAR

Resumo

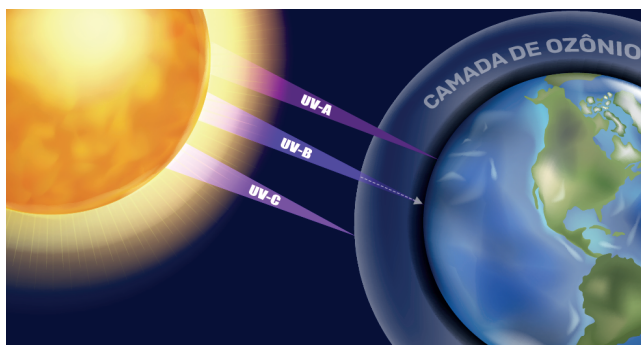
Formas de proteção contra a radiação solar



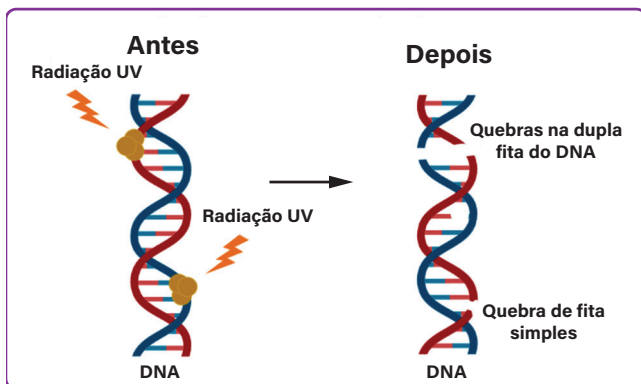
As radiações UV-A penetram nas camadas mais profundas da pele (derme), enquanto as UV-B atuam principalmente na epiderme, podendo causar danos cumulativos e aumentar o risco de câncer de pele.



O espectro solar é composto por radiação ultravioleta, luz visível e infravermelho.



A camada de ozônio atua como um filtro natural ao absorver parte da radiação UV, o que protege todos os seres vivos.



A radiação ultravioleta pode causar quebras na molécula de DNA, o que resulta em **mutações** nas células da pele e que, ao longo do tempo e com exposições repetidas, pode aumentar o risco de desenvolvimento de câncer de pele.

ADAPTAÇÃO/RESEARCHGATE

Na prática

Atividade 1

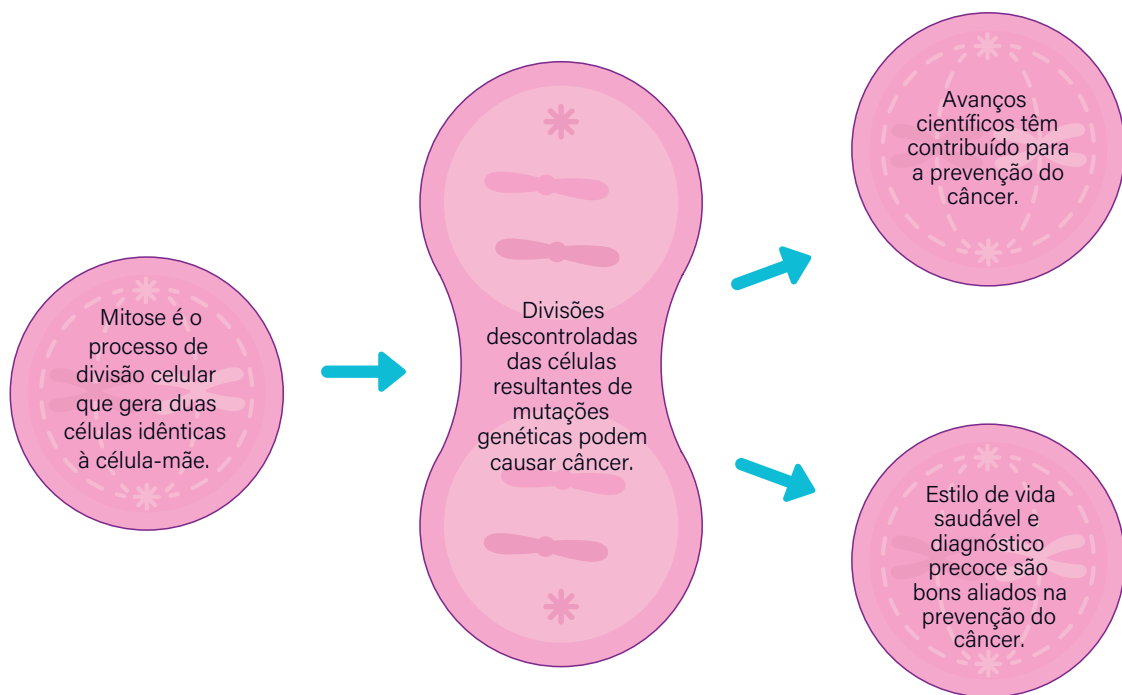
Como você faria para se proteger dos efeitos da radiação solar?

Utilizar bloqueadores físicos (chapéus, roupas, óculos de sol) e protetor solar, evitar períodos longos de exposição ao sol e, se possível, evitar exposição ao sol entre as 10 e 16 horas.

MITOSE E CÂNCER

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios - Divisões celulares.



A mitose permite o crescimento, a regeneração de tecidos e a substituição de células mortas.

Quando ocorrerem **mutações no DNA** que afetam os genes responsáveis por controlar a mitose, as células podem começar a se dividir de maneira **descontrolada**, originando o câncer. Essas mutações podem ser causadas por:

- **fatores ambientais e comportamentais**, como a exposição a agentes cancerígenos, hábitos de vida e infecções por vírus (por exemplo, o HPV);
- **predisposição genética**.

Um exemplo importante de câncer relacionado à mitose desregulada é o câncer do colo do útero, causado pelo vírus HPV. A prevenção inclui:

- **vacinação** contra o HPV, indicada para meninos e meninas de 9 a 14 anos;
- **exames preventivos** regulares (como o Papanicolau), que detectam alterações antes que se tornem câncer.

Na prática

Atividade 1

Organizados em duplas, elaborem um texto informativo sobre as principais causas do câncer e que medidas as pessoas podem tomar para prevenção da doença.

Espera-se que os estudantes sejam capazes de dizer que o câncer é causado por uma divisão descontrolada de células pouco diferenciadas e com capacidade reprodutiva, que sofreram algum tipo de modificação genética. Para prevenir, devemos: adotar hábitos de vida saudáveis (proteção para exposição aos raios solares, alimentação saudável, não fumar, não ingerir bebidas alcoólicas), fazer exames de rotina indicados para diagnóstico precoce e procurar orientação médica sempre que necessário.

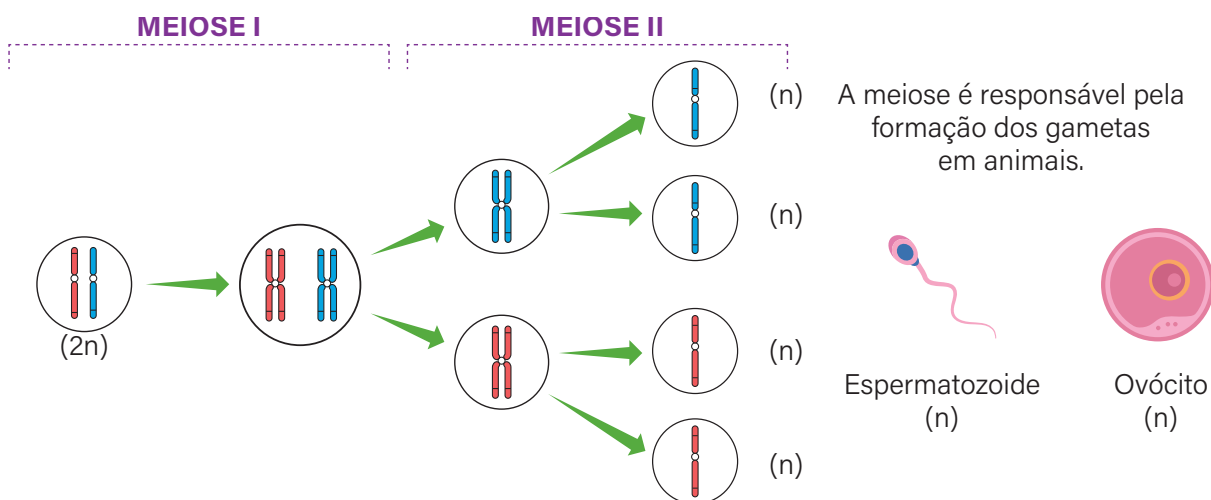
AULA

4

MEIOSE

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Divisões celulares



Principal diferença entre mitose e meiose

A **mitose** ocorre em células **somáticas** e resulta em **duas células-filhas geneticamente idênticas** à célula-mãe, com o mesmo número de cromossomos.

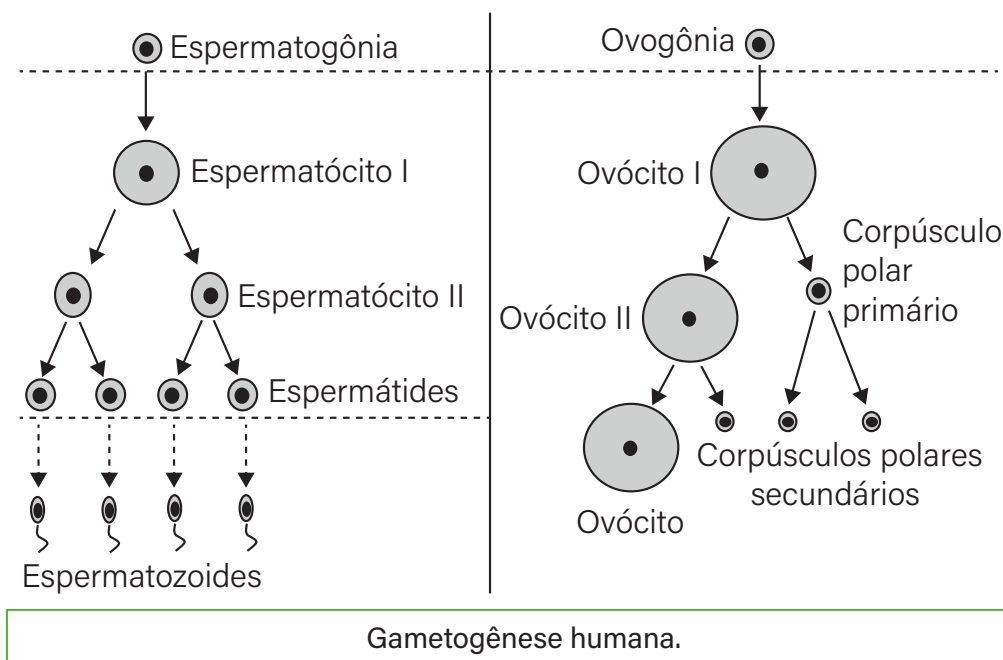
A **meiose** ocorre nas células **germinativas** (responsáveis, por exemplo, pela formação dos **gametas nos animais**) e gera **quatro células-filhas haploides**, com metade do número de cromossomos da célula original, entre as quais podem ocorrer diferenças genéticas.

Essa diferença, entre as células resultantes da meiose, deve-se ao *crossing over*, ou **permutação**, processo que aumenta a **diversidade genética**.

PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Na prática

Atividade



PUC MINAS, 2014. PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Vamos analisar juntos!

A figura representa o processo de formação dos gametas humanos: espermatozoide e ovócito.

Considerando que o processo acontece por meiose:

a) Qual é a ploidia da espermatogônia e da ovogônia?

Diploides.

b) Qual é a ploidia das espermátides e do ovócito II?

Haploides.

Espera-se que os estudantes sejam capazes de responder que tanto a espermatogônia quanto a ovogônia são diploides (células precursoras das células germinativas), enquanto as espermátides e o ovócito são haploides. Essas células é que vão se diferenciar nas células reprodutivas maduras.

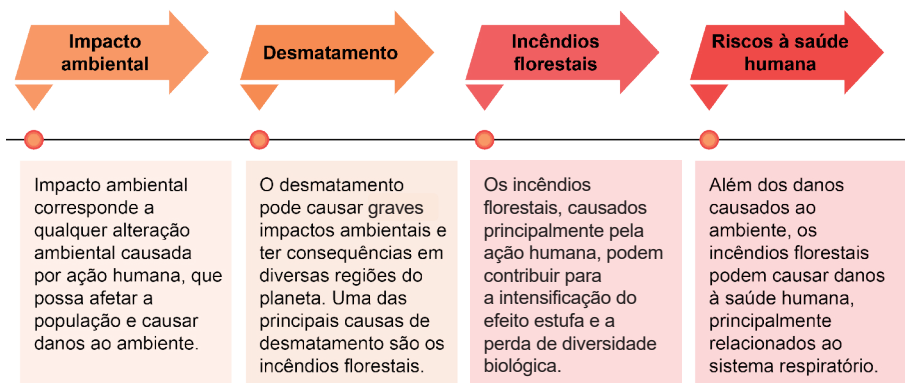
AULA

5

IMPACTOS DA INTERVENÇÃO HUMANA

Resumo

As queimadas são um dos principais fatores causadores de severos **impactos ambientais**, pois podem comprometer o meio ambiente e a saúde humana.



Na prática

Atividade 1

Leia o texto e selecione dois trechos que descrevem a relação entre as queimadas e os problemas causados à saúde humana.

A Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo alerta para os riscos aumentados de desenvolvimento e agravamento de doenças relacionadas a queimadas no estado. O período com o maior número de focos de fogo nos campos, florestas e plantações coincide com o tempo frio e seco, provocando a piora dos quadros em casos de bronquite, enfisema, asma e o agravamento dos casos de conjuntivite. De janeiro a março de 2023, houve mais de 13 mil internações por doenças respiratórias potencialmente pioradas pela inalação de fumaça.

A Dra. Lúcia Ande, pneumologista do Ambulatório Médico de Especialidades (AME) Jardim dos Prados, afirma que “a fumaça proveniente da queimada contém alguns elementos tóxicos que podem ser nocivos. As partículas podem chegar ao sistema respiratório e causar uma alteração no quadro de pacientes que já têm uma patologia respiratória, como as pessoas asmáticas, mas elas também podem causar pneumonia e problemas cardiovasculares. Essas partículas também podem desencadear tosse seca, falta de ar, ardência na garganta, irritação dos olhos e rouquidão em pessoas saudáveis”.

O total de internações por doenças respiratórias que podem ser agravadas pela exposição à fumaça no estado passou de 43 539 em 2021 para 58 493 em 2022. Os atendimentos ambulatoriais ligados a essas doenças também cresceram. Em 2021, foram registrados 92 815 atendimentos e, em 2022, foram 148 375, representando um crescimento de 59,8%. Os casos de conjuntivite no estado também aumentaram nesse período, de 58 748 para 147 626, um aumento de 151%.

Em 2022, o total de internações por doenças respiratórias cresceu 34,3% em relação a 2021. Internações por asma cresceram 34,4%, de 11 551 casos em 2021 para 15 533, e os atendimentos ambulatoriais subiram 99,5%, de 8 115 casos para 16 197. As internações por bronquiolite cresceram 39%, de 16 357 para 21 593, e os atendimentos, 48,3%, de 40 974 para 60 804. Casos de bronquite foram responsáveis por 847 internações em 2021 e 1 435 no ano seguinte, um aumento de 69,4%.

Época de queimada

Os meses de junho a outubro são os que apresentam o maior número de queimadas, prática que visa à remoção de vegetação ou preparação do solo para a agricultura

e pecuária. Esse período também concentra os casos de intoxicação por inalação de produtos químicos, gases, fumaça e vapores. Entre atendimentos ambulatoriais e internações, neste período em 2021, foram 114 procedimentos de um total de 202 no ano. No mesmo período em 2022, foram 123 procedimentos de um total de 253, um aumento de 7,8% para o período e de 25,2% no total.

De acordo com a Dra. Ande, para as pessoas que moram próximas de onde ocorre a queimada, é recomendado evitar contato com a área, aumentar a hidratação, fechar as casas para evitar que a fumaça entre, manter alimentação adequada, usar vaporizadores, bacias de água e toalhas molhadas no ambiente. O uso de máscara também é uma opção para os dias em que o ar estiver muito carregado. Devem procurar um médico especialista sempre que houver sintomas persistentes de tosse, falta de ar ou agravamento da patologia respiratória preexistente. A névoa provocada pelo fogo não afeta apenas as pessoas próximas da região em que está acontecendo o incêndio, afinal ela pode viajar por milhares de quilômetros, atingindo pessoas que estão muito longe de onde ele está ocorrendo.

SÃO PAULO. Secretaria da Saúde de SP alerta sobre riscos respiratórios no período de queimadas. **Portal do Governo**, 23 jun. 2023. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/ultimas-noticias/secretaria-da-saude-de-sp-alerta-sobre-riscos-respiratorios-no-periodo-de-queimadas/>. Acesso em: 2 set. 2024.

Exemplos de trechos que podem ser selecionados pelos estudantes:

"O período com o maior número de focos de fogo nos campos, florestas e plantações coincide com o tempo frio e seco, provocando a piora dos quadros em casos de bronquite, enfisema, asma e o agravamento dos casos de conjuntivite."

"[...] a fumaça proveniente da queimada contém alguns elementos tóxicos que podem ser nocivos [...]. Essas partículas também podem desencadear tosse seca, falta de ar, ardência na garganta, irritação dos olhos e rouquidão em pessoas saudáveis."

"O total de internações por doenças respiratórias que podem ser agravadas pela exposição à fumaça [...]"

"Em 2022, o total de internações por doenças respiratórias cresceu 34,3% em relação a 2021"

"Esse período também concentra os casos de intoxicação por inalação de produtos químicos, gases, fumaça e vapores."

AULA

6

MINERAÇÃO

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Impactos da intervenção humana



Equipamentos eletrônicos

Para a produção dos equipamentos eletrônicos, são utilizados alguns recursos naturais disponíveis na forma de minérios.



Minérios

Os minérios estão presentes na crosta terrestre e são recursos esgotáveis.



Mineração

A mineração é o processo de retirada dos minérios dos locais onde eles estão disponíveis.



Metais pesados

A mineração pode causar impactos ambientais, entre eles, a contaminação por metais pesados, substâncias que podem causar danos à saúde dos seres vivos.



Consumo consciente

O aumento da demanda por produtos eleva o uso de recursos naturais. Medidas de consumo consciente podem reduzir os impactos da exploração desses recursos.

Na prática

Atividade 1

Leia o texto a seguir para responder às perguntas.

[...] No dia 05 de novembro de 2015, a Barragem do Fundão [...], localizada no município de Mariana, se rompeu. O barramento, classificado como classe III, de alto potencial de dano ambiental, era destinado a receber e armazenar o rejeito gerado pela atividade de beneficiamento de minério de ferro.

O desastre foi classificado pela Defesa Civil de Minas Gerais como nível IV, isto é, “desastre de porte muito grande”, o que significa que os danos causados são extremamente significativos e os prejuízos, muito vultosos e consideráveis.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Desastre ambiental em Mariana e recuperação do rio Doce. Belo Horizonte: SEMAD, [202-]. Disponível em: <https://meioambiente.mg.gov.br/w/desastre-ambiental-em-mariana-e-recuperacao-do-rio-doce>. Acesso em: 5 ago. 2025.

1 Qual atividade industrial estava sendo realizada no município de Mariana quando ocorreu o desastre?

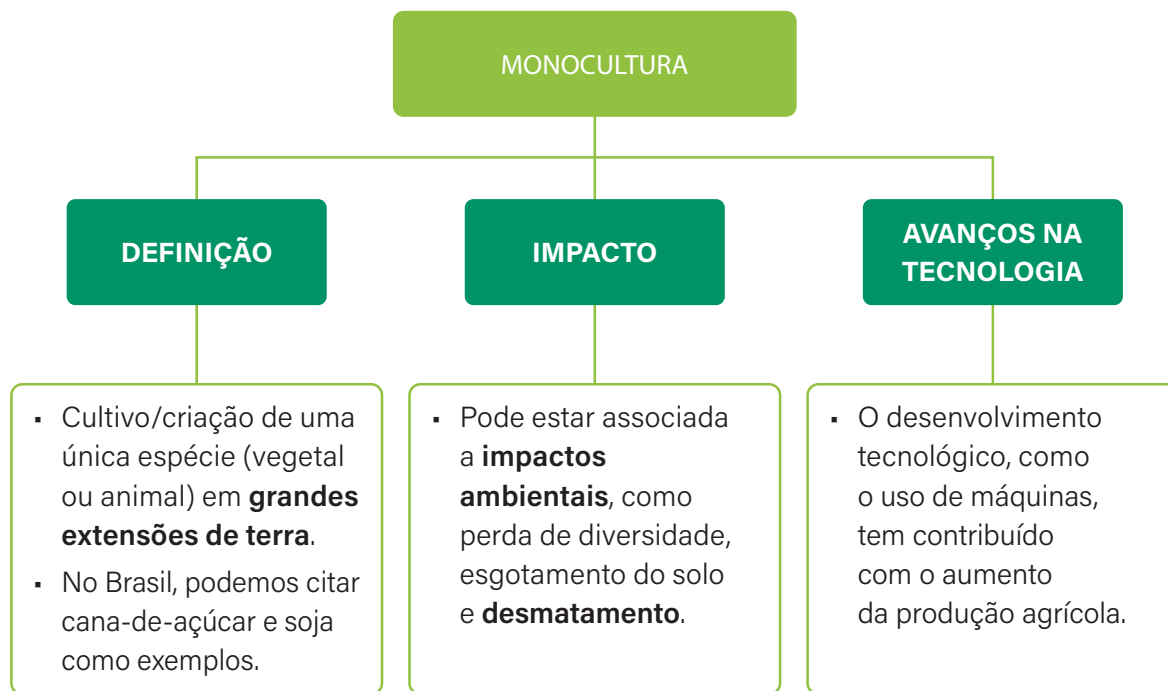
A mineração estava sendo realizada em Mariana na situação do desastre.

2 Além do extravasamento de lama que atingiu os rios, qual rejeito da atividade em questão pode ter trazido danos importantes àquele ecossistema?

Os metais pesados, produtos da mineração, podem ter sido uma importante fonte de poluição para os ecossistemas afetados.

MONOCULTURA

Resumo



Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima, e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade.

ONU BRASIL, [s.d.]

Apesar do aumento da produção agrícola, o modelo atual não garante o acesso equitativo aos alimentos.



A agroecologia pode ser uma alternativa viável para a erradicação da fome (ODS 2).

Atividade 1

Leia o trecho selecionado do texto “Intensificar e diversificar ao mesmo tempo é aumentar a eficiência agrícola”.

[...] A palestra inicial foi do professor Edicarlos Damasceno de Souza, da Universidade Federal de Rondonópolis (UFR), com o tema “Rotação e diversificação de culturas como estratégia de intensificação e sustentabilidade”. Damasceno disse: “Sistemas de produção devem ser economicamente viáveis, mas também precisam promover benefícios ecossistêmicos. Entendemos o que é intensificar o sistema de produção sem deixar de melhorar a saúde do solo. Temos visto que há relação entre melhorar qualidade do solo e o rendimento dos cultivos”, afirmou.

[...]

Ele lembrou que, em 2050, o planeta deverá ter 10 bilhões de pessoas e será necessário em torno de 56% a mais de produção de alimentos. O desafio é aumentar a produção, diminuindo a pressão por abertura de novas áreas. “Também precisamos reduzir em 50% a emissão dos gases de efeito estufa (GEE) e mitigar o que já foi emitido. Por isso, é importante utilizar e criar sistemas de produção mais intensivos e com serviços ecossistêmicos”.

Uma das alternativas para que isso efetivamente aconteça é sair da especialização que é a monocultura. “Na diversificação, estamos ampliando, recuperando algumas funcionalidades que os sistemas naturais oferecem, como ciclagem e reciclagem de nutrientes”, afirmou Damasceno. Na comparação feita pelo professor, ele mostra que o arroz em plantio convencional pode produzir 547 kg/ha de proteína consumível; já em área que houve plantio de arroz-soja-azevém, a produtividade foi de 913 kg/ha.

Intensificar e diversificar ao mesmo tempo é aumentar a eficiência agrícola, utilizando técnicas e tecnologias inovadoras para suprir a demanda por alimentos e garantir segurança alimentar, por meio de processos que levem o sistema a um estado de diversidade funcional. “Aumentar a diversidade do sistema não é necessariamente ter um maior número de espécies, porque várias espécies podem ter a mesma funcionalidade ecossistêmica e, desta forma, não existe diversidade funcional”, ponderou.

Para entender, ele deu os exemplos do consórcio braquiária + milho + aveia, que são três gramíneas com funcionalidades semelhantes, ou seja, não há diversidade funcional. Já o consórcio entre braquiárias, girassol e nabo são plantas de famílias diferentes, sistemas radiculares e funcionalidades diferentes, tendo como resultado o aumento da diversidade florística e funcional do sistema de produção.

Ele citou ainda o consórcio de braquiária, girassol, trigo mourisco, nabo, feijão-caupi integrado bovino como um nível excelente de diversificação, "porque, além da diversidade de plantas, coloca-se outro elemento que é o gado". As raízes de gramíneas, na camada superficial, aumentam e se aprofundam três vezes mais na condição pastejada, porque o animal estimula o perfilho e o enraizamento maior intensifica a atividade microbiana. Em números, o resultado são 4,5t MS/ha em área com pastejo e sem pastejo, 1,5 t MS/ha.

Com a diversidade funcional, aumenta-se a microbiologia do solo, a produção de fitomassa, o aporte de nitrogênio, o que resulta em aumento na produtividade. "Nossa agricultura já foi baseada em insumos. Temos que trabalhar mais em processos aliados aos insumos", finaliza Damasceno.

EMBRAPA WESTERN-REGION AGRICULTURE. Intensificar e diversificar ao mesmo tempo é aumentar a eficiência agrícola. **Embrapa**, 16 ago. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/82832740/intensificar-e-diversificar-ao-mesmo-tempo-e-aumentar-a-eficiencia-agricola>. Acesso em: 22 ago. 2024.

Identifique **duas** passagens que descrevem ações a serem tomadas no sentido de melhorar a produção de alimentos do ponto de vista ambiental e para a população.

Possíveis trechos selecionados pelos estudantes:

"Rotação e diversificação de culturas como estratégia de intensificação e sustentabilidade."

"[...] Sistemas de produção devem ser economicamente viáveis, mas também precisam promover benefícios ecossistêmicos. Entendemos o que é intensificar o sistema de produção sem deixar de melhorar a saúde do solo. Temos visto que há relação entre melhorar qualidade do solo e o rendimento dos cultivos."

"[...] Ele lembrou que, em 2050, o planeta deverá ter 10 bilhões de pessoas e será necessário em torno de 56% a mais de produção de alimentos. O desafio é aumentar a produção, diminuindo a pressão por abertura de novas áreas. 'Também precisamos reduzir em 50% a emissão dos gases de efeito estufa (GEE) e mitigar o que já foi emitido! Por isso, é importante utilizar e criar sistemas de produção mais intensivos e com serviços ecossistêmicos.'"

"Uma das alternativas para que isso efetivamente aconteça é sair da especialização que é a monocultura. 'Na diversificação, estamos ampliando, recuperando algumas funcionalidades que os sistemas naturais oferecem, como ciclagem e reciclagem de nutrientes!'"

"Intensificar e diversificar ao mesmo tempo é aumentar a eficiência agrícola, utilizando técnicas e tecnologias inovadoras para suprir a demanda por alimentos e garantir segurança alimentar, por meio de processos que levem o sistema a um estado de diversidade funcional!"

"Com a diversidade funcional, aumenta-se a microbiologia do solo, a produção de fitomassa, o aporte de nitrogênio, o que resulta em aumento na produtividade."

AULA

8

AÇÕES DE INTERVENÇÃO PARA MITIGAR IMPACTOS ASSOCIANDO-OS AOS ODS

Na prática



Dividam-se em quatro grupos para representar as estações e seu respectivo Objetivo de Desenvolvimento Sustentável.

Em **20 minutos** cada grupo elabora um **mapa mental** relacionado à sua **estação original**.

Ao término deste período, **em rodadas de cinco minutos**, os grupos rotacionam entre as estações em ordem sequencial.

O mapa mental permanece na estação original.

Em cada estação, os grupos **discutem coletivamente** e usam o **mapa mental**, deixado na estação, como apoio para responder as perguntas sugeridas.

Atividade 1

Estação 1: Queimadas

Produzir um **mapa mental** com base nos seus conhecimentos e no texto lido na Aula 5 sobre **queimadas e a saúde humana**, destacando formas de diminuir os impactos causados pelos incêndios florestais.

A Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo alerta para os riscos aumentados de desenvolvimento e agravamento de doenças relacionadas a queimadas no estado. O período com o maior número de focos de fogo nos campos, florestas e plantações coincide com o tempo frio e seco, provocando a piora dos quadros em casos de bronquite, enfisema, asma e o agravamento dos casos de conjuntivite. De janeiro a março de 2023, houve mais de 13 mil internações por doenças respiratórias potencialmente pioradas pela inalação de fumaça.

A Dra. Lúcia Ande, pneumologista do Ambulatório Médico de Especialidades (AME) Jardim dos Prados, afirma que “a fumaça proveniente da queimada contém alguns elementos tóxicos que podem ser nocivos. As partículas podem chegar ao sistema respiratório e causar uma alteração no quadro de pacientes que já têm uma patologia respiratória, como as pessoas asmáticas, mas elas também podem causar pneumonia e problemas cardiovasculares. Essas partículas também podem desencadear tosse seca, falta de ar, ardência na garganta, irritação dos olhos e rouquidão em pessoas saudáveis”.

O total de internações por doenças respiratórias que podem ser agravadas pela exposição à fumaça, no estado, passou de 43 539 em 2021 para 58 493 em 2022. Os atendimentos ambulatoriais ligados a essas doenças também cresceram. Em 2021, foram registrados 92 815 atendimentos e, em 2022, foram 148 375, representando um crescimento de 59,8%. Os casos de conjuntivite no estado também aumentaram nesse período, de 58 748 para 147 626, um aumento de 151%.

Em 2022, o total de internações por doenças respiratórias cresceu 34,3% em relação a 2021. Internações por asma cresceram 34,4%, de 11 551 casos em 2021 para 15 533, e os atendimentos ambulatoriais subiram 99,5%, de 8 115 casos para 16 197. As internações por bronquiolite cresceram 39%, de 16 357 para 21 593, e os atendimentos, 48,3%, de 40 974 para 60 804. Casos de bronquite foram responsáveis por 847 internações em 2021 e por 1 435 no ano seguinte, um aumento de 69,4%.

Época de queimada

Os meses de junho a outubro são os que apresentam o maior número de queimadas, prática que visa a remoção de vegetação ou preparação do solo para a agricultura e pecuária. Esse período também concentra os casos de intoxicação por inalação de produtos químicos, gases, fumaça e vapores. Entre atendimentos ambulatoriais e internações, nesse período em 2021, foram 114 procedimentos de um total de 202 no ano.

No mesmo período em 2022, foram 123 procedimentos de um total de 253, um aumento de 7,8% para o período e de 25,2% no total.

De acordo com a Dra. Ande, para as pessoas que moram próximas de onde ocorre a queimada, e recomendado evitar contato com a área, aumentar a hidratação, fechar as casas para evitar que a fumaça entre, manter alimentação adequada, usar vaporizadores, bacias de água e toalhas molhadas no ambiente. O uso de máscara também é uma opção para os dias em que o ar estiver muito carregado. Devem procurar um médico especialista sempre que houver sintomas persistentes de tosse, falta de ar ou agravamento da patologia respiratória preexistente. A névoa provocada pelo fogo não afeta apenas as pessoas próximas da região em que está acontecendo o incêndio, afinal ela pode viajar por milhares de quilômetros, atingindo pessoas que estão muito longe de onde ele está ocorrendo.

SES alerta sobre riscos respiratórios no período de queimadas. **Coordenadoria de Controle de Doenças**, São Paulo, 26 mar. 2023. Disponível em: <https://saude.sp.gov.br/coordenadoria-de-controle-de-doencas/noticias/26032023-ses-alerta-sobre-riscos-respiratorios-no-periodo-de-queimadas>. Acesso em 29 jul. 2025.

Atividade 2

Estação 2: Mineração

Produzir um **mapa mental** com base nos seus conhecimentos e na imagem de suporte sobre os possíveis impactos causados pela **mineração**, destacando o **consumo consciente** como uma forma de redução no uso de recursos naturais.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM © GETTY IMAGES

Imagem de suporte para a Estação 2: principais conceitos relacionados à mineração e possíveis impactos relacionados à prática.

Atividade 3

Estação 3: Monocultura

Produzir um **mapa mental** com base nos seus conhecimentos e no texto lido (Aula 7), sobre **monoculturas e eficiência agrícola**, destacando estratégias para a erradicação da fome.

[...] A palestra inicial foi do professor Edicarlos Damasceno de Souza, da Universidade Federal de Rondonópolis (UFR), com o tema "Rotação e diversificação de culturas como estratégia de intensificação e sustentabilidade". Damasceno disse: "Sistemas de produção devem ser economicamente viáveis, mas também precisam promover benefícios ecossistêmicos. Entendemos o que é intensificar o sistema de produção sem deixar de melhorar a saúde do solo. Temos visto que há relação entre melhorar qualidade do solo e o rendimento dos cultivos", afirmou.

[...]

Ele lembrou que, em 2050, o planeta deverá ter 10 bilhões de pessoas e será necessário em torno de 56% a mais de produção de alimentos. O desafio é aumentar a produção, diminuindo a pressão por abertura de novas áreas. "Também precisamos reduzir em 50% a emissão dos gases de efeito estufa (GEE) e mitigar o que já foi emitido. Por isso, é importante utilizar e criar sistemas de produção mais intensivos e com serviços ecossistêmicos".

Uma das alternativas para que isso efetivamente aconteça é sair da especialização, que é a monocultura. "Na diversificação, estamos ampliando, recuperando algumas funcionalidades que os sistemas naturais oferecem, como ciclagem e reciclagem de nutrientes", afirmou Damasceno. Na comparação feita pelo professor, ele mostra que o arroz em plantio convencional pode produzir 547 kg/ha de proteína consumível; já em área que houve plantio de arroz-soja-azevém a produtividade foi de 913 kg/ha.

Intensificar e diversificar ao mesmo tempo é aumentar a eficiência agrícola, utilizando técnicas e tecnologias inovadoras para suprir a demanda por alimentos e garantir segurança alimentar, por meio de processos que levem o sistema a um estado de diversidade funcional. "Aumentar a diversidade do sistema não é necessariamente ter um maior número de espécies, porque várias espécies podem ter a mesma funcionalidade ecossistêmica e, dessa forma, não existe diversidade funcional", ponderou.

Para entender, ele deu os exemplos do consórcio braquiária + milho + aveia, que são três gramíneas com funcionalidades semelhantes, ou seja, não há diversidade funcional. Já o consórcio entre braquiárias, girassol e nabo são plantas de famílias diferentes, sistemas radiculares e funcionalidades diferentes, tendo como resultado o aumento da diversidade florística e funcional do sistema de produção.

Ele citou ainda o consórcio de braquiária, girassol, trigo mourisco, nabo, feijão-caupi integrado bovino como um nível excelente de diversificação, "porque, além da diversidade de plantas, coloca-se outro elemento que é o gado". As raízes de gramíneas, na camada superficial, aumentam e se aprofundam três vezes mais na condição pastejada, porque o

animal estimula o perfilho e o enraizamento maior intensifica a atividade microbiana. Em números, o resultado são 4,5t MS/ha em área com pastejo e, sem pastejo, 1,5t MS/ha.

Com a diversidade funcional, aumenta-se a microbiologia do solo, a produção de fitomassa, o aporte de nitrogênio, o que resulta em aumento na produtividade. “Nossa agricultura já foi baseada em insumos. Temos que trabalhar mais em processos aliados aos insumos”, finaliza Damasceno.

BORGES, S. Z. Intensificar e diversificar ao mesmo tempo é aumentar a eficiência agrícola. **Embrapa**, Dourados, 16 ago. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/82832740/intensificar-e-diversificar-ao-mesmo-tempo-e-aumentar-a-eficiencia-agricola>. Acesso em: 7 set. 2024.

Atividade 4

Estação 4: Desmatamento

Produzir um **mapa mental** sobre desmatamento com base nas imagens, destacando as principais consequências da perda de cobertura vegetal e **maneiras de mitigar os danos causados**.



Como nascem os rios voadores

Massas de ar cheias de vapor levam umidade da Amazônia para o Centro-Oeste, Sudeste e Sul



Imagem de suporte para a Estação 4: da esquerda para a direita: clareira aberta por desmatamento em área de floresta; área extensa de pastagem; fatos sobre as queimadas e o desmatamento; infográfico sobre os rios voadores da Amazônia.

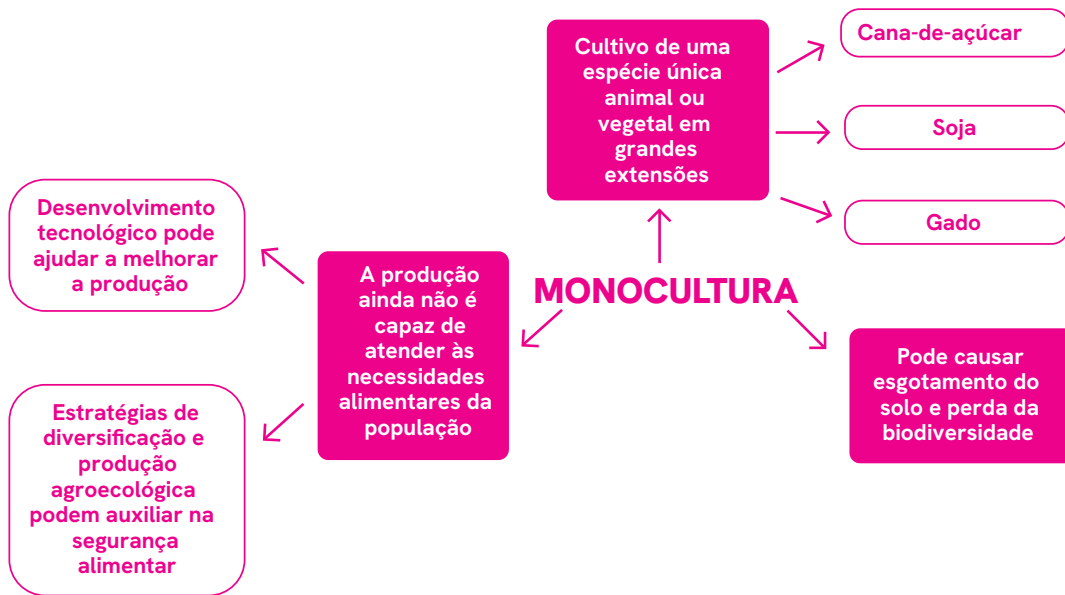


Considere a produção válida quando o mapa mental trazer “Queimadas” como o elemento central. Inserir a ação humana como a principal causa das queimadas. Exemplos das ações: vandalismo, balões, expansão de pastagem etc. Em outro ramo do mapa, trazer os problemas de saúde ligados às questões respiratórias e citar como exemplos: tosse, pneumonia, crises de asma. Trazer ações de controle, como o monitoramento dos focos de incêndio e a conscientização da população.

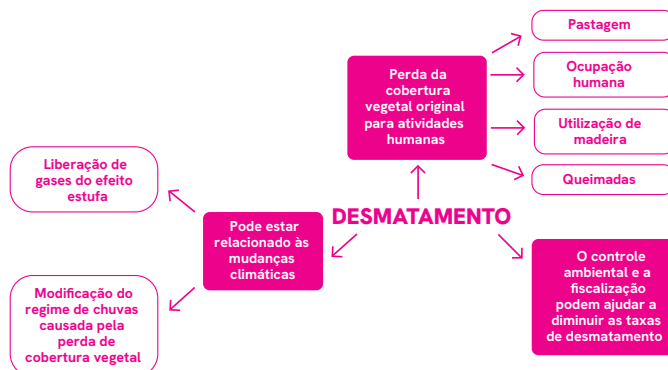
Considere a produção válida quando o mapa mental trazer “Mineração” como elemento central. Destacar o conceito de que a atividade consiste na retirada de recursos naturais para utilização, especialmente na indústria. Apresentar a contaminação do solo, da água e de seres vivos por meio de metais pesados. Abordar a ideia de consumo responsável, como, por exemplo, o uso adequado dos aparelhos e o descarte apropriado para evitar a contaminação.



Considere o mapa mental que trazer “Monocultura” como elemento principal. Apresente a definição e exemplos desse tipo de produção no Brasil, destacando os possíveis danos causados pelas monoculturas. Em seguida, aborde estratégias para garantir a segurança alimentar, como avanços tecnológicos, diversificação de cultivos e a adoção de modelos sustentáveis, como a agroecologia.



Considere o mapa mental que trazer “Desmatamento” como elemento central. Caracterize desmatamento e cite exemplos para a perda da cobertura vegetal, como pastagens, queimadas, construções e retirada de madeira. Associe os desmatamentos às mudanças climáticas: efeito estufa e alteração nos ciclos da chuva, e aponte o monitoramento e o controle ambiental como formas de diminuir o aumento das áreas desmatadas.



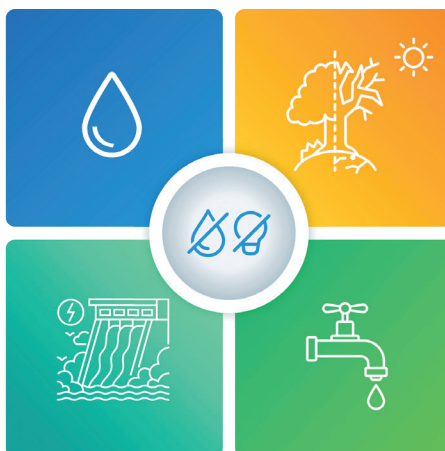
CRISES: HÍDRICA E ELÉTRICA

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios –
Impactos da intervenção humana

O Brasil conta com a maior reserva de água doce do mundo. No entanto, eventos extremos de seca têm sido cada vez mais frequentes.

Mais de 50% da energia elétrica gerada no Brasil é proveniente de hidrelétricas, ou seja, está relacionada com os reservatórios de água.



Alterações ambientais, como desmatamento e poluição de rios, podem contribuir para mudanças no regime de chuvas, nos padrões de circulação atmosférica e na infiltração de água no solo.

Monitorar reservatórios, eventos climáticos e condições de operação das usinas hidrelétricas pode ser uma medida para garantir segurança hídrica à população.

PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM © GETTY IMAGES

Crise hídrica

- Diminuição da disponibilidade de água nos reservatórios.
- Geralmente causada por longos períodos de estiagem (seca), uso inadequado da água ou desmatamento (afeta os **rios voadores**, massas de ar que transportam vapor de água a longas distâncias).

Crise elétrica

- Dificuldade na geração e fornecimento de energia elétrica suficiente para atender à demanda.
- Diretamente ligada à crise hídrica, pois, no Brasil, grande parte da energia elétrica é produzida por **usinas hidrelétricas**.

Relação entre as duas crises

A redução das chuvas leva à diminuição do volume de água nos reservatórios, o que reduz a capacidade das usinas hidrelétricas. Como consequência, aumenta a necessidade de utilização de usinas termelétricas, que são mais caras e poluentes.

Consequências para a população

- Aumento na conta de energia elétrica (bandeira tarifária vermelha) e/ou escassez hídrica.
- Possível racionamento de água e energia.
- Impactos na economia, agricultura e qualidade de vida.

Na prática

Atividade 1

Leia o texto e utilize as expressões da caixa de dicas para completar as lacunas.

Caixa de dicas:

aquecimento global;	distribuição da chuva;	infiltrar água da chuva;
regime de chuvas;	hidroelétricos;	reservatório.

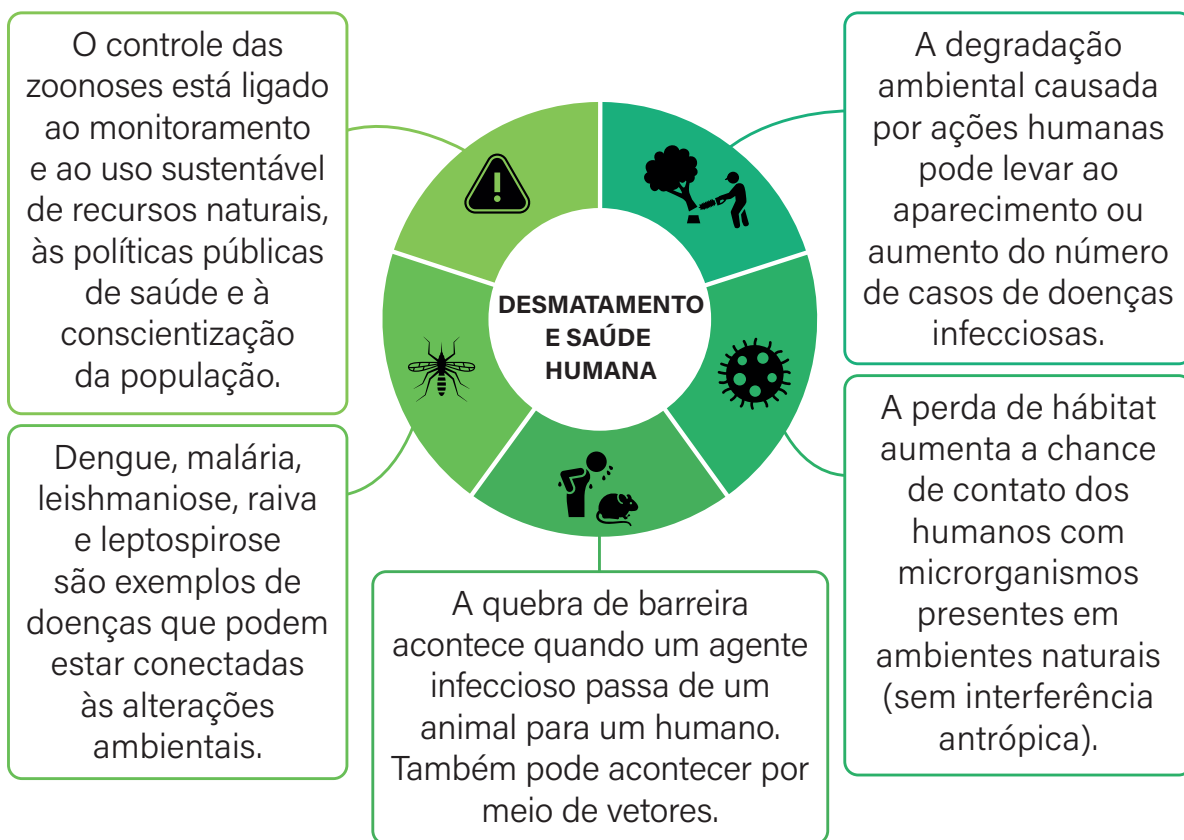
As florestas têm um papel muito importante na saúde das bacias hidrográficas. Elas ajudam, por exemplo, a 1. infiltrar água da chuva no solo, garantindo a recarga do lençol freático, que funciona como um 2. reservatório subterrâneo, e impedem a erosão e o assoreamento de rios e bacias.

A perda de floresta impacta negativamente o 3. regime de chuvas e intensifica os efeitos do 4. aquecimento global. Ela presta um serviço ecossistêmico fundamental no fluxo de umidade e, por consequência, no clima do Brasil.

os especialistas têm percebido que a 5. distribuição da chuva tem se alterado bastante e que se isso se tornar consistente afetará diretamente os investimentos 6. hidroelétricos.

BARBOSA, V. Crise hídrica e de energia: o que o Brasil pode fazer para evitar novos “choques” na era das mudanças climáticas. **Um só planeta**, 12 set. 2021. Disponível em: <https://umsoplaneta.globo.com/sociedade/noticia/2021/07/12/crise-hidrica-e-de-energia-o-que-o-brasil-pode-fazer-para-evitar-novos-choques-na-era-das-mudancas-climaticas.ghml>. Acesso em: 9 set. 2024.

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Desmatamento e perda de hábitat

Medidas profiláticas são ações preventivas adotadas para evitar o desenvolvimento ou a disseminação de doenças, bem como para promover a saúde.



Na prática

Atividade 1

- 1 Leia o texto e organize uma lista com as principais informações (tópicos) presentes nele que relacionem as mudanças climáticas e os impactos na vida dos humanos.

Como as mudanças climáticas afetam o ser humano?

Em comparação com os períodos pré-industriais, a temperatura média na superfície da Terra aumentou cerca de 1,1 °C, de acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês). E esse aumento pode chegar a 1,6 °C até 2030.

O crescimento médio de 1 °C pode não parecer muita coisa, mas isso já está afetando diretamente a vida das pessoas.

Mudanças climáticas ameaçam a vida humana

A Organização Mundial da Saúde (OMS) alerta que as mudanças climáticas são uma das emergências de saúde mais urgentes da atualidade.

Segundo o Relatório Especial COP26 sobre Mudanças Climáticas e Saúde, divulgado em 2021 pela instituição, eventos climáticos extremos, como ondas de calor, tempestades e inundações, ceifaram milhares de vidas e afetaram milhões de pessoas. Ao mesmo tempo, ameaçaram sistemas de saúde e infraestrutura de cidades, colocando diversas populações em situações de vulnerabilidade.

Além disso, a OMS informa que a poluição do ar é responsável pela morte de milhares de pessoas todos os anos, e reduzir a poluição atmosférica diminuiria o número total de mortes globais em 80%.

Outro impacto das adversidades do clima é que elas estão ameaçando a segurança alimentar e hídrica da população mundial. Segundo o IPCC, extremos climáticos causam efeitos em cascata que impactam o acesso à água limpa e potável, assim como a produção de alimentos, levando milhões de pessoas à fome intensa e insegurança hídrica, especialmente na África, na Ásia, na América do Sul e Central, nas Pequenas Ilhas e no Ártico.

Mudanças climáticas causam mais doenças

Outra ameaça à saúde humana, segundo a OMS, é que as mudanças climáticas também aumentam a incidência de doenças transmitidas por alimentos, água e vetores (mosquitos).

De acordo com a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), agência brasileira de pesquisa em saúde, as doenças mais sensíveis a essas mudanças são as infecciosas, como leishmaniose, malária e dengue, dentre outras arboviroses. Além delas, a hepatite A também é uma preocupação, já que o vírus causador da doença pode ser transmitido no consumo de água e alimentos contaminados, principalmente em territórios carentes de saneamento básico ou que são frequentemente atingidos por inundações.

COMO as mudanças climáticas afetam o ser humano? **National Geographic Brasil**, São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2022/12/como-as-mudancas-climaticas-afetam-o-ser-humano>. Acesso em: 20 ago. 2024.

Aumento da temperatura média da Terra.

Surgimento de eventos climáticos extremos.

Tragédias climáticas afetando a infraestrutura das cidades e a saúde humana.

Poluição da atmosfera responsável pelo aumento no total de mortes no mundo.

Ameaça à segurança alimentar (água e alimentos contaminados).

Aumento da incidência de doenças transmitidas por vetores.

Principais doenças relacionadas às mudanças climáticas: leishmaniose, malária e dengue.

ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Desmatamento e perda de hábitat.

Área de Preservação Permanente (APP)

Área de vegetação protegida para preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade do solo e a biodiversidade e assegurar o bem-estar das pessoas.



Manutenção

As APPs também colaboram para a manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados pelos diferentes biomas.

Serviços ecossistêmicos

Os serviços ecossistêmicos beneficiam as populações humanas e podem ser classificados em serviços de provisão, serviços de regulação, serviços de suporte e serviços culturais.



Cerrado

O Cerrado é um bioma brasileiro que presta importantes serviços ecossistêmicos, especialmente na preservação de reservatórios de água doce e na regulação do fluxo de água das bacias hidrográficas.

Classificação dos serviços ecossistêmicos

Serviços de provisão:

- fornecem bens ou produtos ambientais utilizados pelo ser humano para consumo ou comercialização.

Serviços de regulação:

- aqueles que atuam na manutenção da estabilidade dos processos ecossistêmicos.

Serviços de suporte:

- mantém a perenidade da vida na Terra.

Serviços culturais:

- constituem benefícios não materiais providos pelos ecossistemas.

Na prática

Atividade 1

Indique os principais serviços ecossistêmicos do Cerrado, buscando organizá-los de acordo com a classificação:

- serviços de provisão;
- serviços de regulação;
- serviços de suporte;
- serviços culturais.

Serviços de provisão: o Cerrado tem muitas espécies frutíferas que podem servir de alimento para as populações.

Serviços de regulação: a vegetação do Cerrado contribui para a manutenção das nascentes e para o abastecimento das principais bacias hidrográficas do Brasil, favorecendo a qualidade e a abundância da água.

Serviços de suporte: no Cerrado, ocorre a polinização de culturas (favorecida pela presença de animais polinizadores), o que favorece as trocas genéticas, aumentando a variabilidade entre as populações.

Serviços culturais: o Cerrado abriga etnias indígenas e outras comunidades tradicionais, com grande diversidade cultural, que guardam saberes e modos de vida, compondo o patrimônio cultural brasileiro.

PERDA DE HÁBITAT E INTERAÇÕES ENTRE OS SERES VIVOS

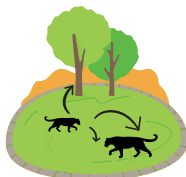
Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Desmatamento e perda de hábitat



HÁBITAT

Corresponde ao local onde uma espécie vive.



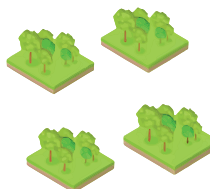
NICHO ECOLÓGICO

Corresponde às relações que uma espécie estabelece com o ambiente onde vive, o que inclui modo de vida e necessidades.



PERDA DE HÁBITAT

Tem aproximado animais silvestres de áreas urbanas, o que pode gerar riscos para humanos e animais.



FRAGMENTAÇÃO

Pode levar à perda de habitat e a alterações nas relações entre espécies e populações. Diminui o fluxo gênico, o que aumenta a vulnerabilidade das espécies.



CORREDORES ECOLÓGICOS

Podem auxiliar na redução dos danos causados pela fragmentação, por aumentarem a possibilidade de encontro das populações e, consequentemente, viabilizarem o fluxo gênico.

PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Na prática

Atividade 1

A perda e fragmentação de habitats podem causar desequilíbrios ecológicos. Leia o texto para descobrir como isso acontece e responda às perguntas.

“Essa relação sociedade e natureza não cria nenhum processo novo, não intervém nas dinâmicas naturais criando novas situações. Na verdade, ela só altera os ritmos daquilo que já existe. Então, alguns processos são acelerados muito intensamente, outros são retardados e alguns são inibidos, mas nada de novo se cria.”

Quando há alteração do meio, algumas espécies têm a vida dificultada ou são eliminadas. Contudo, há quem se beneficie, como é o caso dos roedores. “Você cria ambientes propícios em termos de reprodução, em termos de proteção, você disponibiliza alimentos na forma de resíduos descartados que favorecem o aumento populacional”, segundo o professor doutor José Mariano Caccia Gouveia.

Esse benefício ocorre porque, com essa alteração no meio, predadores são eliminados. “Você não tem mais os animais que consomem herbívoros, portanto, os roedores, e que controlariam a população. Então, eliminam-se cobras, eliminam-se aves de rapina, corujas, e com isso os ratos vão se proliferar, e ratos são vetores de uma série de problemas de saúde, a gente tem a questão dos escorpiões, que segundo estudos não são nativos daqui, são exóticos, mas pro escorpião isso aqui é o paraíso, com abrigo, alimento, ausência de predador [...] É isso, a gente afeta e os desdobramentos são muitos, muitos mesmo”, frisou ao g1 o especialista em sustentabilidade e biogeografia.

“A natureza vai se adequar às condições que estão disponíveis. Como a gente transforma muito o ambiente, essa lógica de favorecer algumas espécies em detrimento de outras acaba repercutindo sobre a própria saúde pública”, ressaltou.

FONSECA, S. Avanço da urbanização e perda de hábitat: desequilíbrio da natureza tem reflexos diretos, e severos, nas atividades humanas. **g1**, 23 mar. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/presidente-prudente-regiao/noticia/2022/03/23/avanco-da-urbanizacao-e-perda-de-habitat-desequilibrio-da-natureza-tem-reflexos-diretos-e-severos-nas-atividades-humanas.ghtml>. Acesso em: 11 set. 2024.

1 Como fica a relação entre presa e predadores em ambientes modificados?

Quando ocorre perda de hábitat, normalmente os predadores que comem os herbívoros desaparecem; sendo assim, a população de presas, sem a presença dos predadores, cresce muito.

2 Quais são os exemplos dados de predadores que desaparecem e qual é o exemplo de animal que consegue se reproduzir em ambientes urbanos?

No texto é citado o exemplo das cobras, aves de rapina e corujas (predadores) que tendem a desaparecer; com isso, ocorre a proliferação de ratos (presas), também adaptados aos ambientes urbanos.

AULA

13

ÁREAS VERDES URBANAS

Resumo

Espaços de domínio público, com cobertura vegetal, que desempenham funções ecológicas, paisagísticas e recreativas, melhorando a qualidade ambiental da cidade. Exemplos: parques, praças e canteiros.

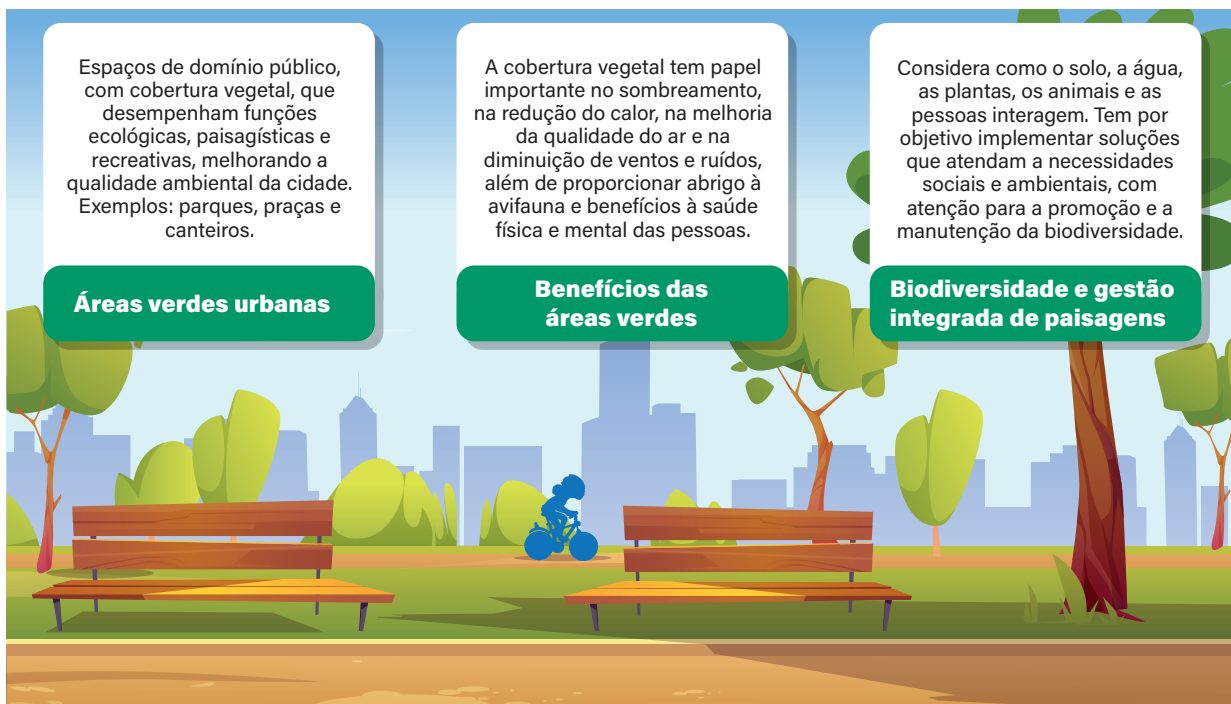
Áreas verdes urbanas

A cobertura vegetal tem papel importante no sombreamento, na redução do calor, na melhoria da qualidade do ar e na diminuição de ventos e ruídos, além de proporcionar abrigo à avifauna e benefícios à saúde física e mental das pessoas.

Benefícios das áreas verdes

Considera como o solo, a água, as plantas, os animais e as pessoas interagem. Tem por objetivo implementar soluções que atendam a necessidades sociais e ambientais, com atenção para a promoção e a manutenção da biodiversidade.

Biodiversidade e gestão integrada de paisagens



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Na prática

Atividade 1

Estudo de caso

Conheça as ações implementadas na cidade de Campinas-SP, para apoiar a conservação, a restauração e o manejo sustentável das florestas.

Distante 100 quilômetros da capital do estado, Campinas é um dos principais polos de pesquisa e desenvolvimento do país. A cidade possui uma área de 795 km², mas conta com menos de 5% da cobertura vegetal natural, estando constantemente sujeita a enchentes e assoreamentos. A maior parte da vegetação original existente na cidade, a Mata Atlântica, foi devastada. Diante disso, o município passou a atuar em diversas frentes para tentar reverter o quadro.

O Sistema de Áreas Verdes e Unidades de Conservação de Campinas (SAV-UC) foi desenvolvido a partir do mapeamento da vegetação natural, buscando integrar os remanescentes por meio da rede hídrica, com o restabelecimento das matas ciliares e a implantação de parques lineares e praças. Em 1994, a cidade revitalizou uma antiga pedreira, transformando-a em parque. O espaço hoje conhecido como Praça Ulysses Guimarães é uma área verde e de lazer de 130 mil metros quadrados. Em 2013, a prefeitura investiu cerca de R\$ 7 milhões para plantar mais árvores e instalar novas quadras esportivas, quiosques e espaços recreativos no local. Na região metropolitana, uma área de conectividade foi delimitada para promover o desenvolvimento sustentável na região. Essa área vai interligar espaços verdes ecologicamente relevantes dos 20 municípios que integram a região metropolitana, mantendo ou restaurando a vegetação. As ações têm dado resultado. Campinas foi a primeira cidade brasileira a receber o certificado da ONU como cidade-referência em boas práticas de resiliência. Em apenas seis anos, o município passou da 220^a para a 7^a posição no ranking estadual de cidades sustentáveis.

9 cidades brasileiras engajadas na conservação das florestas. **WRI Brasil**, 28 out. 2019. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/9-cidades-brasileiras-engajadas-na-conservacao-das-florestas>. Acesso em: 18 set. 2024.

Quais foram as práticas adotadas pela cidade de Campinas que podem apoiar a conservação, a restauração e o manejo sustentável das florestas?

A cidade de Campinas realizou um mapeamento da vegetação natural para integrar os remanescentes, por meio da rede hídrica, restabelecendo, assim, as matas ciliares; revitalizou uma antiga pedreira, transformando-a em parque, e implantou novos parques e praças com áreas para recreação; investiu no plantio de árvores; bem como expandiu o programa para as áreas próximas da região metropolitana, criando corredores ecológicos para preservação e manutenção das áreas verdes.

REVITALIZAÇÃO DE ÁREA VERDE URBANA DEGRADADA

Na prática

Atividade 1

Depois de elaborarem o projeto, respondam às perguntas.

- 1 Qual elemento foi essencial para a escolha da área verde selecionada pela turma para ser revitalizada?

Espera-se que os estudantes apontem um elemento socioambiental que esteja dificultando a utilização da área selecionada; por exemplo, a sujeira, a falta de sombra, a ausência de áreas de lazer para a população, as dificuldades de acesso ao local ou questões ambientais da cidade que possam ser mitigadas no espaço urbano, como a ausência de áreas verdes; ausência de árvores frutíferas, cursos-d'água sem mata ciliar.

- 2 Houve alguma modificação da área proposta por todos os grupos? Qual foi?

Esta resposta depende da observação dos estudantes dos projetos apresentados. Espera-se que todos consigam identificar que a modificação proposta por todos provavelmente está ligada à maior necessidade do local.



QUÍMICA



AULA

1

COMPOSIÇÃO E PROPRIEDADE DOS MATERIAIS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Propriedades da Matéria

Por trás de cada embalagem que usamos existe um universo fascinante. Sua composição revela impactos que vão além do consumo. Entender isso é conectar química, sustentabilidade e nosso papel no mundo.

Plásticos: são formados por macromoléculas chamadas polímeros, em sua grande maioria derivados do petróleo e compostos principalmente por carbono e hidrogênio. Em geral, esses materiais podem ser duráveis, impermeáveis e flexíveis, embora existam casos em que não apresentam essas características. Além disso, muitos plásticos apresentam baixa biodegradabilidade, mas algumas variedades são biodegradáveis ou desenvolvidas para esse fim.

Papel e papelão: derivam da celulose, um polissacarídeo composto por unidades de glicose ($C_6H_{12}O_6$) de origem vegetal. São biodegradáveis e recicláveis, mas **hidrofílicos**, o que compromete sua estrutura ao serem molhados.

Vidro: é uma substância inorgânica amorfa à base de sílica (SiO_2), quimicamente estável e infinitamente reciclável sem perda de qualidade.

Alumínio: é extraído da bauxita e altamente reciclável. Sua obtenção envolve um gasto energético elevado, especialmente na eletrólise da alumina (Al_2O_3), mas sua reciclagem demanda bem menos energia.

Hidrofílicos: são materiais ou substâncias que têm afinidade com a água, ou seja, que atraem, absorvem ou se dissolvem em água facilmente.

Vidro

Inerte, resistente à corrosão, não reage com alimentos ou bebidas. Usado para embalar bebidas, cosméticos e medicamentos. A baixa reatividade química do vidro evita contaminações e preserva o sabor e a qualidade do conteúdo.

**Papéis**

Leves, biodegradáveis, mas permeáveis à umidade. Usados em caixas de cereais, sacolas e copos descartáveis. São sustentáveis e de fácil descarte, além de ideais para produtos de menor durabilidade.

**Plásticos (polímeros)**

Flexíveis e impermeáveis. Usados em sacos e embalagens de alimentos, frascos de detergentes, garrafas de água e refrigerantes. Leves, baratos e moldáveis, os polímeros oferecem versatilidade e proteção eficiente contra umidade e oxigênio.

**Embalagens biodegradáveis**

Compostáveis e biodegradáveis, geralmente à base de amido, PLA (poliácido láctico) ou celulose. Usados em sacos de lixo, copos e talheres descartáveis ecológicos. São uma alternativa sustentável que minimiza impactos ambientais.

**Metais (alumínio e aço)**

Alta resistência mecânica, barreira contra luz, gases e umidade. Usados em latas de bebidas e embalagens de alimentos (como atum e sardinha). Oferecem proteção prolongada contra oxidação e contaminações.

**Laminados e compósitos (Tetra Pak)**

Combinação de papel, alumínio e plástico, que oferece alta barreira contra oxigênio e luz. Usados para armazenar leite longa vida, sucos e sopas. Mantêm a qualidade dos produtos por longos períodos sem a necessidade de refrigeração.



Tipos de materiais para embalagens e suas características.

Na prática

Atividade 1

Com base no vídeo, nos seus conhecimentos químicos e nas perguntas orientadoras, analisem em grupos as frases e registrem suas respostas.

1 "Sou rocha que virou brilho num processo bem caprichado; de bauxita a lata pronta, fui moída e transformada."

a) Que tipo de material é a bauxita: substância pura ou mistura?

A bauxita é uma rocha formada principalmente por uma mistura de óxidos de alumínio, ferro e silício.

b) O que acontece com a bauxita para virar alumínio metálico?

A bauxita é purificada com soda cáustica para obter a alumina (Al_2O_3), e depois passa pelo processo de eletrólise para virar alumínio metálico.

- c) Quais transformações físicas ou químicas estão envolvidas nessa etapa?

Transformações químicas: reação com soda, calcinação e eletrólise. Transformações físicas: moagem, fusão e solidificação.

2 “Fui aquecida e separada com soda e eletricidade; virei metal poderoso, leve, forte de verdade.”

- a) Qual é o papel da eletrólise na produção do alumínio?

Separar o alumínio do oxigênio na alumina, usando corrente elétrica (por meio da redução dos íons de alumínio (Al^{3+}) presentes na alumina (Al_2O_3) para formar alumínio metálico (Al^0).

- b) O que significa “separada”? Que elementos ou compostos foram retirados?

O alumínio foi separado do oxigênio; o óxido de ferro e a sílica também foram eliminados no refino.

- c) Por que o alumínio é considerado um metal útil no dia a dia?

É leve, resistente à corrosão, moldável e um bom condutor de calor e eletricidade.

3 “Nasci da terra vermelha, fui fundido com calor, mas preciso do seu gesto pra voltar com mais valor.”

- a) Por que a produção inicial do alumínio consome tanta energia?

A produção inicial de alumínio consome grandes quantidades de energia devido ao processo de eletrólise da alumina (óxido de alumínio – Al_2O_3), que exige uma corrente elétrica muito intensa para separar o alumínio do oxigênio. Além disso, a alumina precisa ser mantida em estado fundido para que a eletrólise ocorra, o que exige aquecer o material a cerca de 950°C a 1000°C , utilizando criolita como solvente para reduzir o ponto de fusão. Esse processo demanda grande quantidade de energia elétrica e também requer significativa energia térmica.

- b) Qual etapa envolve o uso de calor intenso? O que acontece nela?

A fusão do alumínio, tanto na produção inicial quanto na reciclagem, transforma o sólido em líquido.

- c) Como o “gesto” do consumidor influencia o destino do material?

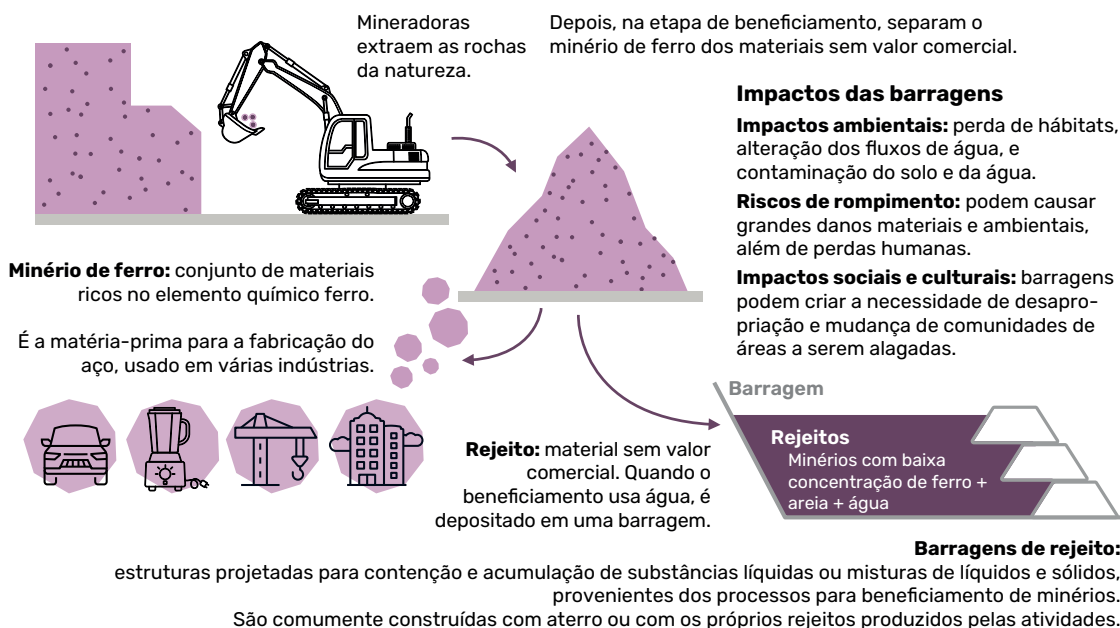
Separar corretamente o lixo possibilita que o alumínio seja reciclado e volte ao ciclo produtivo.

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios - Ciclos Biogeoquímicos

A mineração é fundamental para o progresso tecnológico e econômico do Brasil, fornecendo minérios utilizados em diversos setores. Os processos químicos envolvidos e os rejeitos produzidos, no entanto, causam impactos ambientais graves, especialmente quando armazenados em barragens que, em caso de rompimento, contaminam rios e afetam os ecossistemas e comunidades. Apesar dos benefícios das barragens, como a produção de energia e o controle de água, é essencial equilibrar o desenvolvimento com a preservação ambiental, utilizando-se do conhecimento científico para prevenir desastres e promover a sustentabilidade.

Minério de ferro, rejeito e barragem



Processo de extração de minério e geração de rejeitos.

Na prática

Atividade 1

Missão Guardiões das Barragens

Atenção, equipe!

O planeta enfrenta uma nova ameaça. Após os trágicos eventos ocorridos em Brumadinho, autoridades ambientais convocaram vocês — especialistas em gestão de riscos, engenharia, meio ambiente e direitos humanos — para impedir que um novo desastre aconteça.

Após assistirem ao vídeo, em grupos, respondam às questões abaixo. Elas ajudarão sua equipe a entender o que pode melhorar e a propor soluções reais para evitar novos desastres.

- 1 Quais fatores ou falhas contribuíram para o rompimento da barragem de Brumadinho?

Espera-se que os estudantes respondam que o rompimento da barragem de Brumadinho foi causado por uma série de falhas técnicas, estruturais e administrativas. Entre os principais fatores, destaca-se o uso do método de construção "a montante", considerado menos seguro, além da negligência da empresa em relação aos alertas prévios de instabilidade. Também é importante que eles reconheçam a ausência de um plano de evacuação eficaz, a falha no acionamento das sirenes de emergência e a falta de fiscalização adequada, já que os relatórios de segurança eram elaborados por empresas contratadas pela própria mineradora, o que compromete a imparcialidade das análises.

- 2 Que consequências esse rompimento causou para as pessoas, o meio ambiente e a economia da região?

Espera-se que os estudantes compreendam que o desastre causou impactos profundos e duradouros em diversas áreas. No aspecto humano, o rompimento resultou na morte de 272 pessoas, além

de traumas, perdas familiares e comunidades inteiras afetadas. Ambientalmente, a lama de rejeitos contaminou o rio Paraopeba, destruiu áreas de vegetação nativa e comprometeu a biodiversidade local. Do ponto de vista econômico, houve perda de empregos, prejuízos à agricultura e ao turismo, e queda na renda da população local, além de danos à imagem do setor de mineração no Brasil e da imposição de multas e ações judiciais contra a empresa responsável.

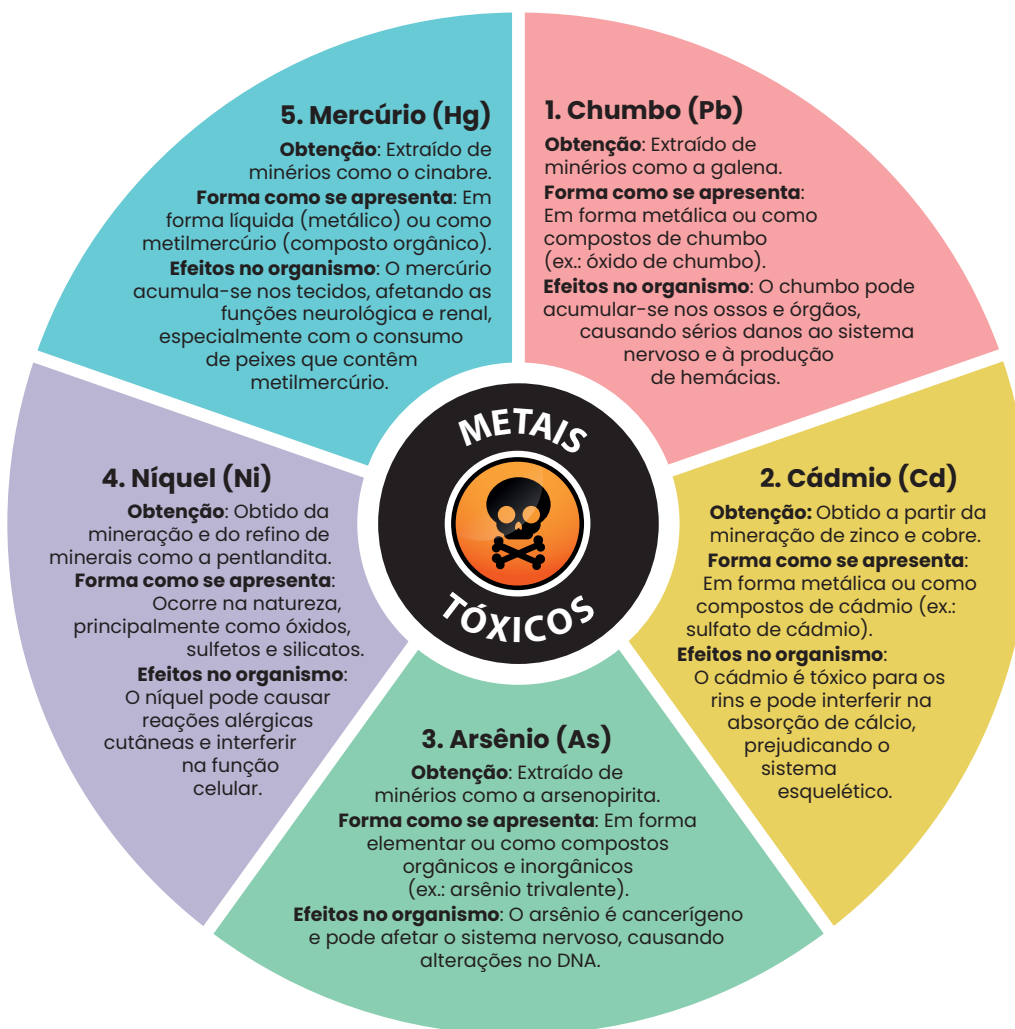
3 Que medidas urgentes e realistas poderiam ser adotadas para evitar que novas tragédias como essa aconteçam?

Espera-se que os estudantes proponham medidas que combinem tecnologia, responsabilidade social e rigor ambiental para prevenir novos rompimentos de barragens. Entre as ações mais importantes, destacam-se a proibição do uso do método de alteamento a montante, considerado de alto risco; a implantação de sistemas modernos de monitoramento geotécnico em tempo real com sensores que detectem instabilidades; e a realização de auditorias técnicas feitas por empresas independentes e sem conflito de interesses. É fundamental que os alunos também mencionem a criação de planos de evacuação efetivos, com rotas seguras e treinamentos simulados com as comunidades próximas às barragens. Além disso, podem sugerir que as decisões sobre grandes empreendimentos minerários envolvam consultas públicas, maior transparência nos dados sobre estabilidade das barragens e um controle mais rigoroso por parte dos órgãos ambientais e de fiscalização. Incentivar a transição para práticas de mineração mais sustentáveis, como o reaproveitamento de rejeitos e a redução da dependência de barragens, também demonstra uma compreensão crítica e criativa do problema.

METAIS TÓXICOS: RISCOS À SAÚDE E AO MEIO AMBIENTE

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Composição, toxicidade e reatividade de substâncias químicas



Metais tóxicos e seus efeitos no organismo.

PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Na prática

Atividade 1

Trilha de preparação para o debate de ideias

De acordo com as orientações do professor, organizem-se em grupos e sigam a trilha de preparação para o debate final, com o tema:

Possíveis soluções para mitigar a contaminação por metais pesados.



Metal pesado

Em grupos, assistam ao trecho do vídeo sobre metais pesados, discutam as questões e respondam à síntese do grupo.

a) O que são metais pesados?

Metais pesados são elementos químicos que

possuem alta densidade (geralmente acima de

5 g/cm³) e massa atômica relativamente elevada.

Alguns exemplos incluem mercúrio (Hg), chumbo

(Pb), cádmio (Cd), arsênio (As) e cromo (Cr). Esses

metais são encontrados naturalmente na crosta

terrestre e também são amplamente utilizados em

processos industriais, agrícolas e tecnológicos.

Eles diferem de outros agentes tóxicos porque não

são sintetizados nem destruídos pelo homem.

b) Explique por que nem todo metal pesado é tóxico.

Nem todo metal pesado é tóxico porque a toxicidade depende de fatores como:

forma química (espécie química): por exemplo, o cromo (III) é essencial ao organismo em pequenas quantidades, mas o cromo (VI) é altamente tóxico e cancerígeno;

quantidade (dose): muitos metais são essenciais em pequenas quantidades (como zinco, ferro e cobre), mas tornam-se tóxicos em concentrações elevadas;

via de exposição: o risco pode variar se o metal for inalado, ingerido ou absorvido por meio da pele;

tempo de exposição: a exposição crônica, mesmo a baixas doses, pode ser mais prejudicial que uma exposição única a uma dose alta.

Alguns metais pesados, portanto, são nutrientes essenciais em pequenas quantidades, enquanto outros, mesmo em baixas doses, podem causar sérios danos à saúde e ao meio ambiente.

Atividade 2

Propriedades dos metais pesados

Em grupos, assistam ao trecho indicado, discutam as questões e respondam à síntese do grupo.

- a) A partir de suas propriedades, como podemos definir um metal pesado?

Um metal é considerado "pesado" principalmente por causa da alta densidade, ou seja, por ter muita massa concentrada em um pequeno volume. Em geral, metais pesados: são sólidos metálicos à temperatura ambiente (com exceção do mercúrio); têm alta massa atômica; apresentam alta densidade (massa específica) – geralmente acima de 5 g/cm^3 ; muitas vezes possuem elevado ponto de fusão e resistência mecânica.

Assim, um metal pesado é aquele que, comparado a outros, é mais compacto e apresenta maior massa em um mesmo volume.

- b) O que é massa específica e como ela pode ajudar na definição de um metal pesado?

A massa específica (ou densidade) é uma propriedade física que relaciona a massa de um material com o volume que ele ocupa. Ela

é fundamental para classificar um metal como pesado. Metais como chumbo ($11,3 \text{ g/cm}^3$) e mercúrio ($13,6 \text{ g/cm}^3$) têm massas específicas muito maiores que, por exemplo, o alumínio ($2,7 \text{ g/cm}^3$), sendo considerados metais pesados.

Atividade 3

Impactos sobre o ambiente e a saúde humana

Em grupos, assistam ao trecho do vídeo sobre metais pesados, discutam as questões e respondam à síntese do grupo.

- a) Quais metais são essenciais ao corpo humano, mas tóxicos em excesso? Dê exemplos.

Alguns metais são micronutrientes essenciais, ou seja, o corpo humano precisa deles em pequenas quantidades para funcionar corretamente. Em concentrações elevadas, no entanto, esses mesmos metais podem ser tóxicos. Exemplos: ferro (Fe): essencial para o transporte de oxigênio no sangue (hemoglobina). Excesso: pode causar danos ao fígado, coração e pâncreas (hemocromatose); zinco (Zn): atua no sistema imunológico e na cicatrização. Excesso: provoca náuseas, vômitos e

enfraquece o sistema imunológico; cobre (Cu): importante para enzimas e produção de energia celular. Excesso: pode causar danos neurológicos e hepáticos; selênio (Se): antioxidante natural. Excesso: provoca queda de cabelo, fadiga, distúrbios gastrointestinais.

b) Quais metais são tóxicos aos humanos e não possuem funções biológicas? Dê exemplos.

Alguns metais não exercem nenhuma função conhecida no corpo humano e são tóxicos mesmo em pequenas quantidades. Exemplos:

- mercúrio (Hg): afeta o sistema nervoso, podendo causar tremores, perda de memória e problemas motores;
- chumbo (Pb): tóxico para o cérebro, especialmente em crianças; pode causar problemas de aprendizado, comportamento e anemia;
- cádmio (Cd): danifica os rins, ossos e os pulmões;
- arsênio (As): cancerígeno; afeta a pele, os pulmões, o fígado e o sistema cardiovascular. Esses metais se acumulam no organismo (bioacumulação) e não são eliminados com facilidade.

c) Quais os principais impactos ambientais causados pelos metais pesados?

Os metais pesados causam sérios danos ambientais, principalmente quando são liberados no solo, na água ou no ar por atividades humanas (como mineração, indústria, descarte irregular de resíduos). Os principais impactos incluem: contaminação da água: metais dissolvidos poluem rios e lagos, afetando o abastecimento e a vida aquática; bioacumulação e biomagnificação: organismos absorvem metais que se acumulam ao longo da cadeia alimentar, afetando até mesmo os seres humanos; toxicidade para fauna e flora: os metais interferem em processos metabólicos de animais e plantas, podendo levar à morte de espécies e desequilíbrios ecológicos; impacto em comunidades humanas: populações que vivem próximas a áreas contaminadas sofrem com doenças crônicas, contaminação de alimentos e restrição de acesso à água potável.

AULA

4

EMBALAGENS PLÁSTICAS: RISCOS À SAÚDE POR USO INADEQUADO

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios –
Composição, toxicidade e reatividade de substâncias químicas

Os plásticos fazem parte do nosso cotidiano: estão presentes em embalagens, eletrônicos, roupas e materiais médicos. Seu uso é amplo porque são materiais leves, duráveis e de baixo custo. Essas mesmas qualidades, no entanto, podem resultar em impactos negativos. Muitos plásticos contêm aditivos potencialmente tóxicos, que podem ser liberados no ambiente e até absorvidos pelo corpo humano ao longo do tempo. Além disso, o descarte inadequado contribui para a poluição de rios, oceanos e pode afetar a cadeia alimentar.

Por isso, é fundamental conhecer os diferentes tipos de plásticos, já que cada um apresenta composição, aplicações e impactos ambientais distintos. Compreender essas diferenças possibilita escolhas mais seguras e conscientes na hora de consumir, descartar ou propor alternativas. Já existem plásticos biodegradáveis, que se degradam mais rapidamente, mas eles ainda têm custo elevado e nem sempre se decompõem de maneira adequada em aterros comuns. A reciclagem é uma estratégia importante, porém ainda é pouco praticada no Brasil.

Repensar o uso do plástico e adotar práticas mais sustentáveis são passos essenciais para proteger a saúde, preservar o meio ambiente e garantir um futuro mais equilibrado para as próximas gerações.

						
PET	PEAD	PVC	PEBD	PP	PS	OUTROS
Polietileno tereftalato	Polietileno de alta densidade	Policloreto de vinila	Polietileno de baixa densidade	Polipropileno	Poliestireno	Outros
GARRAFAS DE ÁGUA FRASCOS	FRASCOS DE XAMPU FRASCOS EM GERAL	MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL	SACOLAS E EMBALAGENS FLEXÍVEIS	EMBALAGENS E UTILIDADES DOMÉSTICAS	EMBALAGENS EM GERAL PEÇAS TÉCNICAS	PEÇAS TÉCNICAS PLÁSTICOS INDUSTRIAIS
						

PRODUTOS PELA SEDUC-SP

Classificação de plásticos recicláveis.

Na prática

Atividade 1

Você está prestes a assumir o papel de **protagonista em decisões que moldam o presente e o futuro do nosso planeta**. A cada carta, será desafiado a enfrentar dilemas reais que envolvem o uso, a produção e o descarte de plásticos, exigindo equilíbrio entre benefícios tecnológicos, saúde pública, meio ambiente e economia.

Sua missão:

Leia com atenção a situação apresentada em cada carta. Em grupos, discutam as opções possíveis. Escolham a alternativa mais adequada e justifiquem suas decisões com base em conhecimentos científicos sobre composição, toxicidade, impacto ambiental e aplicações do plástico na sociedade, aprendidos nesta aula.

Carta 1 – Sacolas para *delivery* de comida

Situação:

Seu restaurante começará um serviço de entrega de refeições. As sacolas devem ser resistentes à gordura, à umidade e ao peso de embalagens com alimentos quentes.

Você pode escolher entre:

- a)** sacolas de plástico comum (PEAD), baratas, resistentes, mas demoram séculos para se decompor no ambiente;
- b)** sacolas de papel kraft, recicláveis, mas rasgam com facilidade ao contato com umidade ou óleo;
- c)** sacolas biodegradáveis, feitas com amido de milho ou outro biopolímero, que têm maior custo, mas se decompõem rapidamente e são mais sustentáveis.

Decisão:

Qual sacola escolher? Justifique sua resposta com base na funcionalidade, no impacto ambiental e na imagem da marca.

Resposta recomendada: c) Justificativa: é a mais adequada, porque equilibra funcionalidade com responsabilidade ambiental. Embora as sacolas biodegradáveis tenham um custo maior, elas: atendem às necessidades práticas do *delivery* (resistência a alimentos quentes e úmidos); reduzem significativamente o impacto ambiental, já que se decompõem rapidamente, evitando a poluição por plástico comum; e contribuem para uma imagem sustentável da marca, atraindo consumidores que valorizam empresas ambientalmente responsáveis. Essa escolha demonstra um compromisso com práticas mais sustentáveis, o que é cada vez mais valorizado no mercado e pela sociedade.

Carta 2 – Hospital e materiais plásticos

Situação:

O hospital onde você trabalha quer renovar os materiais descartáveis (luvas, seringas, tubos). A escolha está entre:

- a)** manter o plástico tradicional (seguro, barato, mas gerador de resíduos);
- b)** migrar para materiais biodegradáveis (mais caros, testes ainda em andamento).

Decisão:

O que você recomenda? Explique os benefícios e os riscos para os pacientes e para o meio ambiente.

Resposta recomendada: a) Justificativa: em um ambiente hospitalar, a segurança do paciente é prioridade. Os plásticos tradicionais garantem esterilidade, resistência e baixo custo, no entanto, é importante começar a investir em pesquisa e testes com biodegradáveis, buscando reduzir a geração de resíduos em longo prazo sem comprometer a segurança.

Carta 3 – Cidade e descarte de plástico

Situação:

Você é gestor ambiental de uma cidade que enfrenta problemas graves de lixo plástico nos rios e nos terrenos baldios. Pode escolher entre:

- a) investir em reciclagem e conscientização, que levará tempo e exigirá recursos;
- b) implantar um programa de proibição de plásticos descartáveis, com possíveis impactos econômicos;
- c) priorizar a limpeza dos rios, sem mudar os hábitos de consumo.

Decisão:

Qual medida tomar? Argumente, considerando saúde pública, meio ambiente e economia.

Resposta recomendada: a) **Justificativa:** é uma solução sustentável e de longo prazo. Proibir plásticos descartáveis pode ser necessário no futuro, mas exige planejamento e alternativas viáveis para a população. Limpar rios é importante, mas apenas trata os sintomas, não a causa. A educação ambiental combinada com infraestrutura de reciclagem é mais eficaz.

Carta 4 – Produto tecnológico com plástico

Situação:

Sua empresa fabrica componentes eletrônicos que usam plásticos com aditivos para resistência e isolamento. Pesquisas indicam que alguns desses aditivos podem ser tóxicos para trabalhadores e consumidores.

As opções são:

- a) mantém a fórmula atual, pela eficácia comprovada;
- b) busca alternativas menos tóxicas, mesmo com o aumento de custos e desafios técnicos;
- c) reduz a produção para esperar novas tecnologias.

Decisão:

Resposta recomendada: b) **Justificativa:** a substituição de aditivos tóxicos por opções mais seguras protege a saúde de trabalhadores e usuários e atende à crescente exigência de consumidores por produtos mais sustentáveis. Mesmo que implique custos maiores inicialmente, representa responsabilidade social e pode ser um diferencial competitivo.

Carta 5 – Campanha de conscientização para jovens

Situação:

Você foi contratado para criar uma campanha para jovens sobre o uso e descarte responsável do plástico.

Você:

- a)** mostrará os benefícios do plástico no dia a dia, para não assustar;
- b)** alertará sobre os riscos para a saúde e para o meio ambiente, incentivando mudanças de hábitos;
- c)** combinará informações positivas e alertas, propondo soluções práticas.

Decisão:

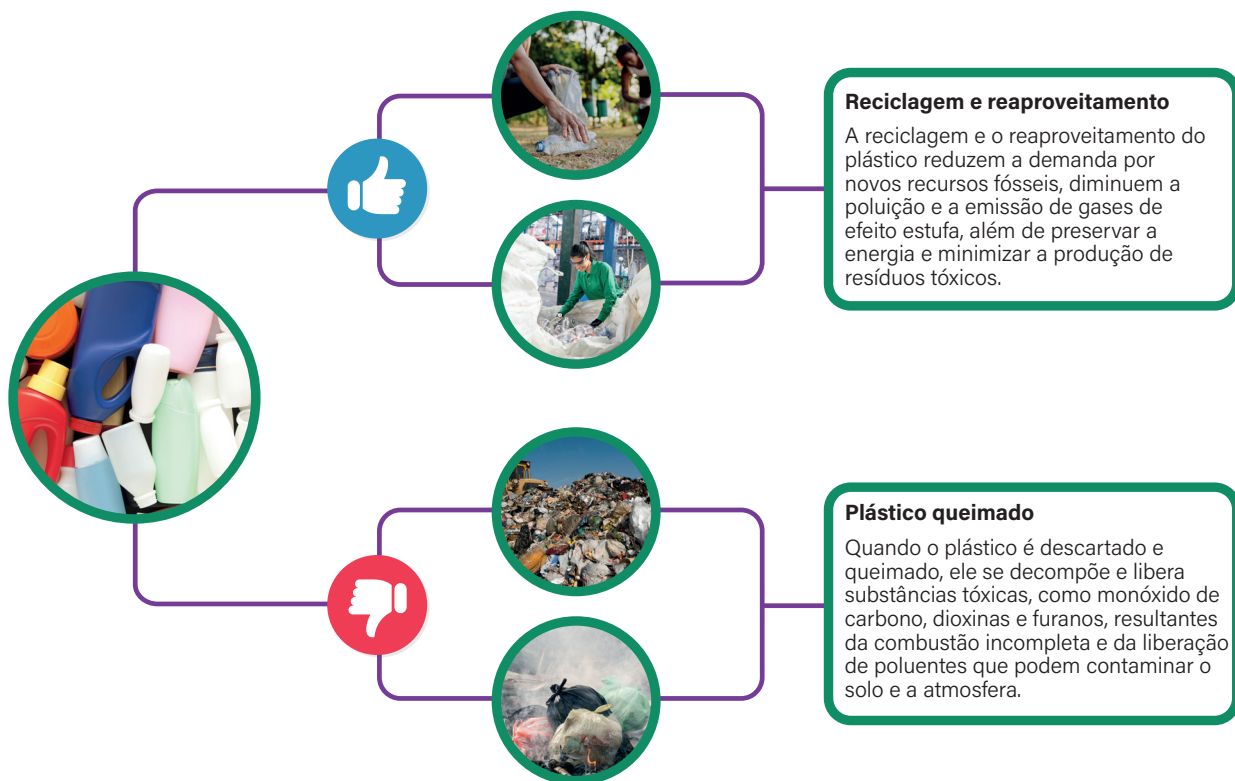
Resposta recomendada: c) Justificativa: mostrar os benefícios do plástico ajuda a compreender por que ele é tão usado, mas é essencial abordar os riscos ambientais e à saúde. Apresentar soluções práticas (como redução de uso, reciclagem e escolhas conscientes) estimula o engajamento e a mudança de hábitos sem ser alarmista.

IMPACTOS PROVENIENTES DO DESCARTE INCORRETO DOS PLÁSTICOS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios –
Composição, toxicidade e reatividade de substâncias

Observe o esquema a seguir sobre o descarte correto e incorreto do plástico.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM © GETTY IMAGES

Impactos positivos e negativos do uso de plásticos.

Na prática

Atividade 1

Nesta atividade, vamos agir como cientistas, que observam fenômenos e levantam hipóteses; isto é, elaboram explicações para interpretar os acontecimentos.

Observação

- 1 Observe a imagem com muita atenção. Em silêncio, registre tudo o que você conseguir ver. **Não tire conclusões ainda, apenas descreva o que está visível.** Quanto mais detalhes você anotar, melhor será sua investigação.



Poluição causada pela queima.

Espera-se que os estudantes descrevam com objetividade os elementos visíveis na imagem, sem ainda explicá-los ou emitir julgamentos.

As respostas devem incluir observações como:

"há uma grande quantidade de objetos plásticos

amontoados", "saem fumaças escuras da queima",

"as chamas estão concentradas em certas par-

tes do lixo", "o solo ao redor parece seco ou sujo",

"há resíduos plásticos parcialmente derretidos",

"a fumaça sobe em direção ao céu", entre outros

detalhes visuais.

Hipótese

- 2 Com base no seu conhecimento e nas experiências do cotidiano, responda às perguntas a seguir criando hipóteses.

- a) O que você acha que acontece com o plástico quando ele é queimado?

Espera-se que os estudantes levantem

hipóteses relacionadas à liberação de

fumaça escura e gases tóxicos, como

monóxido de carbono e dióxido de car-

bono. Alguns poderão supor que a queima

do plástico, além de provocar mau cheiro,

produz substâncias perigosas à saúde

humana, como compostos cancerígenos

e irritantes respiratórios. Também podem

mencionar que o plástico, ao ser exposto a

altas temperaturas, derrete e se decompõe,

liberando resíduos químicos que contami-

nam o ambiente, o solo e até a água.

- b)** Você acha que todos os tipos de plástico se comportam da mesma forma ao serem queimados? Por quê?

Os estudantes podem formular hipóteses empíricas, observando que nem todos os plásticos parecem reagir da mesma forma ao serem queimados, mencionando, por exemplo, que alguns derretem, outros encolhem, alguns soltam mais fumaça ou exalam odores mais fortes. Alguns estudantes podem relacionar o comportamento dos plásticos com as diferentes composições químicas e levantar hipóteses como: "se o plástico é feito de diferentes materiais, então deve liberar substâncias diferentes ao queimar" ou "alguns plásticos devem ter elementos mais tóxicos do que outros por causa da sua fórmula química".

- c)** A queima de plástico pode causar impactos mesmo longe do local onde ocorre? Como isso seria possível?

Espera-se que os estudantes considerem que os poluentes liberados na queima, como gases tóxicos e partículas, podem se dispersar pela atmosfera e alcançar áreas distantes com a ajuda do vento. Alguns podem sugerir que esses poluentes podem formar chuva ácida, afetando solos, rios e plantações, mesmo em locais onde o plástico não está sendo queimado diretamente. Outros podem destacar que essas substâncias entram na cadeia alimentar por meio da água e do ar contaminados, prejudicando tanto o meio ambiente quanto a saúde de pessoas e animais a quilômetros de distância do ponto de queima.

Experimentação

- 3** A partir deste vídeo, investigaremos um experimento que compara os produtos da queima de dois importantes plásticos: PVC e polietileno.

- a)** Preencha as tabelas com os resultados obtidos.

Plástico	Valor do pH	
	Antes	Depois
PE	6	3
PVC	6	0

Plástico	Variação do nível de acidez
PE	1 000
PVC	1 000 000

Análise de resultados

4 Chegou o momento de avaliar e analisar os resultados e determinar se a hipótese estava correta ou não. Para isso, assista ao trecho do vídeo sobre os resultados da queima de plástico, volte à sua hipótese inicial e avalie:

- a)** Os resultados confirmam ou refutam o que você pensava? O que te surpreendeu? O que você mudaria na sua hipótese?

Espera-se que os estudantes retomem as hipóteses que levantaram na etapa anterior e comparem-nas com os dados apresentados no vídeo, refletindo sobre a relação entre suas previsões e os resultados observados. Muitos poderão perceber que estavam parcialmente corretos ao suporem a liberação de fumaça e gases tóxicos, mas podem se surpreender com a especificidade e a gravidade de compostos, como o ácido clorídrico, liberado na queima do PVC, algo que pode não ter sido considerado inicialmente. Alguns estudantes, especialmente os que formularam hipóteses com base na composição química dos plásticos, reconhecerão que o comportamento diferenciado na queima confirma suas previsões. Já aqueles que elaboraram hipóteses mais empíricas ou generalizadas podem identificar falhas ou lacunas e propor ajustes, compreendendo que o método científico exige revisão constante. Além disso, espera-se que os alunos reconheçam que os impactos ambientais da queima de plásticos vão além do local de origem, como previsto em suas hipóteses, e que a análise crítica baseada em evidências concretas é essencial para a construção do conhecimento científico.

Conclusão

5 Escreva uma conclusão respondendo à pergunta: qual é o impacto da queima de diferentes plásticos no ambiente e na saúde humana?

Espera-se que os estudantes compreendam que a queima de diferentes tipos de plásticos provoca sérios impactos ambientais e à saúde humana. Eles devem reconhecer que essa prática libera

poluentes tóxicos que contaminam o ar, o solo e os recursos hídricos, permanecendo no ambiente por longos períodos e comprometendo a qualidade de vida dos ecossistemas e das populações humanas. Os resíduos produzidos e os gases emitidos podem acidificar o solo, poluir rios e lagos, e alcançar os oceanos, onde afetam a fauna marinha, entram na cadeia alimentar e comprometem a biodiversidade. Além disso, espera-se que identifiquem os riscos à saúde humana, como doenças respiratórias crônicas, câncer, alterações hormonais e neurológicas, com maior impacto sobre populações vulneráveis, como crianças, idosos e catadores expostos à queima de lixo.

Atividade 2

Estações do plástico – Circuito de soluções (Atividade complementar)

Em grupos, vocês passarão por diferentes estações temáticas, onde realizarão atividades rápidas e reflexivas sobre os impactos da queima do plástico, seus destinos, alternativas sustentáveis e ações para reduzir o acúmulo de lixo.

Em cada estação, leiam com atenção a proposta e registrem as respostas no livro do estudante, de forma organizada, completa e de acordo com a atividade anterior.

Estação 1: impactos da queima

a) Quais são os principais produtos da queima do polietileno? E do PVC?

Os principais produtos da queima do **polietileno (PE)** são **dióxido de carbono (CO_2)**, **monóxido de carbono (CO)**, **água (H_2O)**, **compostos aromáticos**, **aldeídos**, **cetonas** e **ácidos graxos voláteis**. A queima do **PVC** libera o os mesmos produtos, além disso, forma-se também o **cloreto de hidrogênio (HCl)** devido à presença do **cloro em sua estrutura molecular**.

b) Qual apresenta maior risco ao ambiente e à saúde? Justifique.

O **PVC representa maior risco** à saúde e ao ambiente porque, ao ser queimado, libera substâncias **tóxicas**, como o **cloreto de hidrogênio**, que podem causar problemas respiratórios graves, intoxicações e danos ao sistema imunológico, acidificação dos solos, da água e agravar o problema da **chuva ácida**.

- c) Como os produtos da queima de plásticos podem afetar o ambiente e a saúde das pessoas?

Os produtos da queima dos plásticos, em geral, **afetam o ar, o solo e a água**, podendo se dispersar pelo vento e se acumular em organismos vivos, interferindo nos ecossistemas e na saúde das pessoas, especialmente em populações expostas continuamente à queima de resíduos, como em áreas urbanas e periféricas sem infraestrutura adequada de descarte.

Estação 2: destinos do plástico

- a) Quais são os destinos possíveis para o plástico, do mais adequado para o menos adequado?

Os destinos possíveis para o plástico, do mais adequado para o menos adequado, são: redução do uso, reutilização, reciclagem, recuperação energética, aterro sanitário e, por fim, descarte irregular no ambiente.

- b) Explique por que alguns são melhores que outros.

Reduzir o consumo é o mais indicado, pois evita a produção de resíduos desde a origem. **Reutilizar** prolonga a vida útil dos materiais e diminui a demanda por novos plásticos. A **reciclagem** possibilita transformar o material descartado em novos produtos, poupando recursos naturais e energia. A **recuperação energética** pode ser útil, mas libera gases poluentes e requer controle rigoroso. O **aterro sanitário** é uma solução de contenção, mas ocupa espaço e não resolve o problema da poluição. Já o **descarte inadequado**, como em **lixões** ou no **meio ambiente**, causa sérios danos à fauna, à flora, aos ecossistemas aquáticos e à saúde humana, sendo o destino menos desejável. Portanto, os melhores destinos são aqueles que evitam a produção de resíduos ou reduzem seus impactos ambientais ao máximo.

Estação 3: tempo de decomposição

- a) Quanto tempo, em média, o plástico leva para se decompor no ambiente? Por que isso representa um problema?

O plástico leva, em média, cerca de 450 anos para se decompor no ambiente devido à sua estrutura molecular resistente. Esse longo tempo de decomposição representa um problema grave

porque o plástico acumula-se, poluindo solos, rios e oceanos. Além disso, durante a degradação, ele se fragmenta em microplásticos, que entram na cadeia alimentar e podem causar danos à saúde de animais e humanos. Essa persistência compromete a biodiversidade e o equilíbrio dos ecossistemas, tornando urgente a adoção de medidas para reduzir seu consumo e o descarte inadequado.

Estação 4: alternativas aos plásticos convencionais

- a) Como substituir, no seu dia a dia, objetos feitos de plástico por uma alternativa mais sustentável?

No dia a dia, é possível substituir objetos de plástico por alternativas mais sustentáveis, como usar garrafas reutilizáveis de vidro ou inox em vez de garrafas plásticas descartáveis, optar por sacolas de pano em vez de sacolas plásticas, substituir canudos plásticos por canudos de metal ou bambu, utilizar utensílios de madeira ou bambu em vez de descartáveis, e preferir embalagens de vidro ou papel para armazenar alimentos. Essas escolhas ajudam a diminuir a produção de resíduos plásticos e seu impacto ambiental.

Estação 5: soluções coletivas

- a) Quais atitudes você pode adotar no seu dia a dia para reduzir o consumo e descarte de plástico?

Espera-se que os estudantes apontem atitudes práticas e conscientes que podem adotar no cotidiano para reduzir o consumo e o descarte de plástico. Entre elas, destaca-se a substituição de produtos descartáveis por reutilizáveis, como garrafas, copos, talheres e sacolas de pano; a escolha por embalagens recicláveis ou biodegradáveis; a preferência por produtos a granel ou com menos embalagens; e o descarte correto dos resíduos recicláveis por meio da coleta seletiva. Também é importante mencionarem a importância de recusar plásticos de uso único sempre que possível, reutilizar materiais, participar de ações de conscientização e influenciar pessoas próximas a adotarem hábitos mais sustentáveis. Espera-se, ainda, que reflitam sobre o impacto coletivo dessas ações e reconheçam que pequenas mudanças individuais podem contribuir significativamente para a redução da poluição plástica e para a preservação do meio ambiente.

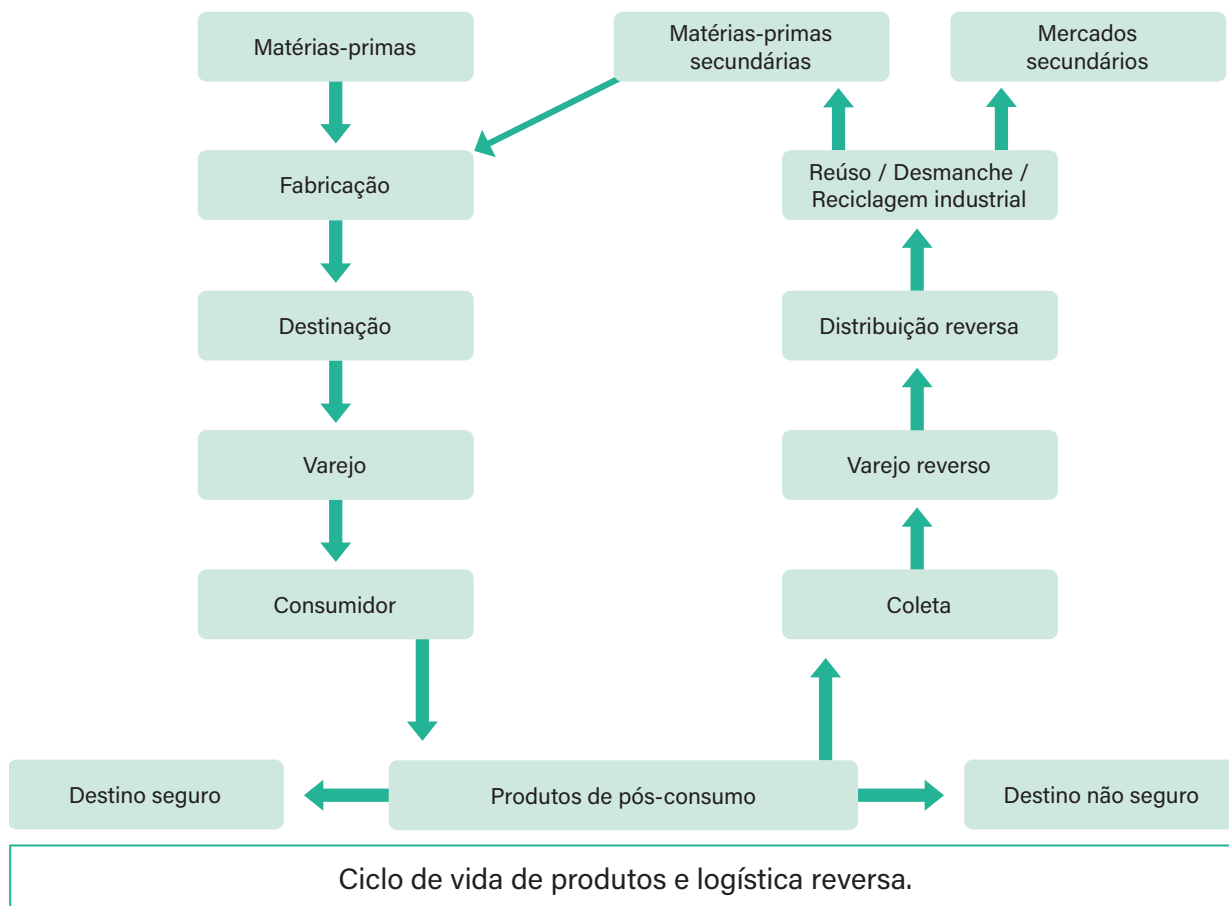
Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Resíduos sólidos

O conhecimento sobre a origem e a composição dos resíduos sólidos é fundamental para analisar seus impactos ambientais e na saúde pública, possibilitando identificar materiais recicláveis ou perigosos, mitigar a contaminação do solo, da água e do ar, além de orientar políticas públicas eficazes. A gestão adequada desses resíduos, aliada à conscientização da população, contribui para a preservação do meio ambiente, a promoção da saúde e a sustentabilidade. Diante do aumento na produção de resíduos, é essencial que governos, empresas e indivíduos adotem práticas responsáveis, destacando-se os 7 Rs e a logística reversa como estratégias fundamentais.



Classificação e destinação de resíduos.



Na prática

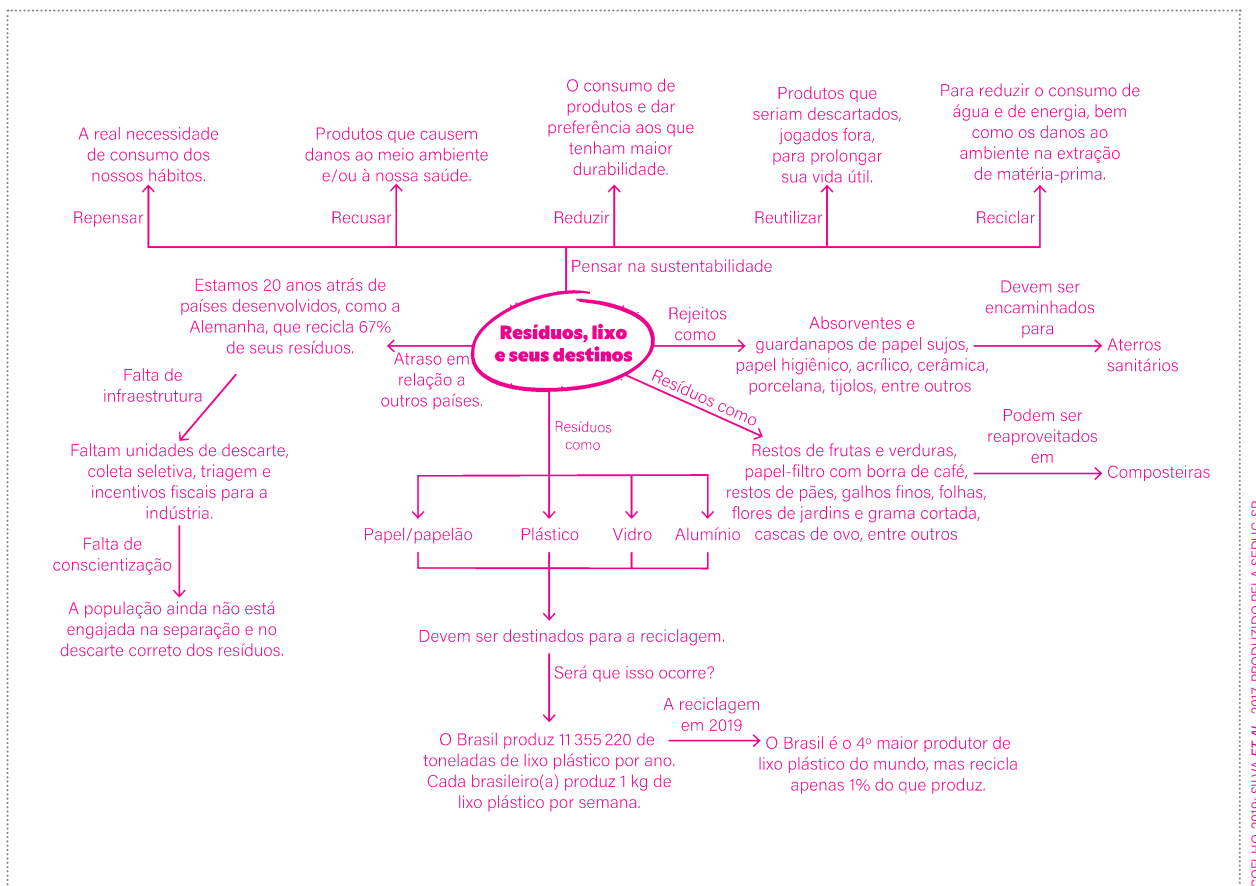
Atividade 1

Destinando corretamente os resíduos sólidos

Após assistir ao vídeo, reflita e repense sobre seus hábitos, os dos seus colegas e de toda a comunidade escolar. Em seguida, elabore um mapa mental que relacione os principais tipos de resíduos produzidos na sua casa e os destinos corretos para cada um.

Descreva o panorama atual de consumo, assim como reciclagem e ações que podem mitigar esse impacto.

Ao final, debata com os colegas as semelhanças e as diferenças entre os mapas produzidos. *Espera-se que os estudantes produzam mapas mentais que contenham conexões entre os conceitos estudados nesta aula.*



Atividade 2

O dilema do celular antigo

Um estudante da 2ª série decidiu trocar de celular. O modelo antigo estava com a bateria fraca e já não atendia às suas necessidades, no entanto, em vez de jogá-lo fora, ele ficou em dúvida sobre o que poderia fazer com o aparelho.

Repensar: ele realmente precisa de um novo celular? O antigo ainda poderia ser útil?

Reduzir: como evitar o consumo excessivo de eletrônicos?

Reutilizar: ele poderia utilizar o aparelho para outra função, como uma câmera de segurança?

Reaproveitar: seria possível usar peças do celular em outros dispositivos?

Reciclar: ele deve encaminhá-lo para um ponto de coleta de eletrônicos?

Recusar: ele deveria evitar a compra de eletrônicos novos sempre que possível?

Recuperar: o aparelho pode ser consertado para funcionar melhor?

Ele também soube que algumas empresas oferecem logística reversa, recolhendo celulares antigos para reaproveitar peças e evitar que esses dispositivos se acumulem em aterros, causando danos ambientais.

Em grupos de quatro a cinco alunos, analisem o caso e proponham uma solução sustentável, considerando as seguintes questões norteadoras.

1 Qual dos 7 Rs o estudante poderia priorizar e por quê?

Espera-se que os estudantes proponham uma solução sustentável para o celular, priorizando um dos 7 Rs e justificando sua escolha. Por exemplo, podem optar por **reutilizar**, pois o celular antigo, mesmo com a bateria fraca, ainda apresenta componentes funcionais que podem ser usados para outras finalidades, como transformá-lo em uma câmera de segurança ou um dispositivo para estudos, aumentando a vida útil do aparelho, evitando o descarte precoce e a necessidade imediata de adquirir um novo celular. Além disso, **recuperar** é uma opção importante: se o aparelho puder ser consertado, a bateria ou outros componentes podem ser substituídos, fazendo com que o celular volte a funcionar adequadamente, prolongando sua utilidade. Priorizar essas ações está de acordo com um consumo consciente e sustentável, minimizando a produção de resíduos eletrônicos, que podem ser tóxicos e difíceis de reciclar.

2 Como a logística reversa pode ajudar no processo?

Espera-se que os estudantes compreendam que a **logística reversa** é uma estratégia essencial para dar uma destinação ambientalmente correta a produtos eletrônicos no final de sua vida útil. No caso do celular, a logística reversa possibilita que empresas recolham o aparelho antigo para **reaproveitar peças úteis**, como bateria e placa-mãe, e **reciclar materiais**, como metais e plásticos, evitando que esses resíduos contaminem o solo, a água e o ar quando descartados incorretamente. Além disso, os alunos devem reconhecer que esse processo **reduz a extração de matérias-primas**, diminui a produção de lixo eletrônico e ainda **incentiva a economia circular**, produzindo empregos e fortalecendo o compromisso socioambiental das empresas e da população. Ao propor soluções sustentáveis,

espera-se que os estudantes façam conexões com os **7 Rs da sustentabilidade**, mostrando consciência crítica e responsabilidade ambiental.

3 Quais são os impactos ambientais e sociais positivos da solução sugerida?

Espera-se que os estudantes reconheçam que a solução sustentável para o caso do celular antigo traz benefícios tanto ambientais quanto sociais. Do ponto de vista ambiental, a alternativa ajuda a diminuir o descarte incorreto de lixo eletrônico, evitando a contaminação do solo, da água e do ar por substâncias tóxicas, como chumbo, mercúrio e cádmio. Além disso, contribui para a redução da extração de recursos naturais, como metais raros e petróleo, por meio do reaproveitamento e da reciclagem de peças do celular. Também reduz a emissão de gases poluentes e o consumo de energia que seriam utilizados na produção de novos aparelhos. No aspecto social, espera-se que os estudantes percebam a importância da conscientização da população sobre consumo responsável e preservação ambiental, incentivando práticas mais sustentáveis. A solução ainda colabora com a criação de empregos em áreas como coleta, conserto e reciclagem de eletrônicos, melhora a saúde pública ao evitar contaminações e fortalece a economia circular, promovendo o reaproveitamento e a diminuição do desperdício para um desenvolvimento mais justo e sustentável.

AULA

7

EFEITO ESTUFA E CÁLCULO DAS EMISSÕES DE CO₂

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Equilíbrio térmico

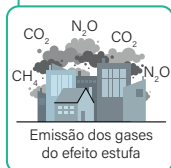
Efeito estufa

Os gases do efeito estufa, como **CO₂**, **CH₄**, **H₂O**, **O₃** e **N₂O**, **absorvem** essa radiação infravermelha e a **reemitem** em várias direções, incluindo de volta para a Terra. Isso evita que todo o calor escape para o espaço, mantendo o planeta aquecido.

As ondas de energia interagem com a atmosfera e com os gases do efeito estufa, influenciando a retenção de calor.



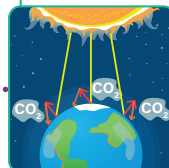
O efeito estufa é um fenômeno natural que mantém a temperatura da Terra adequada para a vida. A luz solar atravessa a atmosfera, e parte dessa energia é **absorvida** pela superfície terrestre, aquecendo-a. Outra parte é **refletida** de volta para o espaço na forma de radiação infravermelha.



Emissão dos gases do efeito estufa



Sem os gases do efeito estufa, a Terra seria muito fria, com uma temperatura média de **-18 °C**. No entanto, a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento e outras atividades humanas aumentam a concentração desses gases, intensificando o efeito estufa e elevando a temperatura global.



Reduzir as emissões de gases do efeito estufa e equilibrar o clima exige grandes mudanças, mas ações do dia a dia, como economizar energia e reduzir o uso de combustíveis fósseis, podem contribuir para esse processo.

PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM © GETTY IMAGES





Combustão

Reação entre combustível e O_2 produz **energia**, **CO_2** e **H_2O** .
As equações químicas possibilitam calcular a quantidade de CO_2 emitida.



Gasolina vs etanol

Gasolina: libera mais CO_2/L queimado (contém mais C).
Etanol: libera menos CO_2 e é sustentável, pois a cana-de-açúcar reabsorve parte do CO_2 durante o crescimento.



Cálculo da emissão de CO_2

1. Equação da combustão balanceada.
2. Relacionar os mols de combustível com os mols de CO_2 .
3. Converter massa para mols e depois para gramas de CO_2 .



Redução de emissões

Além da escolha do combustível, a eficiência do veículo, a forma de dirigir e as alternativas de transporte influenciam na emissão de CO_2 . O Brasil foi pioneiro no uso do etanol e incentivou fontes renováveis e menos poluentes.

Combustão de combustíveis e suas consequências ambientais.

Na prática

Atividade 1

Calculando a quantidade de CO_2

Qual é a massa de dióxido de carbono (CO_2) liberada na obtenção de 1 tonelada de alumínio?

- Produção de alumínio: $2 Al_2O_{3(s)} + 3 C_{(s)} \rightarrow 4 Al_{(s)} + 3 CO_{2(g)}$

Massas disponíveis na tabela periódica:

$M(Al) = 27$; $M(C) = 12$; $M(O) = 16$



A partir da equação química balanceada, calcular as massas molares, em grama por mol, do alumínio, do carbono e do oxigênio.

Massas disponíveis na tabela periódica:

$M(Al) = 27$; $M(C) = 12$; $M(O) = 16$

A massa molar do CO_2 é igual a **44 g/mol**.

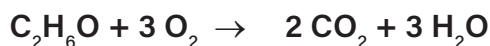
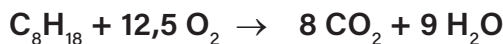
Na formação de 4 mol de Al, são emitidos 3 mol de CO_2 .

$$4 Al - 3 CO_2 \Rightarrow 1 t - x t \Rightarrow \frac{108 g - 132 g}{1 t - x t} \Rightarrow x = 132 \div 108$$

$$x = 1,22 \text{ tonelada de } CO_2$$

Atividade 2

No Brasil, os combustíveis mais utilizados nos automóveis são a gasolina e o etanol. Ambos sofrem combustão e liberam dióxido de carbono (CO_2), mas em quantidades diferentes. A combustão completa de cada combustível pode ser representada pelas equações químicas balanceadas:



Com base nas equações químicas e nos dados fornecidos, determine qual combustível libera mais CO_2 por litro queimado.

Dados: Densidade gasolina 0,75 kg/L

Densidade etanol 0,79 kg/L

Combustão da gasolina



A partir da equação química balanceada, calcular as massas molares, em grama por mol.

Massas disponíveis na tabela periódica:

M (H) = 1; M (C) = 12; M (O) = 16

A massa molar do CO_2 é igual a 44 g/mol e do C_8H_{18} é igual a 114 g/mol.

Na combustão de 1 mol de C_8H_{18} , são emitidos 8 mol de CO_2 .

1 mol C_8H_{18} produz 8 mol CO_2 .

114 g produzirá 8 (44 g).

Logo, 114 g de C_8H_{18} produz 352 g de CO_2 .

Sendo a densidade da gasolina 0,75 kg/L, temos
1 L = 0,75 kg

$$114 \text{ g } \text{C}_8\text{H}_{18} - 352 \text{ g } \text{CO}_2$$

$$0,75 \text{ kg } \text{C}_8\text{H}_{18} - x$$

$$114 x = 0,75 \cdot 352$$

$$114 x = 264$$

$$x = 264 \div 114$$

$$x = 2,31 \text{ kg de } \text{CO}_2$$

A combustão de 1 litro de gasolina libera 2,31 kg de CO_2 .

Combustão do etanol



A partir da equação química balanceada, calcular as massas molares, em grama por mol.

Massas disponíveis na tabela periódica:

M (H) = 1; M (C) = 12; M (O) = 16.

A massa molar do CO_2 é igual a 44 g/mol e do $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ é igual a 46 g/mol.

Na combustão de 1 mol de $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, são emitidos 2 mol de CO_2 .

1 mol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ produz 2 mol de CO_2 .

46 g produzirá 2. 44 g.

Logo, 46 g de $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ produz 88 g de CO_2 .

Sendo a densidade do etanol 0,79 kg/L, temos
1 L = 0,79 kg

$$46 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_6\text{O} - 88 \text{ g } \text{CO}_2$$

$$0,79 \text{ kg } \text{C}_2\text{H}_6\text{O} - x$$

$$46 x = 0,79 \cdot 88$$

$$46 x = 69,52$$

$$x = 69,52 \div 46$$

$$x = 1,51 \text{ kg}$$

A combustão de 1 litro de etanol libera, aproximadamente, 1,51 kg de CO_2 .

Portanto, a gasolina libera mais CO_2 por litro queimado do que o etanol.

AULA

8

DEPENDÊNCIA DO MUNDO QUANTO AO USO DE COMBUSTÍVEIS NÃO RENOVÁVEIS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Entalpia

A variação de entalpia (ΔH) é essencial para entender a energia envolvida nas reações químicas, especialmente na combustão de combustíveis, que podem ser renováveis ou não renováveis. No caso de combustíveis renováveis, como etanol e biodiesel, a variação de entalpia possibilita avaliar a quantidade de energia liberada durante sua queima. Essa energia está diretamente relacionada à eficiência energética, que é a capacidade de converter a energia liberada em trabalho útil, como movimento em motores ou geração de eletricidade.

Ao compararmos os combustíveis renováveis com os fósseis, observamos que, além de representarem alternativas mais sustentáveis, os primeiros podem apresentar boas eficiências energéticas e contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa, promovendo um uso mais consciente e ambientalmente responsável da energia.

LIDERANÇA NA ENERGIA RENOVÁVEL

O Brasil é o país que apresenta a matriz energética menos poluente entre os grandes consumidores globais.

O QUE É MATRIZ ENERGÉTICA?

É o conjunto de fontes de energia usadas para os mais diversos fins, como:



Locomoção veicular



Produção da indústria

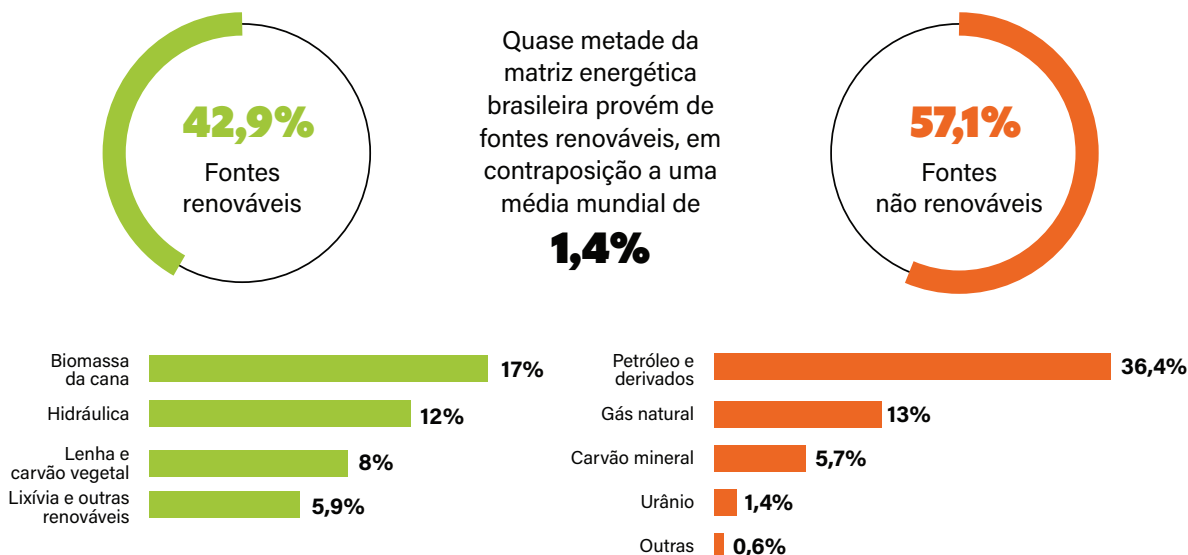


Preparação de alimentos



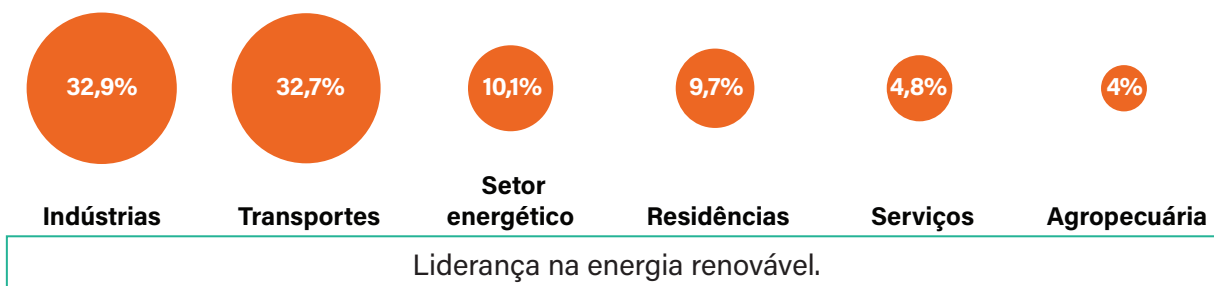
Geração de eletricidade

A MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA



QUEM CONSUME ENERGIA

A indústria representa um terço do consumo nacional



Na prática

Atividade

Eficiência e sustentabilidade: analisando combustíveis com a termoquímica

- Você foi contratado como **consultor ambiental** para recomendar o melhor combustível (gasolina, etanol ou biodiesel) para o transporte de uma cidade que busca eficiência energética e menor impacto ambiental.

Utilize os dados fornecidos sobre poder calorífico, entalpia de combustão, custo, origem e impacto ambiental para investigar qual combustível é mais eficiente e sustentável.

Para isso, analise a tabela de dados fornecida, discuta em duplas ou grupos as questões propostas e, ao final, elabore uma recomendação justificada sobre o melhor combustível.

Tabela de dados para análise

Combustível	Poder calorífico (kcal/kg)	Densidade (kg/L)	Custo médio R\$	ΔH_c (kJ/mol)	Origem
Gasolina C_8H_{18}	10 500	0,74	6,00	-5 500	Não renovável
Etanol C_2H_6O	7 000	0,79	4,00	-1 368	Renovável
Biodiesel $C_{17}H_{34}O_2$	8 500	0,88	5,50	-11 000	Renovável

a) Qual combustível apresenta maior energia liberada por mol?

Biodiesel ($C_{17}H_{34}O_2$); $\Delta H_c \approx -11\,000\text{ kJ/mol}$

O biodiesel, por ser uma molécula grande, com uma longa cadeia carbônica e vários átomos de hidrogênio, tem mais ligações químicas que são rompidas e reorganizadas durante a combustão. Isso resulta em maior quantidade de energia liberada por mol de combustível queimado.

b) Qual combustível libera mais energia por litro consumido?

Cálculo do poder calorífico da gasolina referente a 1 L:

1 kg	_____	10 500 kcal	x = 7770 kcal/L
0,74 kg	_____	x kcal	

Cálculo do poder calorífico do etanol referente a 1 L:

1 kg	_____	7 000 kcal	x = 5 530 kcal/L
0,79 kg	_____	x kcal	

Cálculo do poder calorífico do biodiesel referente a 1 L:

1 kg	_____	8 500 kcal	x = 7 480 kcal/L
0,88 kg	_____	x kcal	

A partir dos cálculos e com base nos dados fornecidos, conclui-se que a gasolina mencionada libera a maior quantidade de energia por litro consumido, com, aproximadamente, 7770 kcal/L, seguida pelo biodiesel com 7480 kcal/L e o etanol com 5530 kcal/L. Isso mostra que, em termos de volume, a gasolina é o combustível mais energético entre os três.

c) Qual combustível é mais eficiente considerando o custo por litro consumido?

Com os resultados obtidos na questão anterior, para determinar qual combustível fornece mais energia por real gasto, temos de dividir a energia liberada por litro pelo custo do litro:

Gasolina: $7770 \text{ kcal} \div \text{R\$ } 6,00 = 1295 \text{ kcal/R\$}$

Etanol: $5530 \text{ kcal} \div \text{R\$ } 4,00 = 1382,5 \text{ kcal/R\$}$

Biodiesel: $7480 \text{ kcal} \div \text{R\$ } 5,50 = 1360 \text{ kcal/R\$}$

Portanto, o etanol é o combustível mais eficiente considerando o custo por litro consumido, pois fornece, aproximadamente, 1382,5 kcal de energia por real gasto. Essa eficiência ocorre porque, apesar de o etanol liberar menos energia por litro em comparação à gasolina, seu preço mais baixo compensa essa diferença, tornando-o mais vantajoso economicamente nesse critério.

d) Por que a origem renovável é um fator importante na escolha de combustíveis?

Espera-se que os estudantes respondam que a origem renovável dos combustíveis, como o etanol e o biodiesel, é um fator importante porque esses combustíveis são produzidos a partir de matérias-primas que se regeneram em curto prazo, como a cana-de-açúcar e os óleos vegetais, ao contrário dos combustíveis fósseis, que levam milhões de anos para se formar. E que, além disso, a queima de combustíveis renováveis contribui menos para o aumento do CO_2 na atmosfera, pois o carbono liberado foi previamente absorvido pelas plantas durante o seu crescimento. Essa característica ajuda a mitigar o aquecimento global e a reduzir a dependência de recursos não renováveis, promovendo uma matriz energética mais sustentável, mesmo que o poder calorífico desses combustíveis seja inferior ao da gasolina.

- e) Escreva um resumo da recomendação do grupo, explicando a escolha do combustível mais eficiente e sustentável.

Expectativas de respostas: o grupo recomenda o etanol como combustível mais eficiente e sustentável, pois, apesar de seu poder calorífico ser menor que o da gasolina, apresenta melhor eficiência considerando o custo por litro consumido e tem origem renovável. O etanol emite menos gases de efeito estufa, pois o carbono liberado em sua queima foi absorvido recentemente pela biomassa, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas. Além disso, o uso do etanol diminui a dependência de combustíveis fósseis e incentiva a economia local por meio da agricultura.

A gasolina, embora tenha maior poder calorífico e forneça mais energia por litro, é um combustível fóssil não renovável, que produz altos níveis de poluentes e gases causadores do aquecimento global. Seu uso contínuo está associado à dependência de recursos limitados e aos impactos ambientais negativos, além de estar sujeito a flutuações nos preços internacionais do petróleo.

O biodiesel é outra opção renovável que apresenta baixa emissão de poluentes e pode ser usado em veículos a diesel. Sua produção, no entanto, depende de matérias-primas que podem competir com a produção de alimentos e enfrenta desafios técnicos relacionados à compatibilidade com motores e à infraestrutura de distribuição.

Em resumo, a escolha do combustível envolve um equilíbrio entre eficiência energética, sustentabilidade ambiental, aspectos econômicos e desafios tecnológicos. O grupo destaca a importância de políticas públicas e investimentos em pesquisa para incentivar o uso crescente de fontes renováveis, como o etanol e o biodiesel, buscando um futuro energético mais sustentável.

COMPARAÇÃO DE PODER CALORÍFICO E ALTERNATIVAS SUSTENTÁVEIS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Entalpia

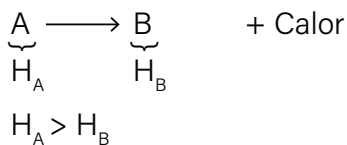
VARIAÇÃO DA ENTALPIA (ΔH)

Variação da entalpia (ΔH) em reações exotérmicas

Em razão de **liberação** de calor, a entalpia dos produtos (H_p) é **menor** do que a entalpia dos reagentes (H_R).

Genericamente, temos:

Reagente $\longrightarrow$ Produto + Calor

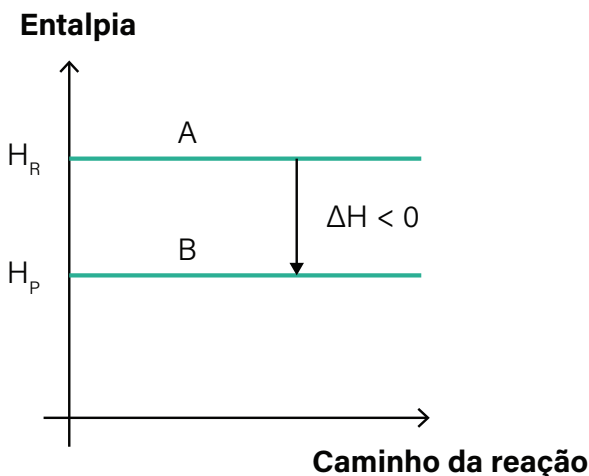


$$\Delta H = H_{\text{produto}} - H_{\text{reagente}}$$

$$\Delta H = H_B - H_A$$

$$\Delta H < 0$$

Graficamente, temos:

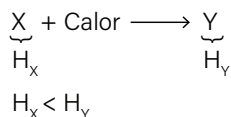


Variação da entalpia (ΔH) em reações endotérmicas

Em razão da **absorção** de calor, a entalpia dos produtos (H_p) é **maior** do que a entalpia dos reagentes (H_r).

Genericamente, temos:

Reagente + Calor $\longrightarrow$ Produto

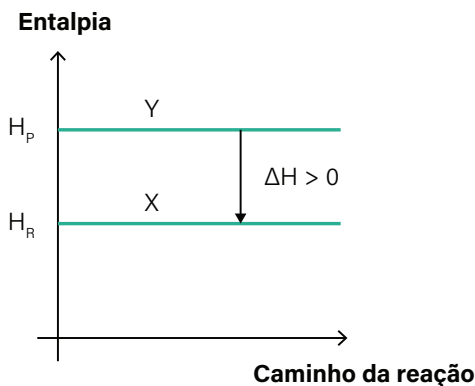


$$\Delta H = H_{\text{produto}} - H_{\text{reagente}}$$

$$\Delta H = H_Y - H_X$$

$$\Delta H > 0$$

Graficamente, temos:



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Exercícios resolvidos

- 1 (ENEM 2022)** Os combustíveis são materiais utilizados na produção de energia que, dependendo da sua composição, podem produzir diferentes substâncias. Por exemplo, numa queima completa, o hidrogênio se transforma em H_2O ; e o carbono, em CO_2 .

O quadro apresenta as entalpias de combustão de alguns combustíveis nas condições padrão.

Combustível	Fórmula	Entalpia padrão de combustão (kJ/mol)
Carbono	C	-394
Etino	C_2H_2	-1 300
Propano	C_3H_8	-2 220
Butano	C_4H_{10}	-2 878
Octano	C_8H_{18}	-5 471

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. São Paulo: Bookman, 2018. Adaptado.

Visando a redução do impacto ambiental, qual dos combustíveis listados libera maior quantidade de energia com menor produção de CO_2 ?

- a) Carbono. **c) Propano.** e) Octano.
b) Etino. d) Butano.

O objetivo é produzir a maior quantidade de energia a partir da menor quantidade de CO_2 . Para realizarmos o cálculo, podemos fixar a quantidade de CO_2 produzida em 1 mol.

Foi mencionado no enunciado que na combustão completa o hidrogênio origina a água e o carbono forma o CO_2 . Portanto, o número de mol de CO_2 que cada combustível produz depende diretamente da quantidade de carbono existente na estrutura do próprio combustível (balanceamento). Logo, podemos considerar que:

A. Se no C existe somente um carbono na estrutura, teremos apenas 1 mol de CO_2 formado nos produtos. Como fixamos a quantidade em exatamente 1 mol, o carbono como combustível vai liberar 394 kJ/mol de energia.

B. No caso do etino (C_2H_2), existem 2 carbonos na estrutura, formando, portanto, 2 mol de CO_2 nos produtos. Para calcularmos a energia liberada por mol de CO_2 , basta dividir o valor da entalpia padrão de combustão por 2, o que resulta na liberação de 650 kJ/mol de energia.

C. Para o propano (C_3H_8), que apresenta 3 carbonos na estrutura, serão formados 3 mol de CO_2 nos produtos. Após o cálculo da energia liberada para 1 mol de CO_2 , encontramos o valor de 740 kJ/mol (valor da entalpia padrão de combustão dividido por 3).

D. Realizando o mesmo raciocínio dos casos anteriores, o butano liberará uma energia de 719,5 kJ/mol.

E. Realizando o mesmo raciocínio dos casos anteriores, o octano liberará 683,8 kJ/mol.

O combustível que libera uma maior quantidade de energia com menor produção de CO_2 , portanto, é o propano.

Atividade 1

Vamos argumentar

Vamos praticar a argumentação elaborando um texto sobre a importância do incentivo ao uso de combustíveis alternativos e mais sustentáveis.

Reflictam sobre os temas discutidos em aula, especialmente os cálculos energéticos e os produtos gerados nas reações de combustão. Para apoiar e enriquecer as ideias, assistam também a um vídeo sobre a produção de etanol a partir de milho.

Em grupos, compartilhem suas ideias e considerações, e utilizem essas reflexões para construir um argumento sólido a favor de alternativas sustentáveis no contexto energético atual.

Espera-se que os estudantes identifiquem que as principais diferenças entre os variados combustíveis incluem: a composição química, a eficiência energética, as emissões de poluentes, o custo de produção e a disponibilidade. Eles devem reconhecer que combustíveis fósseis, como petróleo, gás natural e carvão mineral, em geral, apresentam maior emissão de gases de efeito estufa (como CO_2) e outros poluentes atmosféricos, como óxidos de enxofre e de nitrogênio, em comparação com combustíveis renováveis.

Ao citar combustíveis renováveis, como etanol, biodiesel e biogás, os estudantes devem destacar que esses podem ser obtidos de matéria-prima agrícola ou resíduos orgânicos, e que tendem a apresentar menor impacto ambiental ao longo de seu ciclo de vida. Também devem considerar benefícios adicionais, como a possibilidade de reaproveitamento de subprodutos (por exemplo, restos de milho usados na alimentação animal), a redução da pegada de carbono, o estímulo à economia local e a diversificação da matriz energética.

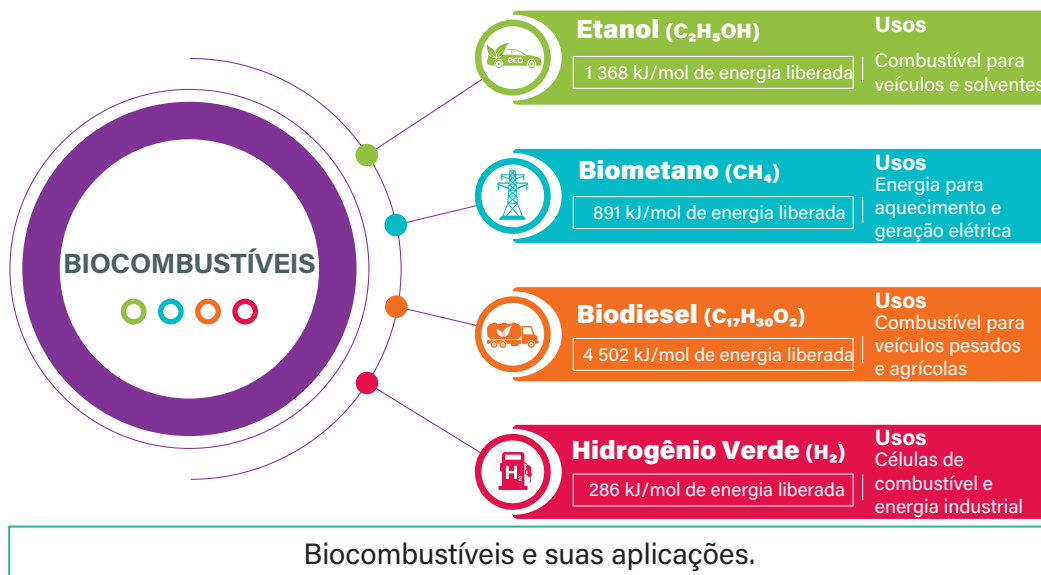
Quanto à importância de se buscar alternativas aos combustíveis fósseis, espera-se que os estudantes apontem a necessidade de reduzir a dependência de recursos finitos, mitigar impactos ambientais e conter o avanço das mudanças climáticas, bem como garantir a sustentabilidade e a segurança energética para as próximas gerações. Eles devem, ainda, perceber que o incentivo a combustíveis renováveis está diretamente ligado à inovação tecnológica, à geração de empregos e à resiliência do sistema energético diante de crises econômicas e ambientais.

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Entalpia

Biocombustíveis são fontes renováveis de energia produzidas a partir da biomassa, que consiste em matéria orgânica de origem vegetal ou animal. Eles são obtidos por meio de processos bioquímicos, como fermentação e digestão anaeróbica, além de processos termoquímicos, que transformam essa matéria em combustíveis capazes de liberar energia durante a combustão. Diferentemente dos combustíveis fósseis, que se formam ao longo de milhões de anos, os biocombustíveis são produzidos em ciclos curtos, utilizando recursos renováveis.

O impacto ambiental positivo desses combustíveis depende do manejo sustentável e adequado da biomassa, evitando danos como desmatamento e poluição. Compreender esses processos possibilita avaliar o potencial dos biocombustíveis na redução das emissões de gases de efeito estufa e na construção de uma matriz energética mais limpa e sustentável.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Atividade 1

Os biocombustíveis

1 Assista ao vídeo sobre biocombustíveis e responda às questões.

- a)** Quais são os principais benefícios dos biocombustíveis em comparação aos combustíveis fósseis?

Os biocombustíveis são fontes renováveis de energia produzidos a partir de matéria orgânica que pode ser renovada em ciclos curtos, ao contrário dos combustíveis fósseis, que levam milhões de anos para se formar. Além disso, os biocombustíveis contribuem para a redução das emissões de gases de efeito estufa, ajudam a minimizar a poluição ambiental ao aproveitar resíduos orgânicos e promovem o desenvolvimento sustentável, sendo uma alternativa importante para diminuir o impacto ambiental dos combustíveis tradicionais.

- b)** Quais matérias-primas são usadas para produzir biocombustíveis como o etanol e biodiesel?

As principais matérias-primas para a produção de biocombustíveis como o etanol são cana-de-açúcar, milho e beterraba, que são fontes ricas em açúcares e amidos. Para o biodiesel, as matérias-primas citadas são óleos vegetais, como soja, dendê e mamona, além de gorduras animais, que passam por processos químicos para a obtenção do combustível.

Atividade 2

Combustíveis em debate

Em grupos, discutam sobre os diferentes combustíveis listados na tabela.

Analise e debatam as vantagens, desvantagens, matérias-primas e a viabilidade de uso de cada combustível.

Preencham a tabela com as informações discutidas, atribuindo também uma nota de 1 a 5 para a viabilidade de cada combustível na região onde vivem de acordo com os dados a seguir:

5 = Combustível muito viável — matéria-prima local abundante, tecnologia e infraestrutura disponíveis, baixo impacto ambiental, custo acessível e aceitação social alta.

4 = Combustível viável — disponível regionalmente, boa infraestrutura, impacto ambiental moderado e custo competitivo.

3 = Viabilidade média — uso possível, mas pode haver limitações em infraestrutura, custo, impacto ambiental ou oferta da matéria-prima.

2 = Baixa viabilidade — desafios significativos na região quanto à matéria-prima, infraestrutura ou custo, tornando o uso pouco provável ou muito restrito.

1 = Muito baixa ou nenhuma viabilidade — matéria-prima inexistente, ausência de tecnologia e infraestrutura, alto custo e impacto ambiental desfavorável.

Combustível	Matéria-prima	Vantagem	Desvantagem	Nota de viabilidade
Gasolina	Petróleo bruto.	Apresenta melhor custo-benefício que as fontes alternativas; maior eficiência; e facilidade de armazenamento e distribuição.	Combustível derivado do petróleo; não renovável; alta emissão de gases poluentes; erros de armazenamento e extração podem causar graves problemas ambientais e à saúde.	A expectativa para a coluna é que o estudante avalie, com base no contexto local, o quanto faz sentido utilizar aquele combustível na sua região, considerando aspectos como disponibilidade da matéria-prima, infraestrutura, impacto ambiental, custo e aceitação social.

Etanol	Cana-de-açúcar, milho, beterraba.	Polui menos; fabricado a partir de fontes renováveis; gera empregos; custo menor que combustíveis fósseis; ajuda a manter o motor limpo.	Só usado em motores flex ou a álcool; preço variável; menos eficiente que gasolina; perde poder de combustão em temperaturas baixas; manejo inadequado pode afetar biodiversidade.	
Biodiesel	Óleos vegetais (soja, palma, girassol), gorduras animais.	Baixos índices de poluição; gera emprego e renda no campo; fonte renovável; fortalece economias menos dependentes do petróleo.	Em larga escala, pode demandar grandes áreas agrícolas e causar desmatamento; uso de grãos pode aumentar preços de alimentos.	
Gás natural veicular GNV	Gás natural (metano de jazidas naturais e gás associado).	Menor emissão de gases poluentes; redução da poluição local.	Erros no armazenamento e extração podem causar problemas ambientais e à saúde.	
Biogás	Resíduos orgânicos (esterco, restos agrícolas, lixo orgânico).	Reduz custos gerando energia a partir de recursos próprios; renovável; produz fertilizantes naturais (biofertilizantes).	Pode contribuir para o efeito estufa se liberado sem controle; necessita infraestrutura adequada para produção e uso.	

Carvão mineral	Carvão mineral.	É uma fonte energética tradicional e abundante em várias regiões, capaz de produzir grandes quantidades de energia de forma estável e contínua, o que o torna importante para o fornecimento de eletricidade em larga escala, especialmente em sistemas que ainda dependem de fontes fósseis.	Alta poluição; recurso finito; grandes impactos ambientais na extração e uso.	
Diesel	Petróleo bruto.	Veículos movidos a diesel têm maior durabilidade; bom desempenho e maior torque; menor gasto de combustível.	Veículos movidos a diesel são mais caros; manutenção mais cara.	
Hidrogênio	Água (eletrólise), gás natural (reforma a vapor), biomassa.	Não tóxico; grande potencial energético; baixa emissão de gases; alternativa ecológica; facilita desenvolvimento econômico.	Alternativa cara; exige metais nobres; custos elevados de transporte e armazenamento; alta reatividade; não ocorre isolado na natureza.	

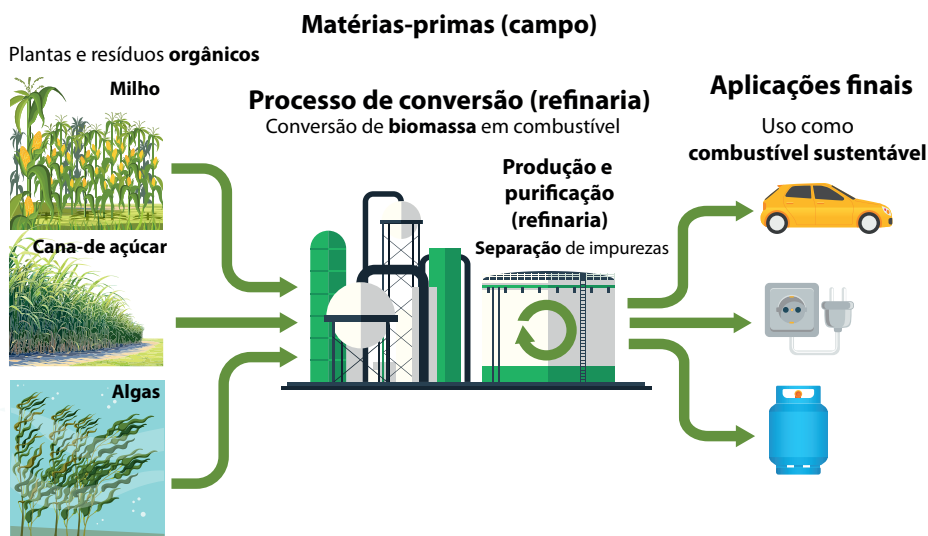
Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Entalpia

Os biocombustíveis são fontes de energia renováveis obtidas a partir de matéria orgânica, como plantas, resíduos agrícolas e gorduras animais. Biodiesel, etanol e biometano estão entre os principais combustíveis renováveis e apresentam diferenças importantes em termos de eficiência energética e impacto ambiental.

O biodiesel, produzido a partir de óleos vegetais, oferece eficiência próxima à do diesel fóssil, com menor emissão de CO_2 e partículas poluentes. Por sua vez, o etanol, proveniente da cana-de-açúcar, apresenta balanço de carbono próximo ao neutro, mas exige maior consumo para garantir a mesma autonomia. Já o biometano, obtido de resíduos orgânicos, é altamente sustentável, porém, por ser um combustível gasoso, apresenta menor densidade energética volumétrica em relação a combustíveis líquidos.

Compreender e avaliar essas características energéticas e produtivas é essencial para escolher alternativas mais viáveis e ambientalmente responsáveis.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM © GETTY IMAGES

Na prática

Atividade 1

O caso da cidade de Verde Novo

A cidade fictícia de Verde Novo decidiu substituir o combustível de sua frota de transporte público (composta por 20 ônibus) para uma opção mais sustentável e econômica. Ela está considerando três opções de combustível renovável: biodiesel, etanol e biometano. O objetivo é escolher um combustível que cause menos impacto ambiental e seja financeiramente viável para a cidade.

Como estudantes de química, vocês foram designados para ajudar a cidade a decidir qual combustível seria o mais vantajoso. Sua tarefa é avaliar cada opção e apresentar uma recomendação para a prefeitura.

- 1 Em grupos, use as informações discutidas em aula para preencher a tabela, comparando cada combustível com base nos critérios a seguir.

Critério	Biodiesel	Etanol	Biometano
Fonte	Produzido a partir de óleos vegetais, como soja; recurso renovável, mas depende da agricultura.	Derivado da cana-de-açúcar; renovável, mas requer grandes áreas de cultivo.	Produzido a partir de resíduos orgânicos e esgoto; renovável, ajuda a reduzir resíduos.
Entalpia de combustão	- 4 502 kJ/mol	- 1 368 kJ/mol	- 890 kJ/mol
Emissão de CO ₂ em relação ao diesel	Emissão de CO ₂ mais baixa que a do diesel convencional, mas ainda emite partículas poluentes.	Emite menos CO ₂ do que o diesel, com balanço de carbono próximo de neutro, mas causa poluição local durante a queima.	A emissão de CO ₂ é praticamente neutra; é uma das opções mais limpas, desde que o tratamento dos resíduos seja eficiente.
Custo de produção	Médio a alto.	Baixo.	Baixo custo em longo prazo.
Necessidade de adaptação	Alguns motores podem precisar de ajuste para maior eficiência.	Pode ser usado em motores flex, comuns no Brasil, com pouca ou nenhuma adaptação.	Exige adaptações nos motores para o uso do gás, além de infraestrutura de armazenamento.

- 2 Com base nas anotações da tabela, prepare um relatório curto recomendando o melhor combustível para a cidade, com base nos impactos ambientais e menor custo.

O relatório dos estudantes sobre o caso da cidade de Verde Novo deve iniciar com uma introdução clara, que apresente o contexto do problema: a necessidade de substituição do diesel na frota de transporte público de Verde Novo, composta por 20 ônibus, por um combustível renovável. Esse novo combustível deve ser sustentável e economicamente viável, contribuindo para a redução de emissões de carbono e de poluentes atmosféricos. O relatório deve explicar que três opções foram avaliadas – biodiesel, etanol e biometano –, considerando aspectos como fonte e sustentabilidade, impacto ambiental, custo e viabilidade de adaptação para a frota. A análise deve seguir com uma descrição detalhada de cada combustível. Em primeiro lugar, o biodiesel, que é produzido a partir de óleos vegetais e pode ser uma opção renovável; sua produção, no entanto, depende de culturas agrícolas, o que pode resultar em competição com alimentos. O relatório deve apontar que o biodiesel emite menos CO₂ que o diesel tradicional, mas ainda libera partículas na combustão, o que impacta a qualidade do ar. Além disso, o biodiesel é acessível em algumas regiões e exige poucas adaptações nos motores da frota, o que facilita sua implementação em curto prazo. Em seguida, deve ser apresentado o etanol, um combustível derivado da cana-de-açúcar, altamente renovável e com um balanço de carbono mais próximo de neutro devido à absorção de CO₂ pelas plantas durante o crescimento. Deve-se observar que o etanol é barato e amplamente acessível no Brasil, além de demandar pouca adaptação nos motores da frota, mas sua eficiência energética é inferior à do diesel, necessitando de mais consumo para alcançar o mesmo desempenho. Finalmente, o biometano, produzido a partir de resíduos orgânicos e esgoto, é descrito como a opção mais limpa em termos de emissões de carbono. A implementação do biometano em Verde Novo, contudo, exigiria investimento inicial para a construção de uma usina de tratamento de resíduos e adaptações significativas nos motores dos veículos, além de uma estrutura de armazenamento adequada, o que limita sua viabilidade em curto prazo. A conclusão do relatório deve analisar os dados comparativos dos três combustíveis, levando os estudantes a argumentarem sobre qual opção seria mais viável para a cidade, considerando o contexto e a infraestrutura atual. Com base nas informações, o etanol pode ser recomendado como a escolha mais prática e econômica, devido à sua disponibilidade, à baixa necessidade de adaptação e ao menor impacto ambiental em relação ao diesel. O relatório deve finalizar com uma justificativa para a escolha, observando que o biodiesel e o biometano também oferecem benefícios, mas apresentam desafios específicos para sua implementação.

Resumo

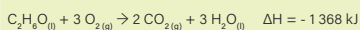
Extra: Caderno de Exercícios – Entalpia



Você já se perguntou por que diferentes combustíveis liberam quantidades distintas de energia ao queimar?

Entalpia de combustão

Entalpia de combustão é a energia liberada na combustão completa de 1 mol de uma substância no estado-padrão.

**Entalpia de ligação**

Energia de ligação é energia absorvida na quebra de 1 mol de ligações, no estado gasoso.

**Poder calorífico**

O poder calorífico é uma medida termodinâmica que representa a quantidade de calor liberado durante a combustão completa de um mol de substância à temperatura de 25 °C e 760 mmHg de pressão, geralmente expressa em kJ/mol ou kJ/g.



Propriedade que possibilita comparar o poder energético dos combustíveis.

Fatores que influenciam a energia liberada pelos combustíveis.

Na prática

Para calcular o poder calorífico (kJ/g) de cada combustível, é preciso dividir o valor da entalpia de combustão pelo valor da massa molar do combustível.

Metano: $- 890 \div 16 \approx 55,62$

Octano: $- 5\,470 \div 114 \approx 47,98$

Etanol: $- 1\,368 \div 46 \approx 29,73$

Propano: $- 2\,220 \div 44 \approx 50,45$

Atividade 1

É hora de comparar!

- 1 Complete a tabela, calculando o poder calorífico de cada combustível com base nos dados fornecidos de entalpia de combustão e massa molar.

Combustível	Entalpia de combustão (kJ/mol)	Poder calorífico (kJ/g)	Massa molar (g/mol)
Metano (CH_4)	- 890	55,62	16
Etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)	- 1 368	29,73	46
Propano (C_3H_8)	- 2 220	50,45	44
Octano (C_8H_{18})	- 5 470	47,98	114

- 2 Compare as medidas de poder calorífico entre o etanol e o octano (principal componente da gasolina). Qual correlação podemos fazer entre a entalpia de ligação das duas moléculas e o seu poder calorífico? Faça uma reflexão com seus colegas sobre as consequências disso para o meio ambiente.

Por unidade de massa, o octano libera significativamente mais energia durante a combustão em

comparação com o etanol. Essa diferença está relacionada à estrutura molecular e às entalpias de

ligação: o octano, sendo uma molécula maior e mais complexa, contém mais ligações carbono-

carbono e carbono-hidrogênio, por apresentar maior número de ligações químicas que liberam ener-

gia quando rompidas e reformadas durante a combustão. Quando essas ligações são rompidas, uma

quantidade maior de energia é liberada, resultando em maior poder calorífico. O etanol, apesar de

ser um combustível renovável, tem uma estrutura molecular que, embora contenha ligações energé-

ticas, libera menos energia por unidade de massa.

As implicações ambientais de cada combustível diferem significativamente, no entanto. O octano

resulta em maior emissão de CO_2 e outros poluentes, enquanto o etanol apresenta vantagens so-

cioambientais relevantes: pode ser produzido a partir de diferentes matérias-primas, algumas das quais produzem alimento ou subprodutos úteis, contribui para a rotatividade do solo e possibilita a reutilização de água. Dessa forma, o desenvolvimento e a utilização de combustíveis mais sustentáveis, como o etanol, são fundamentais para mitigar impactos ambientais e promover alternativas energéticas viáveis.

A escolha entre os combustíveis deve considerar não apenas o poder calorífico, mas também as consequências ambientais e seus efeitos a longo prazo. É importante refletir sobre como as decisões energéticas podem influenciar a sustentabilidade e a mitigação das mudanças climáticas, valorizando alternativas renováveis e equilibrando eficiência energética com preservação ambiental.

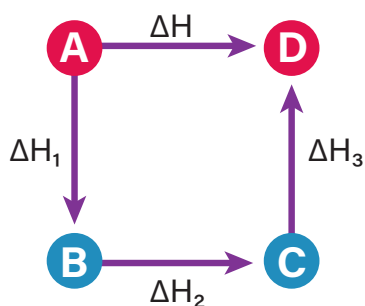
AULA 13

VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Entalpia

A relação entre química e as fontes de energia é fundamental para entendermos tanto os processos industriais quanto os impactos ambientais que enfrentamos atualmente. Nesse contexto, avaliar as propriedades dos combustíveis alternativos torna-se essencial para identificar soluções energéticas mais sustentáveis, analisando suas vantagens e desvantagens em relação aos combustíveis fósseis. Além disso, a lei de Hess estabelece relações importantes na química, possibilitando o cálculo de entalpias em reações complexas a partir de reações mais simples. Esses dois temas se interligam ao explorar como a energia pode ser gerada, utilizada e medida de maneira eficiente e responsável.



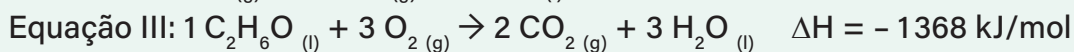
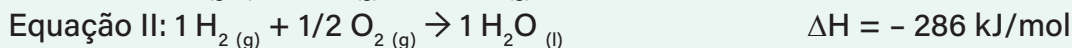
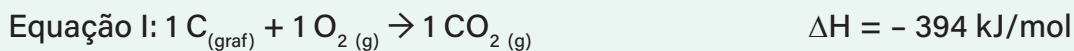
$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = \Delta H$$

Representações gráficas
de variações de ener-
gia e transformações
em sistemas.

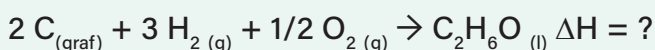
PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Exercícios resolvidos

1 Dadas as equações:

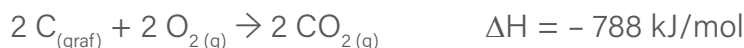


Como podemos determinar a variação de entalpia do etanol a partir do carbono, grafite, gás hidrogênio e gás oxigênio?



Vamos trabalhar com as equações I, II e III, de modo que a soma delas nos possibilite obter a equação termoquímica de formação do etanol. Para isso, devemos:

1º – Ter 2 mol de C_{graf} no lado dos reagentes. O C_{graf} está presente na equação I, na quantidade de 1 mol. Como a entalpia é uma propriedade extensiva, isto é, depende da quantidade de substância, e precisamos de 2 mol de C_{graf} nessa equação (I) e o valor do seu ΔH devem ser multiplicados por 2:

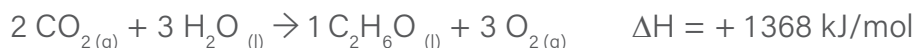


2º – Ter 3 mol de $\text{H}_{2(\text{g})}$ do lado dos reagentes. O $\text{H}_{2(\text{g})}$ está presente na equação II, na quantidade de 1 mol. Como precisamos de 3 mol de $\text{H}_{2(\text{g})}$ a equação II e o valor de seu ΔH devem ser multiplicados por 3:

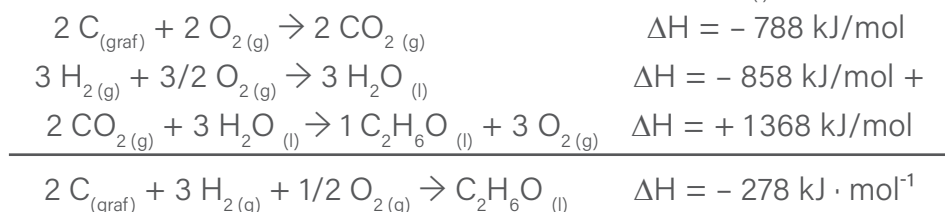


3º – Ter 1 mol de $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_{(\text{l})}$ no lado dos produtos. O $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_{(\text{l})}$ está presente na equação III, do lado dos reagentes. Para o $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_{(\text{l})}$ ser o produto, a reação deve ocorrer de maneira inversa; para isso, devemos inverter a equação III.

Essa equação é exotérmica; porém, no sentido inverso, ela é endotérmica. Assim, devemos também inverter o sinal do valor do ΔH .



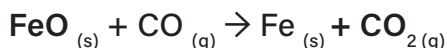
Somando essas três equações, agora devidamente adaptadas, obteremos a equação desejada e, também, o valor de ΔH para a formação do $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_{(\text{l})}$:



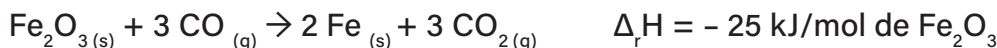
A aplicação da lei de Hess propiciou determinar a entalpia de formação do $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_{(\text{l})}$ apesar de essa reação não ocorrer dessa maneira em um laboratório.

Atividade 1

(ENEM 2017) O ferro é encontrado na natureza na forma de seus minérios, tais como a hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), a magnetita (Fe_3O_4) e a wustita (FeO). Na siderurgia, o ferro-gusa é obtido pela fusão de minérios de ferro em altos fornos em condições adequadas. Uma das etapas nesse processo é a formação de monóxido de carbono. O CO (gasoso) é utilizado para reduzir o FeO (sólido), conforme a equação química:



Considere as seguintes equações termoquímicas:



O valor mais próximo de $\Delta_r H$, em kJ/mol de FeO, para a reação indicada do FeO (sólido) com o CO (gasoso) é:

a) – 14

b) – 17

c) – 50

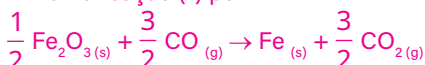
d) – 64

e) – 100

Espera-se que os estudantes manipulem as equações fornecidas por fatores adequados para somar e cancelar as espécies intermediárias (Fe_2O_3 e Fe_3O_4), a fim de obter exatamente a equação global desejada e o valor mais próximo de $\Delta_r H$.

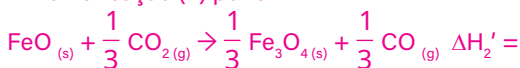
1º - Manipular as equações:

Dividir a reação (1) por 2



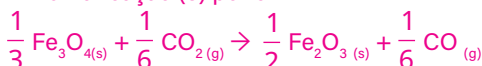
$$\Delta H_1' = (-25) \div 2 = -12,5 \text{ kJ}$$

Dividir a reação (2) por 3



$$= (-36) \div 3 = -12 \text{ kJ}$$

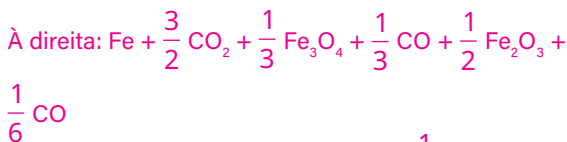
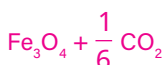
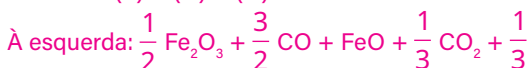
Dividir a reação (3) por 6



$$\Delta H_3' = (+47) \div 6 \approx +7,83 \text{ kJ}$$

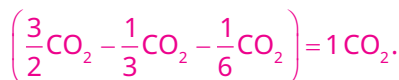
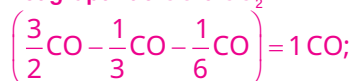
2º - Somar e cancelar intermediários:

Somando (1') + (2') + (3'):



(ambos os lados);

Reagrupando CO e CO₂:



Resultado: $\text{FeO}_{(s)} + \text{CO}_{(g)} \rightarrow \text{Fe}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$ (equação global confirmada).

3º - Cálculo do ΔH global:

Aplicando as mesmas operações aos calores de reação (lei de Hess):

$$\Delta H = \Delta H_1' + \Delta H_2' + \Delta H_3' = (-25 \div 2) + (-36 \div 3) + (+47 \div 6) \text{ kJ}$$

$$\Delta H = -12,5 - 12 + 7,83... = -16,67 \text{ kJ} \approx -17 \text{ kJ por mol de FeO consumido.}$$

Conclusão:

O valor mais próximo é $\Delta H \approx -17 \text{ kJ/mol de FeO}$.

Atividade 2

Sustentabilidade na produção do ferro

A produção de ferro é um dos pilares da indústria moderna, mas seu processo tradicional, que envolve a queima de carvão, suscita preocupações ambientais devido às emissões de CO_2 . Na questão anterior foram representadas algumas etapas que ocorrem para a produção do ferro. Em duplas, respondam às questões adiante e, em seguida, discutam com as demais duplas as suas reflexões.

- 1 Como a lei de Hess nos ajuda a interpretar as características energéticas do processo de obtenção do ferro?

Espera-se que os estudantes respondam à primeira pergunta explicando que a lei de Hess possibilita calcular a variação de entalpia total da obtenção do ferro por meio da soma das etapas do processo, independentemente do caminho seguido. Isso ajuda a compreender quanta energia é consumida ou liberada em cada etapa da siderurgia, avaliando a eficiência do processo e justificando a busca por métodos que demandem menos energia.

- 2 Quais são as implicações da queima de carvão em termos de emissões de CO_2 ?

Espera-se que os estudantes discutam que a queima de carvão resulta em grandes emissões de CO_2 , contribuindo para o aquecimento global e as mudanças climáticas, além de liberar outros poluentes que afetam a qualidade do ar e a saúde pública.

- 3 Quais alternativas sustentáveis poderiam ser utilizadas para substituir o carvão na produção de aço? (Ex.: hidrogênio, energias renováveis).

Espera-se que os estudantes apresentem alternativas sustentáveis, como o uso de hidrogênio como redutor no processo de produção de aço, que produz água em vez de CO_2 , e a utilização de energias renováveis, como solar e eólica, para fornecer eletricidade em processos industriais, reduzindo a dependência do carvão e suas emissões associadas.

14

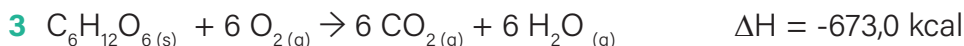
ASPECTOS QUANTITATIVOS DA TERMOQUÍMICA

Na prática

O valor de $\Delta H = -673$ kcal indica que a reação de formação da glicose é exotérmica ou exoenergética, liberando energia para o ambiente. Além disso, pela lei de Hess, é possível verificar que as etapas garantem o valor negativo para o processo.

Atividade 1

(UECE 2015) A glicose é produzida no intestino, pela degradação dos carboidratos, e transportada pelo sangue até as células, onde reage com o oxigênio produzindo dióxido de carbono e água. Para entender a formação da glicose, são fornecidas as seguintes equações:

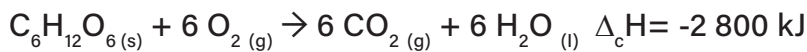


Considerando as reações que conduzem à formação da glicose e apenas as informações acima, pode-se afirmar corretamente que o processo é:

- a)** espontâneo. **c)** endoenergético.
b) não espontâneo. **d)** exoenergético.

Atividade 2

(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 40% dela é disponibilizada para atividade muscular.



Considere as massas molares (em g.mol⁻¹): H = 1; C = 12; O = 16.

LIMA, L. M.; FRAGA, C.A. M.; BARREIRO, E. J. **Química na saúde**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010. Adaptado.

Na oxidação de 1,0 grama de glicose, a energia obtida para atividade muscular, em quilojoule, é mais próxima de:

- a) 6,2 b) 15,6 c) 70,0 d) 622,2 e) 1 120,0

1º - Determinar a massa molar da glicose

$$M(C_6H_{12}O_6) = 6 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 16$$

$$M(C_6H_{12}O_6) = 72 + 12 + 96 = 180 \text{ g/mol}$$

2º - Calcular a energia disponível para atividade muscular (40%)

$$\text{Energia total liberada pela oxidação da glicose} = 2\,800 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{Energia útil} = 0,40 \cdot 2\,800 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{Energia útil} = 1\,120 \text{ kJ/mol}$$

3º - Calcular a energia por grama de glicose

$$\text{Energia por grama} = 1\,120 \text{ kJ/mol} \div 180 \text{ g/mol}$$

$$\text{Energia por grama} = 6,22 \text{ kJ/g (aproximadamente)}$$

Atividade 3

(ENEM 2019) O gás hidrogênio é considerado um ótimo combustível – o único produto da combustão desse gás é o vapor de água, como mostrado na equação química:

$2 \text{ H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}_{(g)}$. Um cilindro contém 1 kg de hidrogênio e todo esse gás foi queimado. Nessa reação, são rompidas e formadas ligações químicas que envolvem as energias listadas no quadro.

Ligação química	Energia de ligação (kJ/mol)
H-H	437
H-O	463
O=O	494

Massas molares (g/mol): $\text{H}_2 = 2$; $\text{O}_2 = 32$; $\text{H}_2\text{O} = 18$.



Qual é a variação da entalpia, em quilojoule, da reação de combustão do hidrogênio contido no cilindro?

a) -242 000

d) + 110 500

b) -121 000

e) + 234 000

c) -2 500

1º - Calcular a quantidade de matéria de H_2

Massa de H_2 no cilindro = 1,0 kg = 1 000 g

Massa molar do H_2 = 2 g/mol

$n(H_2) = \text{massa}/\text{massa molar}$

$n(H_2) = 1\,000\text{ g} \div 2\text{ g/mol} = 500\text{ mol}$

2º - Calcular a energia para romper as ligações (reagentes)

Reagentes na equação: 2 H-H e 1 O=O

Energia para romper 2 ligações H-H = $2 \cdot 437\text{ kJ/mol} = 874\text{ kJ}$

Energia para romper 1 ligação O=O = 494 kJ

Energia total para romper ligações = $874 + 494 = 1\,368\text{ kJ}$

3º - Calcular a energia liberada na formação das ligações (produtos)

Produtos: 2 moléculas de $H_2O \rightarrow$ cada H_2O tem 2 ligações O-H $\rightarrow$ total de 4 ligações O-H

Energia liberada na formação de 4 O-H = $4 \cdot 463\text{ kJ/mol} = 1\,852\text{ kJ}$

4º - Calcular a variação de entalpia por reação estequiométrica

ΔH (por equação balanceada: $2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2O$) = energia quebrada - energia formada

$\Delta H = 1\,368 - 1\,852 = -484\text{ kJ}$ (por 2 mols de H_2 reagidos)

5º - Calcular a variação de entalpia para 1,0 kg de H_2

A equação considera 2 mols de H_2 por execução da reação.

Número de execuções da reação com 500 mol de H_2 = $500\text{ mol} \div 2\text{ mol} = 250$

$\Delta H_{\text{total}} = (-484\text{ kJ}) \cdot 250 = -(484 \cdot 250)\text{ kJ} = -121\,000$

Portanto $\Delta H_{\text{total}} = -121\,000\text{ kJ}$

Atividade 4

(ENEM 2019) O etanol é um combustível renovável obtido da cana-de-açúcar e é menos poluente do que os combustíveis fósseis, como a gasolina e o diesel. O etanol tem densidade $0,8\text{ g/cm}^3$, massa molar 46 g/mol e calor de combustão aproximado de $-1\,300\text{ kJ/mol}$. Com o grande aumento da frota de veículos, tem sido incentivada a produção de carros bicomcombustíveis econômicos, que são capazes de render até 20 km/L em rodovias, para diminuir a emissão de poluentes atmosféricos.

a) 3 000

b) 2 000

c) 5 000

d) 4 000

e) 1 000

1º - Determinar a massa molar dos componentes

Butano (C_4H_{10}): $M = 4 \cdot 12 + 10 \cdot 1 = 58 \text{ g/mol}$

Propano (C_3H_8): $M = 3 \cdot 12 + 8 \cdot 1 = 44 \text{ g/mol}$

2º - Converter o poder calorífico para kJ/mol

Suponha 1 kg de GLP:

Massa de butano: 0,5 kg = 500 g

Massa de propano: 0,5 kg = 500 g

3º - Determinar o número de mols de cada componente

Butano: $n = \text{massa}/\text{massa molar}$

$n = 500 \div 58 \approx 8,62 \text{ mol}$

Propano: $n = 500 \div 44 \approx 11,36 \text{ mol}$

4º - Relacionar o poder calorífico com as entalpias de combustão

O poder calorífico do GLP é a energia liberada por kg de mistura:

$$E_{\text{total}} = n_{\text{butano}} \cdot \Delta H_{\text{butano}} + n_{\text{propano}} \cdot \Delta H_{\text{propano}}$$

$$48\,000 = 8,62 \cdot 3\,000 + 11,36 \cdot \Delta H_{\text{propano}}$$

5º - Calcular $\Delta H_{\text{propano}}$

Energia liberada pelo butano: $8,62 \cdot 3\,000 \approx 25\,860 \text{ kJ}$

$$\text{Então: } 48\,000 = 25\,860 + 11,36 \cdot \Delta H_{\text{propano}}$$

$$11,36 \cdot \Delta H_{\text{propano}} = 48\,000 - 25\,860 = 22\,140$$

$$\Delta H_{\text{propano}} \approx 22\,140 \div 11,36 \approx 1\,948 \text{ kJ/mol} \approx 2\,000 \text{ kJ/mol}$$

CADERNO DE EXERCÍCIOS

Física



Termometria

Aula 1

$$t_F = 104^\circ\text{F} \text{ e } t_K = 313\text{ K}$$

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 1 A cidade do Rio de Janeiro é famosa pelas belas praias e pelas altas temperaturas no verão. Sabendo que num dia típico do verão os termômetros chegam a 40°C , determine o valor dessa temperatura nas escalas Fahrenheit e Kelvin.

$$t_C = 35^\circ\text{C}$$

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 2 Considerando dois termômetros, um na escala Celsius e outro na escala Fahrenheit, qual é o valor da temperatura, em $^\circ\text{C}$, que a indicação na escala Fahrenheit supera em 60 unidades a indicação na escala Celsius?

Dilatação térmica

Aula 3

$$\alpha = 27 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 1 Uma barra metálica tem comprimento de 50 cm a 0°C . Ao ser aquecida a 100°C , sofreu um aumento de 0,135 cm. Determine o coeficiente de dilatação linear desse metal.

$$\gamma = \frac{1}{2} \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \text{ e } \alpha = \frac{1}{6} \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 2 O volume de um sólido aumentou em $0,05\text{ cm}^3$ ao ser aquecido de 40°C a 240°C . Sendo 500 cm^3 o volume do sólido a 40°C , determine os coeficientes de dilatação volumétrica e linear do material.

Calorimetria

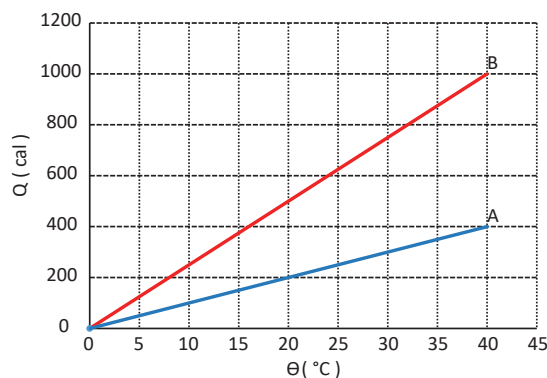
Aula 5

$$C_A = 10\text{ cal}/^\circ\text{C}, c_A = 0,1\text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

$$C_B = 25\text{ cal}/^\circ\text{C}, c_B = 0,25\text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 1 O gráfico de calor $Q(\text{cal})$ em função da temperatura $\theta(^\circ\text{C})$ de dois corpos, A e B, está representado a seguir. Sabendo que a massa de ambos os corpos é de 100 g, determine o calor específico das substâncias que compõem os corpos e suas capacidades térmicas.



- 2 (UEMA 2012)** Um calorímetro de capacidade térmica desprezível contém determinada massa de água a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Uma esfera metálica homogênea, de massa quatro vezes menor do que a massa de água no calorímetro, foi colocada dentro dele a uma temperatura de $440\text{ }^{\circ}\text{C}$ e, depois de atingido o equilíbrio térmico, a temperatura do sistema se estabilizou em $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Substância	Calor específico (cal/g $^{\circ}\text{C}$)
Platina	0,03
Prata	0,05
Cobre	0,09
Ferro	0,10
Alumínio	0,20
Água	1,00

Considerando o sistema termicamente isolado e os valores mostrados na tabela, pode-se afirmar corretamente que a esfera metálica é constituída de:

- a)** alumínio. **d)** cobre.
b) prata. **e)** ferro.
c) platina.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Aula 6

- 3** Determine a quantidade de calor que 100 gramas de gelo a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ deve receber para que, no final, haja somente água líquida a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Resposta: $Q_{\text{total}} = 12\ 000\text{ cal}$

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Dados:

calor específico do gelo
 $= 0,5\text{ cal/g }^{\circ}\text{C}$
 calor latente de fusão $= 80\text{ cal/g}$
 calor específico da água
 $= 1,0\text{ cal/g }^{\circ}\text{C}$

- 4 (FUVEST 2008)** Um aquecedor elétrico é mergulhado em um recipiente com água a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ e, cinco minutos depois, a água começa a ferver a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se o aquecedor não for desligado, toda a água irá vaporizar e o aquecedor será danificado. Considerando o momento em que a água começa a ferver, a vaporização de toda a água ocorrerá em um intervalo de aproximadamente:

Calor específico
 da água $= 1,0\text{ cal/(g }^{\circ}\text{C)}$
 Calor de vaporização
 da água $= 540\text{ cal/g}$

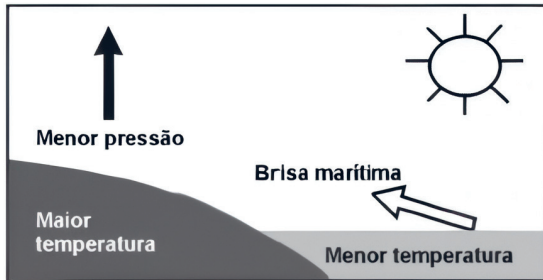
Desconsidere perdas de calor para o recipiente, para o ambiente e para o próprio aquecedor.

- a)** 5 minutos. **Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.**
b) 10 minutos.
c) 12 minutos.
d) 15 minutos.
e) 30 minutos.

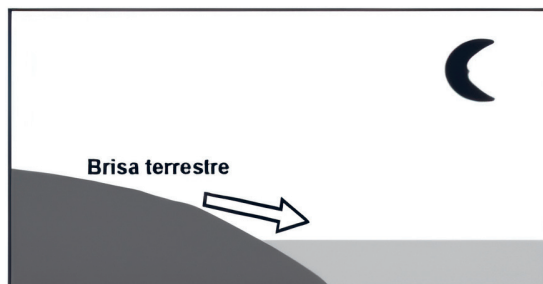


Aula 7

- 5** (ENEM 2002) Numa área de praia, a brisa marítima é uma consequência da diferença no tempo de aquecimento do solo e da água, apesar de ambos estarem submetidos às mesmas condições de irradiação solar. No local (solo) que se aquece mais rapidamente, o ar fica mais quente e sobe, deixando uma área de baixa pressão, provocando o deslocamento do ar da superfície que está mais fria (mar).



À noite, ocorre um processo inverso ao que se verifica durante o dia:



Como a água leva mais tempo para esquentar (de dia), mas também leva mais tempo para esfriar (à noite), o fenômeno noturno (brisa terrestre) pode ser explicado da seguinte maneira:

- a)** O ar que está sobre a água se aquece mais; ao subir, deixa uma área de baixa pressão, causando um deslocamento de ar do continente para o mar.
- b)** O ar mais quente desce e se desloca do continente para a água, a qual não conseguiu reter calor durante o dia.
- c)** O ar que está sobre o mar se esfria e dissolve-se na água; forma-se, assim, um centro de baixa pressão, que atrai o ar quente do continente.
- d)** O ar que está sobre a água se esfria, criando um centro de alta pressão que atrai massas de ar continental.
- e)** O ar sobre o solo, mais quente, é deslocado para o mar, equilibrando a baixa temperatura do ar que está sobre o mar.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Termodinâmica

Resposta: $V_2 = 8\text{L}$

Aula 9

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 1 Inicialmente, um gás perfeito apresenta as condições de $p_1 = 1\text{ atm}$, $V_1 = 12\text{ L}$ e $T_1 = 300\text{ K}$. Eleva-se a pressão para $p_2 = 3\text{ atm}$ e a temperatura para $T_2 = 600\text{ K}$. Determine o novo volume ocupado pelo gás.
- 2 Um gás ideal, nas condições iniciais de $p_1 = 2\text{ atm}$, $V_1 = 4\text{ L}$ e $T_1 = 300\text{ K}$, expande-se isotermicamente até a pressão atingir o valor de $p_2 = 0,5\text{ atm}$. Determine o volume final ocupado pelo gás. Resposta: $V_2 = 16\text{L}$

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Aula 11

- 3 (MACKENZIE 2004) A tabela a seguir apresenta as características de duas amostras do mesmo gás perfeito.

Características	Amostra 1	Amostra 2
Pressão (atm)	1,0	0,5
Volume (litros)	10,0	20,0
Massa (g)	4,0	3,0
Temperatura (°C)	27,0	

O preenchimento correto da lacuna existente para a amostra 2 é:

- a) 273 °C .
- b) 227 °C .
- c) 197 °C .
- d) 153 °C .
- e) 127 °C .

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 4 (FUVEST 2004) Um cilindro contém uma certa massa m_0 de um gás a $T_0 = 7\text{ °C}$ (280 K) e pressão p_0 . Ele possui uma válvula de segurança que impede a pressão interna de alcançar valores superiores a p_0 . Se essa pressão ultrapassar p_0 parte do gás será liberada para o ambiente. Ao ser aquecido até $T = 77\text{ °C}$ (350 K), a válvula do cilindro libera parte do gás, mantendo a pressão interna no valor p_0 . No final do aquecimento, a massa de gás que permanece no cilindro é aproximadamente de:

- a) $1,0\ m_0$
- b) $0,8\ m_0$
- c) $0,7\ m_0$
- d) $0,5\ m_0$
- e) $0,1\ m_0$

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Aula 13

- 5 Qual é a energia cinética média das moléculas de um gás perfeito a 127 °C ?

Dado: constante de Boltzmann $k = 1,38 \cdot 10^{-23}\text{ J/K}$

Resposta: $e = 8,28 \cdot 10^{-21}\text{ J}$

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.





CADERNO DE EXERCÍCIOS

Biologia



Divisões celulares

Aula 3

1 (IFMT 2017 – Adaptada) O câncer é fundamentalmente uma doença genética. Quando o processo neoplásico se instala, a célula-mãe transmite às células-filhas a característica neoplásica. Isso quer dizer que, no início de todo o processo está uma alteração no DNA de uma única célula.

Com base no texto acima, pode-se afirmar que:

- a) apenas fenômenos físicos, como a radiação por césio, causam essa alteração no DNA.
- b) o tempo não exerce importância alguma no desenvolvimento do câncer.
- c) mutações genéticas mínimas ocorrem muito frequentemente em todas as pessoas. Não desenvolvemos câncer porque nossos mecanismos de reparo são, em geral, eficientes.
- d) as mutações não ocorrem no processo de mitose, por isso, não são capazes de gerar câncer em células somáticas.
- e) todas as mutações genéticas levam inevitavelmente ao desenvolvimento de câncer.

Aula 4

2 (CPACN 2017 – Adaptada) A divisão celular é o processo que ocorre nos

seres vivos por meio do qual uma célula, chamada célula-mãe, divide-se em células-filhas, com informações genéticas relativas à espécie. Dependendo do tipo de célula, esta se dividirá por mitose ou meiose, eventos complexos que fazem parte do ciclo celular.

A mitose é importante por diversos motivos, exceto:

- a) substitui as células mortas por outras novas.
- b) regenera as partes lesadas do organismo.
- c) são as células somáticas que fazem esse tipo de divisão celular.
- d) as células-filhas são geneticamente diferentes da célula-mãe.
- e) garante que as células-filhas recebam a mesma quantidade de material genético que a célula-mãe.

3 (ENEM 2016 – Adaptada)

O Brasil possui um grande número de espécies distintas entre animais, vegetais e microrganismos envolvidos em uma imensa complexidade e distribuídas em uma grande variedade de ecossistemas.

SANDES, A. R. R.; BLASI, G. **Biodiversidade e diversidade química e genética**. Disponível em: <http://novastecnologias.com.br>. Acesso em: 22 set. 2015. Adaptado.

Na mitose, as células-filhas são geneticamente idênticas à célula-mãe. Todas as outras alternativas descrevem funções reais desse tipo de divisão celular. Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

As células possuem mecanismos de reparo do DNA e, mesmo com mutações frequentes, geralmente esses mecanismos evitam o desenvolvimento de câncer. Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

O incremento da diversidade ocorre em razão da permuta genética, a qual propicia a troca de segmentos entre cromátides não irmãs na meiose.

Essa troca de segmentos é determinante na:

- a) produção de indivíduos mais férteis.
- b) transmissão de novas características adquiridas.
- c) recombinação genética na formação dos gametas.
- d) ocorrência de mutações somáticas nos descendentes.
- e) variação do número de cromossomos característico da espécie.

4 (UFCE 2024 - Adaptada)

Considerando o processo da divisão celular, assinale a afirmação verdadeira.

- a) A mitose é a redução pela metade do número de cromossomos da célula-mãe, de forma que, de uma célula diploide, formam-se duas células haploides.
- b) Nos animais, a meiose é uma divisão característica da formação dos gametas. Ela ocorre por duas divisões sucessivas: a meiose I e a meiose II.
- c) Das duas divisões meióticas, a primeira é equacional e a segunda é reducional, de forma que, ao final, uma célula origina quatro gametas.
- d) Na meiose I ocorre a separação das cromátides-irmãs e, ao final dessa etapa, tem-se quatro células haploides.
- e) A meiose é responsável pela produção de células geneticamente idênticas, mantendo a estabilidade do material genético entre as gerações.

Impactos da intervenção humana

Aula 6

1 (ENEM 2012)

Na Serra do Navio (AP), uma empresa construiu uma usina de beneficiamento, um porto, uma estrada de ferro e vilas. Entretanto, depois que as reservas foram exauridas, a companhia fechou a mina e as vilas se esvaziaram. Sobrou uma pequena comunidade de pescadores. São 1,8 mil moradores que sofrem com graves problemas nos rins, dores no corpo, diarreia e vômitos decorrentes da contaminação do solo e da água por arsênio.

MILANEZ, B. Impactos da mineração. *Le Monde Diplomatique*. São Paulo, ano 3, n. 36. Adaptado.

A existência de práticas de exploração mineral predatórias no Brasil tem provocado o(a):

A exploração mineral predatória no Brasil tem gerado diversos impactos negativos ao meio ambiente e às populações locais, como a degradação de ecossistemas, contaminação de águas, desmatamento e deslocamento de comunidades.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- a)** criação de estruturas e práticas geradoras de impactos socioambientais pouco favoráveis à vida das comunidades.
- b)** adequação da infraestrutura local dos municípios e regiões exploráveis à recepção dos grandes empreendimentos de exploração.
- c)** ampliação do número de empresas mineradoras de grande porte que têm sua atuação prejudicada pelo atendimento às normas ambientais brasileiras.
- d)** distanciamento geográfico das áreas exploráveis em relação às demarcações de terras indígenas que são pouco apropriadas à extração dos recursos.
- e)** estabelecimento de projetos e ações por parte das empresas mineradoras em áreas de atuação nas quais as reservas mineralógicas foram exauridas.

Aula 9

2 (UECE 2020 – Adaptada)

“As queimadas na Amazônia em 2020 já ultrapassaram o total registrado de janeiro a dezembro do ano passado. Foram 89 604 focos de calor detectados pelos satélites monitorados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) até esta quinta-feira (22), contra 89 176 em 2019.”

DANTAS, C. Disponível em:
<https://g1.globo.com/natureza/amazonia/noticia/>
 2020/10/22

Considerando os impactos espaciais e temporais das queimadas e as possíveis ações de mitigação dessas práticas, atente para as seguintes afirmações:

- I** Algumas das consequências associadas diretamente às queimadas são problemas respiratórios, atraso no início das chuvas, fechamento de aeroportos, queda de linhas de transmissão de energia elétrica e acidentes rodoviários.
- II** No nível global, as queimadas contribuem para a intensificação do efeito estufa ao liberar para a atmosfera parte do carbono que estava fixado na biomassa.
- III** Os mapas de localização dos focos de calor são gerados a partir de imagens de sensores embarcados em satélites meteorológicos. Contudo, a geração e disponibilização dessas informações não possui utilidade no combate às queimadas no Brasil.

É correto somente o que se afirma em:

- a)** I e II.
- b)** I e III.
- c)** II.
- d)** III.
- e)** I.

3 (ENEM 2017)

O ganhador do Prêmio Nobel, Philip Fearnside, já alertava em estudos de 2004 que, como consequência do desmatamento em grande escala, menos água da Amazônia seria transportada pelos ventos para o Sudeste durante a temporada de chuvas, o que reduziria

As consequências apresentadas na afirmação I podem ser diretamente relacionadas às queimadas. Com a queima de biomassa, o carbono armazenado é liberado para a atmosfera, intensificando o efeito estufa como apresentado na afirmação II. Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

a água das chuvas de verão nos reservatórios de São Paulo.

SERVA, L. **Para ganhador do Prêmio Nobel, cheias no Norte e seca no Sudeste estão conectadas.** Disponível em: www1.folha.uol.com.br. Acesso em: 10 nov. 2014.

O fator apresentado no texto para o agravamento da seca no Sudeste está identificado no(a):

- a) redirecionamento dos ventos alísios.
- b) redução do volume dos rios voadores.**
- c) deslocamento das massas de ar polares.
- d) retenção da umidade na Cordilheira dos Andes.
- e) alteração no gradiente de pressão entre as áreas.

4 (FUVEST 2022 - Adaptada) Com base nas informações apresentadas no texto e em seus conhecimentos sobre os aspectos socioeconômicos dessa região brasileira, assinale a alternativa correta.

O Sistema Nacional de Meteorologia e demais órgãos responsáveis pelo monitoramento climático do país emitiram alerta de emergência hídrica associado à escassez de precipitação para a região hidrográfica da Bacia do Paraná, que abrange os estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná, para o período de junho a setembro de 2021.

A Bacia do Paraná possui uma das maiores concentrações de usinas hidrelétricas do país. A redução do volume de água nos reservatórios compromete a capacidade de geração de energia elétrica e obriga o acionamento de usinas termelétricas (mais caras e poluentes), o que pode gerar aumento na conta de energia elétrica e afetar a economia.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

A análise das chuvas de outubro de 2019 a abril de 2021 indica que houve predomínio de déficit de precipitação, principalmente a partir de fevereiro de 2021.

INMET, 2021. Adaptado.

- a) A redução das chuvas nessa região tem pouca influência na produção agrícola, pois a maioria das lavouras depende de irrigação artificial.
- b) A escassez de precipitação na Bacia do Paraná afeta principalmente a região Norte do país, onde se concentram os maiores reservatórios hidrelétricos.
- c) A crise hídrica tende a impactar negativamente a geração de energia, uma vez que a região abriga importantes usinas hidrelétricas responsáveis pelo abastecimento do Sistema Interligado Nacional.**
- d) A diminuição das chuvas reduz os impactos ambientais na região, pois diminui o risco de enchentes e deslizamentos de terra nas áreas urbanas.
- e) A região da Bacia do Paraná apresenta baixa densidade populacional e pouca atividade industrial, o que minimiza os efeitos econômicos da crise hídrica.

Os dois textos trazem visões diferentes sobre o aumento de casos de febre amarela (doença endêmica) em Mariana, logo após o rompimento das barragens em 2015.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Desmatamento e perda de hábitat

Aula 10

1 (ENEM 2020)

Texto I

O aumento de casos suspeitos de febre amarela em Minas pode estar relacionado à tragédia de Mariana, em 2015, segundo a bióloga da Fiocruz Márcia Chame. A hipótese tem como ponto de partida a localização das cidades mineiras que identificaram até o momento casos de pacientes com sintomas da doença. Grande parte está na região próxima do Rio Doce, afetado pelo rompimento da Barragem de Fundão, em novembro de 2015.

FORMENTI, L. Para bióloga, surto de febre amarela pode ter relação com tragédia de Mariana. **O Estado de São Paulo**, 14 jan. 2017.

Texto II

Por outro lado, Servio Ribeiro considera remota a possibilidade de influência da tragédia de Mariana (MG) neste surto de febre amarela em Minas Gerais. "A febre amarela é uma doença de interior de floresta. O mosquito que a transmite põe ovos em cavidades de árvores e em bromélias. É um mosquito da estrutura da floresta. Ele não se relaciona muito com grandes corpos d'água

e com rios. As cidades afetadas pela doença estão em uma região onde os rejeitos não chegaram com força para derrubar a floresta", diz o biólogo.

RODRIGUES, L. Especialistas investigam relação entre febre amarela e degradação ambiental. **Agência Brasil**, 25 jan. 2017

Sobre a tragédia de Mariana, os textos apresentam divergência quanto ao(à):

- a) poluição dos rios locais.
- b) identificação da área afetada.
- c) destruição da vegetação nativa.
- d) aparecimento de enfermidade endêmica.
- e) surgimento de comunidades desabrigadas.

2 (FUNDAÇÃO DE SAÚDE DE RIO CLARO-SP - 2023 - Adaptada) As arboviroses, como a dengue, a chikungunya e o zika, são doenças transmitidas por artrópodes, como o mosquito *Aedes aegypti*. Um surto de arboviroses, incluindo dengue, chikungunya e zika, está ocorrendo em uma cidade tropical. As autoridades de saúde pública estão implementando medidas para controlar a disseminação dessas doenças.

Considerando essas doenças, responda à seguinte pergunta: qual

As três arboviroses (dengue, chikungunya e zika) são transmitidas principalmente pelo vetor, o mosquito *Aedes aegypti*, e o controle envolve a eliminação de criadouros (água parada) e a educação da comunidade sobre medidas preventivas e profiláticas, como uso de repelentes e roupas protetoras.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

das seguintes afirmações é correta em relação à transmissão, medidas de prevenção, controle e vigilância dessas arboviroses?

- a) Todas as três arboviroses são transmitidas exclusivamente por mosquitos *Aedes aegypti*, tornando o controle focal das larvas do mosquito a única medida de prevenção eficaz.
- b) A dengue é transmitida por picadas de mosquitos *Aedes aegypti*, enquanto a chikungunya e o zika são transmitidos apenas por contato com secreções de pacientes infectados, tornando o uso de repelentes a principal medida preventiva.
- c) As arboviroses são transmitidas por mosquitos, carrapatos e pulgas, e não há medidas eficazes de prevenção ou controle disponíveis atualmente.
- d) A dengue é transmitida por mosquitos *Aedes aegypti*, enquanto a chikungunya é transmitida por mosquitos *Culex* e o zika, por carrapatos. O controle deve se concentrar na erradicação de todas essas espécies de vetores.
- e) As três arboviroses são transmitidas principalmente por mosquitos *Aedes aegypti*, e o controle envolve principalmente a eliminação de criadouros de mosquitos e a educação da comunidade sobre medidas preventivas.

Aula 11

- 3 Serviços ecossistêmicos de regulação são funções naturais que mantêm o equilíbrio do meio ambiente, como o controle do clima e a ciclagem de nutrientes. O desmatamento e as queimadas podem comprometer esses serviços.

Qual das alternativas abaixo apresenta dois serviços ecossistêmicos de regulação afetados por essas atividades?

- a) Polinização de culturas e fornecimento de madeira.
- b) Regulação do clima e controle da qualidade do ar.
- c) Produção de alimentos e turismo ecológico.
- d) Geração de energia hidrelétrica e recreação.
- e) Extração de minerais e abastecimento de água potável.

Aula 12

- 4 (ENEM 2018)

Corredores ecológicos visam mitigar os efeitos da fragmentação dos ecossistemas, promovendo a ligação entre diferentes áreas, com o objetivo de proporcionar o deslocamento de animais, a dispersão de sementes e o aumento da cobertura vegetal. Esses corredores são instituídos com base em informações como estudos sobre o

Ambos são serviços ecossistêmicos de regulação. A vegetação retém carbono, influencia padrões de chuvas e temperatura (regulação climática), além de filtrar partículas e poluentes atmosféricos (qualidade do ar).

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

deslocamento de espécies, sua área de vida (área necessária para o suprimento de suas necessidades vitais e reprodutivas) e a distribuição de suas populações.

Disponível em: www.mma.gov.br.
Acesso em: 30 nov. 2017 (adaptado).

Nessa estratégia, a recuperação da biodiversidade é efetiva porque:

- a)** propicia o fluxo gênico.
- b)** intensifica o manejo de espécies.
- c)** amplia o processo de ocupação humana.
- d)** aumenta o número de indivíduos nas populações.
- e)** favorece a formação de ilhas de proteção integral.

5 (Instituto Access 2023 - Adaptada)

Biodiversidade é a variedade genética e de funções ecológicas desempenhadas pelas diferentes espécies nos mais variados biomas do nosso planeta. O termo biodiversidade é amplamente conhecido e divulgado, principalmente quando o assunto é preservação ambiental.

Disponível em: <https://anexos.cdn.selecao.net.br/uploads/422/concursos/101/anexos/FgCMqhiMuJL6Bsu3xcp4CuRecg6rJzpvSOpEJJ8v.pdf>

Com relação à preservação e à conservação da biodiversidade, analise as afirmativas a seguir.

- I** A biodiversidade garante a vida. A produtividade dos ecossistemas,

a manutenção de ciclos como das águas e de nutrientes, bem como locais de refúgio de inimigos naturais de muitos insetos ou polinizadores, encontram-se em habitats preservados.

- II** A manutenção de refúgios para a biodiversidade é a melhor opção para auxiliar o combate à perda da biodiversidade. Dessa forma, a proteção de áreas de preservação permanente ao longo de cursos d'água e a reserva legal em propriedades contribuem para a manutenção da biodiversidade.
- III** A perda da biodiversidade vem ocorrendo rapidamente. Estima-se que essa perda seja mil vezes superior à taxa natural. Ações como a fragmentação de habitats e sua destruição têm causado o declínio de várias espécies, colocando-as em risco de extinção.

Assinale a alternativa correta.

- a)** Apenas a afirmativa II está correta.
- b)** Apenas a afirmativa III está correta.
- c)** Apenas as afirmativas I e III estão corretas.
- d)** Todas as afirmativas estão corretas.
- e)** Apenas a afirmativa I está correta.

- 6 (ENEM 2020)** A fragmentação dos habitats é caracterizada pela formação de ilhas da paisagem original, circundadas por áreas transformadas. Esse tipo de interferência no ambiente ameaça a biodiversidade. Imagine que

As três afirmações trazem dados verdadeiros sobre a importância da biodiversidade e de ações para sua preservação e conservação.
Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

uma população de onças foi isolada em uma mata pequena. Elas se extinguiriam mesmo sem terem sido abatidas. Diversos componentes da ilha de hábitat, como o tamanho, a heterogeneidade, o seu entorno, a sua conectividade e o efeito de borda são determinantes para a persistência ou não das espécies originais.

Uma medida que auxilia na conservação da biodiversidade nas ilhas mencionadas no texto compreende a:

- a) formação de micro-hábitats.
- b) ampliação do efeito de borda.
- c) construção de corredores ecológicos.**
- d) promoção da sucessão ecológica.
- e) introdução de novas espécies de animais e vegetais.



CADERNO DE EXERCÍCIOS

Química



Propriedades da matéria

Aula 1

1 (PUC-RS 2019 - Adaptada) O metal alumínio (Al) é largamente usado na produção de latinhas de refrigerante e cerveja, janelas e portas, papel alumínio etc. Industrialmente, o alumínio é obtido através da eletrólise ígnea do óxido de alumínio extraído do minério bauxita.

No processo são usados eletrodos de grafite (C), que são gastos durante a eletrólise e substituídos por novos eletrodos a cada 20 dias, aproximadamente. O uso dos eletrodos de grafite gera um subproduto que acarreta

intensificação do efeito estufa da atmosfera terrestre.

Com base no texto, são feitas as seguintes afirmativas.

- I A fórmula do óxido de alumínio é Al_3O_2 .
- II O processo produtivo do alumínio requer muito gasto de energia.
- III O subproduto que causa problemas ambientais é o dióxido de carbono.

Está/estão correta(s) apenas a(s) afirmativa(s):

- a) I.
- b) III.
- c) I e II.
- d) II e III.

Ciclos biogeoquímicos

Aula 2

1 (ETEC 2019) Leia o texto para responder à questão.

A mineração, apesar de ser considerada uma atividade econômica bastante importante, traz alguns problemas. A maior parte deles é no campo ambiental, como o rompimento das barragens de rejeitos da produção de minério de ferro de Mariana e de Brumadinho, em Minas Gerais.

Os danos causados pelo rompimento das barragens transcenderam a ordem material com a perda de vidas,

de padrões de organização social, de identidade coletiva, de vínculos de vizinhança e comunitários, além da perda de práticas culturais diversas, que configuram os modos de vida e que foram extintas.

Além disso, há problemas sociais causados pelo desemprego devido ao esgotamento das jazidas minerais e ao abandono destas pelas empresas mineradoras, gerando problemas de conservação do espaço geográfico.

O minério exportado pelo Brasil, em maior quantidade, é extraído, principalmente, em Minas Gerais e Pará. Esse minério vem da mineração de:

- a) cromita, para obtenção de $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ e posterior produção de cromo.
- b) hematita, para a obtenção de Fe_2O_3 e posterior produção de ferro.**

- c) galena, para a obtenção de PbS e posterior produção de chumbo.
- d) cassiterita, para a obtenção de SnO_2 e posterior produção de estanho.
- e) calcopirita, para a obtenção de CuFeS_2 e posterior produção de cobre.

Composição, toxicidade e reatividade de substâncias químicas

Aula 3

1 (UNESP 2016)

Os testes de qualidade de água realizados nos rios atingidos pela lama proveniente do rompimento da barragem de uma mineradora, em Mariana (MG), identificaram metais pesados em proporções fora dos parâmetros permitidos. Nessas águas, os metais identificados em maior quantidade foram o ferro e o manganês, mas alguns testes também apontaram grande quantidade de mercúrio.

(<http://epoca.globo.com>. Adaptado.)

Assinale a alternativa que apresenta um impacto ambiental esperado decorrente da presença de metais pesados nas águas dos rios atingidos.

- a) A lama contendo metais pesados aumenta a densidade da água, o que dificulta o revolver das águas e a incorporação natural de gás oxigênio proveniente do ar atmosférico, diminuindo a concentração deste gás na água.**

- b) A grande quantidade de metais aumenta a concentração de partículas em suspensão na água, tornando-a turva o suficiente para impedir a entrada de luz, o que inviabiliza a fotossíntese pelo plâncton.
- c) A presença de grande quantidade de manganês e ferro nas águas favorece o processo de eutrofização, pois há a proliferação de algas que, ao morrerem, são decompostas por bactérias que consomem o gás oxigênio da água.
- d) O excesso de minério de ferro na água provoca a queda da concentração de gás oxigênio dissolvido, uma vez que ocorre reação de oxirredução entre o ferro e o gás oxigênio da água, formando o óxido de ferro.
- e) Os metais identificados na água lamacenta dos rios têm efeitos cumulativos na cadeia alimentar, de modo que os últimos indivíduos ao longo da cadeia contaminada apresentam maior concentração desses metais.**

Aula 4

2 (ENEM 2023)

Uma cafeteria adotou copos fabricados a partir de uma composição de 50% de plástico reciclado não biodegradável e 50% de casca de café. O copo é reutilizável e retornável, pois o material, semelhante a uma cerâmica, suporta a lavagem. Embora ele seja comercializado por um preço considerado alto quando comparado ao de um copo de plástico descartável, essa cafeteria possibilita aos clientes retornarem o copo sujo e levarem o café quente servido em outro copo já limpo e higienizado. O material desse copo oferece também o conforto de não esquentar na parte externa.

Cafeteria adota copo reutilizável feito com casca de café. Disponível em: www.gazetadopovo.com.br. Acesso em: 5 dez. 2019. Adaptado.

Quais duas vantagens esse copo apresenta em comparação ao copo descartável?

- a) Ter a durabilidade de uma cerâmica e ser totalmente biodegradável.
- b) Ser tão durável quanto uma cerâmica e ter alta condutividade térmica.
- c) Ser um mau condutor térmico e aumentar o resíduo biodegradável na natureza.
- d) Ter baixa condutividade térmica e reduzir o resíduo não biodegradável na natureza.
- e) Ter alta condutividade térmica e possibilitar a degradação do material no meio ambiente.

Aula 5

3 (PUC-RIO 2020)

País	Total de lixo plástico gerado	Total incinerado	Total reciclado	Relação produção e reciclagem
Estados Unidos	70.782.577	9.060.170	24.490.772	34,60%
China	54.740.659	11.988.226	12.000.331	21,92%
Índia	19.311.663	14.544	1.105.677	5,73%
Brasil	11.355.220	0	145.043	1,28%
Indonésia	9.885.081	0	362.070	3,66%
Rússia	8.948.132	0	320.088	3,58%
Alemanha	8.286.827	4.876.027	3.143.700	37,94%
Reino Unido	7.994.284	2.620.394	2.513.856	31,45%
Japão	7.146.514	6.642.428	405.834	5,68%
Canadá	6.696.763	207.354	1.423.139	21,25%

Observam-se, na tabela, dados, em toneladas, sobre o descarte, a incineração e a reciclagem dos resíduos de plástico em diferentes países. Com base nesses dados, conclui-se que os países:

- a) de industrialização antiga substituíram os produtos plásticos por outras matérias-primas.
- b) dos BRICS são discrepantes na incineração e reciclagem de resíduos dessa natureza.
- c) desenvolvidos são os que menos reciclam esse tipo de resíduo.
- d) emergentes são os que menos recursos têm para reciclar resíduos plásticos.
- e) periféricos incineram esses resíduos pela inexistência de outras alternativas para o plástico.

Resíduos sólidos

Aula 6

1 (ENEM 2016)

Chamamos de lixo a grande diversidade de resíduos sólidos de diferentes procedências, como os gerados em residências. O aumento na produção de resíduos sólidos leva à necessidade de se pensar em maneiras adequadas de tratamento. No Brasil, 76% do lixo é disposto em lixões e somente 24% tem como destino um tratamento adequado, considerando os aterros sanitários, as usinas de compostagem ou a incineração.

FADINI, P. S.; FADINI, A. A. A. Lixo: desafios e compromissos. **Química Nova na Escola**, maio 2001. Adaptado.

Comparando-se os tratamentos descritos, as usinas de compostagem apresentam como vantagem serem o destino:

- a) que gera um produto passível de utilização na agricultura.
- b) onde ocorre a eliminação da matéria orgânica presente no lixo.
- c) mais barato, pois não implica custos de tratamento nem controle.
- d) que possibilita o acesso de catadores, pela disposição do lixo a céu aberto.
- e) em que se podem utilizar áreas contaminadas com resíduos de atividades de mineração.

Equilíbrio térmico

Aula 7

- 1 (UFGD 2022)** Com relação ao que resulta da combustão completa de um mol de gasolina (C_8H_{18}), ainda um dos combustíveis fósseis mais utilizados mundialmente, é correto afirmar que são produzidos:

- a) 352 g de CO_2 e 288 g de H_2O .
b) 704 g de CO_2 e 144 g de H_2O .
c) 528 g de CO_2 e 288 g de H_2O .
d) 352 g de CO_2 e 162 g de H_2O .
e) 528 g de CO_2 e 216 g de H_2O .

Entalpia

Aula 8

- 1 (ENEM 2016)** Para comparar a eficiência de diferentes combustíveis, costuma-se determinar a quantidade de calor liberada na combustão por mol ou grama de combustível. O quadro mostra o valor de energia liberada na combustão completa de alguns combustíveis.

Combustível	ΔH_c a 25° C (kJ/mol)
Hidrogênio (H_2)	-286
Etanol (C_2H_5OH)	-1 368
Metano (CH_4)	-890
Metanol (CH_3OH)	-726
Octano (C_8H_{18})	-5 471

As massas molares dos elementos H, C e O são iguais a 1 g/mol, 12 g/mol e 16 g/mol, respectivamente.

ATKINS, P. **Princípios de química**. Porto Alegre: Bookman, 2007. Adaptado.

Qual combustível apresenta maior liberação de energia por grama?

- a) Hidrogênio.** d) Metanol.
b) Etanol. e) Octano.
c) Metano.

Aula 9

- 2 (UNIOESTE 2012 - Adaptada)** A respeito das propriedades físicas e químicas dos combustíveis (gasolina e álcool) e da interação destes com a água, são feitas as seguintes afirmações.

- I A gasolina é composta principalmente de hidrocarbonetos saturados, contendo de 5 a 12 carbonos na cadeia.
II O álcool é miscível na água devido às interações por ligações de hidrogênio existentes entre ambos os compostos.

- III A densidade da água é menor do que a densidade da gasolina.
- IV O álcool, denominado etanol pela IUPAC, não é um combustível renovável.
- V A gasolina, derivada do petróleo, é um combustível fóssil, assim como o carvão mineral.

São corretas as alternativas:

- a) I, II e III.
- b) III, IV e I.
- c) I, IV e V.
- d) II, III e IV.
- e) I, II e V.

a adoção de métodos para reduzir o potencial poluidor dos resíduos dessa agroindústria, uma vez que, comparativamente ao esgoto doméstico, os dejetos suínos são 200 vezes mais poluentes. Sendo assim, a utilização desses resíduos como matéria-prima na obtenção de combustíveis é uma alternativa que permite diversificar a matriz energética nacional, ao mesmo tempo em que parte dos recursos hídricos do país é preservada.

BECK, A. M. Resíduos suínos como alternativa energética sustentável. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais ENEGEP**, Foz do Iguaçu, 2007. Adaptado.

Aula 10

3 (ENEM 2021)

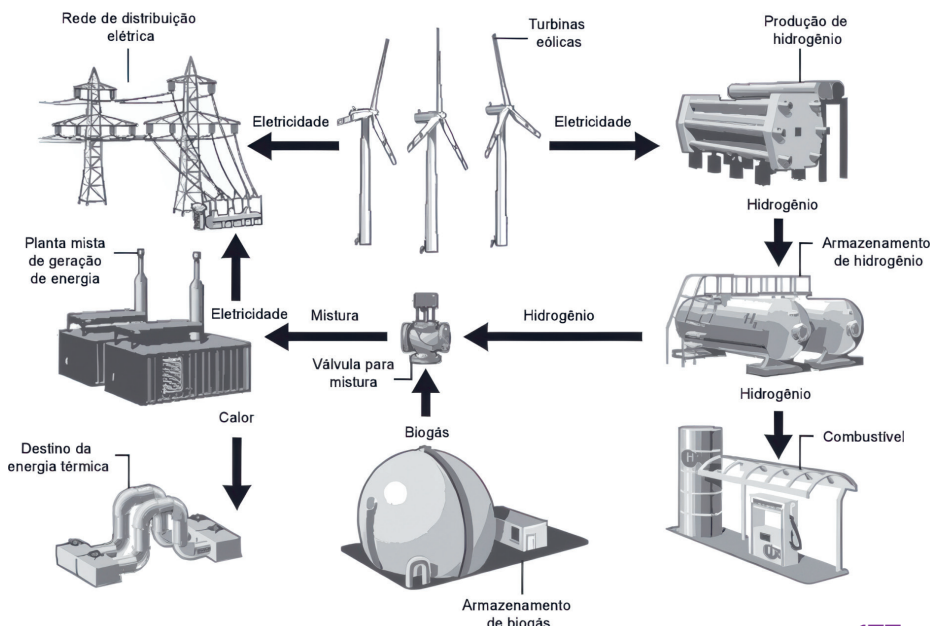
Com o aumento da população de suínos no Brasil, tornou-se necessária

O biocombustível a que se refere o texto é o:

- a) etanol.
- b) biogás.
- c) butano.
- d) metanol.
- e) biodiesel.

Aula 11

- 4 (ENEM 2017) A figura mostra o funcionamento de uma estação híbrida de geração de eletricidade movida a energia eólica e biogás. Essa estação possibilita que a energia gerada no parque eólico seja armazenada na forma de gás hidrogênio, usado no fornecimento de energia para a rede elétrica comum e para abastecer células a combustível.

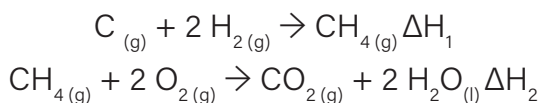


Mesmo com ausência de ventos por curtos períodos, essa estação continua abastecendo a cidade onde está instalada, pois o(a):

- a) planta mista de geração de energia realiza eletrólise para enviar energia à rede de distribuição elétrica.
- b)** hidrogênio produzido e armazenado é utilizado na combustão com o biogás para gerar calor e eletricidade.
- c) conjunto de turbinas continua girando com a mesma velocidade, por inércia, mantendo a eficiência anterior.
- d) combustão da mistura biogás-hidrogênio gera diretamente energia elétrica adicional para a manutenção da estação.
- e) planta mista de geração de energia é capaz de utilizar todo o calor fornecido na combustão para a geração de eletricidade.

Aula 12

- 5 (UFRGS 2019)** Duas reações químicas envolvendo o gás metano, juntamente com o seu efeito térmico, são equacionadas a seguir.



Considere as seguintes afirmações a respeito das reações químicas.

- I. ΔH_1 é um exemplo de entalpia de ligação.

II. ΔH_2 é um exemplo de entalpia de combustão.

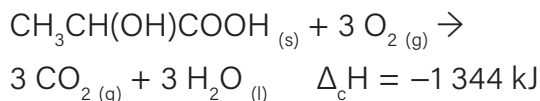
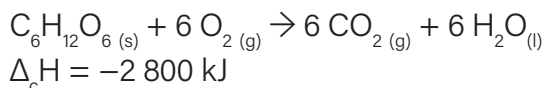
III. ΔH_2 é negativo.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- d)** Apenas II e III.
- b) Apenas II.
- e) I, II e III.
- c) Apenas III.

Aula 13

- 6 (ENEM 2019)** Glicólise é um processo que ocorre nas células, convertendo glicose em piruvato. Durante a prática de exercícios físicos que demandam grande quantidade de esforço, a glicose é completamente oxidada na presença de O_2 . Entretanto, em alguns casos, as células musculares podem sofrer um déficit de O_2 e a glicose ser convertida em duas moléculas de ácido láctico. As equações termoquímicas para a combustão da glicose e do ácido láctico são, respectivamente, mostradas a seguir:

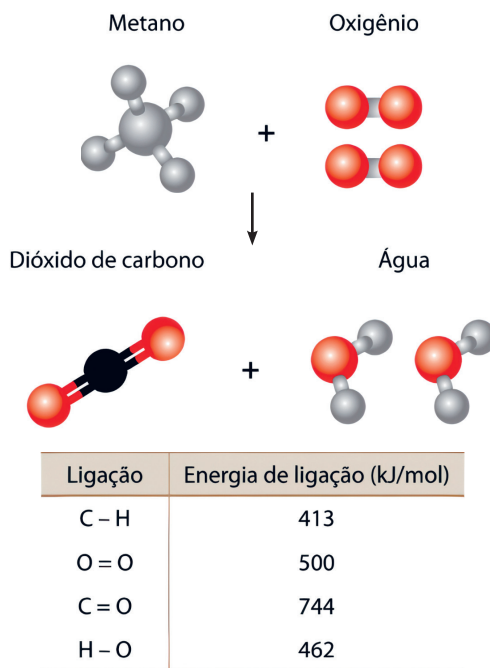


O processo anaeróbico é menos vantajoso energeticamente porque:

- a)** libera 112 kJ por mol de glicose.
- b) libera 467 kJ por mol de glicose.
- c) libera 2 688 kJ por mol de glicose.
- d) absorve 1 344 kJ por mol de glicose.
- e) absorve 2 800 kJ por mol de glicose.

Aula 14

- 7** (SARESP 2024) O poder calorífico de um combustível (calor liberado na combustão de 1 g de combustível) pode ser determinado a partir do calor de combustão. Observe a reação de combustão do metano (CH_4) e as energias de ligação entre os átomos envolvidos nessa reação.



A partir das energias de ligação apresentadas na tabela, é correto afirmar que o poder calorífico do metano ($M = 16 \text{ g/mol}$) é igual a:

- a) 16,25 kJ/g.
- b) 61,5 kJ/g.
- c) 74,0 kJ/g.
- d) 30,25 kJ/g.
- e) 42,75 kJ/g.**

[illegible]

[illegible]

[illegible]

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, typical of notebook paper. There are no margins, text, or other markings on the page.

FÍSICA – BIOLOGIA – QUÍMICA
LIVRO DO ESTUDANTE
ENSINO MÉDIO – 1º BIMESTRE

SUBSECRETARIA PEDAGÓGICA (SUPED)

Subsecretário: Daniel Barros

DIRETORIA DE MATERIAIS DIDÁTICOS (DIMAD)

Diretora: Camila De Pieri Fernandes

Assessor: Vitor Ferreira

**COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO EDITORIAL
(COPLANE)**

Coordenadora: Jaqueline Rocha dos Anjos

**COORDENADORIA DE ENSINO MÉDIO – FORMAÇÃO
GERAL BÁSICA (COEM-FGB)**

Coordenador: Wellington Santos

**COORDENADORIA DE ANOS FINAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL (COAFIN)**

Coordenadora: Carla Fernanda Nascimento

Equipe pedagógica Física: Marcelo Peres Vio

Equipe pedagógica Biologia: Tatiana Rossi Alvarez,
Beatriz Felice Ponzio

Equipe pedagógica Química: Alexandra Fraga Vazquez,
Rodrigo Fernandes de Lima

CONCEPÇÃO DO MATERIAL

Secretaria da Educação do Estado de São Paulo

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Caixa de Design

ILUSTRAÇÃO DA CAPA

Diogo Ladeira



Secretaria da
Educação



SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO



discord.gg/platformdestroyer