

Currículo
em **Ação**

VOLUME 3

LIVRO DO ESTUDANTE

2ª edição



Física

Biologia

Química

1ª
série



discord.gg/cmsphacks

discord.gg/fKueU7rSXF



VOLUME 3

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

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. Um corpo em movimento varia a velocidade de 10 m/s para 20 m/s em 5 s. Calcule a aceleração.



A aceleração é a taxa de variação da velocidade. Neste caso, a velocidade varia de 10 m/s para 20 m/s em 5 s. Portanto, a aceleração é:



Considerando que:

• a velocidade inicial é 10 m/s; e

• a velocidade final é 20 m/s;

• o tempo decorrido é 5 s;

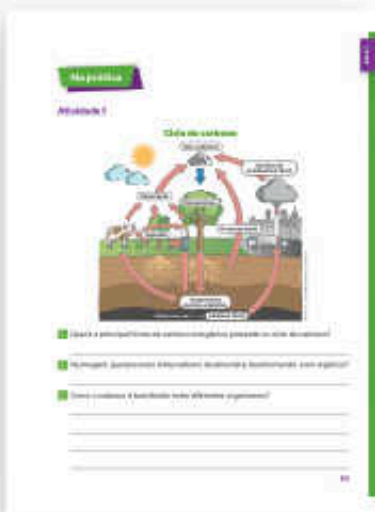
• a aceleração é constante;

• a distância percorrida é 75 m;

• a velocidade média é 15 m/s;

• a velocidade instantânea é 20 m/s;





Na prática

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



Material digital

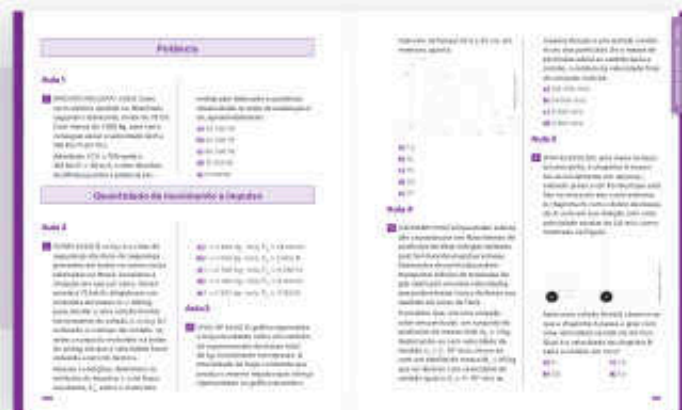
Sempre que uma atividade do material digital apresentar a indicação "Veja no livro!", significa que ela estará aqui para sua resolução.

Atividade 1 Veja no livro!

Referências às atividades a serem realizadas no livro.

Cadernos de Exercícios

Apresenta questões com níveis de dificuldade variados para que você possa testar seu entendimento, se desafiar e se preparar para as avaliações.



Sumário

FÍSICA

Aula 1	Potência média ou instantânea: qual é a diferença?	10
Aula 2	Quando parar faz a diferença: o papel do impulso na colisão	13
Aula 3	Além do chute: impulso de uma força variável	16
Aula 4	Sistemas isolados: a chave para a conservação da quantidade de movimento.....	20
Aula 5	A Terceira Lei de Newton e a conservação da quantidade de movimento.....	23
Aula 6	Entre choques e conservação: tipos de colisões	27
Aula 7	Quando a soma dá zero: o equilíbrio de um ponto material	31
Aula 8	Equilíbrio em dois níveis: translação e rotação	36
Aula 9	Pressão nos líquidos: forma não importa, profundidade sim	40
Aula 10	Limites da sucção: a Física aos 10 metros de profundidade.....	45
Aula 11	Como a pressão se transmite nos fluidos? O Princípio de Pascal	49
Aula 12	Vasos comunicantes: onde todos chegam ao mesmo nível	54

BIOLOGIA

Aula 1	Ciclos biogeoquímicos do carbono e do oxigênio	62
Aula 2	Ciclo do nitrogênio.....	65
Aula 3	Interferência humana nos ciclos biogeoquímicos: fertilizantes.....	69
Aula 4	Eutrofização e maré vermelha.....	75
Aula 5	Ações mitigatórias da interferência humana nos ciclos biogeoquímicos.....	80
Aula 6	Construção de hipóteses e teorias científicas	82
Aula 7	Teorias científicas sobre a origem da vida.....	91
Aula 8	Teorias científicas: experimentos de Redi, Spallanzani e Pasteur.....	95
Aula 9	Surgimento e evolução da vida	101
Aula 10	Teorias científicas sobre evolução	104
Aula 11	Relações evolutivas.....	107
Aula 12	Endossimbiose, analogia e homologia	112



QUÍMICA

Aula 1	Explorando as Leis Ponderais	116
Aula 2	Balanceamento de equações químicas: a produção de aço	126
Aula 3	Experimento: queima de papel e palha de aço	131
Aula 4	Como medir o que não se vê? Entendendo o mol	139
Aula 5	Fórmulas químicas.....	143
Aula 6	As relações quantitativas entre os reagentes e os produtos	147
Aula 7	Estequiometria das reações químicas	151
Aula 8	Reagente em excesso e reagente limitante	155
Aula 9	Reagente em excesso, reagente limitante e suas aplicações.....	159
Aula 10	Impurezas e rendimento	165
Aula 11	Calculando o rendimento de reações químicas com impurezas	168
Aula 12	Estequiometria em ação!.....	172
Caderno de Exercícios		177
Física		177
Biologia		183
Química		193
Anexos		201





FÍSICA



AULA

1

POTÊNCIA MÉDIA OU INSTANTÂNEA: QUAL É A DIFERENÇA?

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Potência

Potência: grandeza associada à rapidez com que um sistema realiza trabalho. A potência média pode ser definida, algebricamente, pelas equações:

$$Pot_m = \frac{\Delta E}{\Delta t}, Pot_m = \frac{\tau}{\Delta t}, Pot_m = F \cdot v_m$$

- a unidade de medida de potência no SI é o watt (W).
- $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$.

Potência instantânea: potência de um sistema medida em um intervalo de tempo muito pequeno. Pode ser calculada por:

$$P_{(inst)} = F \cdot v_{instantânea}$$

Exercícios resolvidos

- 1 (UERJ 2018) Em uma rodovia plana, um veículo apresenta velocidade de 20 m/s no instante em que a potência da força exercida pelo seu motor é igual a 132 kW. Sabendo que o peso do veículo é igual a $2 \cdot 10^4 \text{ N}$, determine a aceleração, em m/s^2 , do veículo nesse instante.

Para analisar a situação descrita, precisamos utilizar o conceito de potência instantânea. Sendo assim, temos:

$$\begin{aligned} P_{inst} &= F \cdot v \\ 132\,000 &= F \cdot 20 \\ F &= \frac{132\,000}{20} \\ F &= 6\,600 \text{ N} \end{aligned}$$



A força aplicada pelo motor é a resultante. Portanto, de acordo com a 2ª Lei de Newton:

$$F = F_R = m \cdot a$$

$$a = \frac{F_R}{m}$$

De acordo com o enunciado, o peso do veículo é $P = 2 \cdot 10^4 = 20\,000$ N. Logo, a massa é:

$$P = m \cdot g$$

$$m = \frac{P}{g}$$

$$m = \frac{20\,000}{10}$$

$$m = 2\,000 \text{ kg}$$

Logo, a aceleração do veículo no instante analisado é:

$$a = \frac{F_R}{m}$$

$$a = \frac{6\,600}{2\,000}$$

$$a = 3,3 \text{ m/s}^2$$

Na prática

Atividade 1

Um motor realiza 1 000 J de trabalho em 10 s. Qual é a potência média desse motor?

a) 20 W

b) 5 W

c) 10 W

d) 100 W

A potência média de um dispositivo pode ser calculada por:

$$Pot_m = \frac{\tau}{\Delta t}$$

De acordo com o enunciado, o motor realiza um trabalho $\tau = 1\,000$ J em um tempo de 10 s. Substituindo esses valores na equação de cálculo da potência, obtemos:

$$Pot_m = \frac{\tau}{\Delta t}$$

$$Pot_m = \frac{1\,000}{10} = 100 \text{ W}$$



Atividade 2

(UNICHRISTUS 2021) O ciclismo de pista é uma das modalidades mais bonitas de se assistir em Jogos Olímpicos. É disputado em uma pista geralmente fechada, denominada velódromo. Em uma das etapas eliminatórias do torneio olímpico, a potência de uma ciclista se deslocando com velocidade constante de 30 m/s é de 450 W. Assim, pode-se inferir que o módulo da força de atrito exercida pelo ar vale:

- a) 10 newtons.
- b) 15 newtons.**
- c) 20 newtons.
- d) 25 newtons.
- e) 30 newtons.

Como a velocidade da ciclista é constante, a resultante das forças sobre ela é nula. Logo, o módulo da força de atrito do ar, que atua sobre a ciclista, é igual ao da força aplicada pela atleta para pedalar a bicicleta. Essa força pode ser calculada pela equação:

$$Pot_m = F \cdot v_m$$

Sabendo que a potência desenvolvida pela ciclista é 450 W e que sua velocidade é 30 m/s, a força que ela exerce para pedalar a bicicleta tem módulo:

$$F = \frac{Pot_m}{v_m} = \frac{450}{30} = 15 \text{ N}$$

AULA

2

QUANDO PARAR FAZ A DIFERENÇA: O PAPEL DO IMPULSO NA COLISÃO

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Quantidade de movimento e impulso

Quantidade de movimento: grandeza vetorial, associada a todo o corpo que tem massa e velocidade:

$$\vec{Q} = m \cdot \vec{v}$$

- tem sempre mesma direção e mesmo sentido que a velocidade;
- a unidade de medida de quantidade de movimento, no SI, é $\text{kg} \cdot \text{m/s}$.

Impulso de uma força: grandeza vetorial que pode alterar a quantidade de movimento do corpo sobre o qual atua uma força. Se a força for constante:

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

- tem a mesma direção e o mesmo sentido da força $\vec{F}$;
- a unidade de medida de impulso, no SI, é $\text{N} \cdot \text{s}$.

Teorema do impulso: pode-se demonstrar matematicamente que o impulso de uma força é igual à variação da quantidade de movimento sofrida pelo corpo sobre o qual atua essa força:

$$\vec{I} = \Delta \vec{Q}$$

Exercícios resolvidos

- 1 (UERJ 2024) Em determinadas condições, nanopartículas podem ser impulsionadas como um foguete pela simples interação com o meio. Admita que, em um dado instante, uma dessas partículas, com massa de $9,0 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$, adquiere velocidade de $2,0 \cdot 10^2 \text{ m/s}$.



Com base nessas informações, a ordem de grandeza da quantidade de movimento dessa partícula é igual a:

a) 10^{-20}

c) 10^{-22}

b) 10^{-21}

d) 10^{-23}

Sabendo que a massa de uma nanopartícula é $m = 9,0 \cdot 10^{-26}$ kg e que ela adquire velocidade $v = 2,0 \cdot 10^2$ m/s, e sabendo ainda que a quantidade de movimento de um corpo em movimento é $Q = m \cdot v$, então:

$$\begin{aligned}Q_{\text{partícula}} &= m \cdot v \\Q_{\text{partícula}} &= 9,0 \cdot 10^{-26} \cdot 2,0 \cdot 10^2 \\Q_{\text{partícula}} &= 18 \cdot 10^{-24} \\Q_{\text{partícula}} &= 1,8 \cdot 10^{-23} \text{ kg} \cdot \text{m/s}\end{aligned}$$

Portanto, a ordem de grandeza da quantidade de movimento dessa partícula é 10^{-23} .

Na prática

Atividade 1

(UERJ 2025) A cada batimento, o coração humano bombeia cerca de 85 g de sangue. Admita que a velocidade de saída do sangue bombeado pelo coração seja de 0,4 m/s. A quantidade de movimento do sangue, em kg · m/s, produzida pelo coração em um batimento, corresponde aproximadamente a:

a) 0,064

c) 0,034

b) 0,048

d) 0,018

O módulo da quantidade de movimento dessa amostra de sangue pode ser calculado por:

$$Q = m \cdot v$$

De acordo com o enunciado, a massa de sangue bombeada é $m = 85 \text{ g} = 0,085 \text{ kg}$ e a velocidade

é $v = 0,4 \text{ m/s}$. Logo, a quantidade de movimento dessa amostra é:

$$Q = 0,085 \cdot 0,4$$

$$Q = 0,034 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$



Atividade 2

Um corpo de massa 5 kg move-se em linha reta com velocidade inicial de 10 m/s. Uma força resultante de 100 N, na mesma direção e sentido do movimento, atua durante 2 s. Determine o que se pede.

- O módulo do impulso da força.
- O módulo da velocidade ao final da aplicação da força.

O módulo do impulso de uma força pode ser calculado pela equação:

$$I = F \cdot \Delta t$$

Como a intensidade da força é $F = 100 \text{ N}$ e o tempo de ação da força é $\Delta t = 2 \text{ s}$, o impulso dessa força sobre o corpo é:

$$I = F \cdot \Delta t \Rightarrow I = 100 \cdot 2$$

$$I = 200 \text{ N} \cdot \text{s}$$

De acordo com o teorema do impulso, o impulso de uma força também é igual a:

$$I = \Delta Q = Q_{\text{final}} - Q_{\text{inicial}}$$

Como $Q = m \cdot v$, então:

$$I = Q_{\text{final}} - Q_{\text{inicial}} \Rightarrow I = m \cdot v_{\text{final}} - m \cdot v_{\text{inicial}}$$

$$I = m \cdot (v_{\text{final}} - v_{\text{inicial}}) \Rightarrow v_{\text{final}} - v_{\text{inicial}} = \frac{I}{m}$$

$$v_{\text{final}} = \frac{I}{m} + v_{\text{inicial}}$$

Substituindo os valores conhecidos nessa equação obtemos:

$$v_{\text{final}} = \frac{200}{5} + 10 \Rightarrow v_{\text{final}} = 40 + 10$$

$$v_{\text{final}} = 50 \text{ m/s}$$

Portanto, o módulo do impulso da força resultante sobre o corpo é $I = 200 \text{ N} \cdot \text{s}$, e a velocidade final do corpo, após a ação da força, é $v = 50 \text{ m/s}$.

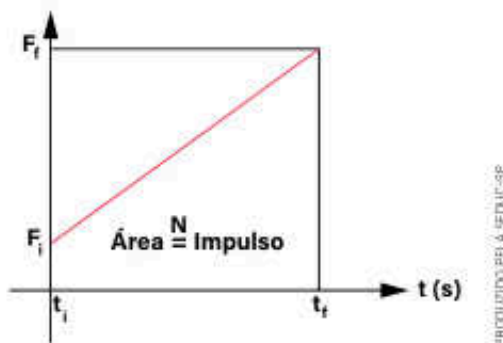


ALÉM DO CHUTE: IMPULSO DE UMA FORÇA VARIÁVEL

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Quantidade de movimento e impulso

Impulso de uma força variável: a intensidade do impulso de uma força variável pode ser determinada pela área sob a curva do gráfico de $F \times t$.



- O método gráfico também pode ser usado para calcular o impulso de uma força constante.

Sistema: parte limitada do Universo que se deseja observar e analisar.

Ambiente: conjunto de corpos que não fazem parte do sistema.

Forças que agem no sistema:

- **forças internas:** forças exercidas entre corpos pertencentes ao sistema;
- **forças externas:** forças que os corpos que estão fora do sistema exercem sobre os corpos que pertencem ao sistema.

Quando apenas forças internas atuam: a quantidade de movimento do sistema se conserva (ação e reação).

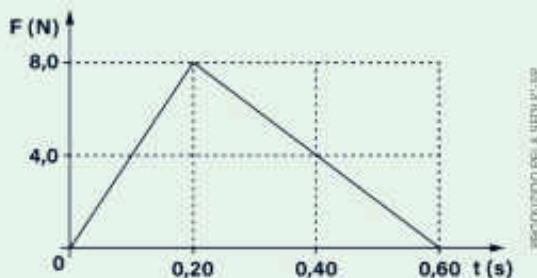
Quando forças externas atuam: a quantidade de movimento do sistema não se conserva se a resultante destas forças não for nula.

Exercícios resolvidos

- 1 (FGV 2010) Um brinquedo muito simples de construir, e que vai ao encontro dos ideais de redução, reutilização e reciclagem de lixo, é retratado na figura.



A brincadeira, em dupla, consiste em mandar o bôlido de 100 g, feito de garrafas plásticas, um para o outro. Quem recebe o bôlido, mantém suas mãos juntas, tornando os fios paralelos, enquanto que, aquele que o manda, abre com vigor os braços, imprimindo uma força variável, conforme o gráfico.



Considere que:

- a resistência ao movimento causada pelo ar e o atrito entre as garrafas com os fios sejam desprezíveis;
- o tempo que o bôlido necessita para deslocar-se de um extremo ao outro do brinquedo seja igual ou superior a 0,60 s.

Dessa forma, iniciando a brincadeira com o bôlido em um dos extremos do brinquedo, com velocidade nula, a velocidade de chegada do bôlido ao outro extremo, em m/s, é de:

- a) 16 c) 24 e) 32
b) 20 d) 28

O impulso é numericamente igual à área sob a curva do gráfico $F \times t$. No gráfico do enunciado, a área abaixo da curva é um triângulo, logo, o impulso da força que atua sobre o bôlido tem módulo:

$$I \stackrel{N}{=} A_{\text{triângulo}} \Rightarrow I = \frac{B \cdot h}{2}$$

$$I = \frac{0,60 \cdot 8,0}{2} \Rightarrow I = 2,4 \text{ N} \cdot \text{s}$$

Mas pelo teorema do impulso, temos:

$$I = \Delta Q \Rightarrow I = m \cdot v - m \cdot v_0$$

De acordo com o enunciado, a massa do bôlido é $m = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$, e no início da brincadeira o bôlido tem velocidade nula, ou seja, $v_0 = 0$. Logo:

$$I = m \cdot v - m \cdot v_0 \Rightarrow 2,4 = 0,1 \cdot v - 0,1 \cdot 0$$

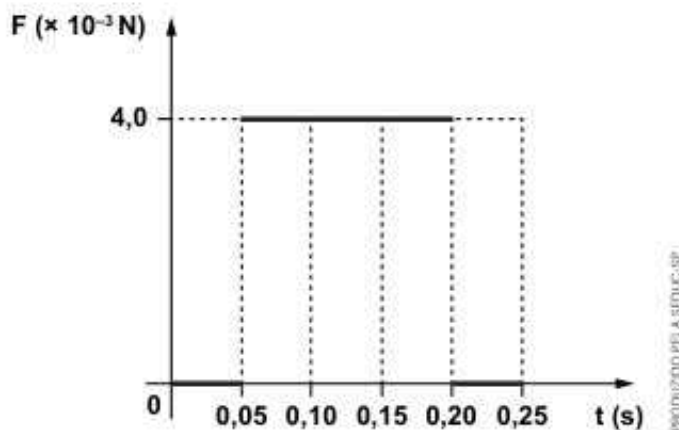
$$2,4 = 0,1 \cdot v \Rightarrow v = \frac{2,4}{0,1}$$

$$v = 24 \text{ m/s}$$

Na prática

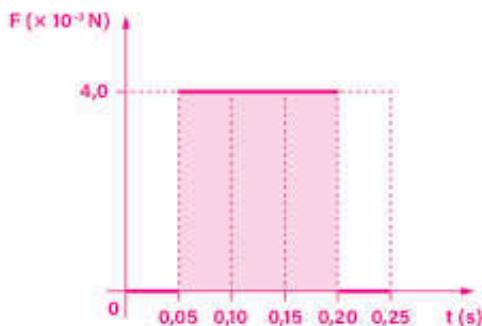
Atividade 1

(UERJ 2025 - Adaptada) Um grupo de especialistas simulou as propriedades mecânicas de uma teia de aranha por meio do impacto de um objeto que permanece totalmente preso a uma teia artificial após uma colisão. Como resultado, obteve-se o gráfico a seguir, que representa a variação da intensidade da força F , em newtons, em função do tempo t , em segundos.



Calcule, em newtons-segundo, o impulso da força produzido pelo impacto do objeto na teia artificial, no intervalo de 0 a 0,25 segundos.

Em um gráfico $F \times t$, a área sob a curva é numericamente igual ao impulso da força. Analisando o gráfico, podemos notar que a área abaixo da curva, entre os instantes 0,05 s e 0,20 s, forma um retângulo cuja base mede $0,20 - 0,05$ e a altura mede $4,0 \cdot 10^{-3}$.



Em um gráfico desse tipo, como o impulso é numericamente igual à área sob a curva, então:

$$I \stackrel{N}{=} A_{\text{retângulo}} \Rightarrow I = b \cdot h$$

$$I = 0,15 \cdot 4,0 \cdot 10^{-3} \Rightarrow I = 0,6 \cdot 10^{-3}$$

$$I = 6 \cdot 10^{-4} \text{ N} \cdot \text{s}$$

Atividade 2

(UNICENTRO 2020 - Adaptada) De um sistema físico isolado da ação de forças externas, fazem parte todos os objetos que estão em interação.

Em qualquer tipo de interação, que pode ser um chute, uma explosão, uma batida, um empurrão ou um toque, sempre haverá conservação da:

- a) energia cinética do corpo mais leve.
- b) velocidade de cada corpo envolvido.
- c) energia cinética do corpo mais pesado.
- d) quantidade de movimento total do sistema.**
- e) aceleração do centro de massa do sistema.

Quando apenas forças internas atuam em um sistema, ou seja, não há ação de forças externas, a quantidade de movimento total desse sistema é conservada.

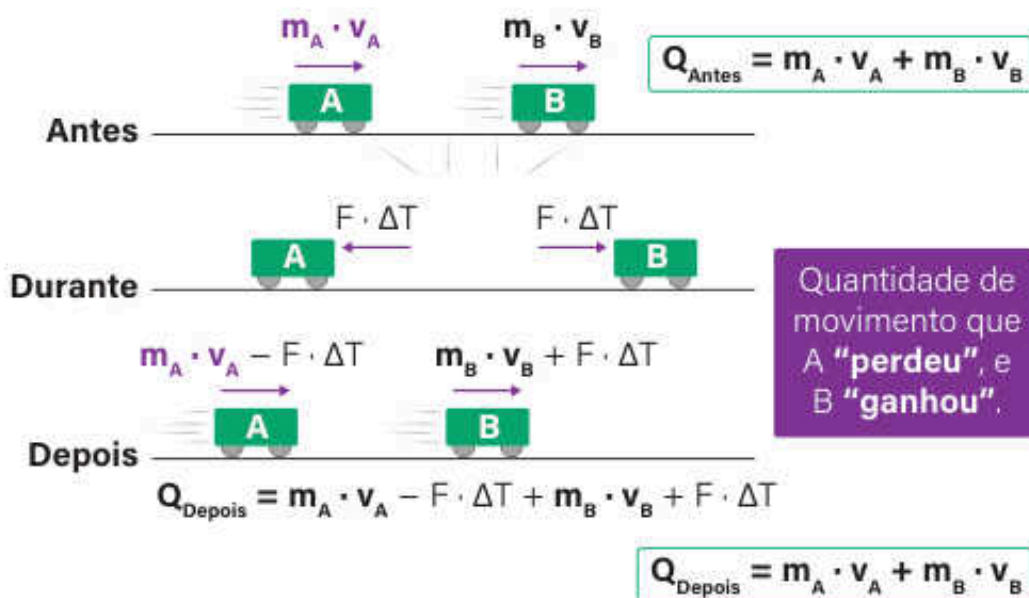
SISTEMAS ISOLADOS: A CHAVE PARA A CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Quantidade de movimento e impulso

Transferência da quantidade de movimento: durante uma colisão, cada par de corpos exerce um par de forças (ação e reação) de mesma direção e intensidade, mas sentidos opostos, que atuarão pelo mesmo intervalo de tempo, ou seja, exercerão impulsos de mesmo módulo, mas de sentidos contrários.

- O par de impulsos exercidos entre dois corpos durante uma interação representa a quantidade de movimento transferido de um corpo para o outro.



Variação da quantidade de movimento do sistema: quando forças externas atuam sobre o sistema e a resultante dessas forças não é nula, a quantidade de movimento do sistema não se conserva.

Sistema mecânico isolado: sistema livre da ação de forças externas.

- A quantidade de movimento de um sistema mecânico isolado é constante:

$$Q_{\text{inicial}} = Q_{\text{final}}$$

Exercícios resolvidos

- 1** (PUC-RJ 2018 - Adaptada) Um projétil de massa 2 g é disparado contra um alvo de madeira de massa 98 g, inicialmente em repouso sobre uma superfície horizontal sem atrito. O projétil fica encrustado no bloco, e o conjunto sai com velocidade de 4 m/s. Qual é a velocidade horizontal do projétil, em m/s, antes de atingir o bloco?

a) 100

c) 400

e) 1 600

b) 200

d) 800

As forças externas são desprezadas. Sendo assim, a quantidade de movimento do sistema, isolado, é conservada. Portanto:

$$Q_{\text{antes}} = Q_{\text{depois}}$$

$$Q_{\text{projétil}} + Q_{\text{bloco}} = Q_{(\text{projétil} + \text{bloco})}$$

$$m_{\text{projétil}} \cdot v_{\text{projétil}} + m_{\text{bloco}} \cdot v_{\text{bloco}} = m_{(\text{projétil} + \text{bloco})} \cdot v_{(\text{projétil} + \text{bloco})}$$

De acordo com o enunciado, a massa do projétil é $m_{\text{projétil}} = 2 \text{ g} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$, a massa do bloco é $m_{\text{bloco}} = 98 \text{ g} = 98 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$, a velocidade inicial do bloco é $v_{\text{bloco}} = 0$, e a velocidade do conjunto, após a colisão, é $v_{(\text{projétil} + \text{bloco})} = 4 \text{ m/s}$. Substituindo esses valores na equação anterior, obtemos:

$$2 \cdot 10^{-3} \cdot v_{\text{projétil}} + 98 \cdot 10^{-3} \cdot 0 = 100 \cdot 10^{-3} \cdot 4$$

$$2 \cdot 10^{-3} \cdot v_{\text{projétil}} = 400 \cdot 10^{-3}$$

$$v_{\text{projétil}} = \frac{400 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}}$$

$$v_{\text{projétil}} = 200 \text{ m/s}$$



Na prática

Atividade 1

Considere um casal que está patinando no gelo. Em determinado momento, a dupla, que inicialmente estava em repouso, se empurra mutuamente, e, como resultado dessa ação, o rapaz, de massa 70 kg, move-se para a esquerda com velocidade de 0,5 m/s. Com qual velocidade a moça, com massa de 50 kg, move-se para a direita? Desconsidere a ação de forças externas.

$$\vec{Q}_{\text{antes}} = \vec{Q}_{\text{depois}}$$

Adotando o referencial no qual o sentido positivo do eixo x é para a direita, temos:

$$0 = m_{\text{rapaz}} \cdot (-v_{\text{rapaz}}) + m_{\text{moça}} \cdot (v_{\text{moça}})$$

$$0 = 70 \cdot (-0,5) + 50 \cdot (v_{\text{moça}})$$

$$50 \cdot v_{\text{moça}} = 35$$

$$v_{\text{moça}} = \frac{35}{50}$$

$$v_{\text{moça}} = 0,7 \text{ m/s}$$

Atividade 2

Após sua explosão, uma bomba, inicialmente em repouso, divide-se em dois fragmentos de massas iguais a 5 kg que se movem em sentidos contrários, na mesma direção. O primeiro fragmento move-se para a direita a uma velocidade de 70 m/s. Determine a velocidade adquirida pelo segundo fragmento.

- a) 40 m/s
- b) 60 m/s
- c) 70 m/s**
- d) 100 m/s
- e) 50 m/s

Podemos considerar que a explosão ocorreu em um sistema mecânico isolado. Sendo assim, a quantidade de movimento antes da explosão é igual à quantidade de movimento depois da explosão, ou seja, a quantidade de movimento vai se conservar. Então:

$$Q_{\text{bomba}} = Q_{\text{fragmento 1}} + Q_{\text{fragmento 2}}$$

Como a bomba estava em repouso, $Q_{\text{bomba}} = 0$. Logo:

$$Q_{\text{bomba}} = m_{\text{fragmento 1}} \cdot v_{\text{fragmento 1}} + m_{\text{fragmento 2}} \cdot v_{\text{fragmento 2}}$$

$$0 = 5 \cdot 70 + 5 \cdot v_{\text{fragmento 2}}$$

$$5 \cdot v_{\text{fragmento 2}} = -350$$

$$v_{\text{fragmento 2}} = \frac{-350}{5}$$

$$v_{\text{fragmento 2}} = -70 \text{ m/s}$$

A velocidade do fragmento 2 tem o mesmo módulo da velocidade do fragmento 1, no entanto é negativa, pois o fragmento 2 se move no sentido contrário ao do fragmento 1.

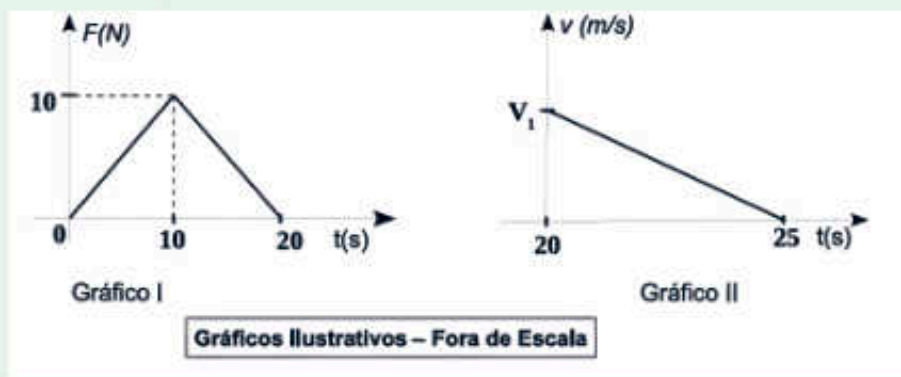


A TERCEIRA LEI DE NEWTON E A CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO

Exercícios resolvidos

Extra: Caderno de Exercícios –
Quantidade de movimento e impulso

- 1** (ESPCEX 2023) O gráfico I fornece a intensidade da força resultante F sobre uma moto de 160 kg, em função do tempo t . O gráfico I está associado apenas aos primeiros 20 s de movimento da moto. O gráfico II fornece o módulo da velocidade v da moto em função do tempo t , entre 20 s e 25 s. No instante 0 s, a moto parte do repouso e, em 20 s, atinge a velocidade escalar V_1 . Sabendo que toda a sua trajetória é retilínea, a variação da quantidade de movimento da moto entre os instantes 23 s e 25 s, em $\text{kg} \cdot \text{m/s}$, é:



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

- a) 100,00 b) 50,0 c) - 8,0 d) - 15,0 **e) - 40,0**

O impulso é numericamente igual à área do gráfico $F \times t$. O gráfico I forma um triângulo de base $b = 20$ e altura $h = 10$. Logo, o impulso da força F é:

$$I \stackrel{N}{=} \text{Área}_{\text{triângulo}} \Rightarrow I = \frac{b \cdot h}{2}$$

$$I = \frac{20 \cdot 10}{2} \Rightarrow I = 100 \text{ N} \cdot \text{s}$$

De acordo com o enunciado, a moto parte do repouso; logo, sua velocidade inicial é $v_0 = 0$. Sendo a massa da moto $m = 160 \text{ kg}$, a velocidade inicial $v_0 = 0$ e o impulso $I = 100 \text{ N} \cdot \text{s}$, é possível determinar a velocidade v_1 da moto, no instante $t = 20 \text{ s}$:

$$I = \Delta Q \Rightarrow I = Q_1 - Q_0$$

$$I = m \cdot v_1 - m \cdot v_0 \Rightarrow 100 = 160 \cdot v_1 - 160 \cdot 0$$

$$100 = 160 \cdot v_1 - 0 \Rightarrow v_1 = \frac{100}{160} = 0,625 \text{ m/s}$$

No gráfico 2 observa-se que entre os instantes 20 s e 25 s a moto descreve o MRUV. Logo, a aceleração é constante nesse intervalo e igual a:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

$$a = \frac{0 - 0,625}{25 - 20} \Rightarrow a = \frac{-0,625}{5}$$

$$a = -0,125 \text{ m/s}^2$$

Analisando o gráfico II, observamos que o instante 23 s equivale a 3 s . Assim, temos:

$$v_3 = v_1 + a \cdot t \Rightarrow v_3 = 0,625 + (-0,125) \cdot 3$$

$$v_3 = 0,625 - 0,375 \Rightarrow v_3 = 0,25 \text{ m/s}$$

Analisando o gráfico II, observamos que o instante marcado como 25 s equivale a 5 s . Nesse momento, a velocidade da moto é zero. Assim, temos:

$$\Delta Q = Q_5 - Q_3 \Rightarrow \Delta Q = m \cdot v_5 - m \cdot v_3$$

$$\Delta Q = 160 \cdot 0 - 160 \cdot 0,25 \Rightarrow \Delta Q = -40 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Na prática

Atividade 1

(UERJ 2022) As chamadas estrelas cadentes nada mais são que meteoros. Esses pedaços de rocha são atraídos pelo campo gravitacional da Terra e incandescem no atrito com a atmosfera. Admita que um meteoro, ao penetrar na atmosfera terrestre, tenha,

em determinado instante, massa de 10 kg e velocidade de 252 000 km/h. Nessas condições, a quantidade de movimento do meteoro, em $\text{kg} \cdot \text{m/s}$, é igual a:

- a) 560 000 b) 680 000 **c) 700 000** d) 820 000

Na situação descrita, o objeto é um meteoro de massa $m = 10 \text{ kg}$ que atravessa a atmosfera com velocidade $v = 252 \text{ 000 km/h}$. Como se pede a quantidade de movimento em $\text{kg} \cdot \text{m/s}$, é preciso converter a velocidade para m/s :

$$v = 252 \text{ 000 km/h} \div 3,6 \Rightarrow v = 70 \text{ 000 m/s}$$

Logo, a quantidade de movimento do meteoro na situação descrita é:

$$Q = m \cdot v \Rightarrow Q = 10 \cdot 70 \text{ 000}$$

$$Q = 700 \text{ 000 kg} \cdot \text{m/s}$$

Atividade 2

(EPCAR/AFA 2024) Uma partícula de massa de 2 kg desloca-se em uma trajetória horizontal, sem atrito, com velocidade escalar de 10 m/s, quando uma força $\vec{F}$, de intensidade constante na direção do deslocamento, passa a agir sobre ela durante um intervalo de tempo Δt . Dado que o impulso dessa força é igual a $-28 \text{ N} \cdot \text{s}$, a velocidade escalar da partícula no instante em que cessa a ação da força $\vec{F}$, em m/s, é:

- a) 3 b) 0 c) -2 **d) -4**

De acordo com o teorema do impulso, o impulso de uma força sobre um corpo é igual à variação da quantidade de movimento:

$$I = \Delta Q \Rightarrow I = Q_f - Q_i \Rightarrow I = m \cdot v_f - m \cdot v_i$$

De acordo com o enunciado, a massa da partícula é $m = 2 \text{ kg}$, a velocidade inicial é $v = 10 \text{ m/s}$ e o impulso da força $\vec{F}$ é $I = -28 \text{ N} \cdot \text{s}$. Substituindo esses valores na equação anterior, obtemos:

$$-28 = 2 \cdot v_f - 2 \cdot 10 \Rightarrow -28 = 2 v_f - 20$$

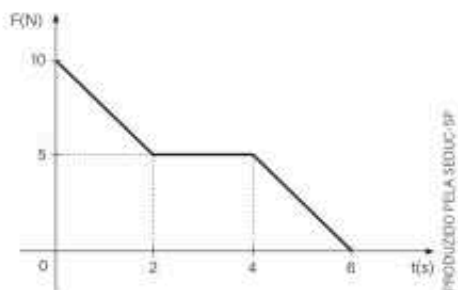
$$\frac{-8}{2} = v_f \Rightarrow v_f = -4 \text{ m/s}$$

Atividade 3

(EEAR 2021) No gráfico da figura a seguir tem-se a intensidade da força (F), em newtons, em função do tempo (t), em segundos. Neste gráfico, a força, que é a resultante das forças exercidas sobre o corpo de massa m , tem direção constante. Sabendo que no instante

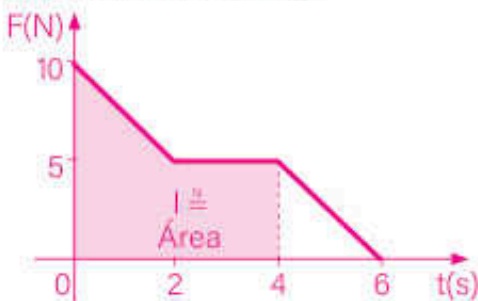


$t = 0$ o corpo está em repouso, determine o valor do impulso da força, em $\text{N} \cdot \text{s}$, sobre o corpo, somente, no intervalo de 0 a 4 segundos.



- a) 5
- b) 15
- c) 25**
- d) 30

Como a intensidade da resultante das forças que atuam sobre o corpo é variável, porém com direção constante, teremos de calcular o impulso da resultante pela área do gráfico.



Podemos notar que a área do gráfico é composta por um retângulo de base $b = 4$ e altura $h = 5$, e um triângulo de base $b = 2$ e altura $h = 5$. Logo, o impulso da força F será:

$$I_F = A_{\text{ret}} + A_{\text{tri}} \Rightarrow I_F = (b \cdot h)_{\text{ret}} + \left(\frac{b \cdot h}{2}\right)_{\text{tri}}$$

$$I_F = (4 \cdot 5)_{\text{ret}} + \left(\frac{2 \cdot 5}{2}\right)_{\text{tri}} \Rightarrow I_F = 20 + 5$$

$$I_F = 25 \text{ N} \cdot \text{s}$$

Portanto, o valor do impulso da força F sobre o corpo no intervalo de 0 a 4 segundos é $25 \text{ N} \cdot \text{s}$.

Atividade 4

(UTFPR 2024) Considere um corpo de argila com massa de 60 g lançado de um estilingue colidindo horizontalmente com um bloco de tijolo liso de massa 240 g. Sabendo que, no momento da colisão, o corpo de argila apresentava uma velocidade horizontal de 5,0 m/s e o bloco de tijolo estava em repouso sobre uma superfície sem atrito, determine a velocidade do conjunto de corpos argila-tijolo imediatamente após a colisão, sabendo que o bloco de argila aderiu ao bloco de tijolo. Despreze a resistência do ar.

- a) 2 m/s
- b) 0,5 m/s
- c) 4 m/s
- d) 1 m/s**
- e) 2,5 m/s

Como o enunciado pede para que desprezemos a resistência do ar, vamos considerar que as velocidades se mantêm e que o sistema formado pelo corpo de argila e o tijolo é isolado. Por isso, é válida a igualdade:

$$Q_{\text{inicial}} = Q_{\text{final}}$$

$$m_A \cdot v_{iA} + m_T \cdot v_{iT} = m_A \cdot v_{fA} + m_T \cdot v_{fT}$$

De acordo com o enunciado, as massas do corpo de argila e do tijolo são, respectivamente,

$m_A = 60 \text{ g}$ e $m_T = 240 \text{ g}$. A velocidade inicial do corpo de argila é $v_{iA} = 5 \text{ m/s}$ e do tijolo, por estar em repouso, $v_{iT} = 0$. Além disso, o corpo de argila aderiu ao tijolo com a colisão, portanto, $v_{fA} = v_{fT} = v$. Logo:

$$60 \cdot 5 + 240 \cdot 0 = 60 \cdot v + 240 \cdot v$$

$$300 = 300 \cdot v \Rightarrow v = 1 \text{ m/s}$$

A velocidade do conjunto de corpos argila-tijolo imediatamente após a colisão é 1 m/s.



ENTRE CHOQUES E CONSERVAÇÃO: TIPOS DE COLISÕES

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Colisões

Energia Mecânica do Sistema em Colisões

As colisões entre dois corpos ocorrem em **duas fases** principais: **deformação** e **restauração**. Nelas, há **transformações** entre energia **cinética** (E_c) e energia **potencial** (E_p).

Fases da colisão

1 Período de deformação

- Parte da energia cinética dos corpos é gradualmente convertida em energia potencial.
- Isso ocorre devido ao aumento da área de contato entre os corpos.
- O sistema atinge máxima energia potencial quando a deformação é máxima.

2 Período de restauração

- A energia potencial é convertida de volta em energia cinética.
- A área de contato diminui, podendo retornar ao valor inicial.
- Se os corpos forem suficientemente elásticos, eles retomam sua forma original; caso contrário, ocorre deformação permanente e parte da energia é dissipada (em calor, som etc.).

Classificação das colisões

Para simplificar a análise, consideramos que a **energia do sistema** é essencialmente **cinética antes e depois da colisão**, enquanto a energia **potencial** é **considerada** apenas durante o breve **intervalo de interação entre os corpos**. Além disso, nesse momento, estamos considerando que as velocidades e impulsos envolvidos apontam numa mesma direção (colisão unidimensional).

Diante dessas considerações, as colisões podem ser classificadas em três tipos: **elástica, parcialmente elástica e inelástica**, apresentados a seguir.

- 1 **Elástica:** a energia cinética total do sistema é conservada. A energia cinética antes e depois da colisão é a mesma.

$$E_{\text{cin,antes}} = E_{\text{cin,depois}}$$

- 2 **Parcialmente elástica/inelástica:** parte da energia cinética do sistema é transformada em calor, energia sonora etc.

$$E_{\text{cin,antes}} > E_{\text{cin,depois}}$$

- 3 **Totalmente inelástica:** maior dissipação de energia cinética do sistema. Os **corpos permanecem juntos** após a colisão.

Pontos importantes

A **quantidade de movimento** do sistema é sempre **conservada**, independentemente do tipo de colisão (**em um sistema isolado**).

A "perda" de energia cinética pode ser calculada pela diferença entre a energia cinética antes e depois da colisão.

Exercícios resolvidos

- 1 (UEPG 2023 - Adaptada) Um corpo A, de massa $M_A = 3 \text{ kg}$, tem uma velocidade $V_A = 4 \text{ m/s}$, ao longo de uma superfície horizontal sem atrito, no sentido positivo do eixo x. Um corpo B, de massa $M_B = 2 \text{ kg}$, encontra-se inicialmente em repouso em relação ao corpo A. Considerando que a colisão entre os dois corpos é perfeitamente elástica e frontal, e que a velocidade do corpo A após a colisão é de $0,8 \text{ m/s}$, some o que for correto.

01) Após a colisão, o corpo A move-se no sentido negativo do eixo x.

02) A energia cinética do corpo A após a colisão é de $0,96 \text{ J}$.

04) O módulo da velocidade do corpo B após a colisão é de $4,8 \text{ m/s}$.

08) O impulso fornecido ao corpo B devido à colisão é de $9,6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.

01) **Falsa.** As velocidades inicial e final do corpo A são informadas no enunciado e ambas são positivas. Logo, o sentido do movimento do corpo A é o mesmo antes e depois da colisão (sentido positivo do eixo).

02) **Verdadeira.** Como a massa do corpo A é $M_A = 3 \text{ kg}$ e sua velocidade após a colisão é $V_A = 0,8 \text{ m/s}$, então:

$$E_c = \frac{m \cdot v_A^2}{2} \Rightarrow E_c = \frac{3 \cdot 0,8^2}{2}$$

$$E_c = 0,96 \text{ J}$$

04) **Verdadeira.** Aplicando-se o princípio da conservação da quantidade de movimento, tem-se:

$$Q_{\text{final}} = Q_{\text{inicial}}$$

$$m_A \cdot v_A + m_B \cdot v_B = m_A \cdot v_{0A} + m_B \cdot v_{0B}$$

$$3 \cdot 0,8 + 2 \cdot v_B = 3 \cdot 4 + 2 \cdot 0$$

$$2,4 + 2 \cdot v_B = 12 \Rightarrow 2 \cdot v_B = 9,6$$

$$v_B = \frac{9,6}{2} = 4,8 \text{ m/s}$$

08) **Verdadeira.** Aplicando-se o teorema do impulso, tem-se:

$$I = \Delta Q \Rightarrow I = Q_{\text{final}} - Q_{\text{inicial}}$$

$$I = m \cdot v_{\text{final}} - m \cdot v_{\text{inicial}} \Rightarrow I = 2 \cdot 4,8 - 2 \cdot 0$$

$$I = 9,6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Portanto, $02 + 04 + 08 = 14$.

Na prática

Atividade 1

Em uma rodovia, um automóvel de massa 525 kg, ao trafegar com velocidade de 40 m/s, choca-se com a traseira de outro automóvel, com massa igual a 800 kg, que, no momento da colisão, movia-se a uma velocidade de 30 m/s. Admitindo-se que a colisão foi inelástica e desprezando-se as forças externas, qual será a velocidade dos automóveis após a colisão?

Como a ação de forças externas está sendo desprezada, a quantidade de movimento do sistema irá se conservar, então:

$$Q_{\text{antes}} = Q_{\text{depois}}$$

Sendo a colisão totalmente inelástica, os corpos (carros) ficarão unidos após a colisão. Logo:

$$m_A \cdot v_A + m_B \cdot v_B = m_{(A+B)} \cdot v_{(A+B)}$$

$$525 \cdot 40 + 800 \cdot 30 = 1\,325 \cdot v_{(A+B)}$$

$$21\,000 + 24\,000 = 1\,325 \cdot v_{(A+B)}$$

$$45\,000 = 1\,325 \cdot v_{(A+B)}$$

$$v_{(A+B)} = \frac{45\,000}{1\,325} \approx 34 \text{ m/s}$$

A velocidade dos automóveis após a colisão será aproximadamente 34 m/s.



Atividade 2

(UFJF PISM 1 2021) Um corpo de 1,0 kg desliza sem atrito sobre uma superfície horizontal a uma velocidade constante de magnitude igual a 60 cm/s. Ao se chocar frontalmente com outro corpo que estava parado no caminho, ele para. Se considerarmos que o choque foi totalmente elástico, a massa do corpo que estava parado e o módulo da velocidade que ele adquire logo depois da colisão são, respectivamente:

- a) 0,7 kg e 72 cm/s c) 0,6 kg e 100 cm/s e) 1,0 kg e 60 cm/s
b) 2,0 kg e 30 cm/s d) 2,0 kg e 42 cm/s

O enunciado diz que a colisão descrita é elástica, logo, tanto a quantidade de movimento quanto a energia mecânica (cinética, neste caso) se conservam. Aplicando o princípio da conservação da quantidade de movimento, tem-se:

$$Q_{\text{final}} = Q_{\text{inicial}} \Rightarrow Q_A + Q_B = Q_{0A} + Q_{0B}$$

O corpo B estava parado inicialmente, logo $Q_{0B} = 0$. Após o choque, o corpo que se movia (A) é que ficou parado, logo $Q_A = 0$, portanto:

$$Q_B = Q_{0A} \Rightarrow m_B \cdot v_B = m_A \cdot v_{0A}$$

$$m_B \cdot v_B = 1 \cdot 0,6 \Rightarrow m_B \cdot v_B = 0,6$$

Como a energia cinética também se conserva, temos:

$$E_{cA} = E_{cB} \Rightarrow \frac{m_A \cdot v_A^2}{2} = \frac{m_B \cdot v_B^2}{2}$$

$$\frac{m_A \cdot v_A^2}{2} = \frac{m_B \cdot v_B \cdot v_B}{2}$$

Como $m_B \cdot v_B = 0,6$, então:

$$\frac{m_A \cdot v_A^2}{2} = \frac{m_B \cdot v_B \cdot v_B}{2}$$

$$\frac{1 \cdot 0,6^2}{2} = \frac{0,6 \cdot v_B}{2} \Rightarrow v_B = \frac{0,36}{0,6} \Rightarrow v_B = 0,6 \text{ m/s} = 60 \text{ cm/s}$$

Como $m_B \cdot v_B = 0,6$ e $v_B = 0,6$, então m_B só pode ser 1 kg.

QUANDO A SOMA DÁ ZERO: O EQUILÍBRIO DE UM PONTO MATERIAL

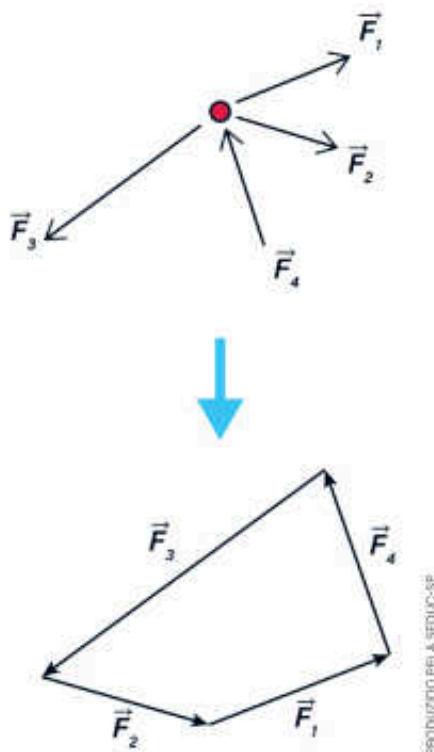
Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Colisões

Equilíbrio do ponto material

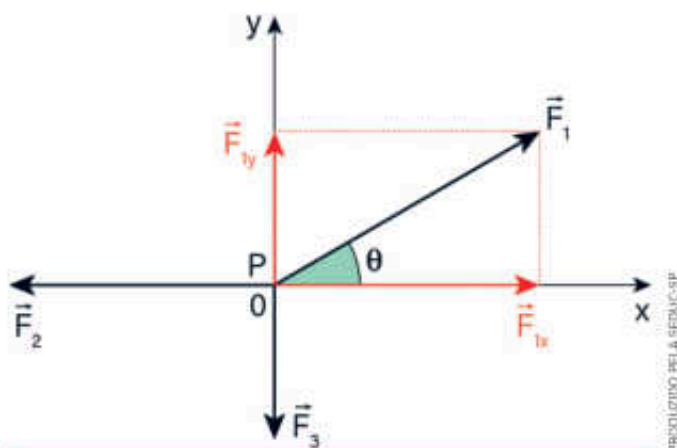
Ocorre quando a resultante de todas as forças que atuam sobre ele é nula. Quando as forças são coplanares, pode-se verificar se a resultante dessas forças é nula pelos métodos de soma vetorial.

- **Método do polígono:** quando a força resultante é nula, ao utilizar o método do polígono para efetuar tal operação, obtém-se uma figura fechada.



Verificação de força resultante nula pelo método do polígono.

- **Método das projeções:** decompõem-se as forças diagonais de modo que todas as forças envolvidas tenham a direção dos eixos x e y. A força resultante é nula quando as resultantes dos eixos x e y também são nulas.



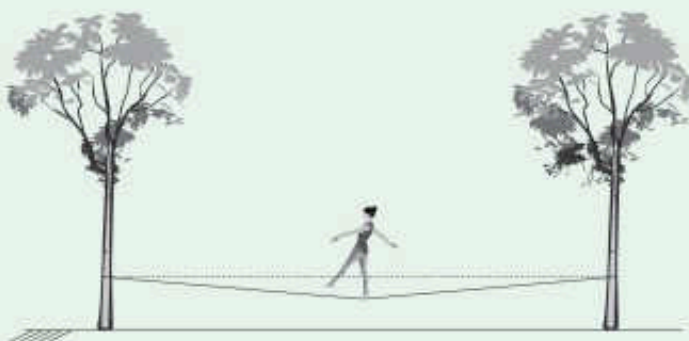
Verificação de força resultante nula pelo método das projeções.

$$F_{1x} - F_2 = 0 \Rightarrow F_{1x} = F_2$$

$$F_{1y} - F_3 = 0 \Rightarrow F_{1y} = F_3$$

Exercícios resolvidos

- 1 (ENEM 2019) Slackline é um esporte no qual o atleta deve se equilibrar e executar manobras estando sobre uma fita esticada. Para a prática do esporte, as duas extremidades da fita são fixadas de forma que ela fique a alguns centímetros do solo. Quando uma atleta de massa igual a 80 kg está exatamente no meio da fita, essa se desloca verticalmente, formando um ângulo de 10° com a horizontal, como esquematizado na figura. Sabe-se que a aceleração da gravidade é igual a 10 m/s^2 , $\cos(10^\circ) = 0,98$ e $\sin(10^\circ) = 0,17$.



Qual é a força que a fita exerce em cada uma das árvores por causa da presença da atleta?

a) $4,0 \cdot 10^2 \text{ N}$

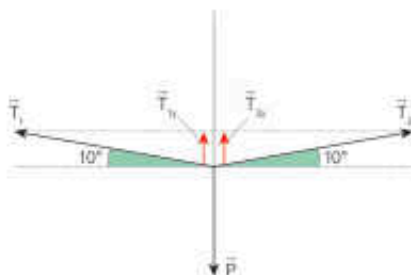
c) $8,0 \cdot 10^2 \text{ N}$

e) $4,7 \cdot 10^3 \text{ N}$

b) $4,1 \cdot 10^2 \text{ N}$

d) $2,4 \cdot 10^3 \text{ N}$

As forças que atuam nas árvores são forças de tração aplicadas pela corda. A atleta, nessa situação, considerada um ponto material, encontra-se em equilíbrio. Sendo assim, a resultante das forças que atuam sobre ela é nula. Ao decompor as forças de tração no eixo vertical, teremos:



Como a atleta está exatamente no meio da corda, $T_1 = T_2 = T$ e $T_{1y} = T_{2y} = T_y$. Como o ponto analisado está em equilíbrio, a resultante das forças atuantes no eixo y é nula, logo:

$$2 \cdot T_y = P$$

Mas $T_y = T \cdot \sin 10^\circ$, logo:

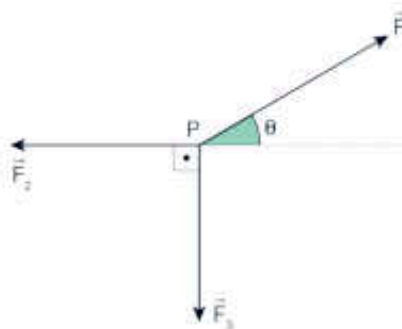
$$2 \cdot T \cdot \sin 10^\circ = m \cdot g \Rightarrow 2 \cdot T \cdot 0,17 = 80 \cdot 10$$

$$T = \frac{800}{0,34} \Rightarrow T = 2\,352,9 \approx 2,4 \cdot 10^3 \text{ N}$$

Na prática

Atividade 1

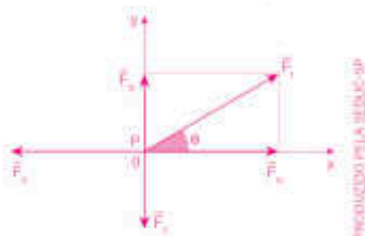
Um ponto material P, submetido à ação de três forças coplanares, $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ e $\vec{F}_3$, como ilustrado na figura, permanece em equilíbrio estático.



PRODUZIDO PELA SEDUC/SP

Sabendo que $F_1 = 10,0 \text{ N}$, $\text{sen } \theta = 0,60$ e $\text{cos } \theta = 0,80$, determine a intensidade das forças $\vec{F}_2$ e $\vec{F}_3$.

Para resolver essa questão, precisamos projetar a força $\vec{F}_1$ nos eixos x e y , como mostra a ilustração.



Como o ponto material está em equilíbrio estático, a resultante das forças que atuam em cada eixo tem que ser nula.

No eixo y , temos:

$$F_{\text{ny}} = F_y + (-F_3) \Rightarrow 0 = F_y - F_3$$

$$F_3 = F_y \Rightarrow F_3 = F_1 \cdot \text{sen } \theta$$

$$F_3 = 10 \cdot 0,60 = 6 \text{ N}$$

No eixo x , temos:

$$F_{\text{nx}} = F_x + (-F_2) \Rightarrow 0 = F_x - F_2$$

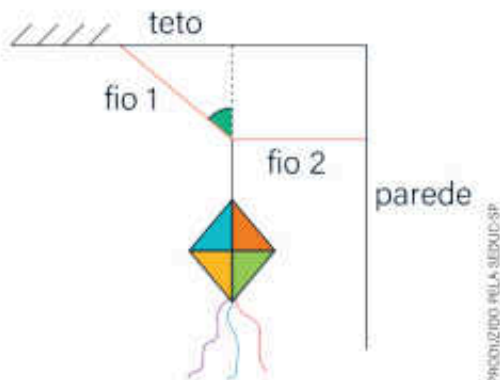
$$F_2 = F_x \Rightarrow F_2 = F_1 \cdot \text{cos } \theta$$

$$F_2 = 10 \cdot 0,80 \Rightarrow F_2 = 8 \text{ N}$$

As intensidades das forças $\vec{F}_2$ e $\vec{F}_3$ são $F_2 = 8 \text{ N}$ e $F_3 = 6 \text{ N}$.

Atividade 2

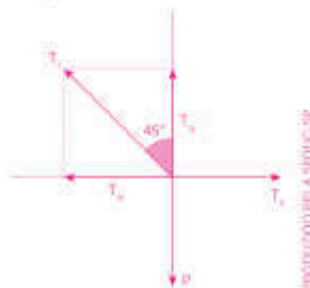
Durante a preparação para uma festa junina, usando alguns fios, o professor de arte de uma escola pendurou um enfeite, que permaneceu em repouso, como mostra o esquema.



Considerando que o ângulo entre o fio 1 e a linha vertical tracejada vale 45° e que a força de tração no fio 2 tem intensidade de 50 N, responda às questões.

- a) Qual a intensidade da força de tração no fio 1?
- b) Qual é o valor da massa do enfeite, em kg? (Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.)

Vamos considerar as forças atuando no ponto de união dos três fios.



Como o enfeite encontra-se em equilíbrio estático, após a decomposição da força de tração do fio 1 nos eixos x e y, teremos, na vertical:

$$T_{1y} = P$$

Na horizontal:

$$T_{1x} = T_2$$

a) O enunciado afirma que $T_2 = 50 \text{ N}$, logo, $T_2 = T_{1x} = 50 \text{ N}$. Como T_{1x} pode ser calculado por $T_{1x} = T_1 \cdot \sin \theta$, então:

$$T_1 = \frac{T_{1x}}{\sin \theta} \Rightarrow T_1 = \frac{50}{\sin 45^\circ}$$

Como $\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$, então:

$$T_1 = \frac{50}{\frac{\sqrt{2}}{2}} \Rightarrow T_1 = \frac{100}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$$T_1 = \frac{100 \cdot \sqrt{2}}{2} \Rightarrow T_1 = 50 \cdot \sqrt{2} \text{ N}$$

b) Como visto anteriormente, na direção vertical, temos $T_{1y} = P$. O módulo da componente T_{1y} é:

$$T_{1y} = T_1 \cdot \cos 45^\circ \Rightarrow T_{1y} = 50 \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$T_{1y} = 50 \text{ N}$$

Logo:

$$P = T_{1y} \Rightarrow m \cdot g = 50$$

Como $g = 10 \text{ m/s}^2$, então:

$$m \cdot 10 = 50 \Rightarrow m = 5 \text{ kg}$$

AULA

8

EQUILÍBRIO EM DOIS NÍVEIS: TRANSLAÇÃO E ROTAÇÃO

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Colisões

Momento de uma força (torque): produto da força perpendicular ao braço da alavanca, F_{perp} , pelo braço de alavanca, b , (distância do ponto de aplicação da força ao ponto de apoio):

$$M = F_{\text{perp}} \cdot b$$

Convencionalmente, atribuímos o sinal positivo para o momento que produz uma rotação anti-horária e o sinal negativo para o momento que produz uma rotação horária.

Equilíbrio de rotação: um corpo extenso encontra-se em equilíbrio de rotação quando a soma dos momentos das forças exercidas sobre ele é nula:

$$\Sigma M = M_1 + M_2 + \dots + M_n = 0$$

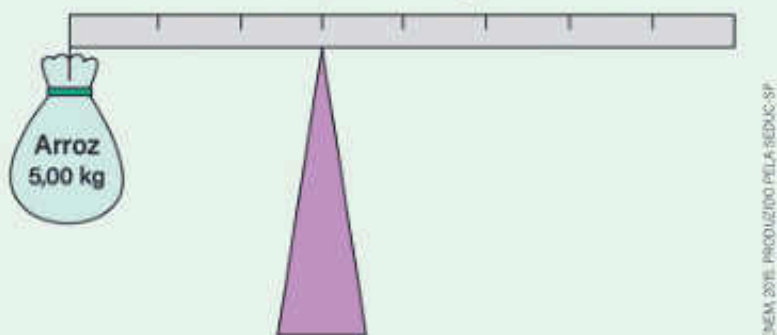
Equilíbrio de translação: um corpo extenso encontra-se em equilíbrio de translação quando a soma das forças exercidas sobre ele é nula.

Exercícios resolvidos

- 1 (ENEM 2015) Em um experimento, um professor levou para a sala de aula um saco de arroz, um pedaço de madeira triangular e uma barra de ferro cilíndrica e homogênea. Ele propôs que fizessem a medição da massa da barra utilizando esses objetos. Para isso, os alunos fizeram marcações na barra, dividindo-a em oito partes iguais e, em



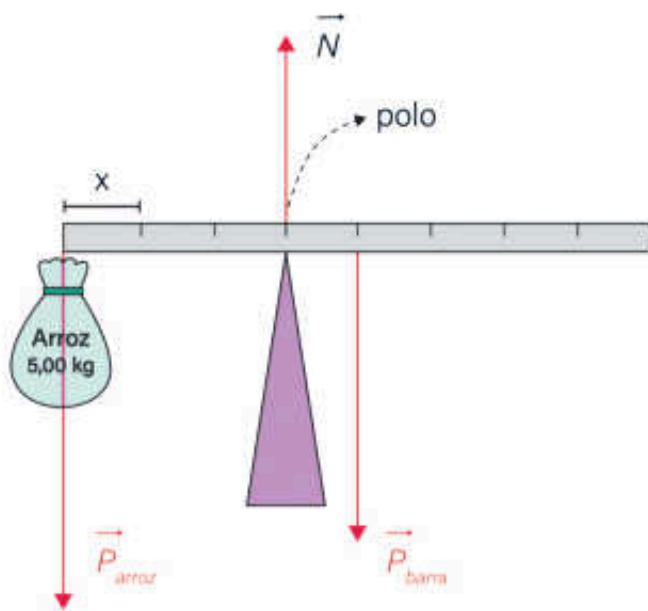
seguida, apoiaram-na sobre a base triangular, com o saco de arroz pendurado em uma de suas extremidades, até atingir a situação de equilíbrio.



Nessa situação, qual foi a massa da barra obtida pelos alunos?

- a) 3,00 kg c) 5,00 kg e) 15,00 kg
 b) 3,75 kg d) 6,00 kg

Inicialmente, é necessário desenhar as forças aplicadas na barra de ferro. Em seguida, escolheremos o ponto de referência, também chamado de polo. Nesse caso, o ponto adotado é o local no qual a barra está apoiada na base triangular. Além disso, chamaremos de x a distância entre duas marcações consecutivas na barra, conforme ilustrado na figura:



Para que a barra fique em equilíbrio, a soma dos momentos escalares das forças deve ser nula, logo:

$$M_{\text{arroz}} + (-M_{\text{barra}}) + M_{\text{normal}} = 0 \rightarrow P_{\text{arroz}} \cdot b_1 - P_{\text{barra}} \cdot b_2 + 0 = 0$$

$$P_{\text{arroz}} \cdot b_1 = P_{\text{barra}} \cdot b_2 \rightarrow m_{\text{arroz}} \cdot g \cdot b_1 = m_{\text{barra}} \cdot g \cdot b_2$$

Como chamamos de x cada espaço entre duas marcações, $b_1 = 3x$ e $b_2 = x$. Logo:

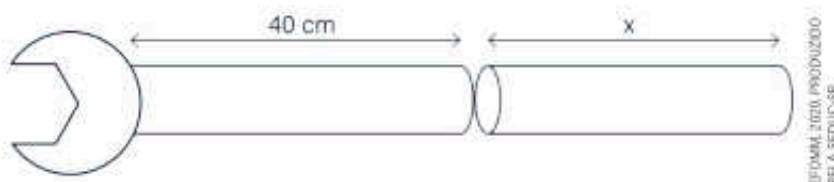
$$5 \cdot g \cdot 3x = m_{\text{barra}} \cdot g \cdot x \rightarrow 15x = m_{\text{barra}} \cdot x$$

$$m_{\text{barra}} = 15 \text{ kg}$$

Na prática

Atividade 1

(EFOMM 2020) Um motorista de 80 kg notou que o pneu de seu carro estava furado. Para trocá-lo, utilizou uma chave de 40 cm de comprimento e o peso de seu corpo, atuando perpendicularmente à extremidade da chave, para soltar os parafusos. Devido à oxidação dos parafusos, o rapaz não conseguiu afrouxá-los com a força aplicada. Felizmente, havia um pedaço de barra de aço no porta-malas do seu veículo que pôde ser usada como alavanca. Suponha que fosse possível soltá-los com a chave original, caso o motorista pesasse 100 kg. Qual deve ser o comprimento mínimo da barra de aço, para que ele consiga trocar os pneus do carro? Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- a) 5,0 cm
- b) 10,0 cm**
- c) 15,0 cm
- d) 20,0 cm
- e) 25,0 cm

Sendo possível soltar o parafuso, considerando que a massa do motorista fosse $m = 100 \text{ kg}$ e que ele usasse a chave original, que proporciona um braço de alavanca $b_1 = 40 \text{ cm}$, o torque necessário para tal tarefa seria:

$$M = F \cdot b_1 \rightarrow M = P_{\text{motorista}} \cdot b_1$$

$$M = m \cdot g \cdot b_1 \rightarrow M = 100 \cdot 10 \cdot 40$$

$$M = 40\,000 \text{ N} \cdot \text{cm}$$

Como, na verdade, a massa do motorista é $m = 80 \text{ kg}$, ele aplica sobre a chave

uma força $P = 80 \cdot 10 = 800 \text{ N}$ apenas. Para que uma força dessa intensidade produza um torque $M = 40\,000 \text{ N} \cdot \text{cm}$, o braço de alavanca precisa ter:

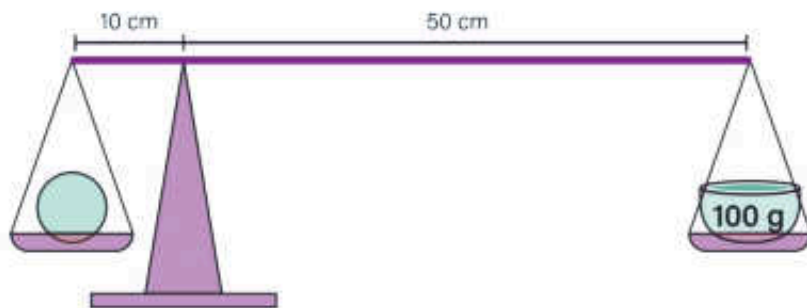
$$M = F \cdot b_2 \rightarrow 40\,000 = 800 \cdot b_2$$

$$b_2 = \frac{40\,000}{800} \rightarrow b_2 = 50 \text{ cm}$$

Mas, como o comprimento da chave original é 40 cm, o comprimento mínimo da barra de ferro, para conseguir um braço de alavanca de 50 cm, deve ser 10 cm.

Atividade 2

(ENCCEJA 2017) A imagem representa uma balança utilizada para a medida da massa de uma fruta. A massa colocada no prato direito da balança é de 100 g e o sistema encontra-se em equilíbrio. A massa dessa fruta, em grama, é:



ENCCEJA, 2017. PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

- a) 100
- b) 120
- c) 500**
- d) 600

O sistema está em equilíbrio, o que significa que a soma dos momentos das forças que atuam sobre a barra é nula. As forças que atuam na barra da balança são o peso da fruta e o peso da massa colocada no prato da direita. Como a soma dos momentos é nula, podemos escrever:

$$M_{\text{fruta}} + (-M_{\text{prato}}) = 0 \rightarrow M_{\text{fruta}} - M_{\text{prato}} = 0$$

$$M_{\text{fruta}} = M_{\text{prato}} \rightarrow P_{\text{fruta}} \cdot b_1 = P_{\text{massa}} \cdot b_2$$

$$m_{\text{fruta}} \cdot b_1 = m_{\text{massa}} \cdot b_2$$

De acordo com o enunciado, $b_1 = 10 \text{ cm}$, $b_2 = 50 \text{ cm}$ e $m_{\text{massa}} = 100 \text{ g}$. Assim, temos:

$$m_{\text{fruta}} \cdot 10 = 100 \cdot 50 \Rightarrow m_{\text{fruta}} \cdot 10 = 5\,000$$

$$m_{\text{fruta}} = \frac{5\,000}{10} \rightarrow m_{\text{fruta}} = 500 \text{ g}$$

PRESSÃO NOS LÍQUIDOS: FORMA NÃO IMPORTA, PROFUNDIDADE SIM

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Hidrostática

Pressão: razão entre a componente normal da força que age sobre uma superfície e a área dessa superfície.

$$p_m = \frac{F_n}{A}$$

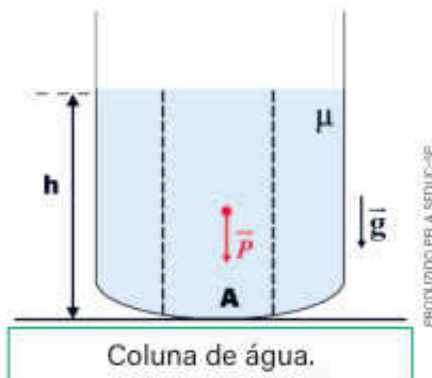


PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Superfície sofrendo a ação de uma força.

Pressão exercida por uma coluna líquida: varia de acordo com a profundidade, independente do formato do corpo que a sofre.

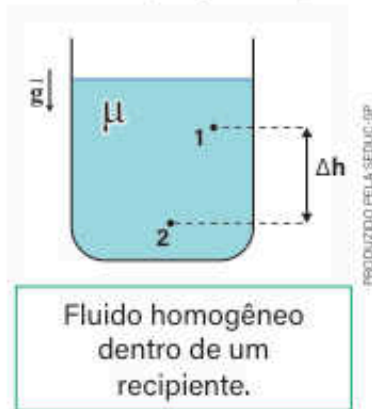
$$p = \mu \cdot h \cdot g$$



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

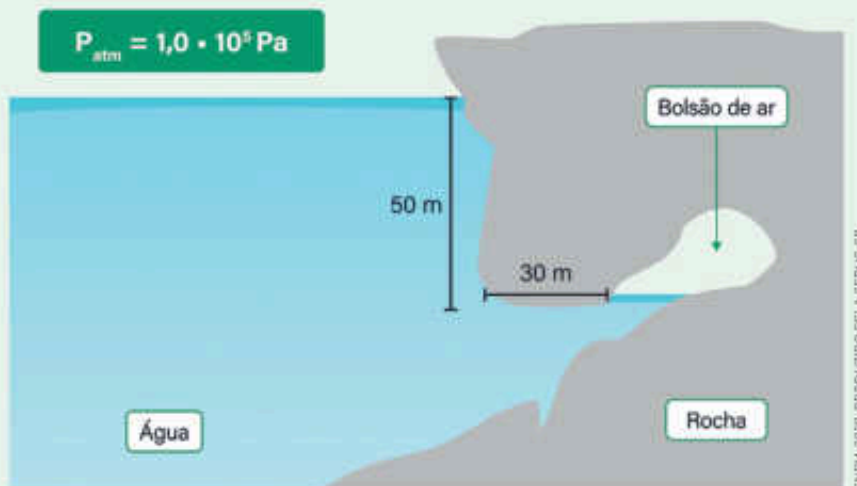
Teorema de Stevin: a diferença de pressão entre dois pontos de um fluido homogêneo em equilíbrio, sob a ação da gravidade, pode ser determinada da seguinte forma:

$$\Delta p = \mu \cdot \Delta h \cdot g$$

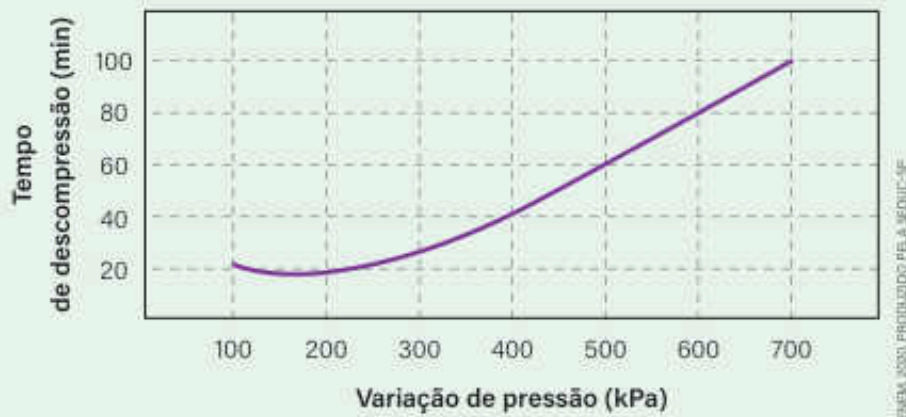


Exercícios resolvidos

- 1** (ENEM 2020) Um mergulhador fica preso ao explorar uma caverna no oceano. Dentro da caverna formou-se um bolsão de ar, como mostrado na figura, onde o mergulhador se abrigou.



Durante o resgate, para evitar danos a seu organismo, foi necessário que o mergulhador passasse por um processo de descompressão antes de retornar à superfície para que seu corpo ficasse novamente sob pressão atmosférica. O gráfico mostra a relação entre os tempos de descompressão recomendados para indivíduos nessa situação e a variação de pressão.



Considere que a aceleração da gravidade seja igual a 10 m/s^2 e que a densidade da água seja de $\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$. Em minutos, qual é o tempo de descompressão a que o mergulhador deverá ser submetido?

- a) 100 **c) 60** e) 20
 b) 80 d) 40

Para resolver essa questão, iremos, inicialmente, descobrir a variação de pressão (Δp) a que foi submetido o mergulhador, ou seja, a diferença entre a pressão a 50 m de profundidade e a pressão na superfície, e, com esse valor, encontraremos, pelo gráfico, o tempo de descompressão recomendado nessa situação.

Para encontrar a variação de pressão, desde a superfície da água até a posição do mergulhador, vamos utilizar a expressão matemática do Teorema de Stevin.

De acordo com esse teorema, a variação de pressão é dada por:

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

De acordo com o enunciado, a densidade da água é $\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$, a gravidade no local é $g = 10 \text{ m/s}^2$, e a altura entre a posição do mergulhador e a superfície é $\Delta h = 50 \text{ m}$. Substituindo esses valores na expressão do Teorema de Stevin, obtemos:

$$\Delta p = 1\,000 \cdot 10 \cdot 50$$

$$\Delta p = 500\,000$$

$$\Delta p = 500 \text{ kPa}$$

Analisando o gráfico, notamos que o intervalo de tempo de descompressão recomendado para esse mergulhador é de 60 min.

Na prática

Atividade 1

Um recipiente aberto contém mercúrio até uma altura de 50 cm, em um local onde a aceleração da gravidade é de $9,8 \text{ m/s}^2$. Sabendo que a densidade do mercúrio é de $13\,600 \text{ kg/m}^3$, a pressão gerada pela coluna de mercúrio na base do recipiente que contém a substância é mais próxima de:

- a) $6,7 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ b) $6,7 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ c) $6,7 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ d) $6,7 \cdot 10^7 \text{ Pa}$

A pressão gerada por um fluido em um ponto imerso nesse fluido é calculada por:

$$p = \mu \cdot h \cdot g$$

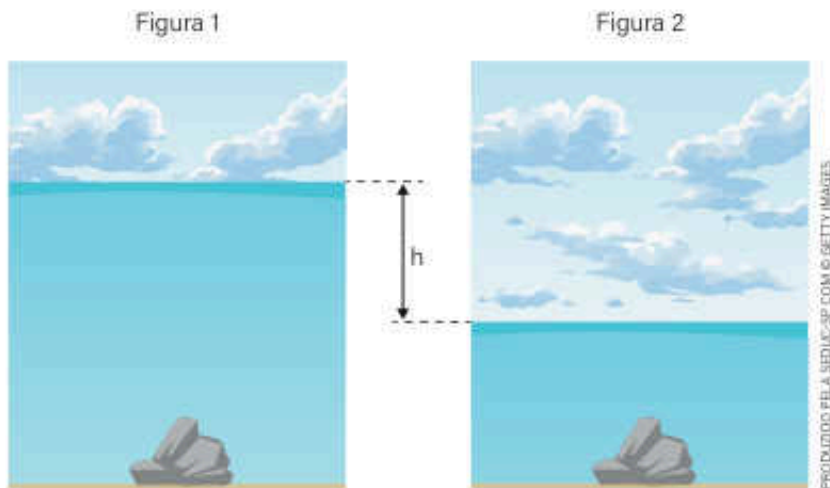
De acordo com o enunciado, o recipiente contém mercúrio, de densidade $\mu = 13\,600 \text{ kg/m}^3$, a gravidade no local vale $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ e a coluna de mercúrio sobre a base do recipiente mede $h = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$. Substituindo esses valores na equação anterior, obtemos:

$$p = \mu \cdot h \cdot g \Rightarrow p = 13\,600 \cdot 0,5 \cdot 9,8$$

$$p = 66\,640 \approx 6,7 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

Atividade 2

(ESFCEX 2021) As figuras mostram o fundo do mar de uma mesma região em dois momentos: na figura 1, em uma situação de maré alta e, na figura 2, em uma situação de maré baixa. Nas duas figuras, vê-se, ainda, uma pedra de dimensões desprezíveis em repouso no fundo do mar.



Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, a densidade da água do mar igual a 1 g/cm^3 e sabendo que a diferença de pressão sobre a pedra, nas duas situações, é de $40\,000 \text{ Pa}$, o desnível h , indicado na figura, é de:

a) 1,4 m

c) 40 m

e) 14 m

b) 0,4 m

d) 4 m

Para determinar o desnível é preciso, primeiramente, converter o valor de densidade da água para unidades do Sistema Internacional (SI):

$$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1 \cdot \frac{10^{-3} \text{ kg}}{(10^{-2} \text{ m})^3} = 1 \cdot \frac{10^{-3} \text{ kg}}{10^{-6} \text{ m}^3} = 1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

De acordo com o enunciado, a diferença de pressão sobre a pedra é $\Delta p = 40\,000 \text{ Pa}$ e a gravidade no local vale $g = 10 \text{ m/s}^2$. Logo, o desnível mostrado na imagem é:

$$\Delta p = \rho \cdot \Delta h \cdot g \Rightarrow 40\,000 = 1 \cdot 10^3 \cdot \Delta h \cdot 10$$

$$4 \cdot 10^4 = 10^4 \cdot \Delta h \Rightarrow \Delta h = \frac{4 \cdot 10^4}{10^4} \Rightarrow \Delta h = 4 \text{ m}$$

AULA 10

LIMITES DA SUCÇÃO: A FÍSICA AOS 10 METROS DE PROFUNDIDADE

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Hidrostática

Experimento de Torricelli: a pressão no ponto B é devida ao peso da coluna de mercúrio, pois, acima do mercúrio, no interior do tubo, existe uma região de quase vácuo. Assim, a pressão nesse ponto pode ser expressa por:

$$p_B = (\mu_{Hg}) \cdot g \cdot h$$

Como os pontos A e B estão no mesmo fluido (mercúrio) e no mesmo nível horizontal, suas pressões são iguais. Logo:

$$p_A = p_B = p_0 = (\mu_{Hg}) \cdot g \cdot h$$

Região de quase vácuo

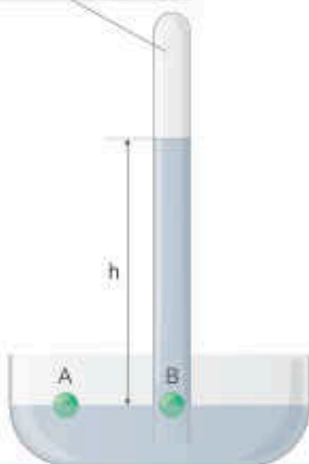


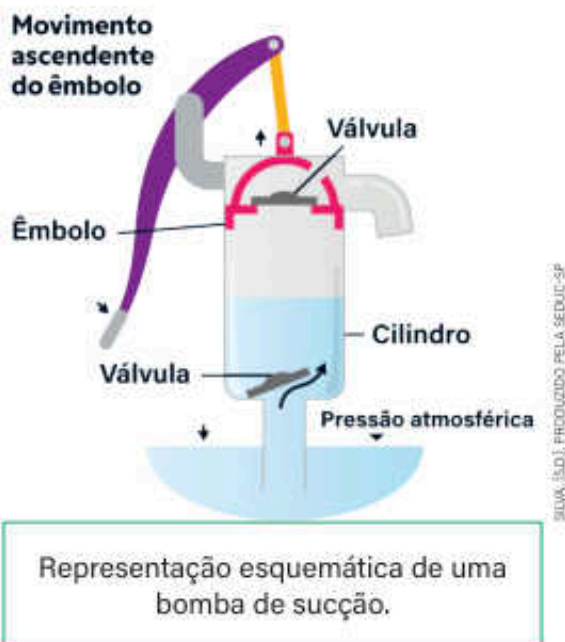
Figura do experimento de Torricelli para obtenção experimental do valor da pressão atmosférica.

PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Sifão: dispositivo que possibilita transferir um líquido de um reservatório mais alto para outro mais baixo. Ao liberar o líquido pela extremidade inferior, a gravidade provoca o escoamento e reduz a pressão no interior do tubo. Como a pressão atmosférica sobre o líquido no reservatório mais alto é maior, o líquido é empurrado para cima no tubo, mantendo um fluxo contínuo até o recipiente mais baixo.



Bombas de sucção: dispositivos instalados na superfície de reservatórios para elevar água. O movimento da válvula cria uma região de baixa pressão no interior da bomba, fazendo com que a pressão atmosférica empurre a água para cima. Em condições ideais, a água pode ser elevada até cerca de 10 m.

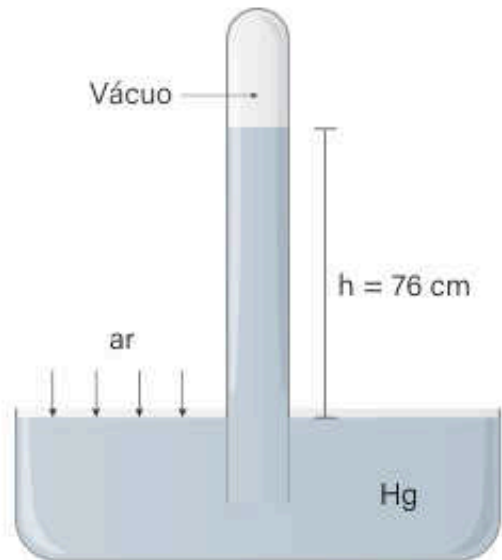


- c) velocidade com que o suco sobe deve ser constante nos dois canudos, o que é impossível com um dos canudos de fora.
- d) peso da coluna de suco é consideravelmente maior que o peso da coluna de ar, o que dificulta a sucção do líquido.
- e) pressão no interior da boca assume praticamente o mesmo valor daquela que atua sobre o suco.

Atividade 2

(FASM 2017) O esquema representa a experiência feita por Torricelli. A cuba e o tubo contêm mercúrio líquido e têm como finalidade a medição da pressão atmosférica. Verificou-se nessa experiência que, ao nível do mar, a altura da coluna de mercúrio dentro do tubo foi de 76 cm para uma pressão atmosférica de 10^5 N/m^2 e uma aceleração da gravidade de 10 m/s^2 .

Nessas mesmas condições, substituindo-se o mercúrio por um líquido de densidade absoluta $8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, a altura da coluna do líquido dentro do tubo será igual a:



FASM, 2017. PRODUZIDO PELA SEDUC-SE

- a) 125 cm b) 130 cm c) 140 cm d) 135 cm e) 120 cm

Para resolver essa questão, devemos considerar que a pressão no ponto A, que está exposto à atmosfera, é igual à pressão no ponto B, gerada pela coluna de líquido, ou seja, $p_A = p_B$. A pressão p_A é a pressão atmosférica, logo, $p_A = 1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. A pressão em B pode ser determinada por:

$$p_B = \mu \cdot g \cdot h$$

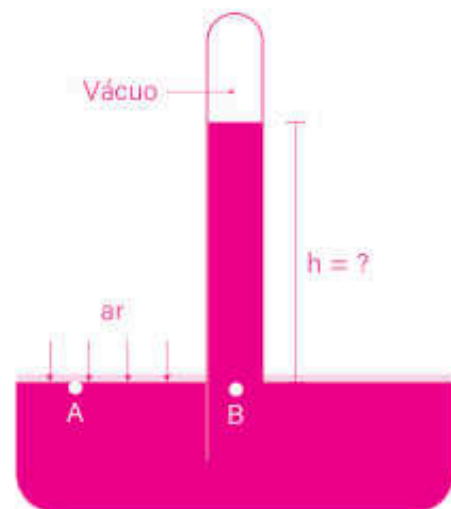
De acordo com o enunciado, a densidade do líquido é $\mu = 8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ e a gravidade no local é $g = 10 \text{ m/s}^2$. Logo:

$$p_A = p_B$$

$$1 \cdot 10^5 = \mu \cdot g \cdot h \Rightarrow 1 \cdot 10^5 = 8 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot h$$

$$1 \cdot 10^5 = 8 \cdot 10^4 \cdot h \Rightarrow h = \frac{1 \cdot 10^5}{8 \cdot 10^4}$$

$$h = 0,125 \cdot 10 \Rightarrow h = 1,25 \text{ m} = 125 \text{ cm}$$



AULA

11

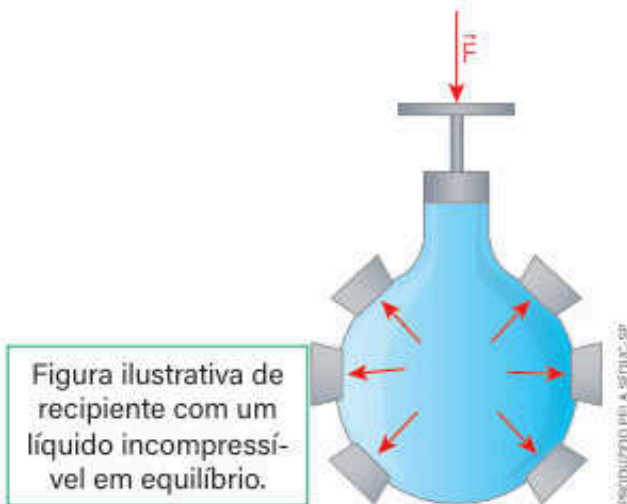
COMO A PRESSÃO SE TRANSMITE NOS FLUIDOS? O PRINCÍPIO DE PASCAL

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Hidrostática

Fluidos incompressíveis: substâncias cuja densidade não varia quando sujeitas a variações de pressão. Exemplos: água e óleos.

Teorema de Pascal: "Um aumento de pressão em um ponto qualquer de um fluido incompressível em equilíbrio é transmitido integralmente por todo o fluido".

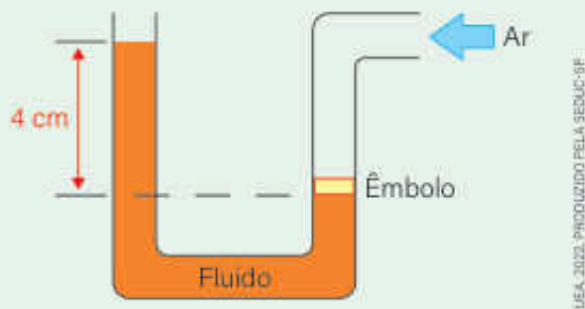


Considerando $P_A = P_0$, sendo P_0 a pressão atmosférica, e com base no Teorema de Pascal, a pressão no ponto B pode ser determinada por:

$$P_B = \rho \cdot g \cdot h + P_0$$

Exercícios resolvidos

- 1 (UEA-SIS 2022) Um dispositivo foi projetado para medir a velocidade do ar, baseando-se na diferença de pressão dentro de um tubo. Em determinada ocasião, conforme o ar em movimento entra pelo orifício direito do tubo, o êmbolo é empurrado para baixo fazendo com que o fluido no lado esquerdo do tubo suba 4 cm, como mostra a figura.

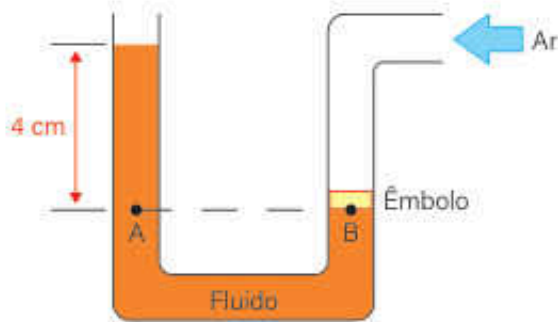


UEA, 2022. PRODUTO DA SEDUC-SP

Sabendo que a densidade desse fluido é de 900 kg/m^3 , que a aceleração da gravidade é 10 m/s^2 e que o peso do êmbolo é desprezível, a diferença de pressão entre o nível do fluido na parte esquerda do tubo e o fluido sob o êmbolo, após ser empurrado para baixo, é de:

- a) 90 Pa c) 270 Pa e) 540 Pa
b) 180 Pa **d) 360 Pa**

Identificando os pontos da esquerda e da direita (sob o êmbolo) como A e B, respectivamente, temos:



PRODUTO DA SEDUC-SP

$$p_A = p_{\text{atm}} + p_{\text{líquido}} \rightarrow p_A = p_{\text{atm}} + \mu_L \cdot g \cdot h$$
$$p_B = p_A$$

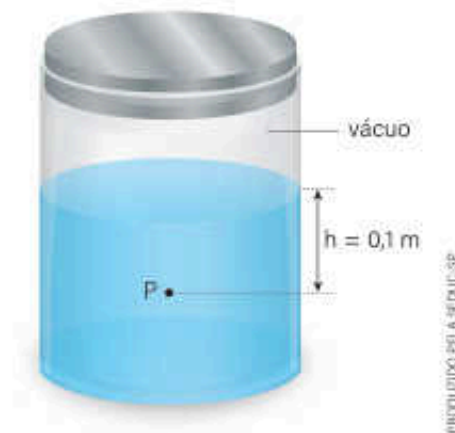
Logo, a diferença de pressão entre o nível do fluido na parte esquerda do tubo e o fluido sob o êmbolo é:

$$\begin{aligned}\Delta p &= p_A - p_{atm} \\ \Delta p &= (p_{atm} + \mu_L \cdot g \cdot h) - p_{atm} \\ \Delta p &= \mu_L \cdot g \cdot h \\ \Delta p &= 900 \cdot 10 \cdot 0,04 \\ \Delta p &= 9 \cdot 10^2 \cdot 1 \cdot 10^1 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \\ \Delta p &= 36 \cdot 10^1 \\ \Delta p &= 360 \text{ Pa}\end{aligned}$$

Na prática

Atividade 1

No esquema apresentado, temos um líquido em equilíbrio dentro de um recipiente fechado por uma tampa.



Admitamos que o espaço entre a região embaixo da tampa e a superfície do líquido seja preenchido com vácuo e que a massa específica do líquido seja de $1\,000 \text{ kg/m}^3$.

- a) Qual é o valor da pressão no ponto P a 0,1 m de profundidade? Considere:
 $g = 10 \text{ m/s}^2$.

O valor da pressão no ponto P é equivalente à pressão exercida pela camada líquida até a profundidade de 0,1 m. Aplicando-se o Teorema de Stevin, o valor da pressão nesse ponto é:

$$\begin{aligned}p &= \rho \cdot g \cdot h \\p &= 1\,000 \cdot 10 \cdot 0,1 \\p &= 1\,000 \text{ Pa}\end{aligned}$$

- b) Qual é o valor da pressão no mesmo ponto, P, se a tampa for retirada?

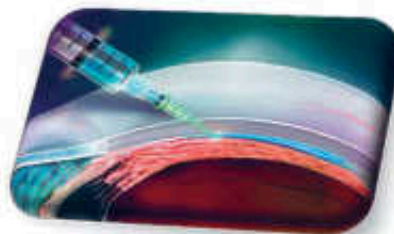
Se a tampa for retirada, a pressão atmosférica passará a atuar na superfície do fluido. De acordo com o Teorema de Pascal, essa pressão é transmitida integralmente por todo o fluido. Como a pressão atmosférica vale, aproximadamente, $p_{\text{atm}} = 10^5 \text{ Pa}$, o novo valor de pressão no ponto P será:

$$\begin{aligned}p' &= 1\,000 + p_{\text{atm}} \\p' &= 1\,000 + 10^5 = 1\,000 + 100\,000 \\p' &= 101\,000 \text{ Pa} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}\end{aligned}$$

Atividade 2

(UFSC 2019 - Adaptada)

O uso de agulhas para a aplicação de remédios intravenosos (dentro de uma veia) existe há muito tempo e requer perícia por parte do profissional de saúde, principalmente quando são utilizadas em regiões delicadas como, por exemplo, o espaço supracoroide, na parte posterior do olho, onde a agulha deve parar após a transição pela esclera, tecido com menos de 1 milímetro de espessura, para evitar danificar a retina. Para resolver esse problema, foi criada uma agulha inteligente, que possui um sensor que percebe a densidade de cada tecido que está atravessando, e o injetor inteligente utiliza as diferenças de pressão para permitir o movimento da agulha até o tecido-alvo, podendo assim avisar ao aplicador onde deve injetar o medicamento.



PESQUISADORES desenvolvem 'agulha inteligente.' **Últimas Notícias**, 26 fev. 2019. Disponível em: <https://ultimasnoticias.inf.br/noticia/exames-para-deteccao-precoce-de-cancer-de-intestino-triplicam-no-sus/>. Acesso em: 17 mar. 2019. Adaptado.

Sobre o assunto abordado e com base no exposto acima, é correto afirmar que:



- (01) segundo o Princípio de Stevin, a pressão exercida sobre os líquidos é transmitida para todos os pontos do líquido.
- (02) quanto mais denso o tecido, maior é a pressão que ele exerce sobre o bico injetor da agulha.
- (04) a densidade é uma grandeza relacionada com a concentração de massa em certo volume.
- (08) quando o êmbolo da seringa é pressionado, o remédio sofre uma pressão que será transmitida apenas em uma direção do remédio.

(01) **Falso.** A afirmação "a pressão exercida sobre os líquidos é transmitida para todos os pontos do líquido" se refere ao enunciado atual do Teorema de Pascal.

(02) **Verdadeiro.** A pressão é diretamente proporcional à densidade.

(04) **Verdadeiro.** A densidade consiste justamente na razão entre massa e volume $\left(\mu = \frac{m}{V}\right)$.

(08) **Falso.** De acordo com o Teorema de Pascal, o aumento de pressão aplicado a um ponto do remédio é transmitido integralmente por todo o fluido.

Portanto, $02 + 04 = 06$.



AULA 12

VASOS COMUNICANTES: ONDE TODOS CHEGAM AO MESMO NÍVEL

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Hidrostática

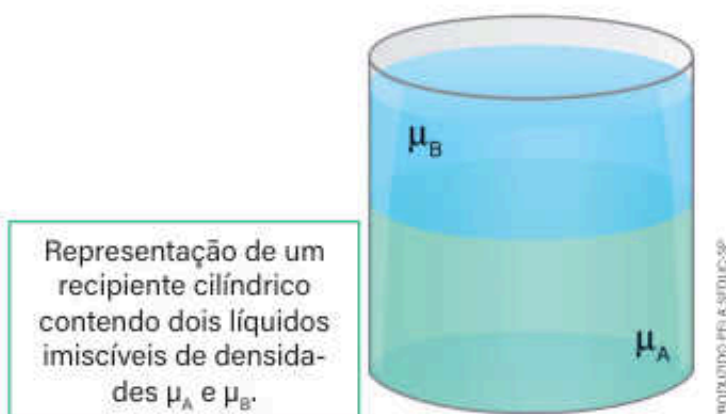
Vasos comunicantes: sistema de recipientes interligados pela base

- Quando um líquido homogêneo é colocado em um recipiente desses e atinge o equilíbrio hidrostático, o nível do líquido se iguala em todas as aberturas.

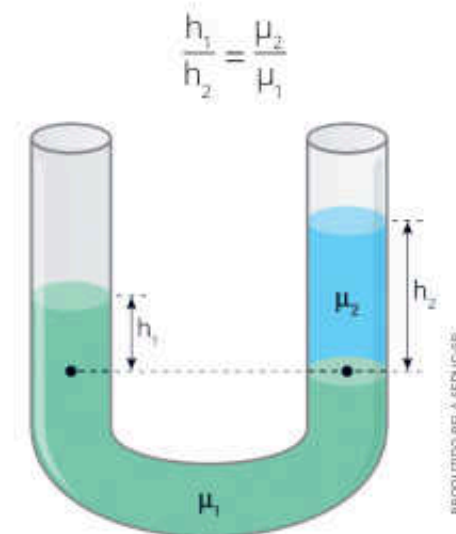


Líquidos imiscíveis: líquidos que não se misturam

- Quando esses líquidos são colocados em contato e atingem o equilíbrio, observa-se que o líquido mais denso se posiciona abaixo do líquido menos denso.



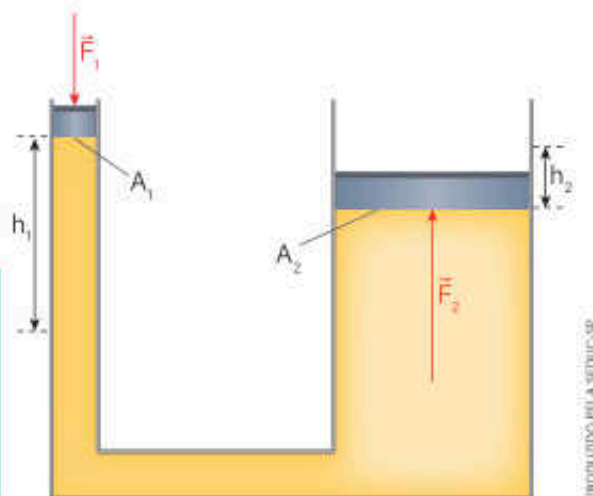
Se dois ou mais líquidos imiscíveis forem colocados em um sistema conectado e o equilíbrio for alcançado, as alturas das colunas líquidas, medidas a partir da superfície de separação entre os líquidos, serão inversamente proporcionais às suas respectivas massas específicas.



Representação de um tubo em U preenchido por dois líquidos imiscíveis.

- **Elevador hidráulico:** dispositivo projetado para multiplicar forças. Normalmente, é preenchido com um líquido viscoso e funciona por meio de dois pistões de diâmetros diferentes. Em um elevador hidráulico, as forças aplicadas sobre os pistões e suas áreas se relacionam pela equação:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \leftrightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2}$$

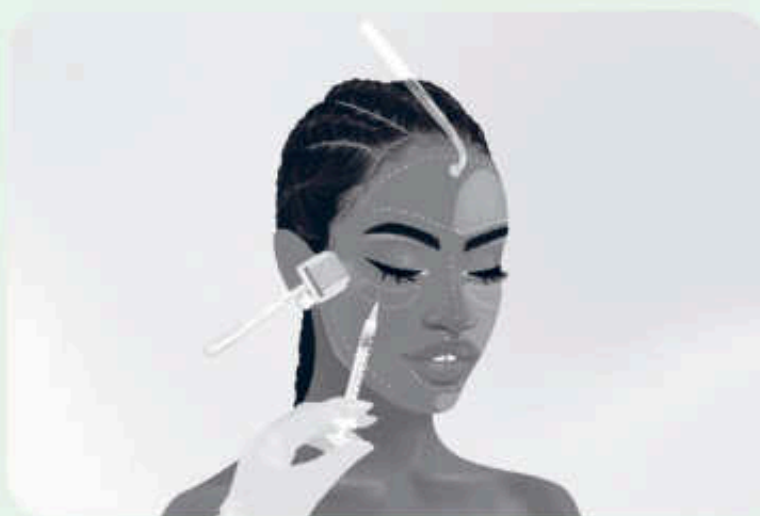


Representação de um elevador hidráulico simples que opera por meio de dois pistões.

Exercícios resolvidos

1 (ACAFE 2023)

O botox, nome popular da toxina botulínica, é uma substância química que atua impedindo a contração dos músculos. Muito utilizado para o tratamento de diversas doenças, tornou-se o principal recurso estético para a redução de rugas e linhas de expressão. A substância foi descoberta ainda no século XIX, mas seu uso só se popularizou nos consultórios médicos a partir de 1977, quando o botox foi utilizado pela primeira vez para testes no tratamento de estrabismo.



PRODUZIDO PELA SEDUC-AP

De lá para cá, passou a ser usado para reduzir os sintomas de alterações como bruxismo, doenças neurológicas, ortopédicas e oftalmológicas. Desde 2002, a Food and Drug Administration (FDA) – órgão regulador de medicamentos dos Estados Unidos – aprovou a utilização do botox para fins estéticos. Segundo o Censo de 2022 da Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica, a aplicação de toxina botulínica aparece como procedimento não cirúrgico mais realizado no Brasil, chegando a 95% dos tratamentos.

Apesar de um importante aliado para a saúde e a beleza, é fundamental que o procedimento seja realizado por profissionais qualificados e habilitados. Tudo isso porque, se a aplicação for realizada de forma indevida, podem ocorrer efeitos colaterais, como paralisação de um grupo muscular.

O método do microagulhamento contempla mínimas perfurações na pele com pequenas agulhas, visando estimular a fabricação de colágeno e fibras naturais, o que deixa a textura mais harmônica.

LUISA, I. De botox a lifting: desvende os procedimentos estéticos. **Veja Saúde**, 9 fev. 2023. Disponível em: <https://saude.abril.com.br/medicina/de-botox-a-lifting-desvende-os-procedimentos-esteticos>. Acesso em: 4 mar. 2026.

Considere uma seringa contendo toxina botulínica para aplicação por microagulhamento com áreas de secção transversal, conforme a figura.



Se o profissional aplicar uma força de 60 N no êmbolo da seringa, a força aplicada na saída da agulha vale _____ e o acréscimo de pressão do fluido _____.

Assinale a alternativa que completa correta e sequencialmente a informação.

- a)** 0,3 N – será totalmente transmitido a todos os pontos das partículas da toxina.
- b)** 0,03 N – será maior na agulha da seringa devido a redução da área de contato.
- c)** 0,3 N – será menor no êmbolo da seringa devido ao aumento da área de contato.
- d)** 0,03 N – será crescente no sentido êmbolo-agulha.

De acordo com o Teorema de Pascal, podemos afirmar que:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Note que as áreas do êmbolo e da agulha estão em unidades diferentes. Como as áreas vão se dividir no decorrer do cálculo $\left(F_2 = \frac{F_1 \cdot A_2}{A_1}\right)$, não é necessário convertê-

-las para unidades do SI (m^2), mas é preciso que estejam com a mesma unidade de medida. Converteremos, então, a unidade de A_1 :

$$A_1 = 0,04 \text{ dm}^2 = 0,04 \cdot 10^4 \text{ mm}^2 = 400 \text{ mm}^2 \text{ e } A_2 = 2 \text{ mm}^2$$

Vamos considerar que a força exercida no êmbolo da seringa seja F_1 , então $F = F_1 = 60 \text{ N}$. Substituindo esses valores na expressão do Teorema de Pascal, obtemos:

$$F_2 = \frac{60 \cdot 2}{400}$$

$$F_2 = 0,3 \text{ N}$$

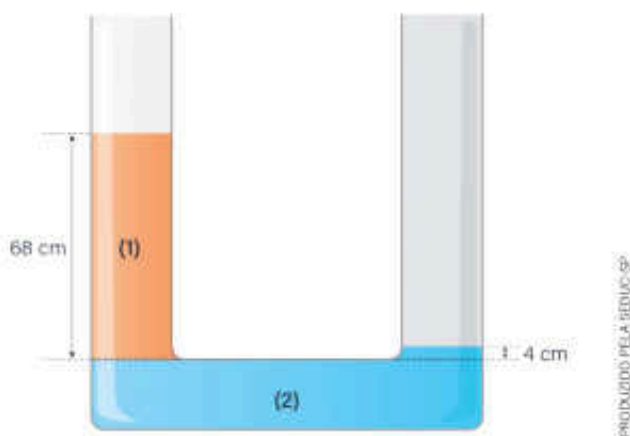
Como, de acordo com o Teorema de Pascal, qualquer acréscimo de pressão sobre um ponto de um líquido em repouso é totalmente transmitido para todos os pontos dele,

Na prática

Atividade 1

Um tubo em U, aberto em ambos os ramos, contém dois líquidos imiscíveis em equilíbrio hidrostático, como mostra a figura. Determine a densidade do líquido 2.

Considere: $\mu_1 = 1,6 \text{ g/cm}^3$.



A relação entre as alturas das colunas de líquido e as densidades de dois líquidos imiscíveis em equilíbrio hidrostático é determinada pela expressão:

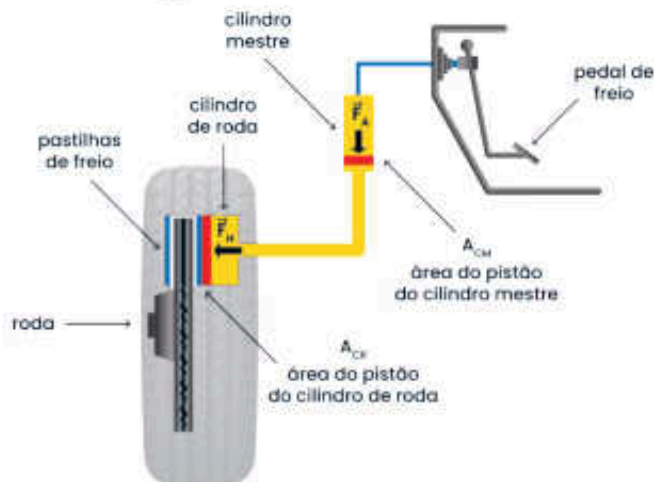
$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\mu_2}{\mu_1}$$

Na situação mostrada, as alturas das colunas são $h_1 = 68 \text{ cm}$ e $h_2 = 4 \text{ cm}$, e a densidade do líquido 1 é $\mu_1 = 1,6 \text{ g/cm}^3$. Logo, a densidade do líquido 2 é:

$$\begin{aligned}\frac{68}{4} &= \frac{\mu_2}{1,6} \\ \mu_2 &= \frac{108,8}{4} \\ \mu_2 &= 27,2 \text{ g/cm}^3\end{aligned}$$

Atividade 2

(UERJ 2024) Em um sistema hidráulico de freios automotivos, ao pisar no pedal de freio, uma força de intensidade F_A é aplicada sobre a área do pistão do cilindro mestre e uma força hidráulica de intensidade F_H é aplicada sobre a área do pistão do cilindro de roda, conforme ilustra a imagem.



PRODUZIDO PELA SEDUC-RJ

Considere os seguintes valores para esse sistema:

- intensidade da força $F_A = 200 \text{ N}$;
- área do pistão do cilindro mestre $A_{CM} = 2 \text{ cm}^2$;
- área do pistão do cilindro de roda $A_{CR} = 12 \text{ cm}^2$.

Admitindo que o sistema se encontra em equilíbrio, calcule, em newtons, a intensidade de F_H .

De acordo com o Teorema de Pascal, aplicado ao elevador hidráulico:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2} \text{ OU } \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Sendo $F_1 = F_A = 200 \text{ N}$, $A_1 = A_{CM} = 2 \text{ cm}^2$, $F_2 = F_H$ e $A_2 = A_{CR} = 12 \text{ cm}^2$, temos:

$$\frac{F_A}{A_{CM}} = \frac{F_H}{A_{CR}}$$

$$\frac{200}{2} = \frac{F_H}{12}$$

$$F_H = 100 \cdot 12$$

$$F_H = 1\,200 \text{ N}$$

Portanto, a intensidade da força F_H é 1 200 N.



BIOLOGIA



AULA

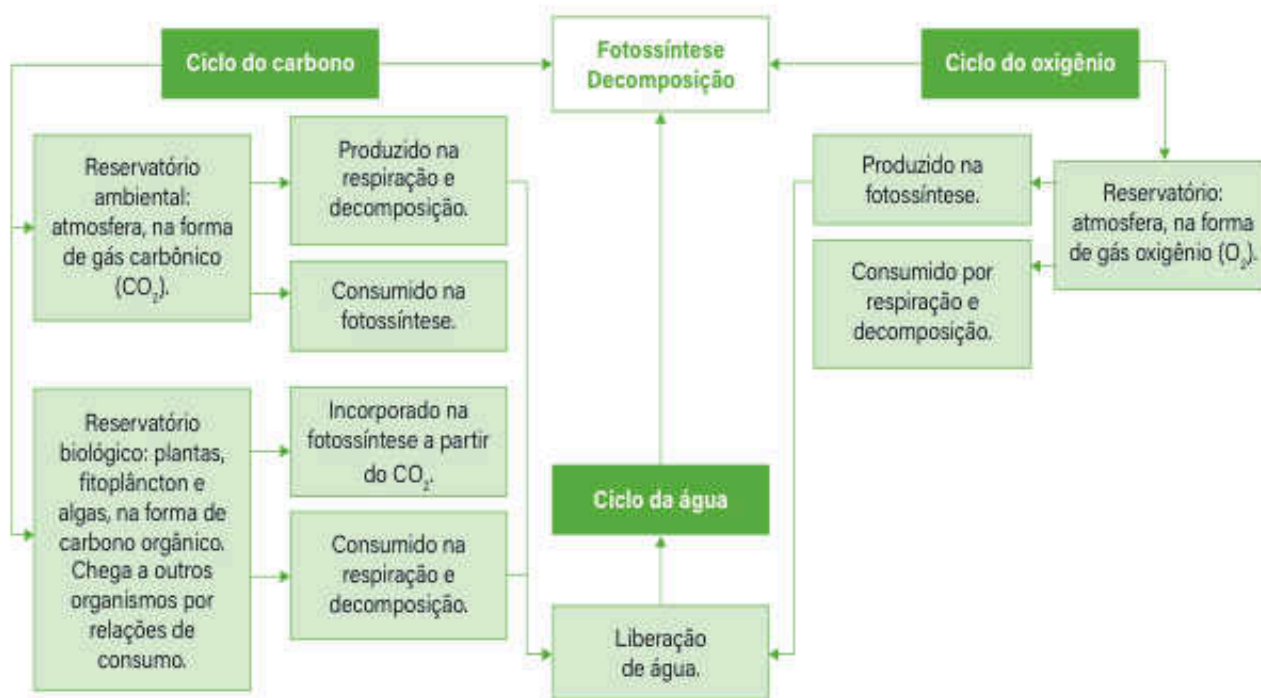
1

CICLOS BIOGEOQUÍMICOS DO CARBONO E DO OXIGÊNIO

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Ciclos biogeoquímicos

Para esta aula, considere as informações a seguir.



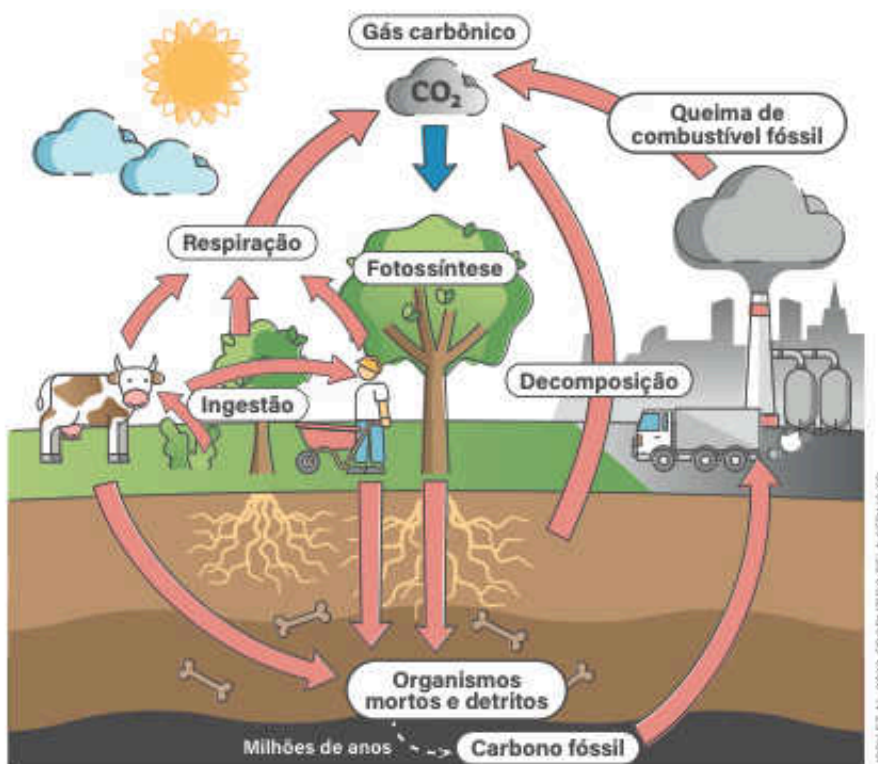
LIMBY ET AL., 2022. 990DUZOO PELA SEDUC-SP



Na prática

Atividade 1

Ciclo do carbono



- 1 Qual é a principal forma de carbono inorgânico presente no ciclo do carbono?

Gás carbônico.

- 2 Na imagem, qual processo retira carbono da atmosfera, transformando-o em orgânico?

A fotossíntese.

- 3 Como o carbono é transferido entre diferentes organismos?

Os organismos produtores transformam o carbono inorgânico (CO_2) em carbono orgânico por meio da fotossíntese. Assim, os organismos consumidores primários consomem os produtores, transferindo esse carbono. Os consumidores, ao serem consumidos, transferem o carbono para os demais níveis tróficos. Organismos mortos e detritos dos organismos vivos levam o carbono orgânico até os decompositores.

- 4 Como o carbono fóssil libera sua forma inorgânica para a atmosfera? Quais substâncias são seus principais representantes?

Por meio da sua queima para a geração de energia. Os principais representantes do carbono fóssil são petróleo, gás natural e carvão mineral.

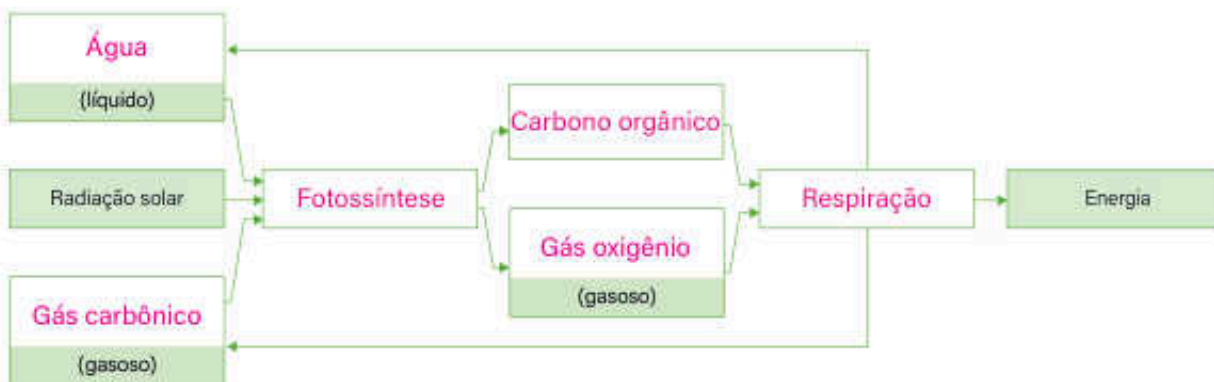
- 5 Identifique em que momentos do ciclo do carbono o oxigênio participa sob a forma de gás.

O elemento químico oxigênio participa por meio dos processos de fotossíntese e de respiração: a substância oxigênio é produzida durante o processo de fotossíntese, que utiliza a molécula da água para a construção de moléculas orgânicas e gera o gás oxigênio como resíduo. E este é consumido durante a respiração celular, no processo de geração de energia.

Atividade 2

Para sistematizar os aprendizados, preencha o diagrama com as palavras a seguir:

Água Gás carbônico Carbono orgânico Gás oxigênio Fotossíntese Respiração



UNIRY ET AL., 2022. PRODUTIVO PELA SEDUC-SP

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Ciclos biogeoquímicos

O nitrogênio é um elemento químico essencial para os seres vivos, pois compõe moléculas orgânicas como **aminoácidos**, **proteínas** e **ácidos nucleicos**. Na natureza, é encontrado em grande parte na **atmosfera** e, em menor quantidade, no **solo** e nos **seres vivos**.

Como todo elemento que possui um ciclo biogeoquímico, o nitrogênio é encontrado em compostos orgânicos. Em sua forma inorgânica, o nitrogênio pode estar no **gás nitrogênio (N_2)**, presente na atmosfera, e também no solo ou na água sob diferentes formas, como **amônia**, **amônio**, **nitrito** e **nitrato**.

O ciclo do nitrogênio apresenta diferentes fases e agentes envolvidos, conforme descrito no quadro a seguir.

Fase	Definição	Agentes	Dados relevantes
Fixação	Transformação de gás nitrogênio em amônia.	Fixação física: descargas elétricas da atmosfera. Fixação biológica: bactérias <i>Rhizobium</i> ou <i>Azospirillum</i> presentes no solo.	Raízes de plantas leguminosas fazem associações com bactérias fixadoras de nitrogênio, havendo a criação de nódulos nessas raízes.

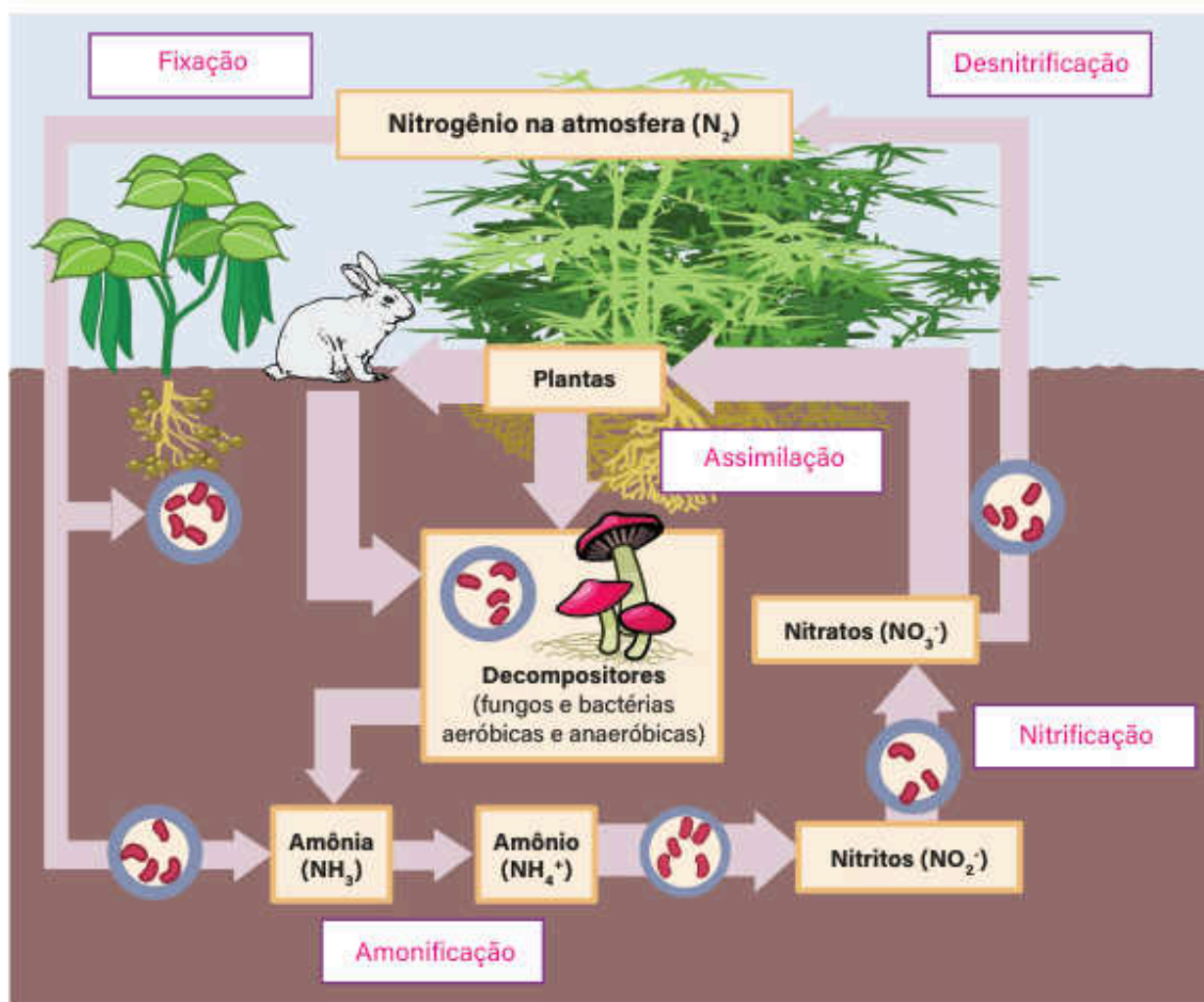
Fase	Definição	Agentes	Dados relevantes
Amonificação	Transformação da matéria orgânica nitrogenada em amônia ou amônio.	Bactérias e fungos decompositores.	Os decompositores contribuem enriquecendo o solo com amônia, produto da decomposição de matéria orgânica.
Nitrificação	Transformação de amônio em nitrito (nitrosação) e de nitrito em nitrato (nitratação).	Bactérias nitrificantes.	Nitrosação: bactérias do gênero <i>Nitrosomonas</i> . Nitratação: bactérias do gênero <i>Nitrobacter</i> .
Assimilação	Transformação do nitrato e do amônio em moléculas orgânicas como aminoácidos.	Plantas.	As moléculas orgânicas produzidas pelas plantas atingem outros níveis tróficos a partir das cadeias alimentares.
Desnitrificação	Transformação de nitrato em gás nitrogênio.	Bactérias desnitrificantes.	Bactérias presentes no solo utilizam o nitrato para geração de energia tendo como produto o gás nitrogênio.



Na prática

Atividade 1

Observe a ilustração. Com base no que você conheceu sobre as fases do ciclo do nitrogênio, preencha o esquema com o nome correto de cada fase de transformação deste elemento.



JOHANRI DREOWIKIMEDIA COMMONS 2019. MODIFICADO PELA SEDUC SP

Atividade 2

- 1 Considerando que compostos nitrogenados assimiláveis pelas plantas resultam da ação de bactérias do solo, explique como uma onça pintada pode obter compostos nitrogenados.

Por meio de cadeias alimentares, pois a onça pintada alimenta-se de herbívoros que, por sua vez, alimentam-se de plantas que absorvem nitrato do solo que foi produzido por bactérias a partir da disponibilização de nitrito e amônia por parte de outras bactérias.

- 2 Qual o papel de decompositores no ciclo do nitrogênio?

Os decompositores devolvem ao ambiente a amônia, uma forma inorgânica de nitrogênio, resultante da decomposição da matéria orgânica.

- 3 Caso ocorra uma alteração mundial nos solos e bactérias fixadoras de nitrogênio sejam erradicadas, qual seria o impacto para a vida no planeta?

A vida no planeta estaria em risco, pois, sem as bactérias fixadoras, a quantidade de nitrogênio inorgânico disponível seria pouca (disponibilizado apenas por fixação física). Sendo assim, os organismos não teriam nitrogênio disponível para formar proteínas nem ácidos nucleicos, assim como as plantas não conseguiriam produzir clorofila.

INTERFERÊNCIA HUMANA NOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS: FERTILIZANTES

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Interferência humana nos ciclos biogeoquímicos

Fertilizantes são compostos utilizados para **enriquecer** o solo com nutrientes. Seu uso se deve por conta do **empobrecimento do solo**, isto é, a diminuição na quantidade de nutrientes. Esse empobrecimento pode ocorrer por diversos fatores: desmatamento, mineração, irrigação irregular ou práticas de monocultura.

Os fertilizantes aumentam a disponibilidade de nutrientes no solo, em especial nitrogênio, e podem ser divididos entre **fertilizantes orgânicos** e **fertilizantes minerais (ou inorgânicos)**.

Fertilizantes orgânicos são produzidos a partir de matérias-primas e processos **naturais**, como dos excrementos de animais (esterco) ou decomposição (compostagem de restos vegetais). Enquanto os fertilizantes minerais são produzidos por minerais, os quais passam por **processos industriais**.

Fertilizantes orgânicos **liberam compostos nitrogenados no solo de maneira gradual** e **auxiliam na manutenção dos microrganismos do solo**. Porém, podem apresentar **quantidade variável** de nutrientes, tornando necessário **grandes volumes** para a nutrição do solo.

Os fertilizantes minerais, por sua vez, apresentam **grandes quantidades de compostos nitrogenados** prontamente **disponíveis** para as plantas, o que faz com que sua escolha seja uma ótima solução a curto prazo. Porém, o uso em excesso pode causar **acidificação e salinização do solo**, além de **aumentar a emissão de gases de efeito estufa** e **contaminar corpos d'água**.

O uso de fertilizantes deve levar em consideração a situação a ser solucionada, em quanto tempo se espera obter resultados, a quantidade de fertilizante a ser utilizada e os impactos que seu uso causam.



Resíduo de compostagem, um exemplo de adubo orgânico.



As drágeas coloridas são exemplos de fertilizante inorgânico.

Na prática

Atividade 1

Plenária sobre uso de fertilizantes

Na aula de hoje, abordaremos o uso de fertilizantes e seu impacto no ciclo do nitrogênio. Para isso, faremos uma aula no formato de plenária.

Uma plenária é uma reunião onde decisões serão tomadas e todas as partes envolvidas são convocadas para opinar.

Em nossa atividade, temos uma situação hipotética: nossa turma foi convidada a cuidar de uma fazenda que está enfrentando problemas no manejo do solo e,



consequentemente, na produção de alimentos. A turma precisa tomar uma decisão sobre o que deverá ser feito para que a fazenda consiga voltar a produzir.

Nossa fazenda está localizada em uma área rural. Tentamos cultivar legumes e hortaliças, porém estes não crescem satisfatoriamente. Análises laboratoriais mostram que o solo apresenta sinais de **esgotamento**, pois a área era utilizada para **monocultura**.

A fim de enriquecer o solo com nutrientes, faz-se uso de **fertilizantes**, que podem ser do tipo **orgânico e mineral (ou inorgânico)**.

Para decidir qual tipo de fertilizantes vamos usar, convocamos esta plenária com a turma.

Para nossa plenária, vamos precisar:

- dividir a turma em 3 grupos: um que defenderá o uso de fertilizantes orgânicos, um que defenderá o uso de fertilizantes minerais e um grupo que tomará a decisão (grupo deliberante);
- todos os grupos devem ler o material de apoio;
- grupos que defendem cada fertilizante devem organizar uma apresentação contendo: 1 – a definição de adubo orgânico/inorgânico; 2 – como é obtido; 3 – as vantagens de seu uso; 4 – os impactos negativos de seu uso; 5 – como seu uso impacta o ciclo do nitrogênio;
- ouvir a decisão do grupo deliberante, contendo: 1 – qual tipo de fertilizante foi escolhido; 2 – quais pontos positivos foram levados em consideração; 3 – quais pontos negativos foram levados em consideração; 4 – como será o plano de uso deste fertilizante.

Fertilizantes: conceito, importância e tipos

Os fertilizantes são substâncias adicionadas ao solo para fornecer nutrientes essenciais ao crescimento das plantas, melhorando sua produtividade. Eles podem ser de origem orgânica ou inorgânica, naturais ou sintéticos, e desempenham um papel essencial na agricultura moderna, pois aumentam a disponibilidade de nitrogênio no solo.

Por que usamos fertilizantes?

O empobrecimento do solo pode ser causado por diferentes motivos. Atividades como desmatamento e mineração podem alterar a composição química do solo, fazendo com que nutrientes necessários para sustentar a vida não estejam presentes. Práticas incorretas de irrigação podem também "lavar" os nutrientes do solo, carregando-os para reservatórios subterrâneos de água.



A prática agrícola contínua, especialmente em sistemas de monocultura, pode levar ao esgotamento dos nutrientes do solo. A monocultura, caracterizada pelo cultivo repetitivo de uma única espécie vegetal na mesma área, intensifica a extração de nutrientes específicos, resultando na degradação da fertilidade do solo. Para compensar essa perda e garantir colheitas saudáveis e abundantes, a aplicação de fertilizantes torna-se necessária.

Tipos de fertilizantes: orgânicos e minerais

Fertilizantes orgânicos

- **Origem:** derivados de materiais naturais, como esterco animal, compostagem de resíduos vegetais e restos de culturas.

Vantagens

- Melhoram a estrutura do solo, aumentando sua capacidade de retenção de água e nutrientes.
- Liberam nutrientes de forma gradual, proporcionando uma nutrição mais equilibrada às plantas.
- Contribuem para a atividade microbiana benéfica no solo.

Desvantagens

- Concentração de nutrientes geralmente mais baixa e variável, podendo exigir maiores quantidades para suprir as necessidades das plantas.
- Podem conter patógenos ou sementes de plantas daninhas se não forem devidamente processados.

Fertilizantes minerais (ou inorgânicos)

- **Origem:** produzidos industrialmente a partir de minerais ou processos químicos, como o nitrato de amônio e o superfosfato.

Vantagens

- Apresentam precisão na dosagem de nutrientes, possibilitando aplicações em menores volumes e de forma mais precisa.
- Fornecem nutrientes de forma imediata, atendendo rapidamente às necessidades das plantas.

Desvantagens

- Uso excessivo pode levar à salinização e acidificação do solo.
- Podem ser facilmente lixiviados (escoados), causando poluição de corpos d'água e afetando ecossistemas aquáticos.

Impacto dos fertilizantes no ciclo do nitrogênio

O nitrogênio é um nutriente essencial para as plantas, fundamental na formação de proteínas e clorofila. No ciclo natural do nitrogênio, esse elemento é convertido entre diferentes formas químicas por meio de processos biológicos e químicos no solo e na atmosfera.

Fertilizantes orgânicos

- Liberam nitrogênio de forma gradual, conforme a matéria orgânica se decompõe.
- Promovem a atividade de microrganismos que participam das transformações do nitrogênio no solo, como a fixação biológica e a mineralização.

Fertilizantes minerais

- Fornecem grande quantidade de nitrogênio em formas prontamente disponíveis, como nitratos e amônios.
- Aplicações inadequadas podem resultar em excesso de nitrogênio no solo, aumentando a emissão de óxidos de nitrogênio (gases de efeito estufa) e a lixiviação (escoamento dos nutrientes do solo) de nitratos, contaminando os corpos d'água.

O uso consciente e equilibrado de fertilizantes é fundamental para manter a saúde do solo, a produtividade agrícola e a sustentabilidade ambiental. A escolha entre fertilizantes orgânicos e minerais deve considerar as características do solo, as necessidades específicas das culturas e os impactos ambientais potenciais.

Tipo	Obtenção	Vantagens	Desvantagens	No ciclo do nitrogênio
Orgânico	Por meio de materiais naturais como esterco animal, compostagem e restos de culturas.	Melhora a qualidade do solo, libera nutrientes gradualmente, ajuda na comunidade de microrganismos do solo.	Quantidade variável de nutrientes, sendo necessário mais quantidade de fertilizante. Pode carregar patógenos ou sementes de plantas daninhas.	Pouco impacto, pois libera o elemento gradualmente e ajuda na saúde da microbiota do solo.
Mineral	Mediante processos industriais a partir de minerais.	Alta concentração de nutrientes, o que permite uso em menor quantidade. Disponibilidade imediata do nutriente.	Uso em excesso pode levar a salinização e acidificação do solo.	Muito impacto, pois fornece grande quantidade de compostos nitrogenados (ureia, amônio, nitrato) e seu excesso pode aumentar emissão de gases de efeito estufa e contaminar lençóis freáticos.

A decisão de qual tipo de fertilizante usar deve vir dos estudantes, contanto que utilizem os argumentos presentes no texto.



Atividade 2

Para finalizar a atividade, leia as perguntas a seguir, discuta com colegas e registre sua resposta em seu material.

1 Quais fatores levam ao uso de fertilizantes no solo?

O uso de fertilizantes ocorre devido ao empobrecimento do solo, isto é, a falta de nutrientes necessários para sustentar a vida. Atividades que podem empobrecer o solo são: desmatamento, mineração, irrigação inadequada e cultivo de monoculturas.

2 Como os fertilizantes orgânicos contribuem para a sustentabilidade do solo?

O uso de fertilizantes orgânicos ajuda na manutenção dos microrganismos que habitam o solo, mantendo, assim, saudáveis as populações de bactérias necessárias para que o ciclo do nitrogênio ocorra naturalmente.

3 Em que condições o uso dos fertilizantes minerais é mais vantajoso do que o uso dos fertilizantes orgânicos?

O uso de fertilizantes minerais pode ser vantajoso em situações onde seja necessária uma rápida produção. Isto é, por apresentar nutrientes prontamente disponíveis e de mais fácil absorção, o uso de fertilizantes minerais faz com que as plantas cresçam e produzam mais rapidamente. É importante frisar, porém, que o uso excessivo desses fertilizantes é prejudicial para o ambiente.

4 Considerando o que aprendemos sobre o ciclo do nitrogênio, quais tipos de vegetais podem ser cultivados para enriquecer o solo com esse nutriente? Justifique sua escolha.

Para enriquecer os solos, podem ser plantadas leguminosas, pois estas fazem associações simbióticas em suas raízes com bactérias fixadoras de nitrogênio, enriquecendo o solo com compostos nitrogenados.

AULA

4

EUTROFIZAÇÃO E MARÉ VERMELHA

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Interferência humana nos ciclos biogeoquímicos

Para esta aula, considerar:

Acúmulo natural de nutrientes (decomposição, detritos, escoamento superficial).

Ações humanas: despejo de esgoto doméstico e industrial sem tratamento e uso excessivo de fertilizantes.

Eutrofização: aumento da concentração de fósforo e nitrogênio nos corpos d'água.

Crescimento da população de algas.

Maré vermelha: crescimento de algas de coloração vermelha, alaranjada e/ou castanha.

- Pouca entrada de luz na coluna de água.
- Mudança na composição da biodiversidade.
- Presença de toxinas na água.
- Mortalidade da biodiversidade.
- Diminuição de oxigênio dissolvido na água.
- Diminuição de gás oxigênio dissolvido na água.
- Mau cheiro e degradação estética.

Riscos:

- para a saúde humana;
- para o equilíbrio ambiental;
- para a economia.

PRODUZIDO PELA SEDUC-AP



Na prática

Atividade 1

Para esta atividade, vamos aprofundar nosso conhecimento sobre os efeitos da eutrofização, observando dados hipotéticos sobre as imagens vistas no início da aula.

Observe os dados e responda às perguntas.



© BETTY IMAGES

Área 1 – Fotografia aérea de corpo d'água.



© BETTY IMAGES

Área 2 – Fotografia aérea de corpo d'água.

Tabela 1 – Dados hipotéticos sobre as áreas observadas

Dados	Área 1	Área 2
Nitrogênio (mg/L)	0,5	5,0
Fósforo (mg/L)	0,03	0,5
Gás oxigênio dissolvido (mg/L)	8,0	2,0
Gás carbônico (mg/L)	10,0	40,0
Biomassa de algas (mg/m ³)	5,0	150,0

1 Qual área sofre de eutrofização?

A área 2.

2 Quais elementos químicos estão envolvidos na eutrofização?

Fósforo e nitrogênio.

3 Qual é o impacto biológico do aumento de nitrogênio e fósforo em um corpo d'água?

Aumento da biomassa de algas.

4 Qual é o impacto do aumento de biomassa de algas em um corpo d'água?

Diminuição na quantidade de gás oxigênio e aumento na quantidade de gás carbônico dissolvidos na água.

5 Por que os índices de gás carbônico e gás oxigênio sofrem alteração durante um evento de eutrofização?

Com o aumento na quantidade de algas na água, há um aumento na taxa de respiração celular, havendo assim um maior consumo de gás oxigênio e mais produção de gás carbônico.



Atividade 2

Para esta segunda atividade, vamos organizar, sistematizar e resumir quais são as causas e os impactos negativos que as marés vermelhas causam. Para isso, leia o texto de apoio em seu material e resuma quais foram as causas e os diferentes impactos encontrados na reportagem: impactos ambientais, econômicos e sociais.

Ao final, discuta com seus colegas os pontos encontrados. Complemente seu resumo, se necessário.

Moluscos contaminados pela Maré Vermelha: governo paulista proíbe vendas na Baixada Santista

Crescimento exacerbado de microalgas tóxicas pode contaminar mariscos, ostras e mexilhões; proibição vale para alimento produzidos a partir de 30 de julho

O governo de São Paulo proibiu a venda de moluscos bivalves, como mariscos, ostras e mexilhões, na Baixada Santista, no litoral de São Paulo. Os comerciantes das cidades de Peruíbe, Itanhaém, Cananeia e Praia Grande estão proibidos de comercializar estoques do alimento produzidos a partir de 30 de julho. A medida acontece após amostras de água coletas pela Companhia Ambiental do Estado De São Paulo (Cetesb) apontarem quantidades da microalga *Dinophysis acuminata* acima do valor máximo permitido.

As altas concentrações estão relacionadas à proliferação exacerbada de microalgas tóxicas, fenômeno conhecido como Maré Vermelha. As toxinas se acumulam nos bivalves, que se alimentam filtrando a água do mar, e podem causar danos à saúde dos humanos através da ingestão. Quatro resultados de análise da água foram publicados nesta segunda-feira (12), no Diário Oficial do Estado.

[...]

A Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo (SES-SP) informa que cabe a todo estabelecimento comercial segregar os estoques e não ofertar tais produtos para venda ou consumo no local, até novas orientações. Os comércios que forem fiscalizados pelas equipes de vigilância sanitária estaduais e municipais e estiverem vendendo os moluscos podem ser interditados de modo cautelar.

A prefeitura de Praia Grande (SP) informa que está monitorando o aparecimento das microalgas e, até esta quarta-feira (14), não tem nenhum caso suspeito de intoxicação humana, e nenhuma praia da cidade foi interditada devido ao caso. A prefeitura de Itanhaém (SP), por meio da Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente, informou que está acompanhando o caso e que não foram detectadas concentrações alarmantes dessa microalga nas praias da cidade. A CNN entrou em contato com as prefeituras de Peruíbe (SP) e Cananeia (SP) e aguarda retorno.



Ao final do ano passado, a Secretaria informou que o litoral norte de São Paulo estava sob risco de contaminação de moluscos pela microalga do gênero *Pseudo-nitzschia*, que produzem substâncias tóxicas que podem causar de sintomas gastrointestinais a neurológicos, como amnésia e convulsões. O caso de infecção nesse tipo de alga é conhecido como envenenamento amnésico.

Como a toxina chega nos moluscos?

As microalgas são comuns no ambiente costeiro e fazem parte da cadeia alimentar dos ecossistemas marinhos — servindo principalmente como alimento dos organismos consumidores primários, como moluscos bivalves e peixes filtradores, como as sardinhas, que filtram a água do mar em busca de alimentos microscópicos.

“Elas são como plantas no ambiente terrestre: fazem fotossíntese e servem como primeira fonte de energia para outros seres vivos”, explica Luiz Laureno Mafrá Jr, oceanógrafo doutor em Biologia e professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em entrevista à CNN.

Algumas espécies dessas microalgas produzem toxinas que são liberadas na água do mar e entram em contato com os moluscos. O risco é maior quando ocorre o fenômeno conhecido como Floração de Algas Nocivas (FAN), conhecido popularmente como Maré Vermelha. Nesse fenômeno, há um crescimento e domínio das algas tóxicas no mar.

O professor destaca que ações antrópicas como o aquecimento global, com aumento das temperaturas dos oceanos, e despejo do esgoto no litoral, relacionado a eutrofização, podem levar o ambiente marinho a um estado de desequilíbrio, possivelmente relacionado à maior proliferação desses microrganismos.

GAMA, G. Moluscos contaminados pela maré vermelha: governo paulista proíbe vendas na Baixada Santista. **CNN Brasil**, 14 ago. 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/moluscos-contaminados-pela-mare-vermelha-governo-paulista-proibe-vendas-na-baixada-santista/>. Acesso em: 8 jan. 2025.

Os principais impactos encontrados no texto foram:

biológicos: contaminação de moluscos por toxinas, prejudicando a fauna marinha;

econômicos: proibição de venda de moluscos na Baixada Santista afeta diretamente o setor pesqueiro, o comércio local, assim como o turismo, fonte de renda para muitos moradores;

sociais: riscos à saúde humana, com possíveis intoxicações alimentares, afetando a segurança alimentar e a saúde pública.

As causas citadas para a maré vermelha são o aquecimento global e o despejo de esgoto em áreas litorâneas.



AÇÕES MITIGATÓRIAS DA INTERFERÊNCIA HUMANA NOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Ações mitigatórias da interferência humana nos ciclos biogeoquímicos



Na prática

Atividade 1

Para organizar os aprendizados compartilhados pelos grupos, você deve preencher a tabela:

Espera-se que o estudante consiga coletar as informações dos seminários dos colegas.

Tópicos / Temas	O que é?	Como é obtido/praticado?	Benefícios para o ambiente e ciclos biogeoquímicos
Adubação verde	Plantar espécies que enriquecem e melhoram a qualidade do solo.	O uso de leguminosas em rotação de culturas, sucessão (corte antes da maturação) ou consórcio (junto de outras plantas).	Aumenta quantidade de nitrogênio no solo. Aumento da biodiversidade no solo. Melhora estrutura do solo. Reduz erosão e perda de nutrientes.
Reflorestamento/ Sistemas agroflorestais	Em uma mesma área, plantar árvores, arbustos e culturas agrícolas.	Por meio de plantio planejado de diferentes vegetais de diferentes estaturas.	Captura gás carbônico. Protege o solo de erosão e lixiviação. Enriquece o solo com matéria orgânica. Aumenta a biodiversidade.
Rotação de cultura	Alternar diferentes cultivos em uma mesma área.	Plantio planejado de culturas de acordo com necessidades nutricionais e capacidades de fixar e mobilizar nutrientes.	Enriquece o solo. Interrompe ciclo de pragas. Aumenta diversidade de microrganismos no solo.
Lodo de esgoto	Uso de resíduo de tratamento de esgoto.	Resíduo coletado do tratamento de esgoto é tratado e usado para enriquecer o solo agricultável.	Enriquece o solo. Reaproveita resíduos. Atua no ciclo do fósforo.
Fertilizantes organominerais	Combinação entre matéria orgânica e nutrientes minerais.	Mistura de fertilizantes orgânicos com inorgânicos.	Enriquece o solo com matéria orgânica. Liberação lenta de nutrientes. Nutrientes disponíveis imediatamente. Reduz lixiviação.



CONSTRUÇÃO DE HIPÓTESES E TEORIAS CIENTÍFICAS

Resumo

Historicamente, a humanidade tem buscado maneiras de **explicar os fenômenos** que acontecem no mundo. Essas explicações contam com diferentes informações, como o que foi observado, quantas vezes foi observado, quais os dados coletados e considerados, bem como a presença de opinião ou intuição de pessoas nessas explicações.

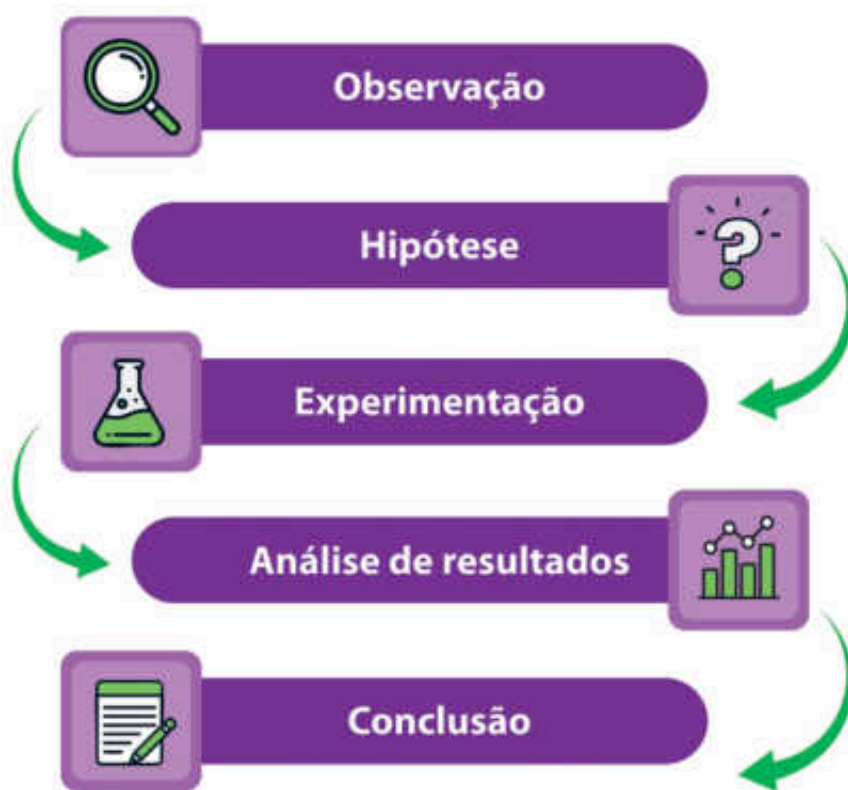
Com isso, podemos separar as **maneiras de explicar** o mundo em:

- ▶ **fato:** algo que pode ser comprovado com observações diretas ou medições. Exemplo: o Sol surge diariamente pelo horizonte leste;
- ▶ **mito:** narrativa cultural que envolve simbologias, buscando explicar os acontecimentos do mundo. Exemplo: o mito Guarani segundo o qual Tupã criou o mundo;
- ▶ **crença:** certeza pessoal ou coletiva, baseada em fé ou tradição. Exemplo: quebrar espelho traz azar;
- ▶ **hipótese:** explicação provisória, com base em observações da realidade, testável por experimentação. Exemplo: se eu regar as plantas todos os dias, elas crescerão mais rápido;
- ▶ **senso comum:** conhecimento prático ou intuitivo adquirido pela experiência cotidiana. Exemplo: consumir mel e limão ajuda a aliviar sintomas da gripe;
- ▶ **teoria científica:** explicação ampla e bem fundamentada, baseada em diversas **evidências**. Exemplo: teoria da evolução ou da gravidade;

- ▶ **evidências científicas:** dados que servem para confirmar ou refutar uma explicação;
- ▶ contamos com o **método científico**, uma maneira organizada e padronizada para buscar evidências (provas) que expliquem fenômenos do mundo.

O método científico é organizado nas seguintes etapas:

Etapas do método científico



Na prática

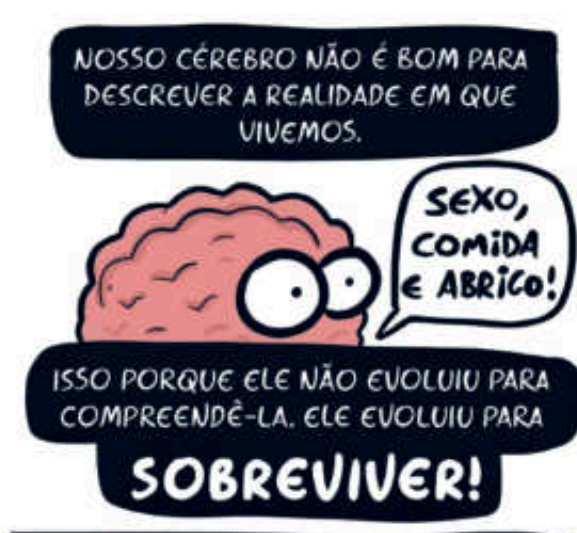
Atividade 1

Para reforçarmos as maneiras de explicar fenômenos da realidade, vamos ler e analisar a tirinha "Nosso limitado cérebro", de Carlos Ruas.

Para isso:

- reúna-se com quatro colegas;
- leia a tirinha;
- responda às perguntas;
- discuta suas respostas com a turma.

Parte 1



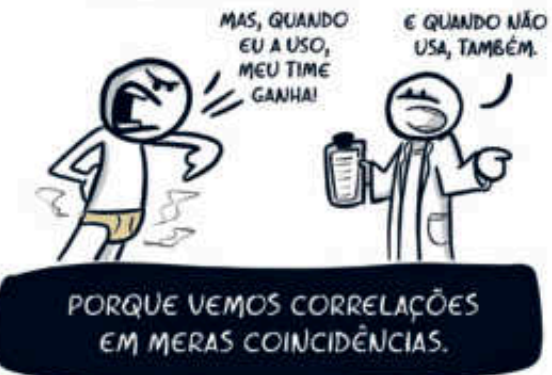
ALGUNS EXEMPLOS DOS DIAS DE HOJE...



NOSSO CÉREBRO AGE POR INTUIÇÃO, ENCONTRANDO CORRELAÇÕES ENTRE OS EVENTOS.



O PROBLEMA É QUE "INTUIÇÃO" NÃO É UM MECANISMO 100% ASSERTIVO.



RIJAS (ED.) / PRODUTIDO PELA SEDUC-SP

Parte 2

ALÉM DE NOSSA INTUIÇÃO SER UMA FÁBRICA DE CRIAR SUPERSTIÇÕES.



ÓTIMO PARA SOBREVIVER, PÉSSIMO PARA COMPREENDER.

COMO CRIAR FERRAMENTAS QUE CONSEGUEM IR ALÉM DO LIMITE DE NOSSOS SENTIDOS!

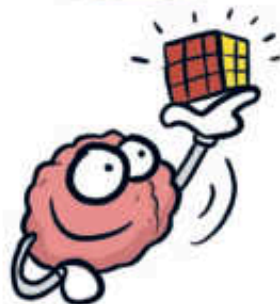


PRETENDO MOSTRAR-LHES A SEGUIR A MAIS FANTÁSTICA DE TODAS!

OU SEJA, NOSSO CÉREBRO NÃO É BOM PARA ALGUMAS TAREFAS...

...MAS É FANTÁSTICO PARA OUTRAS!

SÓ PODEM TER SIDO ALIENS!



POR INTUIÇÃO, PODE PARECER QUE A TERRA É PLANA.

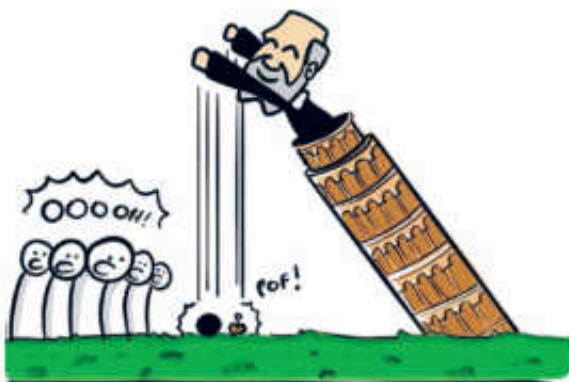


POR INTUIÇÃO, PODE PARECER QUE A BOLA DE BOLICHE CHEGARÁ AO CHÃO PRIMEIRO QUE A MAÇÃ.



Parte 3

MAS GALILEU, NO SÉCULO XVI, DEMONSTROU QUE ELAS CHEGAM JUNTAS.



E ERATÓSTENES, NO SÉCULO III A.C., CONSEGUIU NÃO SÓ DEMONSTRAR QUE A TERRA ERA REDONDA COMO AINDA CALCULOU O SEU RAIO.



USANDO APENAS VARETAS E SOMBRA.

O GENIAL É QUE TANTO GALILEU QUANTO ERATÓSTENES TESTARAM SUAS INTUIÇÕES PARA SE CERTIFICAREM DAQUILO QUE ACREDITAVAM.



E O MAIS LEGAL É QUE QUALQUER PESSOA NO MUNDO PODE REALIZAR ESSES EXPERIMENTOS.



NÃO FOI SÓ NAQUELE MOMENTO, NAQUELE DIA OU APENAS COM VOCÊ.

Parte 4

CENTENAS DE ANOS DEPOIS, E APÓS APERFEIÇOAMENTOS, CONHECEMOS ESTE MÉTODO COMO O REVOLUCIONÁRIO...



COM UM RÍGIDO PROCESSO DE TESTAGEM DE NOSSAS INTUIÇÕES.



A MELHOR FERRAMENTA JÁ CRIADA PARA INVESTIGAR OS SEGREDOS DO MUNDO.



SAÍMOS DO MÉTODO INTUITIVO...

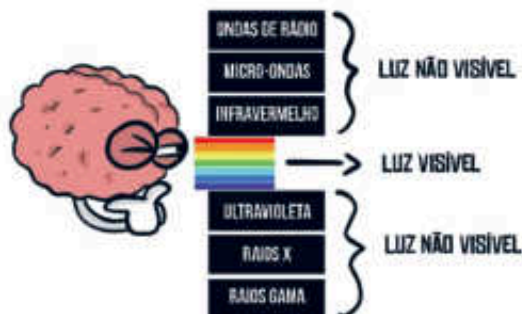


PARA O MÉTODO CIENTÍFICO!

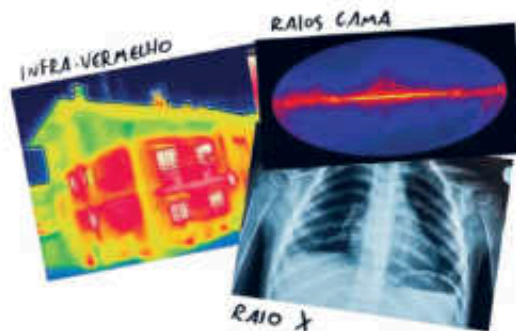


Parte 5

NOSSOS SENTIDOS SÃO LIMITADOS. NOSSO CÉREBRO EVOLUIU PARA VERMOS APENAS O NECESSÁRIO PARA SOBREVIVERMOS.



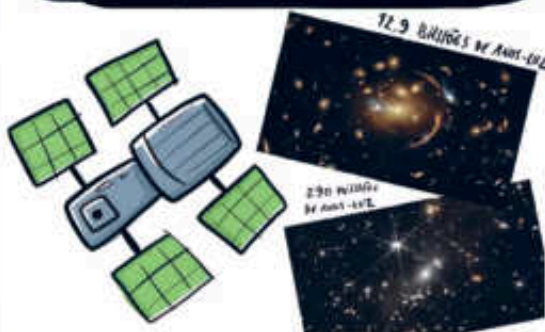
MAS, GRAÇAS AO MÉTODO CIENTÍFICO, HOJE, PODEMOS VER AQUILO QUE SEMPRE NOS FOI INVISÍVEL.



POSSUÍMOS UMA PÉSSIMA VISÃO NOTURNA. NÃO É À TOA QUE OS AVISTAMENTOS DE SERES ESTRANHOS SEJAM NO MOMENTO EM QUE MENOS ENTENDEMOS O QUE ESTAMOS VENDO.



MAS, GRAÇAS AO MÉTODO CIENTÍFICO, HOJE, POSSUÍMOS SATÉLITES QUE NOS DÃO UMA VISÃO DE BILHÕES DE ANOS-LUZ ALÉM DE NOSSO ALCANCE.



Parte 6

HISTORICAMENTE, NOSSAS CERTEZAS SEMPRE FORAM BASEADAS NAQUILO QUE VIMOS, OUVIMOS, SENTIMOS E EM QUEM CONFIAMOS.



COMO SE FOSSE UMA EVIDÊNCIA IRREFUTÁVEL.

MAS, PARA A CIÊNCIA, ESSA É A PIOR DAS EVIDÊNCIAS!

SEUS SENTIDOS ESTÃO AQUI. NA PRIMEIRA ETAPA.

ELES SERÃO TESTADOS PARA DEIXARMOS DE "ACREDITAR" E PASSARMOS A SABER.



O IMPORTANTE, QUE VOCÊ PRECISA ENTENDER, É QUE O MÉTODO CIENTÍFICO ESTÁ ACIMA DE NOSSAS INTUIÇÕES E SENTIDOS.



PODE SER ESTRANHO, POIS ESTAMOS INDO CONTRA A NOSSA INTUIÇÃO EVOLUTIVA, CONTRA AQUILO QUE O NOSSO CÉREBRO DIZ SER O CAMINHO MAIS CONFORTÁVEL.



Parte 7

PORÉM, A CIÊNCIA NÃO SEGUE O CAMINHO QUE A CONFORÇA, E SIM O CAMINHO QUE LHE É APRESENTADO PELOS RESULTADOS DO MÉTODO.



E DEVEMOS ESTAR DISPOSTOS A MUDAR NOSSAS CONVICÇÕES DIANTE DO RESULTADO...



...EM VEZ DE NEGARMOS O RESULTADO DIANTE DE NOSSAS CONVICÇÕES.



O MUNDO NÃO É COMO A GENTE QUER QUE ELE SEJA.



RIJAS (ED.) PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Parte 8



RIUS, [SO]. PRODUZIDO PELA SEMUS-SP

- 1 Como podemos classificar a maneira de explicar os fenômenos do mundo, considerando a situação apresentada no quadrinho, na Parte 1, em que a personagem observa o outro comer um fruto e morrer?

A personagem observou e aprendeu por meio de um fato.

- 2 No quadrinho, na Parte 6, a personagem apresenta alguns argumentos para explicar uma situação. Considerando as diferentes maneiras de explicar os fenômenos do mundo, em qual categoria os argumentos utilizados se encaixam?

Em sua maioria em senso comum, isto é, com base na experiência pessoal.

- 3 No quadrinho, na Parte 1, um dos indivíduos associa o uso de uma cueca da sorte à vitória de seu time. Qual maneira de explicar a realidade o indivíduo está utilizando?

Crença.

- 4 Nos quadrinhos, na Parte 4, dois personagens estão focados em explicar se o uso de pasta de dente na cabeça alivia dores. Qual é a diferença entre a explicação fornecida pela personagem com a pasta na cabeça e o método utilizado pela personagem de avental?

A personagem com pasta na cabeça explica a realidade com base em sua experiência pessoal

e pontual, enquanto a personagem de avental utiliza o método científico, com diferentes etapas,

incluindo experimentação e repetição, para verificar a associação entre as duas informações (uso da pasta e alívio da dor).



5 Quais foram os dois experimentos científicos citados na tirinha?

O experimento de Galileu sobre a gravidade e o de Erastóstenes sobre a curvatura da Terra.

6 Como o método científico ajuda a evitar conclusões fundamentadas apenas em crenças ou senso comum?

A crença e o senso comum utilizam experiências individuais para construir argumentos, fornecendo uma visão limitada da realidade e não seguindo critérios sistemáticos de validação. O método científico utiliza a observação, experimentação e replicação de resultados para verificar a consistência e a relação entre os fenômenos. Dessa forma, ele permite testar hipóteses e evitar conclusões precipitadas, garantindo maior objetividade e confiabilidade.

Atividade 2

Associe cada etapa do método científico à sua definição.

Etapa	Definição
1 - Observação	(4) Interpretação dos dados obtidos, comparando-os com a hipótese inicial.
2 - Hipótese	(3) Realização e repetição de testes e coleta de dados para verificar a hipótese.
3 - Experimentação	(1) Identificação de um fenômeno ou problema.
4 - Análise de resultados	(5) Determinação se a hipótese foi confirmada ou refutada.
5 - Conclusão	(2) Criação de uma explicação ou previsão testável.



TEORIAS CIENTÍFICAS SOBRE A ORIGEM DA VIDA

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Teorias científicas

Um dos grandes tópicos estudados pela ciência é a origem da vida no planeta. Com a consolidação do método científico a partir do século XVI, diversos questionamentos passam a ser testados de maneira padronizada, controlada e em busca de evidências que corroborem ou não suas premissas.

Considerando a história da Biologia e o atual *status* de informações produzidas pela ciência, as principais teorias sobre a origem da vida na Terra são:

A origem da vida: principais teorias

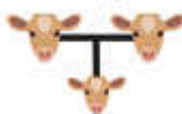
Abiogênese

A vida surge de matéria não viva.



Biogênese

Seres vivos surgem da reprodução de seres vivos já existentes.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM GETTY IMAGES

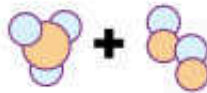
Panspermia cósmica

Seres vivos ou seus componentes vieram de fora da Terra.



Evolução química

Componentes inorgânicos na superfície da Terra primitiva se unem para formar moléculas orgânicas.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM GETTY IMAGES

Na prática

Atividade 1

Nesta atividade, você será o cientista, analisando o experimento de Jean-Baptiste Van Helmont com base no método científico e na conclusão da teoria da Biogênese. Para isso:

- reúna-se com 3 colegas;
- leia a receita de Van Helmont;
- aponte quais são as falhas do experimento conduzido pelo cientista do ponto de vista do método científico;
- apresente uma nova proposta de experimento, visando contornar os erros encontrados.

Se uma camisa suja for colocada na entrada de um recipiente contendo grãos de trigo, a reação de fermentação na camisa com os vapores do trigo, após aproximadamente vinte e um dias, transformará o trigo em ratos.

Jean-Baptiste Van Helmont, 1671

PASTEUR, L. **On Spontaneous Generation** [s.d.]. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20090326183109/http://shell.cas.usf.edu/~alevine/pasteur.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2025. Tradução nossa.



Atenção! A receita de Van Helmont data de 1671, enquanto os primeiros microrganismos foram descritos em 1674 por Antonie van Leeuwenhoek, com a criação do microscópio.

Falhas no experimento de Van Helmont:

- ausência de um controle experimental, isto é, não foi testado se ratos podem aparecer sem alguns dos elementos usados (roupa suja ou grãos);
- houve limitações no monitoramento do experimento, sem ferramentas adequadas para análises microscópicas ou de monitoramento em tempo integral para verificar se não houve invasão de ratos no experimento;
- o experimento não foi isolado do ambiente, favorecendo a chegada dos animais e interferindo nos resultados.

Novas propostas de experimento para contornar os erros cometidos por Van Helmont:

- isolamento do experimento, que deve ser feito em ambiente fechado, evitando a interação com ambiente externo e possíveis invasões biológicas;
- uso de experimento controlado, onde são testadas diferentes condições (por exemplo: ausência/ presença de roupa suja);
- uso de equipamentos científicos como microscópios e reagentes químicos para verificar mudanças na matéria;
- intensificar o monitoramento do experimento, para verificar se não houve interferência externa (invasão biológica, por exemplo).



Atividade 2

Nesta atividade, você deverá criar um glossário, definindo as diferentes teorias sobre a origem da vida. Cada definição do glossário deve conter:

- o nome de cada teoria: abiogênese, biogênese, panspermia cósmica e evolução química da vida;
- o conceito de cada uma;
- as principais evidências, críticas e/ou comentários a cada teoria.

Abiogênese: teoria de que os seres vivos podem surgir espontaneamente de matéria inanimada (não viva). Essa teoria está refutada pelos experimentos que reforçam a Biogênese.

Biogênese: teoria segundo a qual os seres vivos surgem por intermédio da reprodução de outros seres vivos. Foi testada e reforçada por experimentos rigorosos e controlados, em que seres vivos microscópicos apareceram mediante o contato com ar atmosférico ou do contato com outros seres vivos.

Evolução química: teoria de que, no ambiente da Terra primitiva, compostos inorgânicos reagiram entre si, formando moléculas orgânicas que compõem os seres vivos. Após anos de reações e combinações há o surgimento da vida, que surge na própria Terra. A teoria encontra-se em estudos até os dias atuais, em experimentos que simulam a Terra primitiva.

Panspermia cósmica: teoria de que a vida, ou seus componentes, chegaram ao planeta Terra por meio de meteoritos, meteoros ou cometas. A vida viria ou dependeria de recursos de fora da Terra.

Formulada na Antiguidade, mas estudada nos dias atuais, com novas descobertas por intermédio da exploração espacial.

AULA

8

TEORIAS CIENTÍFICAS: EXPERIMENTOS DE REDI, SPALLANZANI E PASTEUR

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Teorias científicas

A refutação da teoria da abiogênese para a origem da vida foi um passo importante no desenvolvimento do conhecimento científico, uma vez que fica provada a biogênese, na qual seres vivos surgem por meio da reprodução de outros seres vivos preexistentes.

Isso só foi possível por meio de experimentos científicos organizados, rigorosos e controlados. No confronto histórico entre biogênese e abiogênese, três cientistas desenvolveram experimentos essenciais para demonstrar que organismos vivos são originados por meio da reprodução de outros seres vivos e que há vida microscópica ao nosso redor, inclusive no ar. Os cientistas e suas descobertas são:

- **Francesco Redi** (1626–1697): a presença de larvas em carne em decomposição ocorre quando moscas pousam nela e colocam seus ovos;
- **Lazzaro Spallanzani** (1729–1799): existem microrganismos no ar;
- **Louis Pasteur** (1822–1895): reforça a existência de microrganismos no ar ao mesmo tempo que refuta a ideia de um “princípio vital”, o qual seria responsável pela geração espontânea de vida por meio de matéria não viva.

Na prática

Atividade 1

Na aula anterior, citamos três cientistas cujos experimentos foram essenciais para embasar a teoria da biogênese. São eles:

- Francesco Redi (1626–1697);
- Lazzaro Spallanzani (1729–1799);



- Louis Pasteur (1822–1895).

Nesta atividade, conheceremos os experimentos e compreenderemos seus resultados. Para isso, você deve:

- resumir os procedimentos feitos em cada experimento;
- descrever os resultados encontrados;
- discutir como os resultados reforçam a teoria da biogênese.

Esta atividade será dividida em dois momentos:

Momento 1: a turma será dividida em três grandes grupos, em que cada grupo ficará responsável por estudar um experimento de um dos cientistas (o grupo 1 estudará o experimento de Redi; o grupo 2, o experimento de Spallanzani; e o grupo 3, o experimento de Pasteur).

Momento 2: a turma será redistribuída, agora em trios, e cada trio deve ser composto por um representante de cada grupo do Momento 1.

Para o desenvolvimento desta atividade, os grupos devem utilizar o material de apoio em seu material.

Experimento de Francesco Redi (1626–1697)

Francesco Redi foi um médico e cientista italiano que, em 1668, realizou um experimento pioneiro. Ele utilizou frascos contendo pedaços de carne, dividindo-os em três grupos: recipientes abertos, outros cobertos com gaze e outros completamente fechados.

Após alguns dias, ele observou que apenas os recipientes abertos, cujo material foi visitado por moscas, apresentavam larvas. Os fechados e os cobertos com gaze não.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Fundamentos da biologia moderna**. São Paulo: Moderna, 2003.
 OGO, M.; GODOY, L. **Contato: Biologia**, v. 1. São Paulo: Quinteto, 2016.
 URRY, L. A. *et al.* **Biologia de Campbell**. Porto Alegre: Artmed, 2022.



**Recipiente
fechado**



**Recipiente fechado
com gaze**



**Recipiente
aberto**

FOTO: GETTY IMAGES

Francesco Redi (1626–1697)

Procedimento: colocou carne em recipientes abertos, fechados com gaze e totalmente fechados.

Resultado: larvas apareceram apenas nos recipientes abertos, aos quais moscas tinham acesso.

Discussão: demonstrou que as larvas surgem pela interação das moscas com a carne, em que estas fazem a postura de ovos que eclodem em larvas, evidenciando que elas não surgem espontaneamente, refutando a abiogênese.

Experimento de Lazzaro Spallanzani (1729–1799)

Lazzaro Spallanzani, cientista italiano, realizou experimentos em 1770, buscando refutar os resultados até então apresentados por John Needham. Nessa época, com a construção de microscópios, os microrganismos já eram conhecidos pela humanidade. E os resultados de Needham eram que microrganismos cresciam em caldos nutritivos que eram fervidos e, depois, selados. Spallanzani preparou caldos nutritivos, dividindo-os em dois grupos: alguns foram selados hermeticamente e outros deixados abertos. Em seguida, todos os frascos foram fervidos para eliminar os microrganismos presentes. Após um tempo, ele observou que apenas os frascos abertos apresentavam crescimento de microrganismos, enquanto os selados permaneciam estéreis.

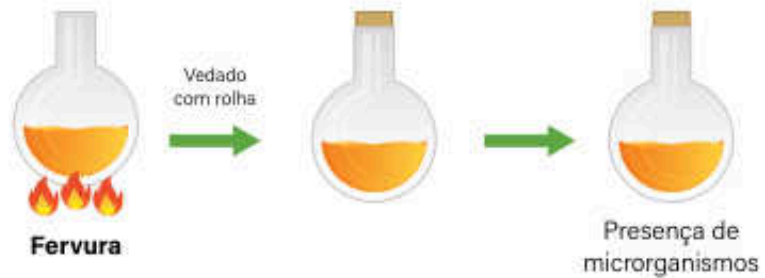
A resposta de Needham aos resultados de Spallanzani foi argumentar que o processo de fervura prolongada, utilizado para esterilizar os caldos, destruía um “princípio vital” essencial para o surgimento espontâneo de vida.

Segundo Needham, esse “princípio vital” estava presente no ar ou nos próprios caldos nutritivos, e a vedação dos frascos e o excesso de fervura impediam sua ação. Ele acreditava que, se as condições fossem menos extremas, a geração espontânea ainda ocorreria.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Fundamentos da biologia moderna**. São Paulo: Moderna, 2003.
 OGO, M.; GODOY, L. **Contato: Biologia**, v. 1. São Paulo: Quinteto, 2016.
 URRY, L. A. *et al.* **Biologia de Campbell**. Porto Alegre: Artmed, 2022.



**John Needham
(1713-1781)**



**Lazzaro Spallanzani
(1729-1799)**



DESIGN: PULCA (LUD) PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Lazzaro Spallanzani (1729-1799)

Procedimento: ferveu caldos nutritivos em frascos, selando alguns e deixando outros abertos.

Resultado: apenas os frascos abertos apresentaram crescimento de microrganismos.

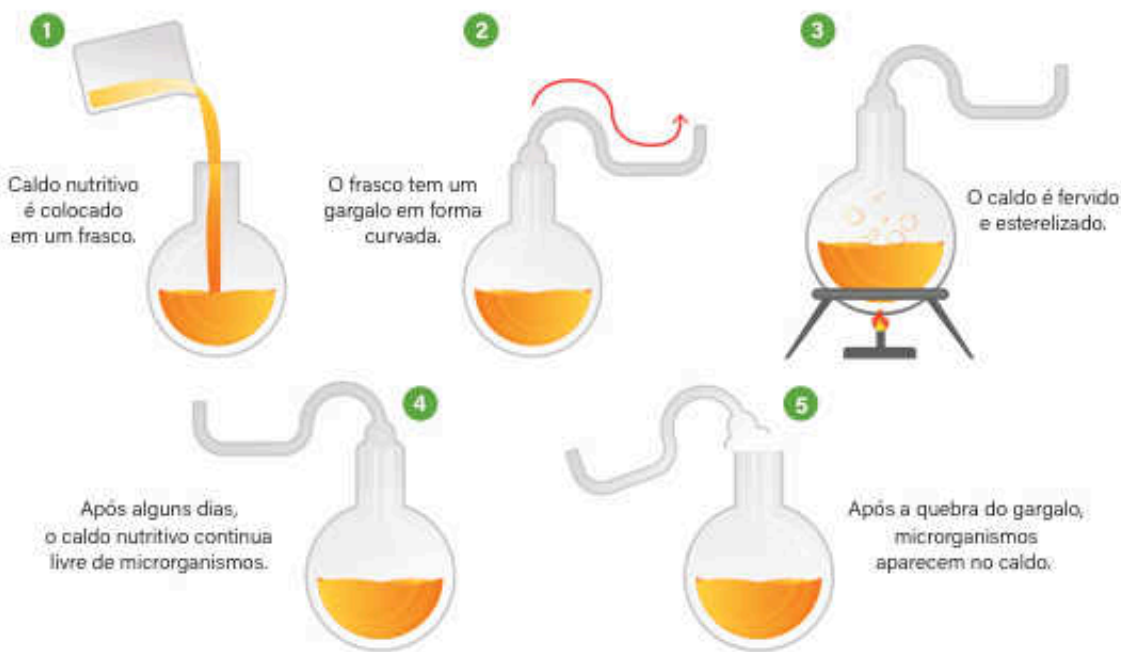
Discussão: mostrou que microrganismos estão presentes no ambiente, inclusive no ar, que, em contato com os caldos, os contaminaram, demonstrando que organismos não surgem espontaneamente, mas vêm do ambiente, fortalecendo a biogênese.

Experimento de Louis Pasteur (1822–1895)

Em 1861, o cientista francês Louis Pasteur realizou um experimento no qual utilizou frascos com “pescoço de cisne” contendo caldo nutritivo, que foi fervido para eliminar microrganismos. O formato do pescoço permitia a entrada de ar, mas impedia que partículas do ambiente alcançassem o líquido, pois ficavam depositadas por gravidade na curva do frasco.

Após semanas, o caldo permaneceu estéril. No entanto, ao quebrar o pescoço dos frascos, o caldo foi contaminado rapidamente.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Fundamentos da biologia moderna**. São Paulo: Moderna, 2003.
 OGO, M.; GODOY, L. **Contato: Biologia**, v. 1. São Paulo: Quinteto, 2016.
 URRY, L. A. *et al.* **Biologia de Campbell**. Porto Alegre: Artmed, 2022.



Louis Pasteur (1822–1895)

Procedimento: utilizou frascos com “pescoço de cisne”, fervendo o caldo nutritivo para esterilizá-lo. O formato do frasco impedia partículas e microrganismos do ar de atingirem o caldo.

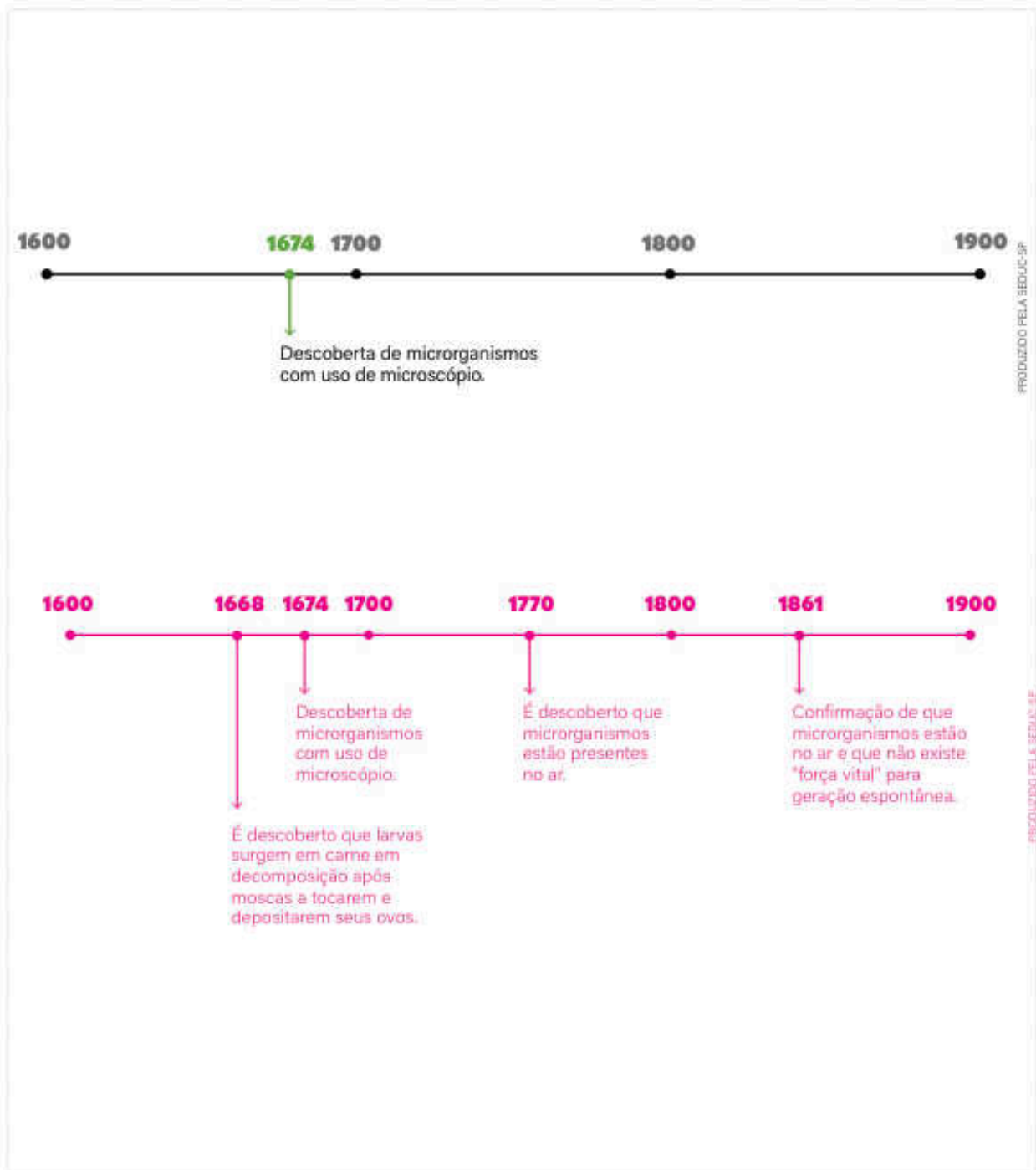
Resultado: o caldo permaneceu estéril até o pescoço do frasco ser quebrado, permitindo a entrada de partículas que ficavam retidas pela gravidade no pescoço do frasco.

Discussão: demonstrou que microrganismos estão presentes no ar e não surgem por meio de geração espontânea, nem dependem dela, consolidando a teoria da biogênese.



Atividade 2

De forma individual, complete a linha do tempo corretamente, posicionando, de modo cronológico, os resultados encontrados nos experimentos de Redi, Spallanzani e Pasteur. Indique a data do experimento e o que foi descoberto.



Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Teorias científicas

Com avanços importantes na ciência, em especial aqueles relacionados a revelar as condições do planeta Terra primitivo, cientistas começaram a formular hipóteses e experimentos associando as condições do planeta primitivo ao surgimento do primeiro ser vivo.

A hipótese de Oparin-Haldane

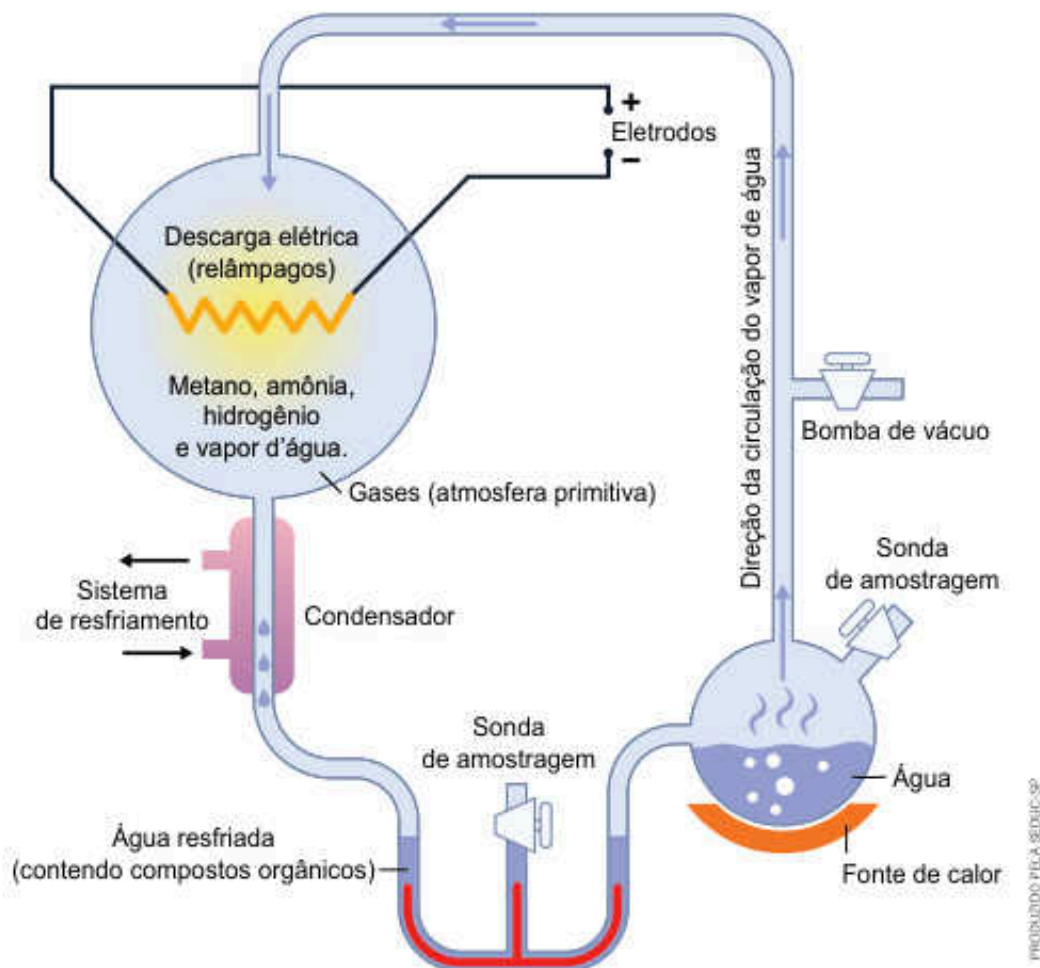
Nos anos 1920, dois cientistas, o russo Alexander Oparin (1924) e o britânico John Haldane (1929), propuseram concomitantemente uma mesma hipótese para o surgimento do primeiro ser vivo, conhecida como hipótese de Oparin-Haldane. Veja a seguir um resumo dessa hipótese:



Moléculas orgânicas se formariam como resultado da interação dos componentes da atmosfera da Terra primitiva. Essas moléculas se acumulariam nos oceanos primitivos, formando uma sopa primordial. Nela, os compostos orgânicos se aglomerariam por meio da água, formando coacervados.

O experimento de Miller e Urey

Para testar a hipótese de Oparin-Haldane, os cientistas Stanley Miller e Harold Urey desenvolveram um experimento simulando as condições da Terra primitiva.



O experimento resultou na formação de aminoácidos, moléculas orgânicas que compõem as proteínas.

A hipótese de Oparin-Haldane e o experimento de Miller e Urey indicam possíveis evidências do surgimento da vida na própria Terra devido ao aumento na complexidade das reações químicas na superfície do planeta, formando compostos orgânicos cada vez maiores, até a organização de um ser vivo. Essas evidências estão relacionadas à teoria da Evolução Química da vida.

Na prática

Atividade 1

Leia as frases e use V para assinalar verdadeiro e F para assinalar falso. Corrija as alternativas que apresentarem informações falsas.

- (F) A teoria de Oparin e Haldane propõe que os seres vivos surgiram diretamente de moléculas orgânicas criadas por processos biológicos complexos.
- (V) O experimento de Miller e Urey recriou as condições da Terra primitiva e demonstrou a formação de aminoácidos em um sistema fechado.
- (F) Os cientistas Miller e Urey usaram a teoria da abiogênese moderna para explicar como as moléculas orgânicas podem se organizar espontaneamente em células vivas.
- (V) Segundo a hipótese de Oparin e Haldane, os raios ultravioletas e as descargas elétricas foram fontes de energia para reações químicas na atmosfera primitiva.
- (F) A sopa primordial, descrita na hipótese de Oparin e Haldane, foi demonstrada por Miller e Urey como contendo organismos unicelulares.

Espera-se que o estudante consiga compreender o que é a hipótese Oparin-Haldane e os resultados do experimento de Miller e Urey.

A teoria propõe que moléculas orgânicas surgiram de compostos inorgânicos na Terra primitiva por processos que não envolvem seres vivos (abióticos).

O experimento mostrou apenas a formação de moléculas orgânicas simples, não a formação de células vivas.

Miller e Urey produziram moléculas orgânicas, mas não organismos vivos.



Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Teorias científicas

A origem das espécies

Fixismo

Espécies não mudam.

Transmutação de espécies

Espécies mudam através de gerações com base em características adquiridas.

Teoria de Lamarck

Os organismos modificam-se para formas mais complexas.

Desenvolvem ou atrofiam estruturas, ao longo das gerações, por meio do uso ou não uso destas (Lei do uso e desuso).

Características adquiridas seriam transmitidas aos descendentes.

Complementada pela
"Síntese Moderna"

Adiciona informações sobre mecanismos de transmissão de características (genética).

Mutações são responsáveis pelas variações.

A seleção natural favorece indivíduos com variações mais adaptativas, que tendem a sobreviver e se reproduzir.

Teoria da seleção natural

Espécies mudam ao longo de gerações com base na reprodução de indivíduos mais adaptados.

Teoria da evolução por seleção natural

Existem variações de uma mesma característica nas populações.

Espécies mudam e formam novas espécies.

Organismos mais adaptados às condições ambientais sobrevivem e se reproduzem, transmitindo características aos descendentes.

Na prática

Atividade 1

Simulando a seleção natural

Observe 10 gerações de coelhos no simulador PhET- Seleção Natural e responda às perguntas. Nesse programa, é possível disparar os seguintes comandos:

Adicionar Mutações	Adiciona diferentes cor de pelo, orelha e dentição à população de coelhos ("Dominante" terá mais chances de aparecer do que "Recessivo");
Fatores Ambientais	Altera a presença de predadores e a quantidade de alimentos;
	estação do ano: determina se será verão ou inverno;
	formar casal: adiciona um indivíduo e inicia a simulação, sendo possível observar mudanças na população de coelhos ao longo de gerações (também representadas no gráfico redondo, no meio da tela da simulação).

REPRODUÇÃO/PHET

Após observar as 10 gerações, responda às perguntas com base no que você aprendeu sobre a teoria da evolução por seleção natural.

- 1 Quais são os fatores presentes no simulador que controlam naturalmente a população de coelhos?

A presença de predadores e a limitação na quantidade de alimentos controlam naturalmente a população de coelhos.

- 2 Qual comando do simulador representa a variação natural presente na população de coelhos?

A escolha da cor da pelagem, o formato da orelha e o tipo de dentição representam a variação natural nas características da população de coelhos.



3 De que maneira a sazonalidade (estação do ano) pode interferir na frequência de cores da pelagem dos coelhos?

As variações de cores de pelagem são branco e marrom. Dependendo da estação do ano e das condições ambientais, determinada cor de pelos pode fazer com que os coelhos fiquem menos camuflados, facilitando ataques de predadores. Por exemplo, no inverno, com a presença de neve, a pelagem branca é mais vantajosa para camuflagem do que a pelagem marrom; a situação se inverte no verão.



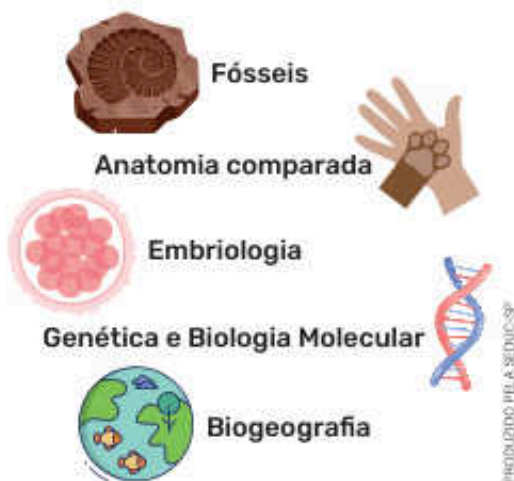
Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Relações evolutivas

Evolução significa mudança nas características morfológicas, bioquímicas, genéticas e comportamentais de populações de organismos ao longo das gerações, em que estas ficam cada vez mais adaptadas às condições ambientais impostas. É importante frisar que a evolução:

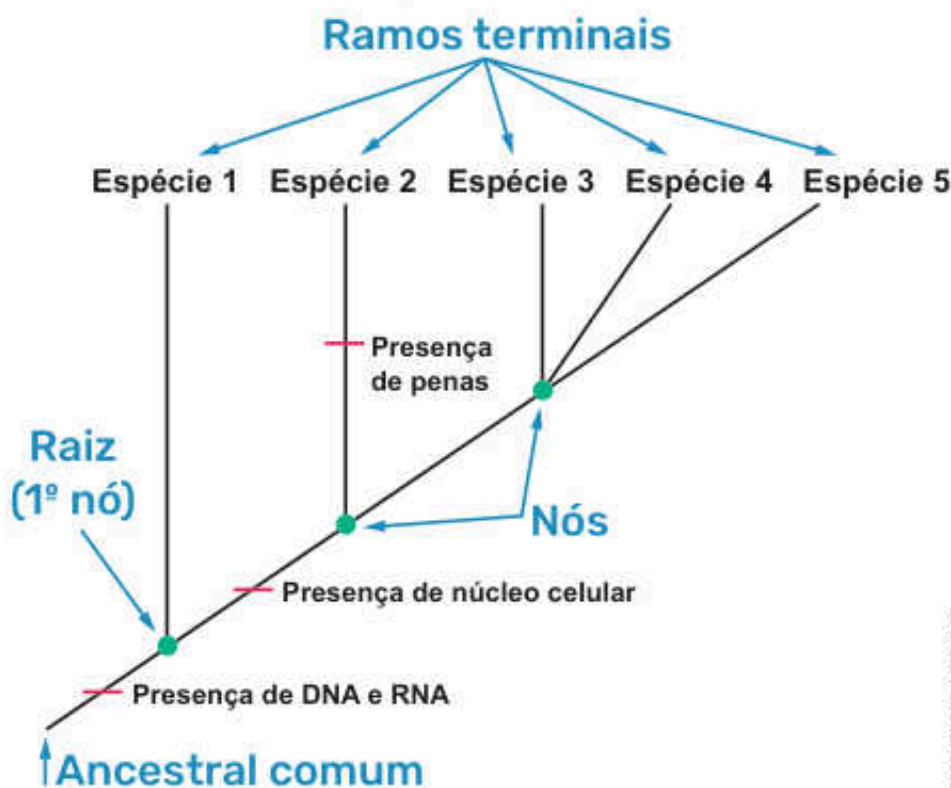
- ▶ não apresenta objetivo predefinido;
- ▶ não busca estado ideal ou superior;
- ▶ não é previsível nem linear;
- ▶ ocorre em populações, nunca em indivíduos.

São consideradas **evidências da evolução**:



Com essas evidências, cientistas criam **árvores filogenéticas**, ou diagramas que representam a hipótese de relações evolutivas entre um grupo de organismos.

Considera-se que todas as formas de vida na Terra tenham um ancestral em comum, informação essa utilizada na árvore filogenética.



► Uma árvore filogenética é composta de:

- **raiz:** se presente, é o primeiro nó da árvore e localizado mais próximo do ancestral comum a todos os organismos analisados;
- **nó:** ponto de ramificação da árvore, que representa um ancestral comum hipotético a dois ou mais grupos;
- **ramo:** cada ramo representa uma espécie analisada;
- **evidências evolutivas:** características usadas para agrupar organismos.

► Na árvore filogenética:

- nenhuma espécie "evoluiu" da outra nem é "mais evoluída" que a outra;
- espécies analisadas podem ser mais ou menos próximas entre si, dependendo da distância entre os nós;
- cada nó representa um ancestral em comum hipotético para as espécies que surgem deles;
- a árvore filogenética facilita a observação da mudança de características nas espécies, auxiliando na detecção de processos evolutivos.

Os processos evolutivos podem formar características semelhantes ou diferentes. Sendo assim, pode haver dois processos diferentes:

Convergência adaptativa

Espécies **não relacionadas** desenvolvem características similares devido a pressões seletivas parecidas.

Exemplos:

Presença de asas em diferentes animais.



Irradiação adaptativa

Uma única linhagem ancestral se diversifica em várias diferentes espécies, cada uma adaptada a diferentes pressões seletivas.

Exemplos:

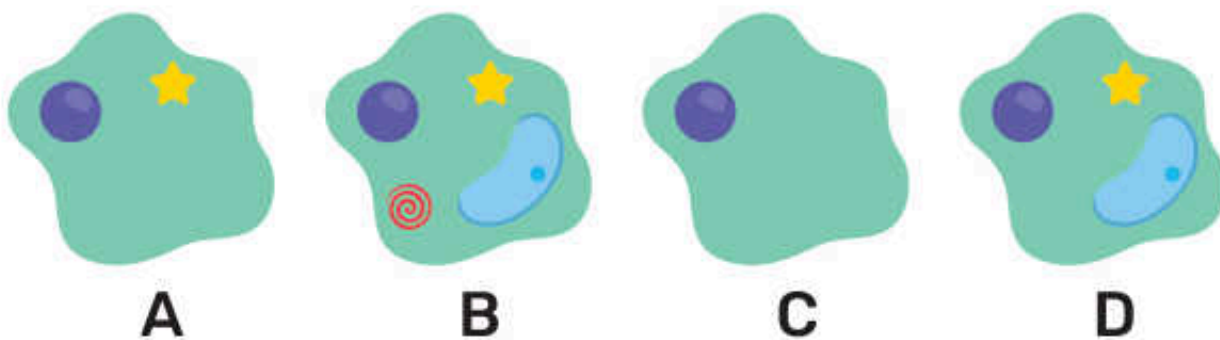
A diversidade de mamíferos após a extinção dos dinossauros.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Para montar uma árvore filogenética, alguns passos são necessários.

Selecionar os organismos a serem analisados.



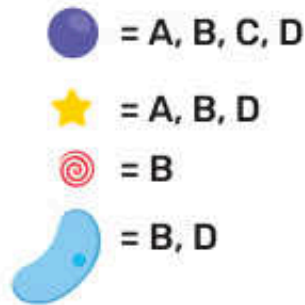
PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Levantar as características presentes nesses organismos.



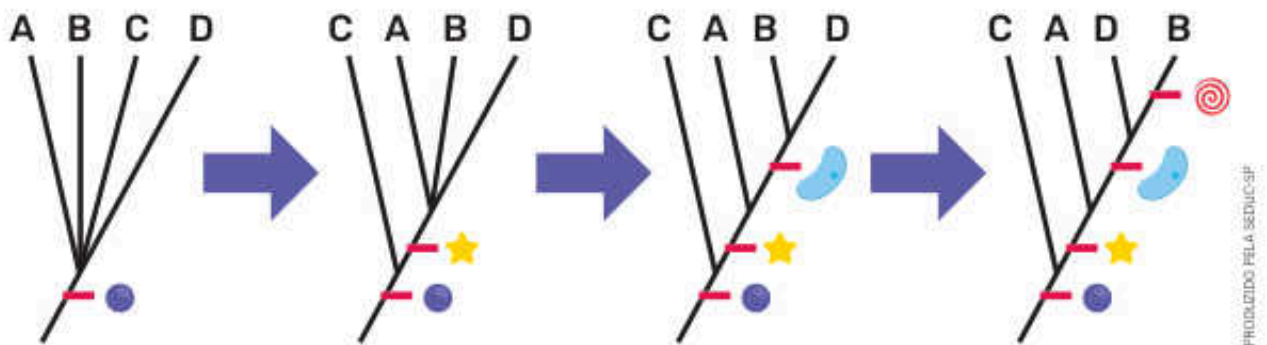
PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Agrupar os organismos de acordo com a presença das características.



PRODUTO DA SEDUC-SP

Traçar o diagrama.

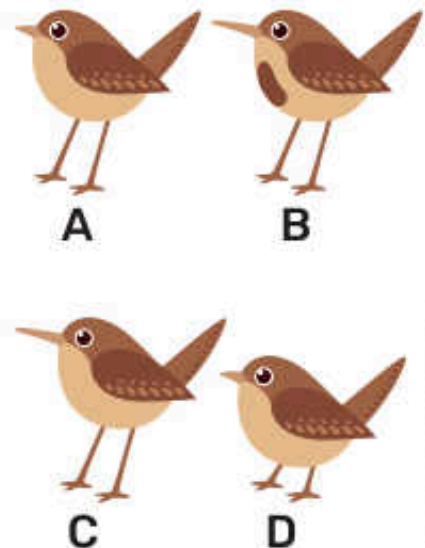


Na prática

Atividade 1

Nesta atividade, montaremos uma árvore filogenética construindo uma hipótese evolutiva entre os organismos ao lado. Para isso, não se esqueça do passo a passo para a montagem:

- levantar as características presentes nesses organismos;
- organizar os organismos em grupos, com base nas características presentes;
- traçar o diagrama.



PRODUTO DA SEDUC-SP COM O CANVA

Utilize o espaço a seguir para representar a árvore filogenética construída com base nas semelhanças entre os organismos apresentados.

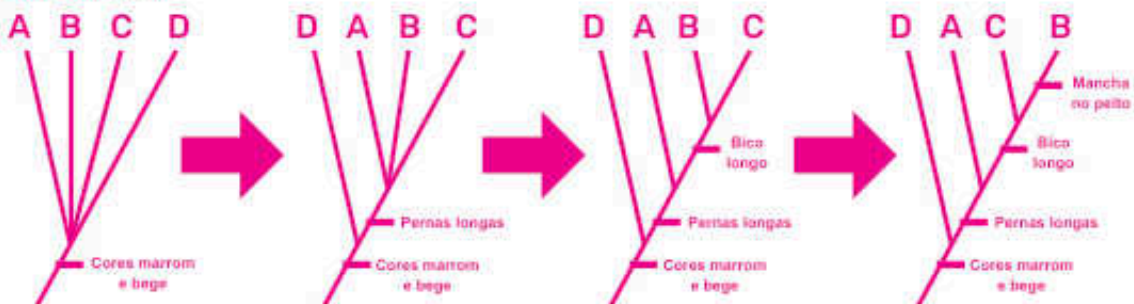
As características levantadas nesse grupo de aves são:

- cores marrom e bege;
- pernas longas;
- mancha no peito;
- bico longo.

Podemos agrupar as espécies da seguinte maneira:

- cores marrom e bege: A, B, C, D;
- pernas longas: A, B, C;
- mancha no peito: B;
- bico longo: B, C.

Diagrama final:



ENDOSSIMBIOSE, ANALOGIA E HOMOLOGIA

Resumo

Origem das características dos seres vivos

Homologia: estruturas com diferentes funções, de mesma origem embrionária e presentes em espécies de mesma ancestralidade.

Analogia: estruturas de função similar, sem a mesma origem embrionária, presentes em espécies sem parentesco.

Células eucariontes: possuem organelas membranosas, núcleo celular e organelas não membranosas.

Cloroplasto: organela não membranosa responsável pela fotossíntese.

Mitocôndria: organela não membranosa responsável pela produção de energia com oxigênio.

Células procariontes: não possuem organelas nem membrana celular.

Homóloga a uma cianobactéria.

Homóloga a uma bactéria.

Teoria da endossimbiose: célula eucarionte primitiva englobou uma célula procarionte heterótrofa e aeróbia. Ambas passam a viver em simbiose. Forma-se a mitocôndria. Uma célula desta linhagem engloba uma célula procarionte fotossintetizante e amplia a simbiose. Forma-se o cloroplasto.

Evidências da teoria da endossimbiose: ambas as organelas apresentam DNA próprio em forma circular e ribossomos próprios, dividem-se sozinhas e são revestidas por dupla membrana.

0150_6030V_2016_PRODUTOS PELA SEDUC-SP

Na prática

Atividade 1

Observe as imagens a seguir, cada uma apresentando duas estruturas presentes em dois seres vivos diferentes acompanhadas de uma pequena descrição. Com base nas informações disponíveis (texto + imagens), você deve determinar a pressão de seleção que os organismos enfrentam e se as estruturas são análogas ou homólogas.

1



O cacto vive em ambientes secos e suas folhas formam espinhos, enquanto a eufórbia apresenta espinhos no caule, pois tem muitos predadores.

O cacto contém espinhos originados de suas folhas como resposta à seca e como proteção, uma pressão de seleção, enquanto a eufórbia tem espinhos que se originam no caule como forma de evitar ser predada (pressão de seleção). As estruturas, apesar de parecidas, são análogas.



© GETTY IMAGES

O jacaré apresenta dentes cônicos, enquanto os do cavalo são achatados.

Nos vertebrados, os dentes apresentam a mesma origem embriológica, ou seja, indicam uma ancestralidade em comum, ou uma forma anterior que é modificada. À medida que diferentes linhagens de vertebrados surgem, dentes de diferentes formatos aparecem e são selecionados para aperfeiçoar a eficiência de seus hábitos. O jacaré apresenta os dentes cônicos, pois se alimenta de carne e esse formato é mais eficiente para perfurar e rasgar o alimento, enquanto o cavalo precisa triturar e esmagar plantas para obter nutrientes, por isso seus dentes são achatados (pressão de seleção: mastigar diferentes alimentos).

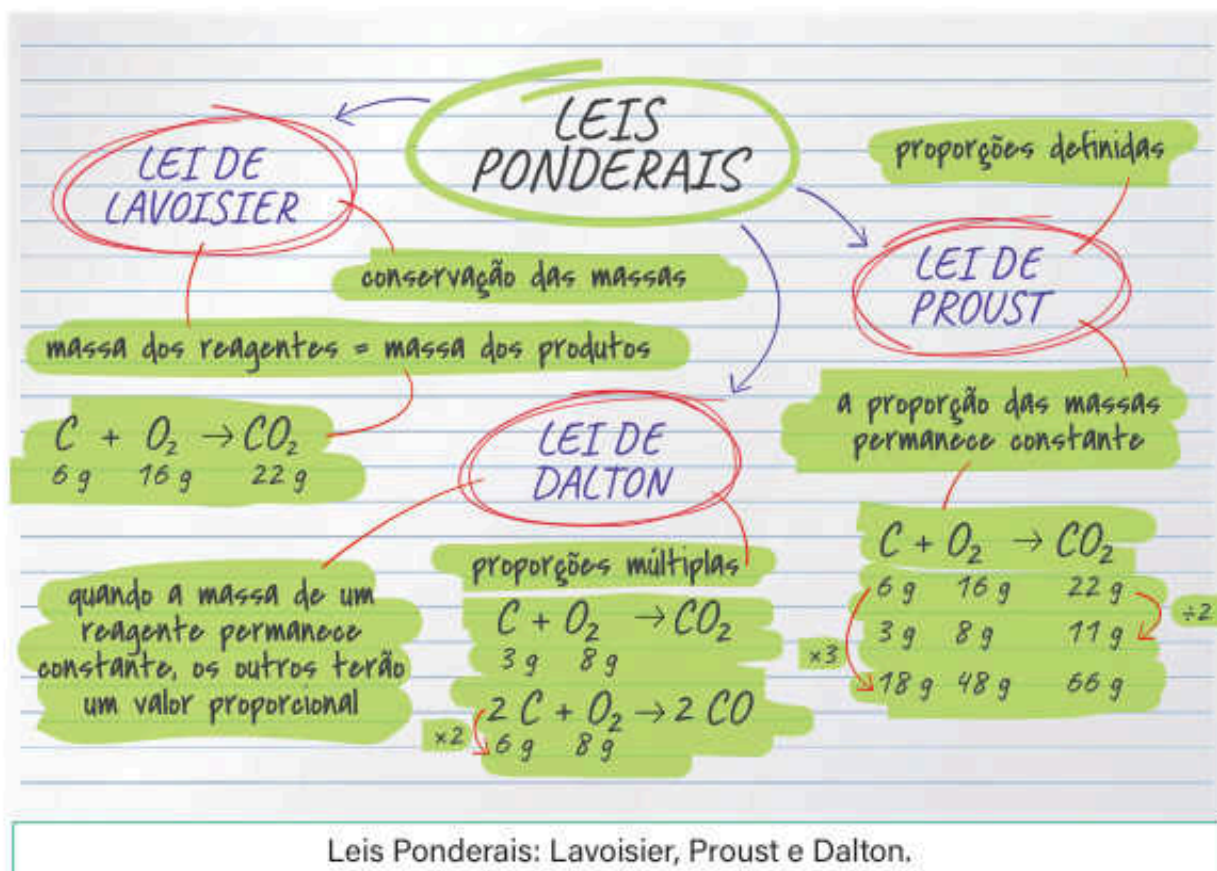
QUÍMICA



EXPLORANDO AS
LEIS PONDERAIS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Proporção nas reações químicas



Na prática

Atividade 1

Experimento 1: reação entre ácido clorídrico e hidróxido de sódio

Materiais necessários:

- uma balança digital;
- três béqueres ou recipientes de vidro;
- uma espátula ou colher;
- hidróxido de sódio (NaOH) em escamas ou solução;
- ácido clorídrico (HCl);
- luvas e óculos de proteção.

Atenção à segurança: utilize sempre luvas e óculos de proteção, manuseie ácidos e bases com cuidado e evite o contato direto dessas substâncias com a pele e os olhos.

Procedimento

- Coloque um béquer vazio sobre a balança e aperte o botão "tare" (zerar).
- Adicione cuidadosamente a solução de NaOH até a balança marcar **20 g**.
- Reserve o béquer.
- Coloque outro béquer vazio na balança e aperte "tare" novamente.
- Com cuidado, adicione o HCl até atingir **20 g**.
- Reserve o segundo béquer.
- Posicione um béquer limpo e seco sobre a balança digital e aperte "tare".
- Transfira todo o conteúdo do recipiente contendo **20 g de solução de NaOH** para o béquer posicionado sobre a balança.
- Em seguida, adicione ao mesmo béquer todo o conteúdo do recipiente contendo **20 g de solução de HCl**, observando a **variação da massa total** durante a adição.
- Após a transferência completa, registre a **massa final da mistura** no béquer.



Questões sobre o experimento

Responda às questões a seguir.

- 1 Complete a tabela com as massas registradas durante o experimento.

Reagente/Produto	Massa medida (g)
NaOH _(aq)	20
HCl _(aq)	20
Produto	40

- 2 Depois de misturar as soluções, a massa medida foi maior, menor ou igual à soma das massas iniciais? O que isso indica sobre as massas das substâncias durante a reação?

A massa medida após a reação foi **igual** à soma das massas iniciais dos reagentes, indicando

que, durante a reação química, a quantidade total de massa **permaneceu constante**. Os reagen-

tes apenas se reorganizaram para formar o produto, sem que houvesse perda ou ganho de massa

no sistema.

Atividade 2

Experimento 2: comprimido efervescente

Materiais necessários:

- uma balança digital;
- um béquer;
- dois erlenmeyers ou duas garrafas;
- água;
- uma bexiga;
- dois comprimidos efervescentes;
- luvas e óculos de proteção.

Procedimento

- Pese, na balança, a massa de cada comprimido efervescente.
- Coloque um béquer vazio sobre a balança e aperte o botão "tare" (zerar).
- Adicione a água até marcar 200 g.
- Transfira a água para um dos erlenmeyers ou uma das garrafas.
- Repita o procedimento no outro recipiente.

Espera-se que os estudantes preencham a tabela registrando que, no **sistema aberto**, a massa final será **menor que a massa inicial**, pois parte do gás liberado pelo comprimido efervescente escapa para o ambiente, resultando em uma variação negativa de massa. No **sistema fechado**, a massa final deve permanecer **praticamente igual à massa inicial**, já que o gás liberado fica retido dentro da bexiga, evidenciando que a massa total do sistema não se altera. Nas observações, espera-se que os estudantes descrevam a efervescência, o escape de gás no sistema aberto e a retenção do gás no sistema fechado, permitindo comparar como a abertura ou o fechamento do sistema influencia a percepção da Lei da Conservação das Massas.



- Coloque um comprimido dentro da bexiga.
- Encaixe a abertura da bexiga em um dos recipientes.
- Registre a massa de ambos os sistemas (aberto e fechado).
- Para que as reações no sistema fechado (com a bexiga) e no sistema aberto (sem a bexiga) ocorram simultaneamente, coloque o comprimido no recipiente aberto e, ao mesmo tempo, erga levemente a bexiga, a fim de que o comprimido caia dentro da água, mantendo o sistema fechado.
- Quando as reações terminarem, registre a massa final de cada sistema.

Elabore sua hipótese!

Considere as quantidades de vinagre e bicarbonato e indique qual bexiga deverá sofrer maior expansão.

Tabela para o registro de massas – Sistema aberto *versus* sistema fechado

Sistema	Massa inicial (g)	Massa final após a reação (g)	Variação de massa (final – inicial) (g)	Observações
Aberto (recipiente + água + comprimido)				
Fechado (recipiente + água + comprimido + bexiga)				

Questões sobre o experimento

- 1 Com base nas observações feitas durante os dois experimentos, descreva o que aconteceu em cada sistema.

No sistema aberto, ao adicionar o comprimido efervescente à água, observou-se uma reação com intensa formação de bolhas e liberação de gás, que escapou livremente para o ambiente. No sistema fechado, a reação ocorreu de forma semelhante, porém o gás produzido ficou totalmente retido no interior da bexiga, que se expandiu à medida que a efervescência acontecia. Assim, enquanto no sistema aberto parte do produto gasoso se dispersou no ar, no sistema fechado todos os materiais e produtos da reação permaneceram confinados.



- 2 Compare a massa final com a massa inicial em cada sistema. A massa aumentou, diminuiu ou permaneceu igual? Explique o porquê dessas diferenças a partir do que você observou durante as reações.

No sistema aberto, a massa final registrada foi menor do que a massa inicial porque parte do gás produzido escapou do recipiente e deixou de ser contabilizado pela balança. Já no sistema fechado, a massa final permaneceu exatamente igual à inicial, uma vez que todo o gás formado ficou retido na bexiga e não houve perda de matéria para o ambiente. A diferença entre as massas nos dois sistemas, portanto, está diretamente relacionada à saída ou à retenção do gás produzido durante as reações.

- 3 Os dois sistemas obedecem à Lei da Conservação das Massas? Justifique sua resposta usando as informações das massas (preenchidas na tabela) e as evidências observadas durante as reações.

Sim, os dois sistemas obedecem à Lei da Conservação das Massas, embora apresentem números diferentes na medição. No sistema fechado, a massa registrada antes e depois da reação permaneceu a mesma, mostrando que a transformação química ocorreu sem perda de matéria. No sistema aberto, a massa medida diminuiu porque parte do gás produzido escapou para o ambiente e não pôde ser registrada pela balança; mesmo assim, a massa total do material produzido, considerando todo o gás formado, permanece constante, como observado no sistema fechado.

Atividade 3

Experimento 3: reação entre bicarbonato de sódio e ácido acético

Materiais necessários:

- uma balança digital;
- três frascos com gargalo que permita prender uma bexiga;
- três bexigas iguais;

- duas provetas (uma de 50 mL e outra de 100 mL);
- bicarbonato de sódio (NaHCO_3);
- vinagre;
- luvas e óculos de proteção.

Procedimento

- Rotule cada frasco com as letras A, B e C.

Preparação dos frascos (quantidades)

Frasco A: 50 mL de vinagre + 3 g de NaHCO_3

Frasco B: 100 mL de vinagre + 6 g de NaHCO_3

Frasco C: 150 mL de vinagre + 3 g de NaHCO_3

- Meça as quantidades de vinagre com a proveta e despeje em cada frasco a quantidade indicada.
- Pese o bicarbonato necessário para cada frasco. Coloque o pó **dentro das bexigas** e encaixe-as no gargalo dos frascos, sem deixar o pó cair dentro deles.
- No mesmo instante, incline as três bexigas para que o pó caia no vinagre e inicie as reações.

Questões sobre o experimento

- 1 Compare a produção de gás observada em cada frasco. Como as diferenças na quantidade de reagentes influenciaram o volume de gás formado?

Observando os três frascos, percebe-se que a produção de gás variou conforme as quantidades de vinagre e bicarbonato. No frasco B, em que ambos os reagentes foram duplicados em relação ao frasco A, a produção de gás foi maior. No frasco C, em que havia mais vinagre em relação aos outros dois frascos, mas a mesma quantidade de bicarbonato do frasco A, o volume de gás permaneceu semelhante ao frasco A. Esses resultados indicam que a produção de gás depende da quantidade relativa dos reagentes disponíveis para a reação, e não apenas do aumento de um deles isoladamente.



- 2** Que relação você consegue identificar entre as **proporções de vinagre e bicarbonato** em cada frasco e a quantidade de gás produzido?

Com base nas observações, percebe-se que a quantidade de gás produzido está relacionada à **proporção entre vinagre e bicarbonato**. Nos frascos A e B, em que a proporção foi mantida, o aumento proporcional dos reagentes resultou em maior volume de gás. Já no frasco C, em que a proporção foi alterada, o aumento de apenas um dos reagentes não aumentou a produção de gás. Isso evidencia que o resultado da reação depende da **proporção adequada entre os reagentes**, e não apenas da quantidade individual de cada um.

- 3** Existe algum **padrão ou regularidade** nos frascos que manteve proporções constantes entre os reagentes? Explique como essa regularidade está relacionada à **formação do produto gasoso**.

Nos frascos A e B, em que a proporção entre vinagre e bicarbonato foi mantida, observa-se que o aumento proporcional das quantidades dos reagentes resultou em maior volume de gás. No frasco C, em que a proporção foi alterada, o aumento de apenas um reagente não provocou aumento significativo do produto gasoso. Esses resultados indicam uma **regularidade no comportamento da reação**, mostrando que a quantidade de gás produzido depende da **relação proporcional entre os reagentes**, e não apenas das massas individuais de cada um.

- 4** Se quisermos produzir uma **quantidade maior de gás de maneira previsível**, como deveríamos ajustar as quantidades de vinagre e bicarbonato? Que tipo de relação proporcional deve ser respeitada para que o aumento do produto seja consistente?

A partir das observações, conclui-se que, para produzir uma maior quantidade de gás de forma previsível, é necessário aumentar a **massa de ambos os reagentes**, mantendo a proporção entre eles. Alterar a quantidade de apenas um dos reagentes não garante aumento proporcional do produto, pois a reação é limitada pelo reagente em menor quantidade. Desse modo, é possível perceber que a quantidade de gás produzido está diretamente ligada à **proporção entre os reagentes**.

Atividade 4

Reação da eletrólise da água

A água (H_2O) pode ser decomposta em seus constituintes – hidrogênio (H_2) e oxigênio (O_2) – por meio da reação de eletrólise.

Analise os resultados dos experimentos na tabela a seguir e determine a proporção entre a massa de hidrogênio e a massa de oxigênio. Anote suas conclusões.

Experimento	Massa de água	Massa de hidrogênio	Massa de oxigênio
1	4,5 g	0,5 g	4 g
2	9 g	1 g	8 g
3	18 g	2 g	16 g
4	100 g	11,11 g	88,88 g

Experimento	Proporção
1	$0,5/4 = 1/8$
2	$1/8 = 1/8$
3	$2/16 = 1/8$
4	$11,11/88,88 = 1/8$

Os dados dos experimentos (eletrólise da água) mostram que as massas das duas substâncias têm sempre a mesma proporção de 1:8.

Atividade 5

Formação de óxidos de enxofre

Imagine que você é um químico do século XIX, no tempo de Dalton, estudando como o enxofre (S) se combina com o oxigênio (O_2) para formar diferentes óxidos.

Para isso, foram realizados experimentos cuidadosamente controlados, com o registro das massas de oxigênio que se combinam com uma quantidade fixa de enxofre (32 g).



Tabela de óxidos obtidos

Óxidos obtidos	Massa de S (g)	Massa de O (g)
1	32	16
2	32	32
3	32	48

Seu desafio é analisar os dados, identificar padrões e compreender como os elementos se combinam para formar compostos diferentes.

Questões

- 1** Compare as massas de oxigênio nos três óxidos. Qual é a razão entre elas?

As massas de oxigênio que se combinam com 32 g de enxofre são 16 g, 32 g e 48 g. Comparando esses valores, percebe-se que elas estão em proporção 1 : 2 : 3. Cada óxido contém uma quantidade de oxigênio que é múltiplo inteiro da menor massa observada (16 g).

- 2** O que essa razão mostra sobre a combinação entre o enxofre e o oxigênio?

A razão entre as massas de oxigênio indica que o enxofre não se combina com qualquer quantidade de oxigênio, mas apenas com quantidades específicas que seguem um padrão de múltiplos inteiros. Para a mesma quantidade de enxofre (32 g), apenas as massas de 16 g, 32 g e 48 g de oxigênio formam compostos distintos.

- 3** Proponha uma possível fórmula para cada óxido, com base nas informações fornecidas na tabela.

Com base nas massas observadas, as fórmulas possíveis para os óxidos são:

Óxido 1 → SO, pois 32 g de enxofre se combinam com 16 g de oxigênio.

Óxido 2 → SO₂, pois 32 g de enxofre se combinam com 32 g de oxigênio.

Óxido 3 → SO₃, pois 32 g de enxofre se combinam com 48 g de oxigênio.

Essas fórmulas refletem o padrão de crescimento das massas de oxigênio em múltiplos da menor quantidade observada.



- 4 Se houvesse um quarto óxido seguindo o mesmo padrão, qual seria a massa de oxigênio combinada com 32 g de enxofre?

Seguindo a sequência observada (16 g, 32 g e 48 g), a próxima massa de oxigênio para 32 g de enxofre seria 64 g. Esse valor mantém a proporção das massas de oxigênio combinadas com a mesma quantidade de enxofre.

- 5 Observando os óxidos obtidos, por que não aparecem massas de oxigênio como 8 g ou 20 g combinadas com 32 g de enxofre?

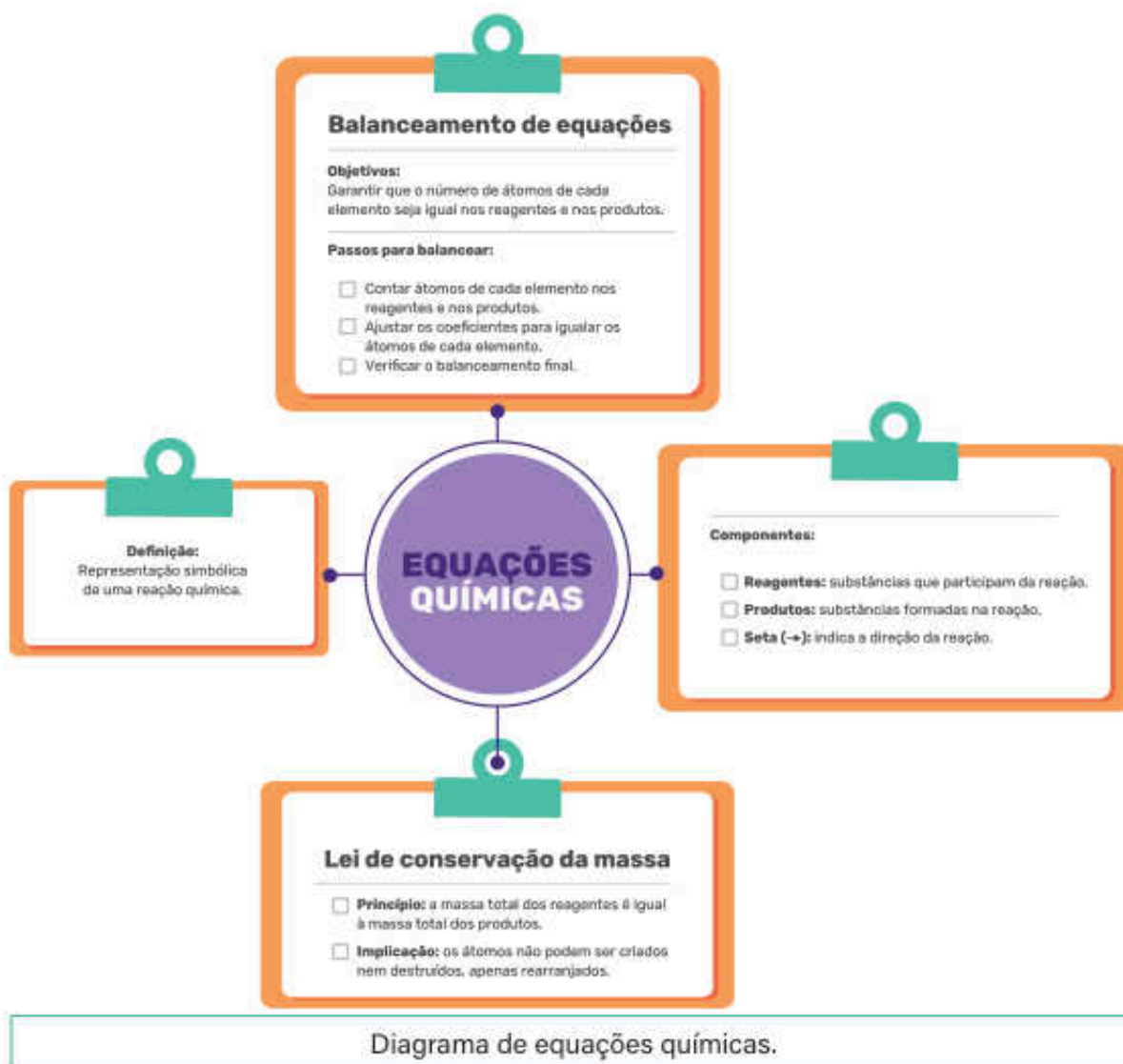
Observando os óxidos obtidos, nota-se que as massas de oxigênio registradas são 16 g, 32 g e 48 g, evidenciando um **padrão nas combinações**. A partir desses dados, percebe-se que o oxigênio se combina com o enxofre em **proporções simples de números inteiros**, e não em combinações fracionárias ou aleatórias. Por esse motivo, valores como 8 g ou 20 g não foram observados no experimento.



BALANCEAMENTO DE EQUAÇÕES QUÍMICAS: A PRODUÇÃO DE AÇO

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Proporção nas reações químicas



Na prática

Atividade 1

Considerando a produção de ferro-gusa, responda às questões a seguir.

- 1** Liste as matérias-primas utilizadas na produção de ferro-gusa, suas fórmulas e explique, para cada uma, qual é o seu papel no processo industrial.

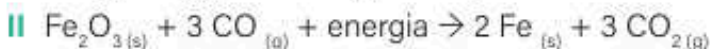
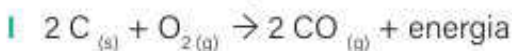
As principais matérias-primas são o **minério de ferro**, o **carvão coque** e o **calcário**.

O **minério de ferro**, que pode ser hematita (Fe_2O_3), magnetita (Fe_3O_4), siderita (FeCO_3) ou outros, é a **fonte de ferro** que será transformado em ferro-gusa. Ele contém impurezas que precisam ser removidas durante o processo.

O **carvão coque (C)** tem a função dupla de **fornecer energia térmica** necessária para aquecer o alto-forno e de gerar **monóxido de carbono (CO)**, que atua como **agente redutor**, transformando os óxidos de ferro em ferro metálico.

O **calcário (CaCO_3)** é utilizado como **fundente**, reagindo com as impurezas do minério, como sílica, e formando **escória (CaSiO_3)**, que é separada do ferro-gusa.

- 2** Observe as equações:



- a)** Identifique os reagentes e produtos.

Equação I: os reagentes são carbono (C) e oxigênio (O_2) e os produtos são monóxido de carbono (CO).

Equação II: os reagentes são óxido de ferro (Fe_2O_3) e monóxido de carbono (CO) e os produtos são ferro metálico (Fe) e dióxido de carbono (CO_2).



b) Classifique a reação como endotérmica ou exotérmica e justifique.

Equação I: a reação é **exotérmica**, porque libera energia durante a formação do monóxido de carbono (CO).

Equação II: a reação é **endotérmica**, pois consome energia para reduzir o óxido de ferro (Fe_2O_3) a ferro metálico (Fe), enquanto o monóxido de carbono (CO) se oxida a dióxido de carbono (CO_2).

c) Explique o que ocorre do ponto de vista da transformação química.

Equação I: o carbono sólido reage com o oxigênio formando monóxido de carbono (CO), que atuará como agente redutor na produção de ferro-gusa.

Equação II: o monóxido de carbono (CO) se oxida a dióxido de carbono (CO_2) enquanto reduz o óxido de ferro (Fe_2O_3) a ferro metálico (Fe), transformando o minério de ferro em ferro-gusa pronto para a separação da escória.

3 Explique, com suas próprias palavras, por que o carvão e o calcário são essenciais no processo de produção de ferro-gusa. O que poderia acontecer se algum deles fosse retirado do processo?

O **carvão** fornece o calor necessário para que o alto-forno atinja a temperatura adequada e também gera monóxido de carbono (CO), que atua como agente redutor, transformando o óxido de ferro em ferro metálico. Sem o carvão, o minério de ferro não seria aquecido nem reduzido, e o processo não ocorreria.

Já o **calcário** funciona como fundente, reagindo com impurezas presentes no minério, como a sílica, e formando a escória, que é separada do ferro-gusa. Sem o calcário, as impurezas permaneceriam no ferro, tornando-o quebradiço e inadequado para a produção de aço. A ausência de qualquer um desses insumos, portanto, comprometeria seriamente a qualidade e a viabilidade do processo.

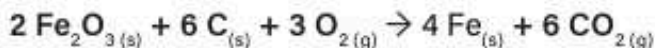


Atividade 2

Quantificando reagentes e produtos

- 1 Calcule a quantidade de ferro-gusa obtida a partir de 100 kg de hematita (Fe_2O_3).

Dados: $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 160 \text{ u}$; $\text{Fe} = 56 \text{ u}$.



$$2 \cdot 160 \text{ g} \text{ ————— } 4 \cdot 56 \text{ g}$$

$$100\,000 \text{ g} \text{ ————— } x$$

$$x = 70\,000 \text{ g} = 70 \text{ kg de Fe}$$

- 2 A partir da mesma quantidade de Fe_2O_3 , qual é a massa de dióxido de carbono (CO_2) formada?

$$2 \cdot 160 \text{ g} \text{ ————— } 6 \cdot 44 \text{ g}$$

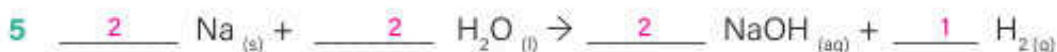
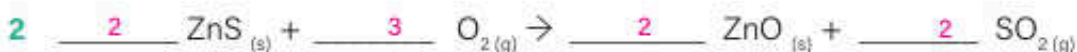
$$100\,000 \text{ g} \text{ ————— } x$$

$$x = 82\,500 \text{ g} = 82,5 \text{ kg de CO}_2$$

Atividade 3

Praticando o balanceamento de equações químicas

Acerte os coeficientes das equações não balanceadas.

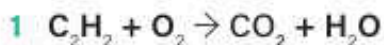


Atividade 4

Praticando o balanceamento de equações químicas com coeficientes fracionários

Balanceie as equações químicas utilizando pelo menos um coeficiente fracionário.

Após obter a equação balanceada com frações, transforme cada uma delas em uma versão equivalente com coeficientes inteiros.



Forma fracionária:

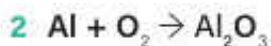


Forma inteira:



Passos rápidos:

- balanceie C: $2 \text{C} \rightarrow 2 \text{CO}_2$ (coeficiente 2 em CO_2);
- balanceie H: $2 \text{H} \rightarrow 1 \text{H}_2\text{O}$ (coeficiente 1 em H_2O);
- conte a quantidade de O nos produtos: $2 \cdot 2 (\text{CO}_2) + 1 \cdot 1 (\text{H}_2\text{O}) = 5 \text{ O} \rightarrow 5/2 \text{O}_2$;
- multiplique por 2 para ficar com inteiros.



Forma fracionária:

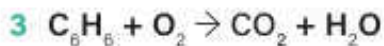


Forma inteira:



Passos rápidos:

- para Al_2O_3 são 2 Al $\rightarrow$ coloque 2 Al no reagente;
- Al_2O_3 tem 3 O $\rightarrow 3/2 \text{O}_2$;
- multiplique por 2 para eliminar a fração.



Forma fracionária:



Forma inteira:



Passos rápidos:

- balanceie C: $6 \text{C} \rightarrow 6 \text{CO}_2$;
- balanceie H: $6 \text{H} \rightarrow 3 \text{H}_2\text{O}$;
o total nos produtos = $6 \cdot 2 + 3 \cdot 1 = 15 \text{ O} \rightarrow 15/2 \text{O}_2$;
- multiplique por 2 para inteiros.



AULA

3

EXPERIMENTO: QUEIMA DE PAPEL E PALHA DE AÇO

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Proporção nas reações químicas



PRODUZIDO PELA SEDUC SP COM O CANVA

Reação de combustão.



Na prática

Atividade 1

Experimento de combustão: papel e palha de aço

Materiais necessários:

- balança digital;
- cadinho ou recipiente metálico resistente ao calor;
- papel (folha comum, preferencialmente fina);
- palha de aço (pequena porção);
- fonte de calor (isqueiro ou fósforo);
- pinça metálica;
- luvas e óculos de proteção.

Medição inicial

Procedimentos:

- certifique-se de que a balança está tarada;
- coloque o recipiente resistente ao calor vazio na balança e tare;
- adicione o material a ser queimado (papel **ou** palha de aço);
- registre a massa.

Questões pré-experimentais: condições e previsões

Antes de iniciar os procedimentos, relembre os fatores necessários para que a combustão ocorra e formule previsões sobre o comportamento dos materiais durante o processo. Utilize seus conhecimentos prévios para responder às questões, registrando suas hipóteses para posterior comparação com os resultados obtidos na prática.

1 Quais fatores são indispensáveis para que uma reação de combustão ocorra?

Para que uma reação de combustão aconteça, é indispensável a presença de três elementos fundamentais: um combustível, que é o material que será queimado; um comburente, geralmente o oxigênio do ar; e uma fonte de energia inicial, como uma faísca, chama ou calor, que forneça a ativação necessária para iniciar a reação. Esses três componentes formam o chamado "triângulo do fogo", e a ausência de qualquer um deles impede que a combustão ocorra.



2 Quais fatores envolvidos na combustão estarão presentes nesse experimento?

No experimento realizado, todos os fatores necessários à combustão estarão presentes: o papel e a palha de aço atuarão como combustíveis, o oxigênio do ar servirá como comburente e o isqueiro ou fósforo fornecerá a energia inicial para a reação.

3 Com base na Lei da Conservação das Massas, qual é sua previsão sobre a relação entre a massa antes e depois da combustão?

Segundo a Lei da Conservação das Massas, a massa total do sistema não se altera durante uma reação química quando considerada em um sistema fechado. Como esse experimento ocorre em um sistema aberto, no entanto, parte da matéria se transforma em gases que se dispersam no ar, como dióxido de carbono, vapor de água ou óxidos metálicos. Por isso, a massa registrada após a combustão tende a ser menor quando comparada à massa inicial, não por perda de matéria, mas porque os produtos gasosos deixam o recipiente e não são contabilizados na balança.

Atividade 2

Combustão do papel e palha de aço

- Coloque o **recipiente resistente ao calor** na balança e **tare** (zere) a massa.
- Posicione cuidadosamente o papel dentro do recipiente.
- Utilize a fonte de calor para iniciar a combustão do papel, **observando a queima sem tocar no recipiente**.
- Quando a combustão terminar e apenas as cinzas permanecerem, aguarde até que a balança registre a massa final.
- Anote a massa final do conjunto (**recipiente + cinzas**).
- Coloque o **recipiente resistente ao calor** na balança e **tare** (zerar) a massa.
- Posicione cuidadosamente a **palha de aço** dentro do recipiente e espalhe levemente para aumentar a área de contato com o ar.
- Aqueça a palha de aço com a fonte de calor até que o brilho avermelhado indique o início da combustão, **observando sem tocar no recipiente**.
- Quando a combustão terminar, aguarde até que a balança registre a massa final.
- Anote a massa final do conjunto (**recipiente + resíduos**).



Os dados obtidos no experimento devem mostrar que, para o papel, a massa final registrada é menor do que a massa inicial devido à combustão que transformou parte da matéria em gases como dióxido de carbono e vapor de água, que se dispersaram no ar. Para a palha de aço, a massa final é ligeiramente maior que a inicial, pois o ferro reage com o

Questões pós-experimento: analisando as equações e evidências

Reúnam-se em grupos e analisem, de forma colaborativa, os dados obtidos no experimento de combustão do papel e da palha de aço. Comparem as previsões feitas antes da prática com os resultados observados e utilizem os conhecimentos discutidos em aula para responderem às questões propostas.

oxigênio do ar, formando óxido de ferro (II), incorporando massa adicional nos resíduos sólidos.

- 1 Complete a tabela com os valores obtidos no experimento.

Material	Massa inicial (g)	Massa final (g)
Folha de papel ($C_6H_{10}O_5$)		
Palha de aço (Fe)		

- 2 Os valores registrados na tabela confirmam as previsões feitas antes do experimento? Expliquem o porquê.

No caso do papel, a massa final é menor que a inicial, o que ocorre porque a combustão transformou parte do material em gases (como CO_2 e H_2O) que se dispersaram no ambiente, mostrando que em sistemas abertos a massa medida pode diminuir. Na palha de aço, a massa final é maior que a inicial, pois o ferro reage com o oxigênio do ar formando óxido de ferro(II), acumulando massa nos resíduos sólidos.

- 3 Durante o experimento de queima do papel, relatem o que vocês observaram e expliquem como essas evidências mostram que ocorreu uma reação química. Com base no que foi observado, escrevam a equação química balanceada da combustão completa do papel.

Durante a queima do papel, foi possível observar mudança de cor, emissão de fumaça, despreendimento de calor e formação de cinzas, evidenciando que ocorreu uma reação química, pois o papel foi transformado em novos produtos diferentes da substância inicial. Essas alterações indicam quebra e rearranjo de ligações químicas, típicos de uma combustão. Com base nessas observações, a equação química balanceada da combustão completa do papel, considerando que ele é composto principalmente por celulose ($C_6H_{10}O_5$), é:



Essa equação mostra que os átomos se conservam, mesmo que parte da matéria se disperse na forma de gases.



- 4 Na combustão da palha de aço, o ferro (Fe) reage com o oxigênio (O₂) do ar, formando óxido de ferro(II) (FeO). Identifiquem os reagentes e os produtos dessa reação e escrevam a equação química balanceada correspondente.

Na combustão da palha de aço, os reagentes são o ferro (Fe) e o oxigênio (O₂) presente no ar, enquanto o produto formado é o óxido de ferro(II) (FeO). Durante a reação, o ferro se combina quimicamente com o oxigênio, produzindo um novo composto sólido, o que caracteriza uma reação química com mudança de propriedades do material. A equação química balanceada correspondente é:



Essa equação mostra que o número de átomos de cada elemento se conserva, evidenciando o princípio da conservação das massas.

- 5 Com base nos dados da tabela, nas observações experimentais e nas equações químicas, expliquem se as reações observadas obedecem à Lei de Lavoisier da Conservação das Massas.

Com base nos dados da tabela, nas observações experimentais e nas equações químicas, observa-se que as reações obedecem à Lei de Lavoisier da Conservação das Massas quando consideradas em um sistema fechado, pois o número de átomos de cada elemento se mantém constante nas equações balanceadas.

A diminuição da massa observada na queima do papel ocorre porque parte dos produtos da combustão, como CO₂ e H₂O, se dispersa no ar, caracterizando um sistema aberto, enquanto o aumento de massa na palha de aço se deve à incorporação do oxigênio do ar nos resíduos sólidos.

Portanto, as reações químicas seguem o princípio da conservação das massas, mesmo que a massa medida no recipiente varie, mostrando que a lei se aplica à totalidade da matéria envolvida na reação.



Atividade 3

Cálculos químicos na reação de combustão da palha de aço

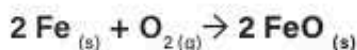
1 Durante o experimento de combustão da palha de aço, considere que um estudante obteve os seguintes valores padronizados:

- massa inicial da palha de aço: **1,6 g**
- massa final após a combustão: **2,1 g**

Sabendo que o aumento de massa ocorre pela incorporação de oxigênio do ar, calcule a massa (em gramas) de O_2 incorporada à amostra.

A massa de O_2 incorporada à amostra pode ser determinada subtraindo a massa inicial da palha de aço da massa final após a combustão. Assim, a massa de $O_2 = 2,1 \text{ g} - 1,6 \text{ g} = 0,5 \text{ g}$. Portanto, durante a reação, 0,5 g de oxigênio do ar foram incorporados ao ferro para formar óxido de ferro(II), explicando o aumento de massa observado no experimento.

2 Determine a quantidade de matéria (em mol) de O_2 consumida. Considere a equação química balanceada:



Sabemos que 1 mol de O_2 corresponde a 32 g. Queremos saber quantos mols correspondem a 0,5 g:

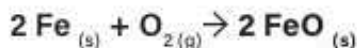
$$1 \text{ mol de } O_2 \text{ — } 32 \text{ g}$$

$$x \text{ mol de } O_2 \text{ — } 0,5 \text{ g}$$

$$x = 0,016 \text{ mol de } O_2$$

3 Suponha que a reação ocorra dentro de um pequeno recipiente **fechado**, contendo apenas 0,5 g de O_2 disponível.

O estudante coloca 2,0 g de Fe no recipiente e aquecerá o sistema. Considere novamente a equação balanceada:



- a) Determine se o O_2 disponível é suficiente para consumir toda a massa de Fe.

A equação balanceada indica que 2 mols de Fe reagem com 1 mol de O_2 ; de acordo com as massas atômicas, temos: 2 mol Fe = 112 g e 1 mol de O_2 = 32 g

Como o estudante colocou 2,00 g de ferro, temos:

$$112 \text{ g de Fe} \text{ — } 32 \text{ g de } O_2$$

$$2,0 \text{ g de Fe} \text{ — } x \text{ g de } O_2$$

$$x = 0,5 \text{ de } O_2$$

Como o sistema fechado contém apenas 0,5 g de O_2 , essa quantidade **não é suficiente** para reagir estequiometricamente com todo o ferro presente, limitando a reação à quantidade de oxigênio disponível e resultando na formação parcial de FeO.

- b) Caso o O_2 seja insuficiente, calcule a **massa de FeO** que pode ser formada.

A equação química balanceada indica que 1 mol de O_2 produz 2 mols de FeO. Como a quantidade de O_2 não foi suficiente para calcular a quantidade de FeO formada, de acordo com as massas atômicas temos: 2 mol FeO = 144 g e 1 mol de O_2 = 32 g

$$32 \text{ g de } O_2 \text{ — } 144 \text{ g de FeO}$$

$$0,5 \text{ g de } O_2 \text{ — } x \text{ g de FeO}$$

$$x = 2,25 \text{ g de FeO}$$

Portanto, a massa de FeO formada será aproximadamente 2,25 g.



- c) Considerando a Lei da Conservação das Massas, determine a massa total do sistema após a reação.

Dados:

Massas atômicas

Fe = 56 u e O = 16 u

Para determinar a massa total do sistema após a reação, usamos a **Lei da Conservação das**

Massas, que afirma que a massa total dos reagentes antes da reação é igual à massa total dos

produtos após a reação.

Massa inicial de Fe: 2,0 g

Massa inicial de O_2 : 0,5 g

Massa total inicial do sistema: $2,0 + 0,5 = 2,5$ g

Como a massa de O_2 não foi suficiente, a massa de Fe que reagiu é de:

112 g de Fe — 32 g de O_2

x g de Fe — 0,5 g de O_2

x = 1,75 de Fe

Durante a reação:

Fe que reagiu: 1,75 g → forma FeO junto com 0,5 g de O_2

Fe restante: $2,0 - 1,75 = 0,25$ g

Massa de FeO formada: 2,25 g

Massa total do sistema após a reação:

Fe restante + FeO formada = $0,25 + 2,25 = 2,50$

Portanto, a massa total do sistema **permanece em 2,50 g**, confirmando a **Lei da Conservação das Massas**.



AULA

4

COMO MEDIR O QUE NÃO SE VÊ? ENTENDENDO O MOL

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Proporção nas reações químicas

Relação entre massa molar, quantidade de matéria e número de átomos ou de moléculas

Para elementos



Para substâncias



Relação entre massa molar, quantidade de matéria e número de átomos ou moléculas.

PRODUZIDO PELA SEDUC-SP



Na prática

Atividade 1

Química da sustentabilidade – Calculando para preservar

Uma fábrica de produtos de limpeza deseja reduzir o impacto ambiental do seu processo produtivo. Para isso, precisa calcular com precisão a quantidade de reagentes utilizada na fabricação de um lote de 500 frascos de um detergente ecológico. O objetivo é evitar desperdício, minimizar resíduos e diminuir o consumo de energia no processo.

O técnico responsável pelo setor de controle ambiental da fábrica solicita que você, como estudante consultor, realize os cálculos necessários para otimizar o processo de produção.

Com base nas informações fornecidas sobre os reagentes utilizados, você deverá calcular a quantidade exata necessária para garantir uma produção eficiente e sustentável.

- 1** Calcule a massa molar do principal reagente utilizado no detergente ecológico, o citrato de sódio ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$), utilizando:

Na = 23; C = 12; H = 1; O = 16

$$\text{Na: } 3 \cdot 23 = 69$$

$$\text{C: } 6 \cdot 12 = 72$$

$$\text{H: } 5 \cdot 1 = 5$$

$$\text{O: } 7 \cdot 16 = 112$$

$$\text{Massa molar} = 69 + 72 + 5 + 112 = 258 \text{ g/mol.}$$

- 2** Sabendo que um lote de 500 frascos utiliza 750 g de citrato de sódio, determine quantos mols desse reagente são necessários.

$$1 \text{ mol de } \text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \text{ — } 258 \text{ g}$$

$$x \text{ mol de } \text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \text{ — } 750 \text{ g}$$

$$x = 2,91 \text{ mol } \text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$$

Para um lote de 500 frascos, são necessários 2,91 mol de $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$.



- 3 Calcule quantas moléculas de citrato de sódio estão presentes nessa quantidade de matéria, utilizando a constante de Avogadro.

$$1 \text{ mol de Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \text{ — } 6,02 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}$$

$$2,91 \text{ mol de Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \text{ — } x \text{ moléculas}$$

$$x = 1,75 \cdot 10^{24} \text{ moléculas de Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$$

Atividade 2

Química da sustentabilidade – Calculando para preservar

Uma cooperativa agrícola está adotando práticas sustentáveis para reduzir o consumo de fertilizantes e evitar o excesso de nutrientes no solo, que pode contaminar rios e prejudicar a fauna local.

Para isso, os técnicos precisam calcular com precisão a quantidade de nitrato de potássio (KNO_3) a ser utilizada em uma área experimental da horta comunitária.

Como parte da equipe, você foi convidado a auxiliar nos cálculos, aplicando seus conhecimentos e garantindo que somente a quantidade necessária seja aplicada, evitando desperdício e protegendo o ambiente.

- 1 Para garantir uma adubação precisa e evitar excesso de nutrientes no solo, você precisa descobrir a massa molar do nitrato de potássio (KNO_3).

$$\text{K} = 39 \text{ g/mol}$$

$$\text{N} = 14 \text{ g/mol}$$

$$\text{O} = 16 \text{ g/mol} \rightarrow \text{O}_3 = 3 \cdot 16 = 48 \text{ g/mol}$$

$$\text{Massa molar do KNO}_3 = 39 + 14 + 48 = 101 \text{ g/mol.}$$

- 2 A equipe aplicará 150 g de KNO_3 na plantação. Isso corresponde a quantos mols do fertilizante?

$$1 \text{ mol de KNO}_3 \text{ — } 101 \text{ g}$$

$$x \text{ mol de KNO}_3 \text{ — } 150 \text{ g}$$

$$x = 1,5 \text{ mol de KNO}_3$$



- 3 Estudos ambientais mostram que o excesso de nitratos pode contaminar lençóis freáticos. O limite seguro recomendado é de 0,010 mol de nitrato por metro quadrado de solo por dia.

Se a equipe aplicar o equivalente a 180 g de KNO_3 em uma área de 60 m^2 , a aplicação ultrapassa ou permanece dentro do limite sustentável.

Massas molares — K = 39 g/mol; N = 14 g/mol; O = 16 g/mol.

1 mol de KNO_3 — 101 g

x mol de KNO_3 — 180 g

x = 1,8 mol de KNO_3

Calculando a quantidade aplicada por metro quadrado, temos:

$1,8 \text{ mol de } \text{KNO}_3 / 60 \text{ m}^2 = 0,030 \text{ mol/m}^2 \text{ de } \text{KNO}_3$.

A aplicação **ultrapassa o limite sustentável**, pois a quantidade por metro quadrado é **maior** que a recomendada pelos estudos ambientais.

Atividade 3

(UNICENTRO 2021) A vitamina C, também conhecida como ácido ascórbico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$), é essencial para nossa saúde. Sabendo que um adulto necessita, em média, de 88 mg de vitamina C diariamente, é correto dizer que nessa quantidade de massa há:

Dados: 1 g = 1 000 mg; massa molar vitamina C = 176 g/mol

- a) $5 \cdot 10^{-4}$ mol de ácido ascórbico.
- b) $3 \cdot 10^{23}$ moléculas de ácido ascórbico.
- c) 0,4 mol de hidrogênio.
- d) $1,8 \cdot 10^{-20}$ átomos de carbono.
- e) 58 mg de oxigênio.

A quantidade ingerida foi de **88 mg**.

Como **1 g = 1 000 mg**, fazemos a conversão: $176 \cdot x = 1 \cdot 0,088$

$88 \text{ mg} \div 1 000 = 0,088 \text{ g}$

$x = 0,088 \div 176 = 0,0005 \text{ mol} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol de vitamina C}$

Relacionando as grandezas mol e massa, temos:

1 mol de vitamina C — 176 g

x mol de vitamina C — 0,088 g

Portanto, a quantidade ingerida corresponde a **$5 \cdot 10^{-4}$ mol de ácido ascórbico**.

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Proporção nas reações químicas

A tabela a seguir apresenta definições das fórmulas químicas.

Fórmula	Definição
Molecular	Representação mais simples e aponta apenas quantos átomos de cada elemento químico constituem a molécula. Exemplo: H_2O (água), C_2H_6 (etano), C_2H_4 (eteno), C_2H_2 (etino).
Empírica	Indica a proporção mais simples entre os átomos de cada elemento no composto. Exemplo: Água (H_2O), etano (CH_3), eteno (CH_2), etino (CH).
Eletrônica	Essa fórmula indica os elétrons da camada de valência de cada átomo e a formação dos pares eletrônicos, e os elementos e o número de átomos envolvidos. É conhecida também como Fórmula de Lewis.
Estrutural	Indica as ligações entre os elementos; cada par de elétrons entre os átomos é representado por um traço.

Fórmula	Hidrogênio e Bromo	Cloro e Enxofre	Flúor e Carbono	Hidrogênio, Carbono e Oxigênio
Molecular	HBr	SCl ₂	CF ₄	H ₂ CO ₃
Eletrônica de Lewis				
Estrutural plana	H — Br			
Representações moleculares: fórmula molecular, estrutura de Lewis e estrutura plana.				

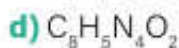
PRODUTO PELA SEDUC-SP

Na prática

Atividade 1

(UEA 2020) A cafeína é um estimulante encontrado em chás e no café.

Em 1 mol de cafeína, há 96 g de carbono, 10 mol de átomos de hidrogênio, 4 mol de átomos de nitrogênio e 32 g de oxigênio. A fórmula molecular da cafeína é:



Primeiro, calcular quantos mols de carbono existem em 96 g:

$$96 \text{ g} — x$$

$$12 \text{ g} — 1 \text{ mol}$$

$$x = 8 \text{ mol de carbono}$$

Agora, o mesmo para descobrir quantos mols há em 32 g de oxigênio:

$$32 \text{ g} — x$$

$$16 \text{ g} — 1 \text{ mol}$$

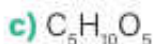
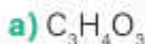
$$x = 2 \text{ mol de oxigênio}$$

Agora, ao juntar todos os dados, pode-se chegar à fórmula molecular $C_8H_{10}N_4O_2$.



Atividade 2

(UEA 2021) A vitamina C é uma substância muito importante para a manutenção da saúde do nosso sistema imunológico. Essa molécula, de massa molar 176 g/mol, é constituída por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio ($C_xH_yO_z$) e sua fórmula mínima é $C_3H_4O_3$. A fórmula molecular da vitamina C é:



A fórmula mínima indica a menor proporção, em números inteiros de mol, dos átomos que constituem certa substância.

No exercício, temos apenas duas alternativas em que os números de átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio correspondem a múltiplos dos átomos da fórmula mínima. Desse modo, basta ver qual das massas corresponde à do enunciado.

$$d) C_6H_8O_6 = (6 \cdot 12) + (8 \cdot 1) + (6 \cdot 16) = 176 \text{ g/mol}$$

$$e) C_9H_{12}O_9 = (9 \cdot 12) + (12 \cdot 1) + (9 \cdot 16) = 264 \text{ g/mol}$$

Atividade 3

(UFRN 2004) Na Antártida, certo cientista brasileiro estuda a ação dos gases do tipo clorofluorcarbono (CFC) sobre a camada de ozônio. Usando um balão-sonda, coletou uma amostra de ar estratosférico, da qual isolou um desses gases. Na análise de composição da substância isolada, detectou 31,4% de flúor (F) e 58,7% de cloro (Cl). A partir desses dados, concluiu que a fórmula mínima do composto é:



31,4% de F e 58,7% de Cl.

Logo, % de C = $100 - (31,4 + 58,7) = 9,9\%$.

Assumindo que a amostra tivesse 100g: F: 31,4 g, 1 mol — 12 g

Cl: 58,7 g e C 9,9 g. x mol — 9,9 g

Transformando as massas em mol:

$$x = 0,8 \text{ mol}$$

F

$$1 \text{ mol} — 19 \text{ g}$$

$$x \text{ mol} — 31,4 \text{ g}$$

$$x = 1,6 \text{ mol}$$

Cl

$$1 \text{ mol} — 35,5 \text{ g}$$

$$x \text{ mol} — 58,7 \text{ g}$$

$$x = 1,6 \text{ mol}$$

Dividindo pelo menor valor obtido, temos:

$$F: 1,6 \div 0,8 = 2$$

$$Cl: 1,6 \div 0,8 = 2$$

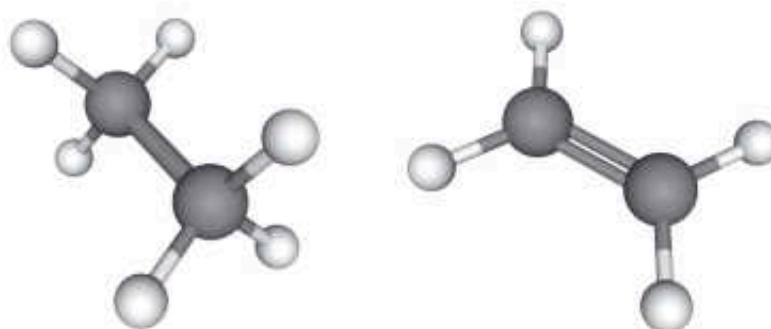
$$C: 0,8 \div 0,8 = 1$$

Portanto, a fórmula mínima do composto é: CF_2Cl_2 .



Atividade 4

(FUVEST 2023 - Adaptada) Uma das formas de se compreender estruturas de moléculas orgânicas é utilizando modelos como os apresentados a seguir para as moléculas de etano e de eteno.



FUVEST, 2023. PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Modelos em esferas e varetas das moléculas de etano e eteno.

- a) Complete, na tabela a seguir, os átomos correspondentes a cada tipo de bolinha do modelo de etano.

Molécula	Bolinha clara	Bolinha escura
etano	hidrogênio	carbono

- b) Determine as fórmulas moleculares do etano e do eteno.

Etano: C_2H_6

Eteno: C_2H_4

- c) O etino (C_2H_2), também conhecido como acetileno, é um composto usado como gás de solda e como matéria-prima para centenas de outros compostos. Usando a notação de Lewis, desenhe a molécula de acetileno.

$H:C\equiv C:H$

AULA

6

AS RELAÇÕES QUANTITATIVAS ENTRE OS REAGENTES E OS PRODUTOS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Proporção nas reações químicas

Cálculos estequiométricos

— Massa-massa —

1

Identifique os dados fornecidos no problema e a substância desejada.

Localize, na equação química, as massas conhecidas e as desconhecidas.

2

Converta a massa dada em quantidade de mols.

Use a fórmula:

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

3

Aplique o fator de conversão mol a mol.

Utilize os coeficientes da equação química balanceada para determinar a proporção entre os mols da substância inicial e os da substância desejada.

4

Converta os mols obtidos na substância desejada em massa.

Use a fórmula inversa:

$$m = n \times MM$$

Em que: n = quantidade de matéria (mol); m = massa (g); MM = massa molar (g/mol)

Princípios fundamentais da química: cálculos estequiométricos e conservação das massas.

PRODUZIDO PELA REQUÊ



A **estequiometria** nos ajuda a planejar reações químicas de forma eficiente e sustentável. Ao seguir os passos de conversão e usar uma equação balanceada, conseguimos prever resultados e otimizar o uso de recursos, reduzindo desperdícios e impactos ambientais.

Na prática

Atividade 1

Estequiometria e a Lei da conservação das massas

- 1** Observando a decomposição de 100 g de óxido de mercúrio (HgO), que produz 93 g de mercúrio metálico (Hg) e 7 g de oxigênio gasoso (O_2), responda o que se pede.

- a)** A Lei da conservação das massas foi obedecida? Justifique sua resposta.

Sim, a Lei da Conservação das Massas foi obedecida. A massa do reagente (HgO) é 100 g, e a soma das massas dos produtos é 93 g de Hg + 7 g de O_2 = 100 g. Como a massa total dos reagentes é igual à massa total dos produtos, a massa se conserva, confirmando a lei.

- b)** Verifique se as massas dos reagentes e dos produtos estão de acordo com a proporção indicada pelos coeficientes da equação balanceada. Explique como essa proporção confirma a estequiometria da reação e a Lei da conservação das massas.

Massas molares: HgO = 216 g/mol, Hg = 200 g/mol e O_2 = 32 g/mol

Cálculo do número de mols

1 mol de HgO — 216 g

x mol de HgO — 100 g

x = 0,46 mol de HgO

1 mol de Hg — 200 g

y mol de Hg — 93 g

y = 0,46 mol de Hg

1 mol de O_2 — 32 g

z mol de O_2 — 7 g

z = 0,22 mol de O_2

Comparando com os coeficientes da equação balanceada, temos:

Dividindo todos os números de mols pelo menor valor (0,22 mol)

HgO : $0,46 \div 0,22 \approx 2$

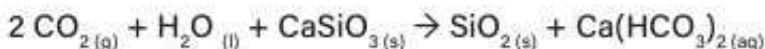
Hg : $0,46 \div 0,22 \approx 2$

O_2 : $0,22 \div 0,22 = 1$

A proporção entre os números de mols de HgO , Hg e O_2 obtida a partir das massas medidas (2 : 2 : 1) coincide exatamente com os coeficientes da equação química balanceada ($2 \text{HgO} \rightarrow 2 \text{Hg} + \text{O}_2$). Isso confirma que os reagentes e produtos se combinam nas quantidades corretas previstas pela estequiometria, respeitando a proporção exata entre as substâncias e demonstrando a validade da Lei da conservação das massas.

Atividade 2

O dióxido de carbono pode ser removido dos gases emitidos por uma usina termelétrica combinando-o com uma emulsão de silicato de cálcio em água:



Calcule a massa de CaSiO_3 necessária para reagir completamente com 0,3 kg de CO_2 .

Dadas as massas molares (g/mol):

$\text{CaSiO}_3 = 116$; $\text{CO}_2 = 44$

Em um cálculo massa a massa, converta a massa fornecida em quantidade de matéria, aplique o fator de conversão mol a mol (baseado na equação química) para obter a quantidade desejada e, por fim, converta a quantidade de matéria em massa desconhecida da substância.

Etapa 1: converta a massa conhecida do CO_2 em mols usando a massa molar

(0,3 kg = 300 g de CO_2)

1 mol — 44 g

x mol — 300 g x = 6,8 mol (CO_2)

Etapa 2: relação molar da reação

2 mol de CO_2 — 1 mol de CaSiO_3

6,8 mol de CO_2 — x mol de CaSiO_3 x = 3,4 mol de CaSiO_3

Etapa 3: cálculo da massa de CaSiO_3

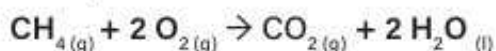
1 mol de CaSiO_3 — 116 g

3,4 mol de CaSiO_3 — x g x = 394,4 g



Atividade 3

(UNISC 2015) O GNV (gás natural veicular) é composto, principalmente, de metano. A reação de combustão do metano pode ser descrita como:



Na combustão de 160 g de metano:

- a) são consumidos 640 L de oxigênio na CNTP.
- b) são formados 36 g de água.
- c) são formados 440 g de CO_2 .
- d) são liberados na atmosfera 44 litros de CO_2 .
- e) a massa total de produtos formados será de 224 g.

Dadas as massas molares (g/mol):

$$\text{CH}_4 = 16;$$

$$\text{CO}_2 = 44;$$

$$\text{H}_2\text{O} = 18$$

Etapa 1: converta a massa do metano em mols usando a massa molar

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol} = 16 \text{ g} \\ x \text{ mol} = 160 \text{ g} \end{array} \quad x = 10 \text{ mol (CH}_4\text{)}$$

Etapa 2: relação molar da reação

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol de CH}_4 = 1 \text{ mol de CO}_2 = 2 \text{ mol H}_2\text{O} \\ 10 \text{ mol de CH}_4 = 10 \text{ mol de CO}_2 = 20 \text{ mol H}_2\text{O} \end{array}$$

Etapa 3: cálculo da massa de H_2O e CO_2

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 20 \cdot 18 = 360 \text{ g}$$

$$m(\text{CO}_2) = 10 \cdot 44 = 440 \text{ g}$$



AULA

7

ESTEQUIOMETRIA DAS REAÇÕES QUÍMICAS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Proporção nas reações químicas

Cálculo estequiométrico

O cálculo estequiométrico é usado na química para prever a quantidade de reagentes e de produtos em uma reação. Ele segue cinco passos:

Escreva a equação química balanceada: garanta que o número de átomos de cada elemento seja igual nos reagentes e nos produtos. Isso assegura que a lei da conservação da matéria está sendo respeitada.

Relacione as proporções em mol: use os coeficientes da equação balanceada para encontrar a proporção (relação molar) entre as substâncias que estão reagindo e as que estão sendo formadas.

Resolva por regra de 3: use as proporções obtidas na equação para calcular o valor final do problema, aplicando a regra de 3, que relaciona as quantidades de reagentes e as de produtos.

1

2

3

4

5

Identifique as substâncias relevantes: determine quais substâncias estão envolvidas no cálculo.

Converta as unidades: transforme os valores fornecidos ou pedidos no problema. Converta, por exemplo, massa em gramas para mol, ou mol para número de moléculas, usando as massas molares ou o número de Avogadro.

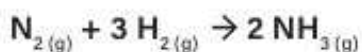
Cálculo estequiométrico.

Na prática

Atividade 1

Estequiometria da Produção de Amônia

A amônia é produzida industrialmente pela reação entre o gás nitrogênio e o gás hidrogênio, conforme a equação química abaixo:



Em um processo de síntese de amônia, foram utilizados **10 mol de gás nitrogênio (N_2)** e uma **quantidade suficiente de hidrogênio**, de modo que todo o nitrogênio reagisse.

a) Determine a quantidade de matéria (em mol) de amônia (NH_3) formada.

A equação indica que **1 mol de N_2 reage com 3 mol de H_2 formando 2 mol de NH_3 .**

Se foram utilizados **10 mol de N_2** , então:



$$x = 20 \text{ mol de } NH_3$$

A quantidade de matéria de amônia formada é **20 mol de NH_3 .**

b) Determine a massa de amônia (em gramas) produzida nesse processo.



$$x = 340 \text{ g}$$

A massa de amônia produzida é **340 g.**

c) Explique, com base na equação química, como os coeficientes estequiométricos permitem prever a quantidade de produto formada.

Os coeficientes estequiométricos indicam as proporções fixas entre reagentes e produtos. Na

síntese da amônia, a equação mostra que **1 mol de nitrogênio reage formando 2 mol de amônia,**

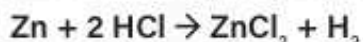
desde que haja hidrogênio suficiente, o que permite prever quantitativamente a quantidade de

produto formado.



Atividade 2

(UFRGS 2012) Um experimento clássico em aulas práticas de Química consiste em mergulhar pastilhas de zinco em solução de ácido clorídrico. Através desse procedimento, pode-se observar a formação de pequenas bolhas, devido à liberação de hidrogênio gasoso, conforme representado na reação ajustada abaixo.



Ao realizar esse experimento, um aluno submeteu 2 g de pastilhas de zinco a um tratamento com ácido clorídrico em excesso.

Com base nesses dados, é correto afirmar que, no experimento realizado pelo aluno, as bolhas formadas liberaram uma quantidade de gás hidrogênio de, aproximadamente:

- a) 0,01 mols **c) 0,03 mols** e) 0,10 mols
b) 0,02 mols d) 0,06 mols

1 mol de Zn — 65,4 g
x mol de Zn — 2 g
x = 0,03 mol de Zn

De acordo com a equação:
1 mol de Zn — 1 mol de H_2
0,03 mol de Zn — x mol de H_2
x = 0,03 mol de H_2

Atividade 3

Combustão da palha de aço e cálculo estequiométrico

Durante o experimento de combustão da palha de aço, o ferro (Fe) reage com o oxigênio (O_2) do ar, formando óxido de ferro (Fe_2O_3).

Sabendo que a massa inicial da palha de aço era de 7,1279 g e que, após a reação, a massa do produto formado foi de 7,5830 g, responda às questões a seguir.

- a) Com base nos dados apresentados, determine a massa de oxigênio que reagiu durante a combustão da palha de aço.

$$\begin{aligned} m(\text{O}_2) &= m_{\text{final}} - m_{\text{inicial}} \\ m(\text{O}_2) &= 7,5830 - 7,1279 = 0,4551 \text{ g} \\ m(\text{O}_2) &= 0,4551 \text{ g} \end{aligned}$$

A massa de oxigênio que reagiu foi 0,4551 g.



- b) Utilizando a massa de oxigênio determinada no item anterior, calcule a quantidade de matéria (em mol) de oxigênio consumido na reação.

A massa molar do oxigênio molecular é: 32 g/mol

1 mol de O_2 — 32 g

x mol de O_2 — 0,4551 g

x $\approx$ 0,014 mol de O_2

A quantidade de matéria de oxigênio consumida foi aproximadamente 0,014 mol.

- c) Explique como os dados experimentais dessa reação permitem compreender a relação entre a quantidade de reagentes e a quantidade de produto formado.

Os dados experimentais mostram que o aumento da massa da palha de aço ocorre devido à incorporação de oxigênio do ar durante a reação química. Isso indica que os reagentes se combinam em proporções definidas, permitindo relacionar quantitativamente a massa e a quantidade de matéria dos reagentes com a quantidade de produto formado.

- d) Explique por que o conhecimento das proporções entre reagentes e produtos é importante para o controle e a eficiência das reações químicas.

O conhecimento das proporções entre reagentes e produtos possibilita prever a quantidade de reagentes e de produtos, otimizar o rendimento das reações e aumentar a eficiência dos processos químicos. Além disso, esse controle contribui para a redução de desperdícios, o uso mais racional de matérias-primas e energia e a diminuição da geração de resíduos, reduzindo impactos ambientais e tornando os processos mais sustentáveis.

AULA

8

REAGENTE EM EXCESSO E REAGENTE LIMITANTE

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Proporção nas reações químicas

Em reações químicas, o reagente limitante é aquele que se consome totalmente, determinando a quantidade máxima de produto formado. Já o reagente em excesso é aquele que sobra após o término da reação.

Para identificar o reagente limitante, proceda como descrito no quadro.

Etapa	O que fazer
1 Identificar massas dadas	Verificar a quantidade inicial de cada reagente.
2 Converter para mols	Transformar as massas em mols usando a fórmula molecular.
3 Analisar proporção	Comparar as quantidades com as exigências da equação balanceada.
4 Reagente limitante	Determinar o reagente que se esgota primeiro.
5 Reagente em excesso	Identificar o reagente que sobra após o término da reação.

Calcular o limitante é essencial para prever a quantidade de produto formado e evitar desperdícios.



Na prática

Atividade 1

Calcule o volume de ácido acético (0,5 mol/L), em ml, necessário para reagir completamente com 8 g de bicarbonato de sódio.

Dado: massa molar do bicarbonato de sódio = 84 g/mol.

Fica a dica:

- converta a massa de bicarbonato para mols;
- use a proporção estequiométrica para calcular a quantidade, em mol, de ácido que reagiu com o bicarbonato;
- transforme a quantidade de ácido (em mol) em volume, utilizando a concentração de 0,5 mol/L.



Relação: 1 mol NaHCO_3 — 1 mol CH_3COOH

A quantidade de bicarbonato de sódio usada foi 8 g:

1 mol — 84 g

x mol — 8 g

x = 0,095 mol de NaHCO_3

Pela relação:

1 mol NaHCO_3 — 1 mol CH_3COOH

0,095 mol NaHCO_3 — 0,095 mol CH_3COOH

De acordo com a concentração de ácido no vinagre:

0,5 mol — 1 000 mL

0,095 mol — V (CH_3COOH) V = 190 mL

Para reagir todo bicarbonato de sódio do experimento, são necessários 190 mL de vinagre.

Atividade 2

Produzindo embalagens

Vocês são gestores de produção em uma indústria de alimentos que utiliza gás carbônico (CO_2) para encher embalagens e conservar produtos.

A indústria utiliza a reação entre bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e vinagre (ácido acético, CH_3COOH) para gerar o gás.

Para que o processo seja eficiente, é fundamental calcular qual reagente é limitante e qual está em excesso.

Cada embalagem precisa de 7 g de NaHCO_3 e a quantidade de vinagre deve ser suficiente para reagir completamente com o bicarbonato.

No estoque, há disponível 200 kg de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e 500 L de vinagre (CH_3COOH) com concentração 0,5 mol/L.

a) Qual reagente será o limitante e qual estará em excesso?

Calcular a quantidade de matéria de NaHCO_3 disponível

1 mol — 84 g

x mol — 200 000 g

x = 2 381 mol de NaHCO_3

Calcular a quantidade de matéria de CH_3COOH disponível

0,5 mol — 1 L

x mol — 500 L (CH_3COOH)

x = 250 mol

Pela relação:

1 mol NaHCO_3 — 1 mol CH_3COOH

Mol de NaHCO_3 disponível = 2 380,95 mol

Mol de CH_3COOH disponível = 250 mol

Como 250 mol < 2380,95 mol, o vinagre (CH_3COOH) é o reagente limitante e o bicarbonato é o reagente em excesso.

b) Levando em conta o reagente limitante, quantas embalagens podem ser produzidas?

Cada embalagem precisa de 7 g de NaHCO_3 , mas, apesar da quantidade disponível de bicarbonato, o número de embalagens será limitado pelo reagente **limitante** (CH_3COOH). Portanto, temos:

1 mol NaHCO_3 — 1 mol CH_3COOH

x mol NaHCO_3 — 250 mol CH_3COOH

x = 250 mol de NaHCO_3

1 mol — 84 g

250 mol — x g

x = 21 000 g

nº de embalagens = 21 000/7 = 300 embalagens



c) Quanto de reagente irá sobrar em estoque para as próximas embalagens?

Massa molar do $\text{NaHCO}_3 = 84 \text{ g/mol}$.

$$m_{\text{NaHCO}_3} = 200\,000 \text{ g} - 21\,000 \text{ g} = 179\,000 \text{ g} = 179 \text{ kg}$$

Atividade 3

(FCMSCSP 2021) O carbeto de alumínio (Al_4C_3) pode ser preparado empregando-se o carbono na forma de grafeno e o alumínio em pó.

A reação ocorre de acordo com a equação:



Em um processo de produção de carbeto de alumínio, foram misturados, em condições adequadas, 9 mol de alumínio e 9 mol de carbono.

O reagente limitante e a quantidade máxima de carbeto de alumínio que pode ser formada nesse processo de produção são:

- a) alumínio e 2,25 mol.
- b) carbono e 3 mol.
- c) carbono e 2,25 mol.
- d) carbono e 6,75 mol.
- e) alumínio e 4 mol.

$4 \text{Al}_{(s)} + 3 \text{C}_{(s)} \rightarrow \text{Al}_4\text{C}_{3(s)}$
4 mol de Al — 3 mol de C
9 mol de Al — 9 mol de C
 $9 \cdot 3 < 9 \cdot 4$: 9 mol de C em excesso
Reagente limitante: alumínio

$4 \text{Al}_{(s)} + 3 \text{C}_{(s)} \rightarrow \text{Al}_4\text{C}_{3(s)}$
4 mol de Al — 1 mol de Al_4C_3
9 mol de Al — $n(\text{Al}_4\text{C}_3)$
 $n = 2,25 \text{ mol}$
Quantidade máxima de carbeto de alumínio: 2,25 mol



AULA

9

REAGENTE EM EXCESSO, REAGENTE LIMITANTE E SUAS APLICAÇÕES

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Proporção nas reações químicas

Efeito do excesso de reagentes

Em uma reação química, os reagentes precisam estar em proporções corretas (estequiométricas) para que todos sejam consumidos completamente. Quando as proporções não são seguidas, sobram reagentes, o que pode gerar desperdícios.

Nas indústrias

- O cálculo correto da proporção entre reagentes evita o desperdício.
- A redução de resíduos contribui para a sustentabilidade e a diminuição dos custos de produção.
- O excesso de reagentes pode gerar resíduos que precisam ser descartados ou reciclados.
- A reciclagem e o descarte adequado minimizam impactos ambientais.



Impactos positivos ao evitar excessos

- Preservação do meio ambiente, com menor geração de resíduos químicos e maior contribuição para a sustentabilidade.



Para as atividades

- Lembre-se de observar a proporção estequiométrica da reação.
- Identifique qual reagente acaba primeiro (limitante) e qual sobra ao final (excesso).
- A quantidade do produto deve ser calculada com base nos dados do reagente limitante.

Efeito do excesso de reagentes nas indústrias e no meio ambiente.

PRODUZIDO PELA SEIUC-9º



Na prática

Atividade 1

Reagentes, produtos e excessos

Nesta atividade, vocês investigarão como a **quantidade inicial de reagentes** influencia a formação de produtos em uma reação química. Para isso, utilizem um **simulador virtual**, analisando diferentes situações em que as proporções entre os reagentes variam.

Fica a dica: ao longo da simulação, observem atentamente:

- qual reagente é consumido primeiro;
- qual reagente permanece ao final da reação;
- como essas variações afetam a quantidade de produto formada.

Procedimentos

- Ao abrir o link da simulação, na tela inicial, selecione a opção "Moléculas".
- Selecione a opção "Prepare água".
- Siga os passos descritos para cada situação e responda às questões propostas.

Situação A

Adicione ao simulador: 2 moléculas de H_2 e 1 molécula de O_2 .

Situação B

Adicione ao simulador: 4 moléculas de H_2 e 1 molécula de O_2 .

Situação C

Adicione ao simulador: 2 moléculas de H_2 e 2 moléculas de O_2 .

1 Em cada situação, qual é a proporção em mol de água (H_2O) formada?

Em todas as situações analisadas, formam-se **2 mol de moléculas de água (H_2O)**, independentemente das quantidades iniciais de reagentes adicionadas.



2 Em cada situação, identifique o que se pede.

a) O reagente limitante.

Situação A: não há reagente limitante, pois o hidrogênio (H_2) e o oxigênio (O_2) estão na proporção correta, e ambos são totalmente consumidos.

Situação B: o oxigênio (O_2) é o reagente limitante, pois se esgota primeiro, interrompendo a reação mesmo com sobra de hidrogênio.

Situação C: o hidrogênio (H_2) é o reagente limitante, uma vez que é consumido totalmente antes do oxigênio, limitando a quantidade de água formada.

b) O reagente em excesso, quando houver.

Situação A: não há reagente em excesso, pois os reagentes foram adicionados na proporção correta e ambos são totalmente consumidos.

Situação B: o hidrogênio (H_2) está em excesso, já que sobra após o término da reação devido à quantidade insuficiente de oxigênio.

Situação C: o oxigênio (O_2) é o reagente em excesso, pois permanece após o consumo total do hidrogênio, que limita a reação.

3 Compare as situações B e C com a situação A. Por que aumentar a quantidade de apenas um reagente não aumenta, necessariamente, a produção de água?

Porque a quantidade de água formada depende da **proporção estequiométrica entre os reagentes**; quando apenas um deles é aumentado, a reação passa a ser limitada pelo reagente que se esgota primeiro, e o excesso do outro não contribui para aumentar a produção.

4 Com base nas três situações, explique: o que determina a quantidade máxima de produto formada em uma reação química?

A quantidade máxima de produto formada em uma reação química é determinada pelo **reagente limitante**, isto é, aquele que se consome primeiro de acordo com a proporção estequiométrica da reação.



- 5 Pensando em um processo industrial, qual seria a vantagem de ajustar corretamente as quantidades dos reagentes antes de iniciar a produção?

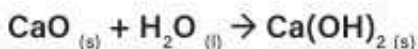
Ajustar corretamente as quantidades dos reagentes permite que a reação ocorra de forma mais eficiente e previsível, garantindo o uso adequado do reagente limitante, evitando a formação de grandes excessos e reduzindo a geração de resíduos. Esse controle melhora o rendimento do processo, diminui custos com matérias-primas e tratamento de resíduos, aumenta a segurança operacional e contribui para a redução dos impactos ambientais da produção industrial.

Atividade 2

Reagente limitante e reagente em excesso na produção da cal

A cal apagada, ou cal hidratada (Ca(OH)_2), é amplamente utilizada na construção civil, no tratamento de água e em diversos processos industriais.

Ela é produzida pela reação entre cal viva (CaO) e água (H_2O), conforme a equação química balanceada:



Em uma indústria, 5 toneladas de cal viva (CaO) são misturadas com 2 toneladas de água (H_2O).

Dadas as massas molares (g/mol): $\text{CaO} = 56$; $\text{H}_2\text{O} = 18$; $\text{Ca(OH)}_2 = 74$

Questões

- 1 Analise as quantidades utilizadas e identifique qual substância atua como reagente limitante e qual está em excesso.

Teoricamente, de acordo com a equação química balanceada, 1 mol de CaO reage com 1 mol de H_2O .

Dadas as massas molares, para verificar qual reagente está em excesso ou em menor quantidade, comparamos as massas disponíveis com a proporção teórica:

56 g de CaO — 18 g de H_2O

5 000 kg de CaO — 2 000 kg de H_2O

Fazendo a comparação proporcional, multiplicamos em cruz:

$$5\,000 \cdot 18 < 2\,000 \cdot 56$$

$$\text{CaO} < \text{H}_2\text{O}$$

A quantidade de CaO é menor do que a necessária para reagir com toda a água disponível. O CaO é o reagente limitante, enquanto a H_2O está em excesso.

- 2 Calcule a massa de cal hidratada (Ca(OH)_2) que será formada nesse processo.

Para calcular a massa do produto, usamos a massa do reagente limitante. Pela equação balanceada, 1 mol do reagente limitante (CaO) produz 1 mol de Ca(OH)_2 .

Dadas as massas molares e as massas disponíveis:

$$\begin{array}{l} 56 \text{ g de CaO} \longrightarrow 74 \text{ g de Ca(OH)}_2 \\ 5\,000 \text{ kg de CaO} \longrightarrow x \text{ kg de Ca(OH)}_2 \end{array}$$

$$x \approx 6\,607 \text{ kg} \approx 6,6 \text{ toneladas de Ca(OH)}_2$$

Portanto, a massa de cal hidratada (Ca(OH)_2) formada será de aproximadamente 6,6 toneladas.

- 3 Mesmo com a sobra de um dos reagentes, explique por que a quantidade de cal hidratada formada não ultrapassa o valor calculado.

A formação de Ca(OH)_2 é limitada pelo CaO , que é o reagente que se esgota primeiro. Mesmo que

haja água em excesso, a reação só ocorre se ambos os reagentes estiverem presentes na proporção

estequiométrica correta. Neste caso, a proporção é de 1:1.

- 4 Determine a quantidade de reagente que permanece sem reagir ao final do processo e indique uma possível destinação industrial para esse excesso.

Sabemos que a água (H_2O) está em excesso. Pelo reagente limitante CaO , temos:

$$56 \text{ g de CaO} \longrightarrow 18 \text{ g de H}_2\text{O}$$

$$5\,000 \text{ kg de CaO} \longrightarrow x \text{ kg de H}_2\text{O}$$

$$x \approx 1\,607 \text{ kg de H}_2\text{O}$$

Para reagir completamente com o CaO , teoricamente, são necessários 1 607 kg de H_2O . Como foram utilizados 2 000 kg, a quantidade de H_2O que não reagiu no processo é de 393 kg.

O excesso de água pode ser reaproveitado em outros processos industriais, como na produção de cal hidratada em lotes subsequentes, ou armazenado para utilização em outros processos.



5 Em processos industriais, por que pode ser vantajoso utilizar um reagente em excesso, mesmo sabendo que parte dele não será consumida na reação?

Em processos industriais, utilizar um reagente em excesso pode ser vantajoso porque **garante que o reagente limitante seja totalmente consumido**, maximizando a produção do produto desejado.

Além disso, o reagente em excesso pode **ser recuperado e reutilizado** em etapas subsequentes, reduzindo o desperdício e os custos.

AULA 10

IMPUREZAS E RENDIMENTO

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Proporção nas reações químicas

Casos particulares

Impurezas

Substâncias misturadas nos reagentes que não participam da reação. A massa que reage é igual à massa da amostra $\times$ p (%).

P (%) = porcentagem de pureza

Estequiometria

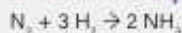
Rendimento

Mede a eficiência da reação

$$R = \frac{\text{Quantidade real}}{\text{Quantidade teórica}} \times 100$$

1º passo

Balancear a equação



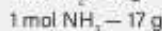
2º passo

Proporção em mol



3º passo

Transformar a quantidade de mols dada



4º passo

Fazer a regra de três



Estequiometria e cálculos de rendimento.

Na prática

Atividade 1

Analisando a proporção de etanol na gasolina

Um posto comercial fornece uma amostra de 50 mL de gasolina. Para verificar a proporção de etanol, foram adicionados 50 mL de água à amostra e, após agitar, a mistura separou-se em duas fases: a fase aquosa, com 65 mL, e a fase de gasolina com o restante do volume.



1 Qual é a proporção de etanol (%) presente nesta gasolina?

Volume de gasolina: 50 mL

x = 30%

Volume de etanol na fase aquosa: 15 mL

A proporção de etanol na gasolina é de 30%.

50 mL (gasolina total) — 100%

15 mL (etanol) — x %

2 Considerando o limite de 25% de etanol, determine se a gasolina está dentro do padrão ou adulterada.

A proporção de etanol encontrada na amostra foi de 30%, enquanto o limite considerado estabelece

25%. Como o valor observado é maior que o padrão, isso indica que a gasolina está adulterada, apre-

sentando excesso de etanol em relação à quantidade regulamentada.

3 Explique como o excesso de etanol pode interferir na combustão do motor e impactar o rendimento energético da gasolina.

Quando a gasolina contém mais etanol do que o recomendado, parte do combustível não participa

da combustão de forma ideal, reduzindo a energia que o motor consegue gerar. Isso significa que

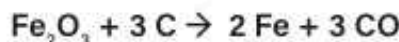
o carro pode consumir mais combustível para percorrer a mesma distância e que, com o tempo,

o motor pode sofrer maior desgaste. O excesso de etanol, portanto, compromete o rendimento da

gasolina e pode trazer prejuízos econômicos e operacionais.

Atividade 2

(UFRGS 2006) Num experimento, 1 000 kg do minério hematita (Fe_2O_3 + impurezas refratárias) foram reduzidos com coque, em temperatura muito elevada, segundo a reação representada a seguir.



Supondo-se que a reação tenha sido completa, a massa de ferro puro obtida foi de 558 kg. Pode-se concluir que a porcentagem de pureza do minério é aproximadamente igual a:

Dados (g/mol) : $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 160$; $\text{Fe} = 56$.

- a) 35% b) 40% c) 55,8% d) 70% **e) 80%**

Pela equação química: 1 mol de Fe_2O_3 produz 2 mol de Fe .

Relação em massa: 160 g de Fe_2O_3 — 112 g de Fe

Sabemos que foram obtidos 558 kg de Fe , pelo rendimento teórico:

160 g de Fe_2O_3 — 112 g de Fe

x de Fe_2O_3 — 558 kg de Fe

x = 797 kg

Pureza (%) = (massa pura ÷ massa total) · 100

Pureza (%) = $(797 \div 1\,000) \cdot 100 = 79,7 \approx 80\%$

Atividade 3

(UFJF 2006) O cromo é um metal empregado na produção do aço inox e no revestimento (cromação) de algumas peças metálicas. Esse metal é produzido por meio da reação a seguir:



Partindo-se de 15,2 gramas de Cr_2O_3 e admitindo-se que este processo tem um rendimento de 75%, a massa produzida de cromo é igual a:

Dados (g/mol) : $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 152$; $\text{Cr} = 52$

- a) 11,8 g b) 10,4 g c) 13,8 g d) 15,2 g **e) 7,8 g**

Pela equação balanceada: 1 mol de Cr_2O_3 produz 2 mol de Cr

Em massa: 152 g de Cr_2O_3 → 104 g de Cr

152 g de Cr_2O_3 — 104 g de Cr

15,2 g de Cr_2O_3 — x g de Cr

x = 10,4 g de Cr (teórico)

Rendimento (%) = (Rendimento real ÷ Rendimento teórico) · 100

$75 = (x \div 10,4) \cdot 100$

x = 7,8 g



CALCULANDO O RENDIMENTO DE REAÇÕES QUÍMICAS COM IMPUREZAS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Proporção nas reações químicas

Cálculo do rendimento de reações químicas com impurezas

Ao calcular o rendimento de uma reação química, é importante considerar que impurezas nos reagentes ou condições não ideais podem diminuir o rendimento, que se torna inferior a 100%.

Passo 1

Cálculo teórico: comece determinando a quantidade de reagentes e de produtos, com base na equação balanceada da reação. Esse cálculo assume um rendimento ideal de 100%.

Passo 2

Ajuste dos reagentes: para compensar as perdas causadas por impurezas, será necessário utilizar uma quantidade maior de reagente do que o valor teórico calculado.

Passo 3

Cálculo do rendimento real: a quantidade real de produto obtido será menor do que o valor previsto no cálculo teórico. Para determinar o rendimento, use a fórmula:

$$R = \frac{\text{quantidade real}}{\text{quantidade teórica}} \times 100$$

As perdas devido a impurezas ou ineficiências do processo afetam tanto a quantidade necessária de reagentes como a quantidade final de produtos obtidos.



Processos e cálculos em reações químicas.

Na prática

Espera-se que os estudantes utilizem os conhecimentos sobre rendimento das reações químicas para analisar processos industriais reais, compreendendo a importância do controle das reações, da redução de impurezas e da eficiência produtiva, relacionando aspectos econômicos, ambientais e de qualidade do produto final.

Atividade 1

Investigando o rendimento de reações químicas

Formem grupos de três a cinco estudantes. Escolham um produto industrial que dependa de reações químicas com alto rendimento, como combustíveis, medicamentos, plásticos ou fertilizantes.

Conversem sobre o produto escolhido e discutam sobre as questões a seguir.

1 Por que o alto rendimento é importante na produção desse produto?

Espera-se que os estudantes reconheçam que o alto rendimento significa a obtenção da maior quantidade possível de produto desejado a partir dos reagentes, o que reduz desperdícios de matéria-prima, diminui custos de produção e torna o processo mais eficiente. Dependendo do produto escolhido, podem destacar que, nos combustíveis, o alto rendimento está ligado ao melhor aproveitamento energético; nos medicamentos, à produção eficiente do princípio ativo, garantindo qualidade e segurança; e, nos fertilizantes, ao aumento da quantidade de produto útil para a agricultura, com menor impacto ambiental.

2 Que fatores podem reduzir o rendimento dessa reação?

Espera-se que os estudantes identifiquem fatores que interferem negativamente no rendimento das reações químicas, como a presença de impurezas nos reagentes, que podem gerar subprodutos indesejados, condições inadequadas de temperatura e pressão, que comprometem a eficiência da reação, e a ocorrência de reações secundárias, que desviam os reagentes do produto principal. Também podem mencionar perdas de material ao longo de etapas de separação e purificação, como filtração, destilação ou transporte do produto.

3 Como seria possível minimizar impurezas e aumentar a eficiência da produção?

Cada grupo apresentará suas ideias para a turma (2 a 3 minutos por grupo).

Espera-se que os estudantes apontem estratégias para otimizar os processos químicos industriais, como a purificação dos reagentes antes da reação, o controle rigoroso das condições reacionais (temperatura, pressão e concentração) e o uso de tecnologias que favoreçam reações mais seletivas. Além disso, podem mencionar a recuperação e o reaproveitamento de subprodutos e resíduos, destacando que essas medidas contribuem para o aumento do rendimento, da eficiência produtiva e da sustentabilidade do processo industrial.



[illegible]

100

$x = 0,29$ g de ácido salicílico

[返回首页](#) [联系我们](#) [网站地图](#) [关于我们](#) [公司简介](#) [企业文化](#) [产品目录](#) [新闻中心](#) [售后服务](#)

Dados:

$$M(\text{SiO}_2) = 60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = 122 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Considerando que o rendimento desse processo foi de 70%, a massa, em kg, de Na_2SiO_3 formada a partir de 9 kg de sílica foi de aproximadamente:

- a) 10,4 **b) 12,8** c) 14,6 d) 17,2 e) 18,3

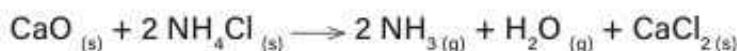
A proporção estequiométrica da reação mostra que 60 g de SiO_2 produzem 122 g de Na_2SiO_3 .
Aplicando uma regra de três para 9 kg de SiO_2 :

$$\begin{array}{l} 60 \text{ g de SiO}_2 \text{ ————— } 122 \text{ g de Na}_2\text{SiO}_3 \\ 9 \text{ g de SiO}_2 \text{ ————— } x \text{ Kg de Na}_2\text{SiO}_3 \\ x = 18,3 \text{ kg de Na}_2\text{SiO}_3 \end{array}$$

Como o rendimento da reação é de 70%, temos:
 $m_{\text{real}} = 18,3 \text{ kg} \cdot 0,70 = 12,8 \text{ kg}$

Atividade 4

(UNIRIO 2006) Soluções de amônia são utilizadas com frequência em produtos de limpeza doméstica. A amônia pode ser preparada por inúmeras formas. Dentre elas:



Partindo-se de 224 g de $\text{CaO}_{(s)}$, obtiveram-se 102 g de NH_3 . O rendimento percentual da reação foi de:

(Dadas as massas molares em g/mol: H = 1; N = 14; O = 16, Cl = 35,5; Ca = 40).

- a) 100 b) 90 c) 80 **d) 75** e) 70

Pela equação química, temos que 1 mol de CaO produz 2 mol de NH_3 . De acordo com as massas molares:

$$1 \text{ mol de CaO: } 40 + 16 = 56 \text{ g}$$

$$2 \text{ mols de NH}_3: 2 \cdot (14 + 3 \cdot 1) = 34 \text{ g}$$

Pela proporção estequiométrica:

$$56 \text{ g de CaO ————— } 34 \text{ g de NH}_3$$

$$224 \text{ g de CaO ————— } x \text{ g de NH}_3$$

$$x = 136 \text{ g de NH}_3 \text{ (massa teórica)}$$

$$\text{Rendimento}(\%) = \frac{\text{massa ou quantidade real do produto}}{\text{massa ou quantidade teórica do produto}} \cdot 100$$

$$\text{Rendimento}(\%) = \frac{102 \cdot 100}{136} = 75\%$$



Na prática

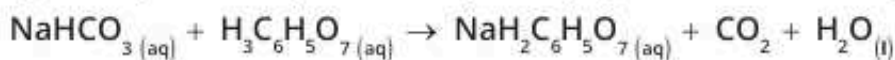
Extra: Caderno de Exercícios – Proporção nas reações químicas

Atividade 1

Experimento: cálculo de teor de bicarbonato de sódio em comprimidos efervescentes

Os comprimidos efervescentes reagem com água liberando gás carbônico (CO_2), resultado da reação entre o bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e um ácido presente em sua composição, geralmente o ácido cítrico ($\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$).

Essa reação química pode ser representada pela equação balanceada a seguir:



Com base na equação química balanceada e nos dados experimentais, determine a massa de bicarbonato de sódio no comprimido efervescente e responda às questões propostas.

Materiais necessários

- Comprimido efervescente contendo bicarbonato de sódio (sem carbonato de sódio).
- Béquero ou copo descartável.
- Balança digital.
- Água.
- Bastão de vidro ou colher descartável.
- Luvas e óculos de proteção.

Procedimentos

- Encha o béquer ou copo com água até um pouco mais da metade.
- Pese o recipiente com água e o comprimido dentro do envelope.
- Anote essa massa como **massa inicial (m_i)**.
- Coloque o comprimido na água e mexa levemente.
- Observe a efervescência até que **não haja mais bolhas**.
- Pese novamente o recipiente com água e o envelope vazio.
- Anote essa massa como **massa final (m_f)**.

- 1 Determine a massa de bicarbonato de sódio presente no comprimido efervescente e então compare esse valor com a informação indicada no rótulo do produto.

Primeiramente, calcula-se a massa de dióxido de carbono liberado durante a reação por meio da diferença entre a massa inicial e a massa final do sistema:

Cálculo da massa de CO_2 liberado

$$m_{\text{CO}_2} = m_i - m_f$$

Em que:

m_i = massa inicial (recipiente com água + comprimido no envelope)

m_f = massa final (recipiente com água + envelope vazio)

Em seguida, utiliza-se a relação entre as massas molares para determinar a massa de bicarbonato de sódio presente no comprimido.

De acordo com a equação química balanceada, a proporção estequiométrica entre o NaHCO_3 e o CO_2   de 1:1.

Assim, considerando as massas molares, 84 g de NaHCO_3 produzem 44 g de CO_2 .

$$\begin{aligned} & \left| \begin{array}{l} 84 \text{ g} - 44 \text{ g} \\ m_{\text{NaHCO}_3} - m_{\text{CO}_2} \end{array} \right. \\ & m_{\text{NaHCO}_3} = \frac{m_{\text{CO}_2} \cdot 84}{44} \end{aligned}$$



- 2** Para garantir que todo o bicarbonato de sódio reaja, é necessário que outro reagente esteja em excesso. Qual é esse reagente na experiência realizada?

O reagente em excesso é o ácido presente no comprimido efervescente, pois sua função é garantir que todo o bicarbonato de sódio reaja completamente, possibilitando que sua quantidade seja determinada a partir do CO_2 liberado. No caso da equação química apresentada no enunciado, esse ácido é o ácido cítrico ($\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$), enquanto o bicarbonato de sódio atua como reagente limitante.

- 3** Com base nos dados obtidos, qual foi o rendimento real da reação?

O rendimento real da reação é calculado comparando-se a massa de bicarbonato de sódio obtida experimentalmente com a massa teórica indicada no rótulo do comprimido, utilizando a expressão:

$$R = \frac{\text{quantidade real}}{\text{quantidade teórica}} \cdot 100$$

Esse cálculo permite avaliar a eficiência do processo experimental.

- 4** Como possíveis perdas de material durante o experimento podem ter influenciado os resultados obtidos?

Perdas de material durante o experimento, como pequenos fragmentos do comprimido que se soltam ou resíduos que ficam aderidos ao recipiente, podem diminuir a massa medida do comprimido após a reação. Isso faz com que o teor de bicarbonato calculado fique menor do que o real, resultando em um rendimento aparente inferior ao esperado.

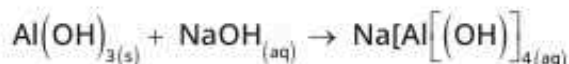
- 5** Por que é importante que o comprimido utilizado não contenha carbonato de sódio (Na_2CO_3)?

O carbonato de sódio (Na_2CO_3) também reage com o ácido cítrico, liberando dióxido de carbono. Se estivesse presente no comprimido, parte do CO_2 liberado não teria origem no bicarbonato de sódio, comprometendo os cálculos e levando a resultados incorretos na determinação da massa de NaHCO_3 .

Atividade 2

Investigando o processo Bayer

No processo Bayer, os hidróxidos de alumínio presentes na bauxita, como $\text{Al}(\text{OH})_3$, reagem com hidróxido de sódio NaOH , sob alta temperatura e pressão, formando aluminato de sódio solúvel.



Esse composto é posteriormente transformado em hidróxido de alumínio, que, após aquecimento, origina a alumina (Al_2O_3).

Cenário fictício

Durante o processamento da bauxita em uma refinaria de alumínio, foi identificado um problema em um dos lotes produzidos: a quantidade de produto obtida foi menor do que a esperada e houve excesso de hidróxido de sódio ao final do processo.

Diante disso, vocês foram chamados para **analisar a situação, identificar onde ocorreram os erros e propor soluções para tornar o processo mais eficiente e sustentável.**

Para a análise do lote, a refinaria forneceu os seguintes dados:

- massa de bauxita processada: **10,0 t**;
- massa de hidróxido de sódio (NaOH) utilizada: **5,1 t**;
- massa de aluminato de sódio formada ($\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$): **7,6 t**;
- **massas molares:** $\text{Al}(\text{OH})_3 = 78 \text{ g/mol}$, $\text{NaOH} = 40 \text{ g/mol}$, $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] = 118 \text{ g/mol}$.

- 1 A partir dos dados fornecidos, o que pode explicar a formação de uma quantidade menor de aluminato de sódio e o excesso de NaOH ao final do processo?

Uma possível causa é a quantidade de hidróxido de alumínio na bauxita não ter sido considerada corretamente antes de adicionar o NaOH . Como o lote de bauxita pode não ser totalmente puro, é possível que tenha sido usado mais NaOH do que o necessário, resultando em reagente em excesso e produto abaixo do esperado. Essa hipótese destaca a importância de conhecer a pureza da bauxita antes de planejar a reação.



- 2 Usando a massa do aluminato de sódio formado e a relação estequiométrica da reação, determine o teor de hidróxido de alumínio presente na bauxita processada.

Considerando equação química a seguir, 1 mol de $\text{Al}(\text{OH})_3$ (78 g) produz 1 mol de $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_2]$ (118 g).



Como se formaram 7,6 t de $[\text{Al}(\text{OH})_2]$, temos:

$$\begin{cases} 78 \text{ g de } \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow 118 \text{ g de } \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_2] \\ x \text{ t de } \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow 7,6 \text{ t de } \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_2] \end{cases}$$

$$x = 5,1 \text{ t de } \text{Al}(\text{OH})_3$$

$$m_{\text{Al}(\text{OH})_3} = \frac{5,1 \text{ t} \cdot 100}{10 \text{ t}} \approx 51\%$$

- 3 Considerando a pureza encontrada, qual seria a massa de NaOH mais próxima da quantidade necessária para reagir com todo o hidróxido de alumínio presente, evitando excesso?

Pela equação química a seguir, 1 mol de $\text{Al}(\text{OH})_3$ (78 g) reage com 1 mol de NaOH (40 g).



Como a massa de $\text{Al}(\text{OH})_3$ presente na bauxita é de 5,1 t, temos:

$$78 \text{ g de } \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow 40 \text{ g de NaOH}$$

$$5,1 \text{ t de } \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow x \text{ t de NaOH}$$

$$x \approx 2,6 \text{ t de NaOH}$$

Para reagir com todo o $\text{Al}(\text{OH})_3$ presente na bauxita, portanto, seria necessário aproximadamente 2,6 t de NaOH, evitando desperdício.

- 4 Quais são os impactos econômicos e ambientais do uso de NaOH acima do necessário e que medidas químicas ou operacionais poderiam reduzir esse desperdício?

O uso de NaOH acima do necessário resulta em desperdício de reagente, aumentando os custos da produção, pois parte do material não reage e precisa ser repostado. Ambientalmente, o excesso de NaOH pode gerar efluentes químicos e resíduos sólidos que exigem tratamento antes do descarte, elevando o impacto sobre rios, solos e ecossistemas. Além disso, o processo pode consumir mais energia e recursos naturais do que o necessário.

Para corrigir o problema, é necessário ajustar a quantidade de NaOH de acordo com a pureza da bauxita, monitorar a qualidade do insumo, reaproveitar o reagente em excesso sempre que possível e otimizar as condições de operação do processo para reduzir perdas e impactos, tornando-o mais eficiente e sustentável.



CADERNO DE EXERCÍCIOS

Física



Potência

Aula 1

- 1** (PROVÃO PAULISTA 1 2024) Certo carro elétrico vendido no Brasil tem, segundo o fabricante, motor de 75 CV. Com massa de 1 200 kg, esse carro consegue variar a velocidade de 0 a 108 km/h em 15 s.
- Admitindo $1 \text{ CV} = 750 \text{ watts}$ e $108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$, o valor absoluto da diferença entre a potência pro-

metida pelo fabricante e a potência desenvolvida no teste de aceleração é de, aproximadamente:

- a)** 20 000 W
 - b)** 40 000 W
 - c)** 60 000 W
 - d)** 10 000 W
 - e)** 6 000 W
- O valor absoluto da diferença entre a potência prometida pelo fabricante e a potência desenvolvida no teste de aceleração é de aproximadamente 20 000 W.
- Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Quantidade de movimento e impulso

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Aula 2

- 1** (UFMS 2023) O *airbag* e o cinto de segurança são itens de segurança presentes em todos os carros novos fabricados no Brasil. Considere a situação em que um carro, inicialmente a 72 km/h, dirigido por um motorista de massa $m = 100 \text{ kg}$, para, devido a uma colisão frontal. No momento da colisão, o *airbag* foi acionado, e o tempo de contato, Δt , entre o corpo do motorista e a bolsa do *airbag* até que a velocidade fosse reduzida a zero foi de 0,4 s.
- Nessas condições, determine os módulos do impulso, I , e da força resultante, F_R , sobre o motorista.

O módulo do impulso é $I = 2\,000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ e o módulo da força resultante sobre o motorista é $F_R = 5\,000 \text{ N}$.

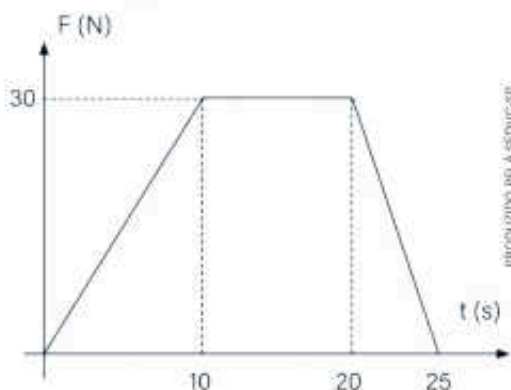
- a)** $I = 7\,200 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; $F_R = 18\,000 \text{ N}$
- b)** $I = 1\,000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; $F_R = 2\,500 \text{ N}$
- c)** $I = 2\,500 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; $F_R = 6\,250 \text{ N}$
- d)** $I = 2\,000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; $F_R = 5\,000 \text{ N}$
- e)** $I = 1\,500 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; $F_R = 3\,750 \text{ N}$

Aula 3

- 2** (PUC-SP 2005) O gráfico representa a força resultante sobre um carrinho de supermercado de massa total 40 kg, inicialmente em repouso. A intensidade da força constante que produz o mesmo impulso que a força representada no gráfico durante o



intervalo de tempo de 0 a 25 s é, em newtons, igual a:



- a) 1,2
b) 12
c) 15
d) 20
e) 21
- A intensidade da força constante que produz o mesmo impulso que a força representada no gráfico durante o intervalo de tempo de 0 a 25 s é 21 N.
Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Aula 4

- 3** (UNICAMP 2016) Tempestades solares são causadas por um fluxo intenso de partículas de altas energias ejetadas pelo Sol durante erupções solares. Esses jatos de partículas podem transportar bilhões de toneladas de gás eletrizado em altas velocidades, que podem trazer riscos de danos aos satélites em torno da Terra.

Considere que, em uma erupção solar em particular, um conjunto de partículas de massa total $m_p = 5$ kg, deslocando-se com velocidade de módulo $v_p = 2 \cdot 10^5$ m/s, choca-se com um satélite de massa $M_s = 95$ kg que se desloca com velocidade de módulo igual a $V_s = 4 \cdot 10^3$ m/s na

mesma direção e em sentido contrário ao das partículas. Se a massa de partículas adere ao satélite após a colisão, o módulo da velocidade final do conjunto será de:

- a) 102 000 m/s
b) 14 000 m/s
c) 6 200 m/s
d) 3 900 m/s

O módulo da velocidade final do conjunto será de 6 200 m/s.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Aula 5

- 4** (PUCRJ 2021) Em uma mesa horizontal sem atrito, a chapinha A encontra-se inicialmente em repouso, estando presa a um fio ideal que está fixo na mesa em seu outro extremo. A chapinha B, com o dobro da massa de A, vem em sua direção com uma velocidade escalar de 2,0 m/s, como mostrado na Figura.



Após uma colisão frontal, observa-se que a chapinha A passa a girar com uma velocidade escalar de 3,0 m/s. Qual é a velocidade da chapinha B após a colisão, em m/s?

- a) 0
b) 0,5
c) 1,0
d) 1,5

A velocidade da chapinha B após a colisão é 0,5 m/s. Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Colisões

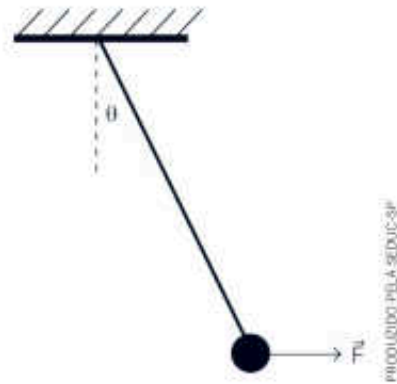
Aula 6

- 1** (UPF 2023) Um carro de massa 2 000 kg colidiu com outro de massa 1 500 kg que estava parado no semáforo. Considerando que após o choque os dois carros andaram juntos com uma velocidade de 20 km/h, podemos considerar que, dentre as velocidades apresentadas a seguir, a mais próxima de ser a do carro que provocou o acidente no exato momento da colisão, corresponde, em km/h, a:

- a)** 35 *A velocidade mais próxima de ser a do carro que provocou o acidente no exato momento da colisão, corresponde 35 km/h.*
- b)** 15
- c)** 45 *Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.*
- d)** 20
- e)** 100

Aula 7

- 2** (UNIOESTE 2023 - Adaptada) A figura a seguir mostra uma esfera de chumbo de peso 1 N pendurada por um barbante que faz um ângulo θ com a vertical quando uma força horizontal de 2 N é aplicada à esfera. Sabendo que a esfera se mantém em equilíbrio estático, assinale a alternativa que mostra CORRETAMENTE o valor da tração no barbante.

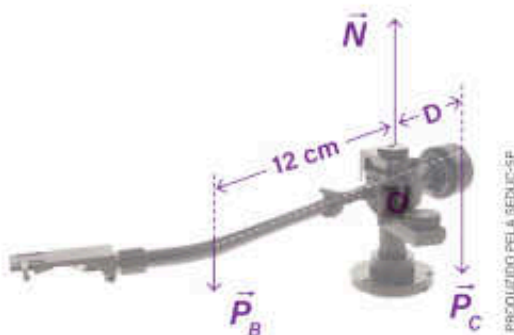


- a)** $2/\sqrt{5}$ N *O valor da tração no barbante é $\sqrt{5}$ N.*
- b)** $2\sqrt{5}$ N *Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.*
- c)** $\sqrt{5}$ N
- d)** 1 N
- e)** Nenhuma das respostas acima

Aula 8

- 3** (UNICAMP 2021) A figura a seguir mostra o braço de um toca-discos de vinil. Nela são indicadas, nos seus respectivos pontos de atuação, as seguintes forças: peso do braço ($\vec{P}_B$), peso do contrapeso ($\vec{P}_C$) e força normal aplicada pelo suporte do braço ($\vec{N}$). Para que o braço fique em equilíbrio, é necessário que a soma dos torques seja igual a zero. No caso do braço da figura, o módulo do torque de cada força em relação ao ponto O (suporte do braço) é igual ao produto do módulo da força pela

distância do ponto de aplicação da força até O. Adote torque positivo para forças que tendem a acelerar o braço no sentido horário e torque negativo para o sentido anti-horário. Sendo $|\vec{P}_C| = 1,5 \text{ N}$, $|\vec{P}_B| = 0,3 \text{ N}$ e $|\vec{N}| = 1,8 \text{ N}$, qual deve ser a distância D do contrapeso ao ponto O para que o braço fique em equilíbrio?



- a) 2 cm
- b) 2,4 cm**
- c) 3,6 cm
- d) 6 cm

A distância D do contrapeso ao ponto O para que o braço fique em equilíbrio é 2,4 cm. Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Hidrostatica

Aula 9

- 1** (UFSM 2025) A obtenção de energia a partir da combustão do carvão e do petróleo resulta na emissão de gases que contribuem para o aquecimento global. Para reduzir essas emissões, o uso de fontes renováveis de energia tem crescido nas últimas décadas. Entretanto, nenhuma delas é isenta de impactos ambientais. Uma usina hidrelétrica, por exemplo, pode causar alterações locais no clima, na flora e na fauna, além de atividades sísmicas geradas pela pressão da água sobre o substrato rochoso do reservatório. No caso da usina de Itaipu, a profundidade do reservatório tem, em média, cerca de 20 m, embora, em certos locais, possa chegar a 170 m. A área ao redor do reservatório é monitorada, mas nenhum abalo sísmico foi detectado

até agora. Dado que $1 \text{ atm} \approx 10^5 \text{ N/m}^2$, a pressão sobre o leito do reservatório devida apenas ao peso da água nas regiões de maior profundidade é (em atm) de aproximadamente:

- a) 2
- b) 15
- c) 17**
- d) 20
- e) 170

A pressão sobre o leito do reservatório devida apenas ao peso da água nas regiões de maior profundidade é de aproximadamente 17 atm. Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Aula 10

- 2** (PUCMG 2015) A pressão atmosférica a nível do mar consegue equilibrar uma coluna de mercúrio com 76 cm de altura. A essa pressão denomina-se 1 atm, que é equivalente a $1,0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Considerando-se que a densidade da

água seja de $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ e a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$, a altura da coluna de água equivalente à pressão de $1,0 \text{ atm}$ é aproximadamente de:

- ☒ a) 10 m A altura da coluna de água equivalente à pressão de $1,0 \text{ atm}$ é aproximadamente de 10 m.
- ☐ b) 76 m
- ☐ c) 7,6 m Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.
- ☐ d) 760 m

Aula 11

- 3** (UFSM 2012) Um certo medicamento, tratado como fluido ideal, precisa ser injetado em um paciente, empregando-se, para tanto, uma seringa.

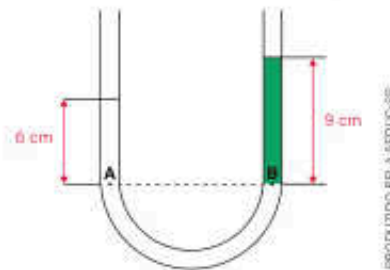


Considere que a área do êmbolo seja 400 vezes maior que a área da abertura da agulha e despreze qualquer forma de atrito. Um acréscimo de pressão igual a Δp sobre o êmbolo corresponde a qual acréscimo na pressão do medicamento na abertura da agulha?

- ☒ a) Δp Um acréscimo de pressão igual a Δp sobre o êmbolo corresponde a um acréscimo também igual a Δp na pressão do medicamento na abertura da agulha.
- ☐ b) $200\Delta p$
- ☐ c) $\Delta p/200$
- ☐ d) $400\Delta p$
- ☐ e) $400/\Delta p$ Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Aula 12

- 4** (UFRGS 2019) Em um tubo transparente em forma de U contendo água, verteu-se, em uma de suas extremidades, uma dada quantidade de um líquido não miscível em água. Considere a densidade da água igual a 1 g/cm^3 . A figura mostra a forma como ficaram distribuídos a água e o líquido (em verde) após o equilíbrio. Qual é, aproximadamente, o valor da densidade do líquido, em g/cm^3 ?



- ☐ a) 1,5 O valor da densidade do líquido é aproximadamente $0,7 \text{ g/cm}^3$.
- ☐ b) 1,0
- ☐ c) 0,9 Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.
- ☒ d) 0,7
- ☐ e) 0,5

CADERNO DE EXERCÍCIOS

Biologia



Ciclos biogeoquímicos

Aula 1

1. No ciclo do carbono, a queima de combustíveis fósseis é uma das fontes de retorno do carbono para sua forma inorgânica

1 (ENEM 2009) O ciclo biogeoquímico do carbono compreende diversos compartimentos, entre os quais a Terra, a atmosfera e os oceanos, e diversos processos que permitem a transferência de compostos entre esses reservatórios. Os estoques de carbono armazenados na forma de recursos não renováveis, por exemplo, o petróleo, são limitados, sendo de grande relevância que se perceba a importância da substituição de combustíveis fósseis por combustíveis de fontes renováveis.

A utilização de combustíveis fósseis interfere no ciclo do carbono, pois provoca:

- a) aumento da porcentagem de carbono contido na Terra.
- b) redução na taxa de fotossíntese dos vegetais superiores.
- c) aumento da produção de carboidratos de origem vegetal.
- d) aumento na quantidade de carbono presente na atmosfera.**
- e) redução da quantidade global de carbono armazenado nos oceanos.

por meio do gás carbônico. Dessa maneira, com a queima desse tipo de combustível, haverá aumento da quantidade de carbono na atmosfera, um dos reservatórios desse elemento na natureza.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

2. Considerando a descrição feita no texto, as folhas das árvores caem no chão e servem de alimento e abrigo para outros seres vivos. Isso significa que essas folhas ainda contêm carbono orgânico nelas,

2 (ENEM 2010) principalmente na forma de carboidratos e proteínas,

O voo das folhas **substâncias formadas por carbono, fazendo, assim, parte do ciclo desse elemento.**

Com o vento **Veja no CMSP o passo a passo da resolução**

as folhas se movimentam. **do item.**

E quando caem no chão ficam paradas em silêncio.

Assim se forma o *ngaura*. O *ngaura* cobre o chão da floresta, enriquece a terra e alimenta as árvores.]

As folhas velhas morrem para ajudar o crescimento das folhas novas.]

Dentro do *ngaura* vivem aranhas, formigas, escorpiões, centopeias, minhocas, cogumelos

e vários tipos de outros seres muito pequenos.]

As folhas também caem nos lagos, nos igarapés e igapós.

A natureza segundo os Ticunas/Livro das Árvores. Organização Geral dos Professores Bilíngues Ticunas, 2000.

Na visão dos índios ticunas, a descrição sobre o *ngaura* permite classificá-lo como um produto diretamente relacionado ao ciclo:

- a) da água.
- b) do oxigênio.
- c) do fósforo.
- d) do carbono.**
- e) do nitrogênio.

3. Os animais adquirem nitrogênio pela ingestão de plantas (consumidores primários) ou pela ingestão

Aula 2 desses consumidores primários ou, resumidamente, por meio das cadeias tróficas.

3 (ENEM 2015)

O nitrogênio é essencial para a vida e o maior reservatório global desse elemento, na forma de N_2 , é a atmosfera. Os principais responsáveis por sua incorporação na matéria orgânica são microrganismos fixadores de N_2 , que ocorrem de forma livre ou simbiotes com plantas.

ADUAN, R. E. et al. **Os grandes ciclos biogeoquímicos do planeta**. Planaltina: Embrapa, 2004. Adaptado.

Animais garantem suas necessidades metabólicas desse elemento pela:

- a) absorção do gás nitrogênio pela respiração.
- b) ingestão de moléculas de carboidratos vegetais.
- c) incorporação de nitritos dissolvidos na água consumida.
- d) transferência da matéria orgânica pelas cadeias tróficas.**
- e) protozooperação com microrganismos fixadores de nitrogênio.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Interferência humana nos ciclos biogeoquímicos

Aula 3

1. A escolha da soja, amendoim e feijão, além de enriquecer o solo, gera produtos que podem ser comercializados.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

1 (ENEM 2010)

De 15% a 20% da área de um canavial precisa ser renovada anualmente. Entre o período de corte e o de plantação de novas canas, os produtores estão optando por plantar leguminosas, pois elas fixam nitrogênio no solo, um adubo natural para a cana. Essa opção de rotação é agronomicamente favorável, de forma que municípios canavieiros são hoje grandes produtores de soja, amendoim e feijão.

As encruzilhadas da fome. **Planeta**. São Paulo, ano 36, n.º 430, jul. 2008. Adaptado

A rotação de culturas citada no texto pode beneficiar economicamente os produtores de cana porque:

- a) a decomposição da cobertura morta dessas culturas resulta em economia na aquisição de adubos industrializados.
- b) o plantio de cana-de-açúcar propicia um solo mais adequado para o cultivo posterior da soja, do amendoim e do feijão.
- c) as leguminosas absorvem do solo elementos químicos diferentes dos absorvidos pela cana, restabelecendo o equilíbrio do solo.
- d) a queima dos restos de vegetais do cultivo da cana-de-açúcar transforma-se em cinzas, sendo reincorporado ao solo, o que gera economia na aquisição de adubo.**



- e)** a soja, o amendoim e o feijão, além de possibilitarem a incorporação ao solo de determinadas moléculas disponíveis na atmosfera, são grãos comercializados no mercado produtivo.

2. O comportamento se deve à restrição de oxigênio,

Aula 4 uma vez que as algas proliferadas consomem o gás em sua respiração celular e não o repõem devido à pouca quantidade de luz que penetra na coluna de água, dificultando ou mesmo impossibilitando a fotossíntese.

2 (ENEM 2023)



Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item. Observam-se, na figura, peixes nadando na superfície de um lago em estágio muito avançado de eutrofização. Esse fenômeno pode ser causado pelo aporte externo de nutrientes na água, principalmente

em razão da ação antrópica. Os corpos-d'água adquirem uma coloração turva, o que bloqueia a penetração de luz e impede a fotossíntese. O problema se agrava quando as algas começam a morrer e uma grande quantidade de nutrientes provenientes delas ficam disponíveis aos decompositores, que proliferam.

O comportamento do animal no ambiente mencionado se deve ao(à):

- a)** a proliferação de microrganismos patogênicos, o que promove sua fuga para a superfície.
- b)** aumento da quantidade de nutrientes, o que facilita a sua alimentação.
- c)** elevação da densidade da água, o que dificulta o deslocamento vertical.
- d)** restrição de oxigênio, o que os obriga a buscar o gás na interface.
- e)** redução da luminosidade, o que os impede de enxergar.

Ações mitigatórias da interferência humana nos ciclos biogeoquímicos

Aula 5

1. Esse processo está dividido em etapas, no qual as espécies são substituídas no decorrer do tempo, sendo análogo ao processo de sucessão ecológica.

1 (ENEM 2024)

Sistemas agroflorestais (SAFs)

Os sistemas agroflorestais alinham os interesses econômicos aos ecológicos. Esses sistemas podem ser usados na

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

recuperação ambiental de áreas degradadas que se tornaram pouco produtivas, como as utilizadas por muito tempo para pastagem.

Para isso, num primeiro momento, as árvores nativas são plantadas em conjunto com culturas agrícolas anuais, como feijão, mandioca, milho e abóbora,

que geram renda para os proprietários da terra e incentivam a manutenção do sistema. Em um segundo momento, são introduzidas outras espécies, como trepadeiras e arbustos, de acordo com um arranjo espacial e temporal preestabelecido. Nesse processo, ocorrerão mudanças graduais na estrutura e composição das comunidades vegetais ao longo do tempo, que culminarão no aumento da diversidade do ambiente.

Disponível em: www.embrapa.br. Acesso em: 9 dez. 2021. Adaptado.

O conjunto dessas mudanças graduais é análogo ao processo natural denominado:

- a) rotação de culturas.
- b) sucessão ecológica.**
- c) coevolução específica.
- d) adaptação por seleção.
- e) convergência adaptativa.

2 (ENEM 2014)

Adubação verde, uma das maneiras de cultivar e tratar bem o solo, é uma técnica agrícola que consiste no cultivo de espécies de plantas com elevado

potencial de produção de massa vegetal, semeadas em rotação, sucessão e até em consórcio com culturas de interesse econômico. No cultivo em rotação, o adubo verde pode ser incorporado ao solo após a rogada para posterior plantio da cultura de interesse econômico, ou mantido em cobertura sobre a superfície do terreno, fazendo-se o plantio direto da cultura na palhada.

SILVA, A. C. F. Adubação verde e o manejo de cobertura do solo. **Jornal Vanguarda**, 15 abr. 2010. Disponível em: www.jvanguarda.com.br. Adaptado.

A técnica de adubação verde é vantajosa por:

- a) permitir correção química refinada do solo.
- b) liberar gradualmente sais minerais diversos.**
- c) viabilizar uma adubação rápida em regiões frias.
- d) permitir o arraste da massa vegetal, evitando excesso.
- e) limitar a respiração do solo, diminuindo nematoides indesejados.

2. Essa é uma técnica vantajosa para o cultivo, uma vez que age como um fertilizante orgânico, liberando gradualmente nutrientes no solo.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Teorias científicas

1. A biogênese foi sustentada por experimentos (como os de Redi, Spallanzani e Pasteur) que demonstraram que os organismos observados surgiam

Aula 7

1 A respeito das teorias sobre a origem da vida no planeta Terra, é correto afirmar:

- a) a teoria da abiogênese foi confirmada por uma série de experimentos que demonstravam que organismos vivos podiam

a partir de outros seres vivos preexistentes, e não de matéria inanimada.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.



surgir de matéria inanimada em condições controladas.

- b)** a biogênese foi apoiada por experimentos que provaram que as formas de vida que surgiam durante os testes apareciam devido a outros contatos com formas já existentes.
- c)** a teoria da panspermia baseia-se exclusivamente em fenômenos naturais observados na Terra, descartando qualquer influência de eventos cósmicos.
- d)** a evolução química foi desmentida, pois é impossível sintetizar compostos orgânicos em laboratório e simular condições da Terra primitiva.
- e)** a abiogênese e a biogênese são teorias complementares, ambas sustentadas por experimentos que explicam como a vida se origina no planeta.

2. Ambos os experimentos mostraram que os seres vivos que surgiam eram oriundos de outro ser vivo preexistente, seja ele colocado no experimento por meio de ovos ou pelo ar.

Aula 8

2 (ENEM 2012) Em certos locais, larvas de moscas, criadas em arroz cozido, são utilizadas como iscas para pesca. Alguns criadores, no entanto, acreditam que essas larvas surgem espontaneamente do arroz cozido, tal como preconizado pela teoria da geração espontânea.

Essa teoria começou a ser refutada pelos cientistas ainda no século XVII, a partir dos estudos

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

de Redi e Pasteur, que mostraram experimentalmente que:

- a)** seres vivos podem ser criados em laboratório.
- b)** a vida se originou no planeta a partir de microrganismos.
- c)** o ser vivo é oriundo da reprodução de outro ser vivo pré-existente.
- d)** seres vermiformes e microrganismos são evolutivamente aparentados.
- e)** vermes e microrganismos são gerados pela matéria existente nos cadáveres e nos caldos nutritivos, respectivamente.

3 Os experimentos de Francesco Redi, Lazzaro Spallanzani e Louis Pasteur foram fundamentais para refutar a teoria da abiogênese, que afirmava que a vida poderia surgir espontaneamente a partir de matéria inanimada. Cada cientista utilizou métodos experimentais inovadores para demonstrar que a origem de organismos vivos está sempre associada à presença de outros organismos preexistentes. Sobre esses experimentos, analise as afirmações a seguir.

- I** Redi demonstrou que larvas em carne podre surgem apenas se moscas tiverem acesso à carne, provando que elas não se formam espontaneamente.
 - II** Spallanzani mostrou que microrganismos só aparecem em caldos
- Apenas I, II e IV estão corretas.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.



5. Na Terra primitiva não havia camada de ozônio, o que permitia a intensa entrada de radiação ultravioleta. Essa alta disponibilidade de energia favoreceu as reações químicas entre os compostos da atmosfera primitiva, possibilitando a formação das primeiras moléculas orgânicas.

nutritivos se houver contato direto com o ar ou outras fontes externas de contaminação.

III Pasteur comprovou que o formato do pescoço de cisne de seus frascos impedia a entrada de partículas do ar, mas permitia a circulação do "princípio vital" necessário para a geração espontânea.

IV Os três experimentos fortaleceram a teoria da biogênese, demonstrando que a vida surge apenas de organismos vivos preexistentes.

Assinale a alternativa que contenha somente informações corretas.

- a) Apenas I, II e IV estão corretas.
- b) Apenas I, III e IV estão corretas.
- c) Apenas II e III estão corretas.
- d) Todas as afirmações estão corretas.
- e) Apenas I e II estão corretas.

Aula 9

4. O experimento de Miller e Urey simulou as condições da atmosfera da Terra primitiva e conseguiu produzir moléculas orgânicas simples, como aminoácidos, dando

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

4 A hipótese de Oparin e Haldane e o experimento de Miller e Urey são marcos no estudo da origem da vida.

A respeito dessas contribuições, assinale a alternativa que descreve corretamente o tema.

a) A hipótese de Oparin e Haldane foi refutada pelo experimento de Miller e Urey, que demonstrou a impossibilidade de formação de moléculas orgânicas na Terra primitiva.

b) Oparin e Haldane propuseram que a vida surgiu exclusivamente em

suporte experimental à hipótese de Oparin-Haldane sobre a evolução química da vida.

ambientes com alto nível de oxigênio, o que foi comprovado por experimentos posteriores.

c) O experimento de Miller e Urey simulou as condições da Terra primitiva e resultou na produção de moléculas orgânicas, como aminoácidos.

d) A teoria de Oparin e Haldane e o experimento de Miller e Urey concluíram que a vida surgiu a partir de compostos orgânicos extraterrestres.

e) O experimento de Miller e Urey reproduziu moléculas orgânicas complexas e demonstrou a origem espontânea de organismos vivos.

5 As condições da Terra primitiva foram fundamentais para o surgimento das primeiras moléculas orgânicas e, conseqüentemente, para a origem da vida.

Sobre essas condições, assinale a alternativa correta.

a) A atmosfera da Terra primitiva era rica em oxigênio, o que favoreceu a formação de moléculas orgânicas complexas.

b) A ausência de camada de ozônio na Terra primitiva permitiu a entrada de raios ultravioleta, que contribuíram para as reações químicas na formação de compostos orgânicos.

c) Os oceanos primitivos eram ambientes totalmente estáveis, sem influência de fatores externos, como radiação ou calor.



- d) A Terra primitiva apresentava uma superfície completamente fria, sem qualquer atividade vulcânica ou emissão de gases.
- e) As condições da Terra primitiva, como altas concentrações de oxigênio e baixa radiação, impediram a formação de moléculas essenciais para a vida.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Aula 10

- 6 (ENEM 2016) Darwin, em viagem às ilhas Galápagos, observou que os tentilhões apresentavam bicos com formatos diferentes em cada ilha, de acordo com o tipo de alimentação disponível. Lamarck, ao explicar que o pescoço da girafa teria esticado para colher folhas e frutos no alto das árvores, elaborou ideias importantes sobre a evolução dos seres vivos.

O texto aponta que uma ideia comum às teorias da evolução, propostas por Darwin e por Lamarck, refere-se à interação entre os organismos e seus ambientes, que é denominada:

- a) adaptação.
- b) mutação.
- c) seleção natural.
- d) recombinação gênica.
- e) variabilidade genética.

apresentar explicações diferentes para isso.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 7 (FUVEST 2010) O conhecimento sobre a origem da variabilidade entre os indivíduos, sobre os mecanismos de herança dessa variabilidade e sobre o comportamento dos genes nas populações foi incorporado à teoria da evolução biológica por seleção natural de Charles Darwin.

Diante disso, considere as seguintes afirmativas.

- I A seleção natural leva ao aumento da frequência populacional das mutações vantajosas num dado ambiente; caso o ambiente mude, essas mesmas mutações podem tornar seus portadores menos adaptados e, assim, diminuir de frequência.
- II A seleção natural é um processo que direciona a adaptação dos indivíduos ao ambiente, atuando sobre a variabilidade populacional gerada de modo casual.
- III A mutação é a causa primária da variabilidade entre os indivíduos, dando origem a material genético novo e ocorrendo sem objetivo adaptativo.

Está correto o que se afirma em:

- a) I, II e III.
- b) I e III, apenas.
- c) I e II, apenas.
- d) I, apenas.
- e) III, apenas.

As três afirmativas estão corretas.

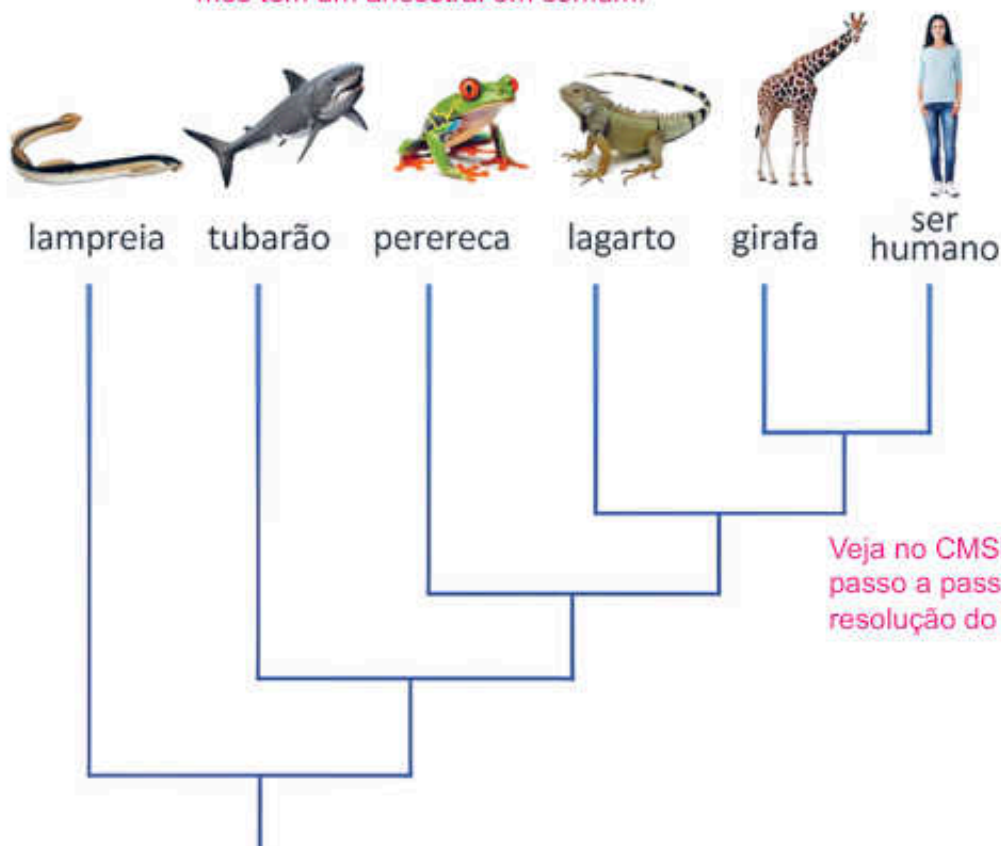
Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.



Relações evolutivas

Aula 11

1. O cladograma do enunciado ilustra a relação evolutiva entre diferentes organismos, significando que existe um ancestral comum a todas as espécies na sua base. Cada nó representa um ancestral hipotético para as espécies que surgem dele, nenhum dos ramos deu origem ao outro, nem que exista uma espécie mais evoluída que a outra. No cladograma, é evidente que todos os organismos têm um ancestral em comum.



A partir do cladograma apresentado, que expressa algumas relações filogenéticas entre vertebrados, é correto afirmar que:

- a) a lampreia é o ancestral comum de todos os vertebrados incluídos no cladograma.
- b) o tubarão surgiu da lampreia e deu origem aos vertebrados tetrápodes.
- ☒ c) os peixes (lampreia e tubarão) possuem um ancestral compartilhado com os tetrápodes.
- d) o lagarto é mais proximamente relacionado ao tubarão que ao ser humano.
- e) o ser humano é o mais evoluído dentre todos os vertebrados incluídos no cladograma.

2 (ENEM 2020)

Acredita-se que os olhos evoluíram de órgãos sensores de luz para versões que formam imagens. O olho humano atua como uma câmera, coletando, focando e convertendo a luz em sinal elétrico, que é traduzido em imagens pelo cérebro. Mas em vez de um filme fotográfico, é uma retina que detecta e processa os sinais, utilizando células especializadas. Moluscos cefalópodes (como as lulas) possuem olhos semelhantes aos dos humanos, apesar da distância filogenética.

LAMB, T. D. A fascinante evolução do olho: cientistas já têm uma visão clara de como surgiram nossos olhos tão complexos. **Scientific American Brasil**, ed. 111, ago. 2011. Adaptado.

A comparação dos olhos mencionada representa que tipo de evolução?

- a) Aleatória.
- b) Homóloga.
- c) Divergente.
- d) Progressiva.
- e) Convergente.**

2. Apesar da grande distância filogenética entre esses grupos em uma árvore evolutiva, ambos apresentam estruturas oculares semelhantes. Essa combinação de distanciamento evolutivo e similaridade estrutural caracteriza um caso de evolução convergente.
Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

CADERNO DE EXERCÍCIOS

Química



Proporção nas reações químicas

Aula 1

- 1** (UFSCAR-SP 2000) Durante uma aula de laboratório, um estudante queimou ao ar diferentes massas iniciais (m_i) de esponja de ferro. Ao final de cada experimento, determinou também a massa final resultante (m_f). Os resultados obtidos estão reunidos na tabela a seguir.

Experimento n°	Massa inicial m_i (g)	Massa final m_f (g)	Relação m_f/m_i
1	0,980	1,18	1,204
2	0,830	1,00	1,205
3	1,05	1,26	1,200
4	1,11	1,34	1,207

Admitindo que em todos os experimentos a queima foi completa, o estudante fez as três afirmações seguintes.

- I A Lei da Conservação da Massa não foi obedecida, pois a massa final encontrada para o sistema em cada experimento é sempre maior que sua massa inicial.
- II O aumento de massa ocorrido em cada experimento se deve à transformação de energia em massa, tendo se verificado a conservação da soma (massa + energia) do sistema.
- III A relação constante obtida entre a massa final e a massa inicial do sistema (m_f/m_i), em cada experimento realizado, permite afirmar que, dentro do erro experimental, os dados obtidos estão de acordo com a Lei das Proporções Definidas.

Dentre as afirmações apresentadas, o estudante acertou:

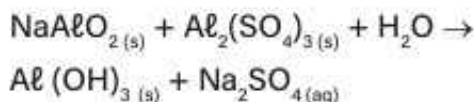
- a) I apenas.
- b) II apenas.
- c) III apenas.**
- d) I e II apenas.
- e) I, II e III.

Os resultados experimentais mostram que a razão entre a massa final e a massa inicial permanece praticamente constante. Isso indica que o ferro reage com o oxigênio sempre em proporções fixas de massa, caracterizando a **Lei das Proporções Definidas**.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Aula 2

- 2** (INSPER 2019) A coagulação é uma das etapas do tratamento de água para consumo humano, na qual são usados compostos químicos que promovem a agregação das partículas de sujeira, formando flocos que se depositam no fundo dos tanques de tratamento. O sulfato de alumínio $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3]$ é o agente coagulante mais comum e pode ser usado em conjunto com o aluminato de sódio (NaAlO_2) . A reação do processo que emprega o sulfato de alumínio e o aluminato de sódio combinados é representada pela equação não balanceada:



Quando se emprega de 1 mol de sulfato de alumínio, os coeficientes estequiométricos dos produtos hidróxido de alumínio e sulfato de sódio são, respectivamente:

- a)** 8 e 3. A resposta correta é a "a", para 1 mol de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, os coeficientes dos produtos serão:
b) 2 e 3.
c) 1 e 1.
d) 2 e 1.
e) 3 e 3.

Aula 3

- 3** (UPE 2014) Dois experimentos foram realizados, utilizando-se duas balanças de dois pratos, de mesma massa, conforme se mostra nas figuras I e II.

Na balança da figura I, foram colocadas duas folhas de papel, de mesma massa, uma em cada prato. Na balança da figura II, foram colocadas duas esponjas de aço, também de mesma massa e uma em cada prato. Inicialmente, os pratos se mantiveram equilibrados, conforme indicado nas imagens. Depois, uma das folhas de papel e uma das esponjas de aço foram queimadas ao mesmo tempo. Após a queima, com base nas leis ponderais, o que se espera que ocorra com as balanças, quando comparadas ao verificado antes do experimento?



Experimento: queima de papel e palha de aço.

- a)** O equilíbrio nas duas balanças permanecerá inalterado.
b) As duas balanças penderão para o lado do prato em que aconteceu a queima.
c) As duas balanças penderão para o lado do prato em que não houve a queima.
d) A balança da figura I penderá para o lado do prato que teve a folha queimada.
e) A balança da figura II penderá para o lado do prato que teve a esponja queimada.

Na queima do papel, a liberação de gases reduz sua massa, fazendo a balança pender para o lado oposto. Já na queima da esponja de aço, a incorporação de oxigênio aumenta sua massa, fazendo a balança pender para o lado da combustão.

Aula 4

4 (ENEM 2012)

Aspartame é um edulcorante artificial (adoçante dietético) que apresenta potencial adoçante 200 vezes maior que o açúcar comum, permitindo seu uso em pequenas quantidades. Muito usado pela indústria alimentícia, principalmente nos refrigerantes diet, tem valor energético que corresponde a 4 calorias/grama. É contraindicado a portadores de fenilcetonúria, uma doença genética rara que provoca o acúmulo da fenilalanina no organismo, causando retardo mental. O IDA (índice diário aceitável) desse adoçante é 40 mg/kg de massa corpórea.

Disponível em: <http://boaspraticasfarmaceuticas.blogspot.com>. Acesso em: 27 fev. 2012.

Com base nas informações do texto, a quantidade máxima recomendada de aspartame, em mol, que uma pessoa de 70 kg de massa corporal pode ingerir por dia é mais próxima de:

Dado: massa molar do aspartame = 294 g/mol.

- a) $1,3 \times 10^{-4}$ O IDA é 40 mg/kg, então uma pessoa de 70 kg pode ingerir 2 800 mg = 2,8 g de aspartame por dia. Dividindo-se pela massa molar (294 g/mol), obtém-se $\frac{2,8}{294} \approx 9,5 \times 10^{-3}$ mol.
- b) $9,5 \times 10^{-3}$
- c) $4,0 \times 10^{-2}$
- d) 2,6
- e) 823 Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

As fórmulas $C_2H_4O_2$ e $C_3H_6O_3$, quando simplificadas, resultam na mesma fórmula empírica CH_2O .

Aula 5

- 5 (UECE 2024) A fórmula molecular das substâncias é importante para os cálculos estequiométricos que relacionam a quantidade de reagentes e/ou produtos em uma reação química; porém uma substância pode ter sua fórmula empírica, também chamada de fórmula mínima. Assinale a opção que apresenta corretamente uma única fórmula empírica para duas fórmulas moleculares de compostos orgânicos diferentes.

- a) $C_2H_4O_2$, CH_2O , $C_3H_6O_3$
- b) CHO , $C_3H_4O_3$, $C_6H_8O_6$
- c) $C_3H_6O_3$, CH_2O , $C_3H_4O_3$
- d) $C_6H_{12}O_6$, $C_2H_4O_2$, CHO

Aula 6

- 6 (UNIGRANRIO 2017) Reações químicas de oxidação são muito comuns e constituem caminho natural de corrosão de materiais metálicos como o cobre. A massa de óxido cúprico (CuO) obtida a partir de 2,54 gramas de cobre metálico (Cu^0) segundo a reação: $Cu_{(s)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow CuO_{(s)}$ será de:

Dadas as massas atômicas (u): $Cu = 63,5$; $O = 16$

- a) 2,54 g A quantidade de 2,54 g de Cu corresponde a $2,54 \div 63,5 = 0,04$ mol, e a reação ocorre na proporção 1:1 com o CuO . Como a massa molar do CuO é $63,5 + 16 = 79,5$ g/mol, formam-se $0,04 \cdot 79,5 = 3,18$ g de óxido cúprico.
- b) 6,35 g
- c) 3,18 g
- d) 3,36 g
- e) 3,20 g Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Aula 7

7 (ENEM 2023) Um carro sedã apresenta tipicamente 200 kg de alumínio distribuídos pelo chassi, motor e cabine. Uma amostra de bauxita, principal fonte natural do metal, é composta por 50% em massa de óxido de alumínio (Al_2O_3). Considere a massa molar do alumínio (Al) igual a $27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ e a do oxigênio (O) igual a $16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

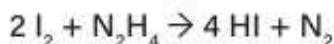
A massa de bauxita que deve ser empregada para produzir o alumínio usado na fabricação de um carro desse modelo é mais próxima de

- a) 378 kg
- b) 400 kg
- c) 637 kg
- d) 756 kg**
- e) 1512 kg

Para produzir 200 kg de alumínio, são necessários por volta de 378 kg de óxido de alumínio puro. Considerando que a bauxita só tem 50% de pureza, seria necessário o dobro da massa de minério, totalizando aproximadamente 756 kg.

Aula 8

8 (UERJ 2021) O ácido iodídrico, utilizado na higienização de instrumentos médicos, dentre outras aplicações, é produzido a partir da seguinte reação química:



Em um processo de produção industrial, ao adicionar 254 kg de I_2 e 80 kg de N_2H_4 , verifica-se o consumo completo do reagente limitante.

A massa de reagente em excesso, que não foi consumida, em quilogramas, tem valor igual a:

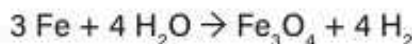
Dados: $\text{I} = 127$; $\text{N} = 14$; $\text{H} = 1$.

- a) 16
- b) 32
- c) 64**
- d) 72

Os 254 kg de I_2 correspondem a 1 000 mol e 80 kg de N_2H_4 a 2 500 mol; pela equação, o I_2 é o reagente limitante. Os 1 000 mol de I_2 consomem apenas 500 mol de N_2H_4 , restando 2 000 mol em excesso. Esse excesso equivale a 64 000 g ou 64 kg.

Aula 9

9 (UECE 2017) O tetróxido de triferro, conhecido como magnetita, material que forma o ímã natural, presente na areia de algumas praias, em bactérias, abelhas, cupins, pombos e até em seres humanos, pode ser obtido, pelo menos teoricamente, pela seguinte reação:



Considerando essa reação, assinale a opção que completa corretamente as lacunas do seguinte enunciado:

“Quando reagirem 32,6 g de Fe com 20 g de água, serão produzidos _____ mol de tetróxido de triferro e o reagente limitante será _____”.

Dados: $\text{Fe} = 56$; $\text{O} = 16$; $\text{H} = 1$.

- a) 0,1; água
- b) 0,2; água
- c) 0,1; ferro
- d) 0,2; ferro**

As 32,6 g de Fe correspondem a aproximadamente 0,58 mol, enquanto 20 g de H_2O correspondem a cerca de 1,11 mol. Pela estequiometria da reação ($3 \text{ mol de Fe} \rightarrow 1 \text{ mol de Fe}_3\text{O}_4$), o ferro é consumido primeiro e forma cerca de 0,2 mol de Fe_3O_4 , sendo, portanto, o reagente limitante.



98 g de H_2SO_4 reagem com 80 g de NaOH. Para 19,6 t de ácido, seriam necessários 16 t de NaOH puro; como a base tem 80% de pureza, a massa real deve ser maior, resultando em **20 toneladas**.

Aula 10

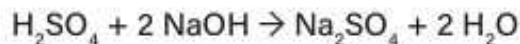
10 (CENTRO UNIVERSITÁRIO INTEGRADO 2021)

Carga de ácido sulfúrico se espalha e contamina rio no interior de SP: acidente ocorreu na rodovia Régis Bittencourt, em Cajati. Famílias precisaram ser removidas da região. Peixes estão morrendo e vegetação foi destruída.

CARGA de ácido sulfúrico se espalha e contamina rio no interior de SP. **g1 Santos**, 27 out. 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/carga-de-acido-sulfurico-se-espalha-e-contamina-rio-no-interior-de-sp-apos-acidente.ghtml>. Acesso em: 24 mar. 2026. Adaptado.

Um acidente como esse pode causar inúmeros problemas ambientais. Para evitar maiores transtornos, foi chamado um químico para neutralizar o ácido derramado usando hidróxido de sódio.

Foram derramadas 19,6 toneladas do ácido. Qual a massa necessária da base contendo 80% de pureza que deverá ser utilizada?

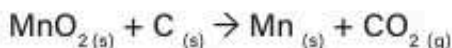


Dados: $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$; $\text{NaOH} = 40$

- a) 8 toneladas.
- b) 16 toneladas.
- c) 20 toneladas.**
- d) 10 toneladas.
- e) 12 toneladas.

Aula 11

11 (PUC-RIO 2023) A produção do manganês ocorre em temperatura elevada, com 80% de rendimento, e pode ser simplificada conforme apresentado na reação abaixo.



Se a massa produzida de manganês foi 16 500 kg, a massa, em toneladas, de dióxido de manganês usado como reagente na reação foi, aproximadamente,

Dados: $M(\text{Mn}) = 55 \text{ g/mol}$;
 $M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$; $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$

- a) 16,5
- b) 22,8
- c) 28,6
- d) 32,6**
- e) 38,5

16 500 kg correspondem a 80% do rendimento, logo a massa teórica de Mn seria $16\,500 \div 0,8 = 20\,625 \text{ kg}$. Pela reação, a proporção é 1:1 entre MnO_2 e Mn, e a razão entre as massas molares é 87/55. Assim, a massa de MnO_2 utilizada foi de aproximadamente 32 600 kg ou **32,6 toneladas**.

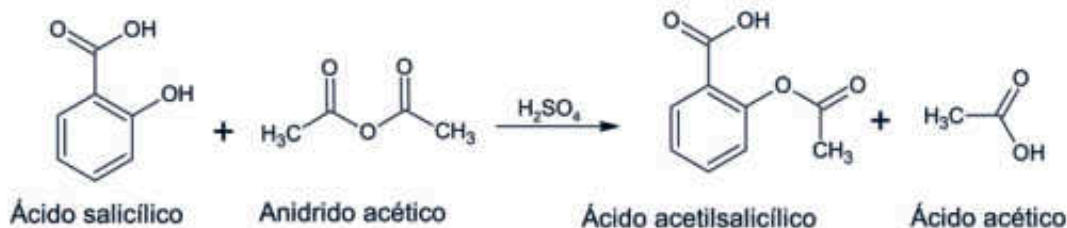
Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.



Aula 12

- 12** (ENEM 2017 – Adaptada) O ácido acetilsalicílico, AAS (massa molar igual a 180 g/mol), é sintetizado a partir da reação do ácido salicílico (massa molar igual a 138 g/mol) com anidrido acético, usando-se ácido sulfúrico como catalisador, conforme a equação química:



Equação química da síntese do ácido acetilsalicílico a partir do ácido salicílico e anidrido acético.

Após a síntese, o AAS é purificado e o rendimento final é de aproximadamente 50%. Devido às suas propriedades farmacológicas (antitérmico, analgésico, anti-inflamatório, antitrombótico), o AAS é utilizado como medicamento na forma de comprimidos, nos quais se emprega tipicamente uma massa de 500 mg dessa substância.

Uma indústria farmacêutica pretende fabricar um lote de 900 mil comprimidos, de acordo com as especificações do texto. Qual é a massa de ácido salicílico, em kg, que deve ser empregada para esse fim?

- a) 293 b) 345 c) 414 **d) 690** e) 828

900 000 comprimidos de 500 mg totalizam 450 kg de AAS obtido. Como o rendimento da síntese é de 50%, a massa teórica necessária de AAS é o dobro, 900 kg. Pela estequiometria, 138 g de ácido salicílico produzem 180 g de AAS, logo a massa necessária é $900 \cdot \frac{138}{180} \approx 690$ kg de ácido salicílico. Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.



ANEXOS



Química

PERÍODO

GRUPO

Tabela Periódica

3	Li	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—</
---	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----

PRODUTTORE FELLA SEDUC-SP

Anotações

This image shows a full page of blank, lined paper. It features approximately 20 evenly spaced horizontal grey lines across its entire width, providing a template for handwriting practice or general note-taking. The margins are consistent on all sides.

[illegible]

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

FÍSICA – BIOLOGIA – QUÍMICA
LIVRO DO ESTUDANTE
ENSINO MÉDIO – 3º 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

Equipe: Ana Gomes de Almeida

**COORDENADORIA DE ANOS FINAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL (COAFIN)**

Coordenadora: Carla Fernanda Nascimento

**COORDENADORIA DE ENSINO MÉDIO – FORMAÇÃO
GERAL BÁSICA (COEM-FGB)**

Coordenador: Wellington Santos

Equipe pedagógica Física: Marcelo Peres Vio

Equipe pedagógica Biologia: Beatriz Felice Ponzio,
Luciano Moreira da Silva, Tatiana Rossi Alvarez

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





**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**

