

Currículo
em **Ação**

VOLUME 2

LIVRO DO ESTUDANTE

2ª edição



Física

Biologia

Química

1ª
série

VOLUME 2

LIVRO DO ESTUDANTE

2ª edição

Física
Biologia
Química

1ª
série

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 14 BIOMATERIAIS: A CIÊNCIA DOS MATERIAIS

Resumo

Extra Caderno de Exercícios - Biomateriais

Biomateriais são substâncias ou misturas de substâncias que interagem com sistemas biológicos para auxiliar, melhorar ou substituir tecidos ou funções biológicas. Podem ser sintéticos ou naturais e devem evitar toxicidade, alergias, mutações ou formação de coágulos, e nem se degradar facilmente.

O material deve apresentar biocompatibilidade (compatibilidade com tecidos vivos), e, em alguns casos, pode ser projetado em formato biomimético, isto é, inspirado em mecanismos naturais.

Biomateriais podem ser utilizados para fabricar próteses (peça ou dispositivo artificial usado para substituir um membro, um órgão ou uma função biológica) ou órteses (equipamentos que alinham, previnem, corrigem ou melhoram funções biológicas ou partes do corpo). Outras atividades, como as indústrias farmacêutica e alimentícia, área de energia e meio ambiente, em aplicações de tecnologia eletrônica, produção de cosméticos e diferentes tipos de impressão 3D, incluindo a impressão de próteses, também podem usar biomateriais.

Ícone que identifica as aulas complementares que podem ser ministradas como aprofundamento.

Numeração lateral

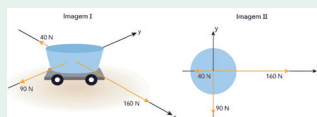
Número das aulas nas laterais, para localização rápida ao longo do livro.

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 (UERJ 2023) Para um experimento de estudo das leis de Newton, um recipiente com massa de 100 kg foi colocado sobre um carrinho em uma superfície plana. Três grupos de pessoas exerceram forças distintas sobre esse sistema, conforme representado na Imagem I. As forças aplicadas sobre o mesmo sistema visto de cima estão representadas na Imagem II.



Considerando apenas a força resultante exercida pelos três grupos, o módulo da aceleração, em m/s^2 , que atua sobre o recipiente é igual a:

- a) 2,9 b) 2,4 c) 1,5 d) 1,3

Para determinar o módulo da aceleração é preciso determinar a força resultante atuando sobre o recipiente. Antes de determinar a força resultante, podemos determinar a força resultante em cada eixo (x e y). No eixo y , atua apenas uma força, logo $F_{Ry} = 90 \text{ N}$. No eixo x , a resultante será:

$$F_{Rx} = 160 \text{ N} - 80 \text{ N}$$
$$F_{Rx} = 80 \text{ N}$$

Como as forças resultantes em cada eixo são perpendiculares entre si, podemos determinar a força resultante usando o Teorema de Pitágoras:

$$F_R^2 = F_{Rx}^2 + F_{Ry}^2$$
$$F_R^2 = 80^2 + 90^2$$
$$F_R^2 = 14\,400 + 8\,100$$
$$F_R^2 = 22\,500$$
$$F_R = \sqrt{22\,500}$$
$$F_R = 150 \text{ N}$$

Na prática

Atividade 1

Uma pessoa de 60 kg está no piso de um elevador que se move com aceleração de 2 m/s^2 . Sabendo que $g = 10 \text{ m/s}^2$, calcule a força normal exercida pelo piso sobre a pessoa.

a) Quando o elevador está parado.

b) Quando o elevador acelera para cima.

c) Quando o elevador acelera para baixo.

25

Na prática

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

Na prática

Atividade 1

Veja no livro!

TODO MUNDO ESCRIVE

3 minutos

Uma pessoa de 60 kg está no piso de um elevador que se move com aceleração de 2 m/s^2 . Sabendo que $g = 10 \text{ m/s}^2$, calcule a força normal que o piso exerce sobre a pessoa:

a) Quando o elevador está parado;

b) Quando o elevador acelera para cima;

c) Quando o elevador acelera para baixo.

Continue

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.

Dinâmica

Atividade 1

1 (PUC/CAMP MEDICINA 2022)

O ser humano é capaz de correr a uma velocidade de até $9,4 \text{ km/h}$ ao perseguir o atleta jamaicano Usain Bolt, recordista mundial dos 100 m rasos, segundo estudo realizado nos Estados Unidos. O número foi estabelecido depois que cientistas calcularam a mais alta velocidade pela qual os músculos do corpo humano podem se mover biologicamente. Segundo Matthew Bartels, especialista em biomecânica da Universidade de Wyoming e um dos autores do estudo, a pesquisa mostra que o limite de velocidade na corrida humana é estabelecido pelo limite da velocidade das primeiras fibras musculares. Para estabelecer o novo recorde mundial da prova dos 100 m rasos e se tornar o corredor mais veloz do mundo, o jamaicano Usain Bolt chegou a uma velocidade média de 43 km/h . O animal mais rápido da natureza é o guepardo que chega a correr a 112 km/h .

Suponha que, na corrida de 100 m rasos, o atleta Usain Bolt partindo do repouso, demore 4,0 segundos para atingir a velocidade de $43,2 \text{ km/h}$. Considerando que a massa do atleta seja 86 kg , a intensidade média da

componente horizontal da força resultante, em newtons, que atua sobre o atleta nesse intervalo de tempo foi de:

- a) 258 c) 528 e) 4 128
b) 430 d) 2 150

Atividade 2

2 (UEA 2022) Uma pessoa pressionada com a mão o centro de um livro que está apoiado sobre uma mesa, aplicando sobre o livro uma força F , vertical e que aponta para baixo, como indica a figura.

A força da reação correspondente à força F , aplicada sobre o livro aponta:

- a) para baixo e está aplicada na mão.
b) para cima e está aplicada na mesa.
c) para cima e está aplicada no livro.
d) para baixo e está aplicada na mesa.
e) para cima e está aplicada na mão.

Atividade 3

3 Em um planeta distante, o módulo da força peso sobre uma pessoa de massa 30 kg seria 720 N . Determine:

- a) o módulo da aceleração da gravidade nesse planeta.

b) o módulo da força peso sobre essa pessoa na superfície da Terra. (Considere $g = 9,8 \text{ m/s}^2$).

Atividade 4

4 (FAMERP 2020) Em um local em que a aceleração gravitacional vale 10 m/s^2 , uma pessoa eleva um objeto de peso 400 N por meio de uma roldaneira fixa, conforme mostra a figura, utilizando uma corda que suporta, no máximo, uma tração igual a 500 N .



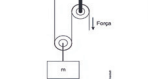
A máxima aceleração que a pessoa pode imprimir ao objeto durante a subida, sem que a corda se rompa, é:

- a) $0,0 \text{ m/s}^2$ d) $2,0 \text{ m/s}^2$
b) 12 m/s^2 e) 20 m/s^2
c) $8,0 \text{ m/s}^2$

Atividade 5

5 (UEPG 2017 - Adaptada) A Ilustração a seguir mostra um sistema de polias

projetado para levantar um objeto de massa m . O sistema consiste em uma polia fixada ao teto e em uma polia móvel à qual o objeto está ligado. Sobre o assunto, calcule a soma dos números correspondentes às alternativas corretas. Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- 01) A força que deve ser exercida na corda, para baixo, de modo a suspender o objeto com uma velocidade constante, é igual a $2 \cdot mg$.
02) Suspender o objeto de massa m com uma velocidade constante não é uma situação de equilíbrio.
03) Se o sistema representado consistisse três polias não fixas em vez de uma, a força necessária para suspender o objeto, com uma velocidade constante, seria igual a $\frac{1}{2}mg$.
04) Para uma situação semelhante à esquematizada, porém, com uma força exercida igual a 400 N , a qual equilibraria o corpo de massa m , teríamos $m = 80 \text{ kg}$.

Sumário

FÍSICA

Aula 1	Segunda Lei de Newton: quando a força muda o movimento.....	10
Aula 2	Terceira Lei de Newton: por que o peso e a normal não formam um par de ação e reação?.....	14
Aula 3	No toque ou a distância: como as forças se manifestam?.....	18
Aula 4	Deslizando sem atrito: ação das forças de contato.....	22
Aula 5	Menos força, mais distância: analisando as polias.....	27
Aula 6	Quando escorregar não é uma opção: o papel do atrito estático.....	31
Aula 7	Escorregou? O atrito alivia!.....	35
Aula 8	A mola que resiste: entendendo a força elástica.....	39
Aula 9	Plano inclinado: a Física das rampas.....	43
Aula 10	Nem toda força realiza trabalho.....	47
Aula 11	Teorema da energia cinética: além das forças constantes.....	51
Aula 12	Energia cinética e trabalho: aplicações e estratégias de resolução	
	Aula complementar	54
Aula 13	Forças conservativas e não conservativas: impactos na energia mecânica.....	59
Aula 14	Trabalho de forças conservativas e não conservativas Aula complementar	64

BIOLOGIA

Aula 1	Efeito estufa: manutenção da vida.....	70
Aula 2	Eventos climáticos extremos.....	72
Aula 3	Educação para redução de riscos e desastres (ERRD).....	77
Aula 4	Matriz energética: fontes renováveis.....	80
Aula 5	Matriz energética: fontes não renováveis.....	85
Aula 6	Aula desafio: o que está aquecendo nosso planeta?.....	88
Aula 7	Aula desafio: divulgação científica e letramento climático.....	90
Aula 8	Tipos de poluição.....	93

Aula 9	Impactos da poluição nos sistemas fisiológicos: visão.....	96
Aula 10	Impactos da poluição nos sistemas fisiológicos: audição.....	99
Aula 11	Sistema respiratório	103
Aula 12	Sistema cardiovascular	108
Aula 13	Impactos da poluição nos sistemas respiratório e cardiovascular	
	Aula complementar	113
Aula 14	Biomateriais: a ciência dos materiais Aula complementar	119

QUÍMICA

Aula 1	Aula desafio: o derramamento de petróleo.....	126
Aula 2	Aula desafio: o derramamento de petróleo (continuação).....	131
Aula 3	Geometria molecular	136
Aula 4	Forças de interação interpartículas.....	142
Aula 5	Ideias da ciência sobre o início da vida Aula complementar	146
Aula 6	Aminoácidos e proteínas: a base da vida	149
Aula 7	Estrutura das proteínas e as interações moleculares.....	152
Aula 8	Bases, açúcares e ligações: entenda o DNA e o RNA Aula complementar	158
Aula 9	Transformações.....	162
Aula 10	Transformações: oxidação da palha de aço.....	166
Aula 11	Transformações nos processos produtivos.....	170
Aula 12	A poesia da química.....	175
Aula 13	Reações que liberam e absorvem energia	179
Aula 14	Reações de combustão	184
Caderno de Exercícios	189
	Física	189
	Biologia.....	197
	Química	207

FÍSICA

SEGUNDA LEI DE NEWTON: QUANDO A FORÇA MUDA O MOVIMENTO

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios - Dinâmica

Força

Grandeza física **vetorial**, capaz de alterar o estado de movimento dos corpos e de causar deformações. No Sistema Internacional de Unidades, a unidade de força é o newton (N).

Segunda Lei de Newton – Princípio Fundamental da Dinâmica

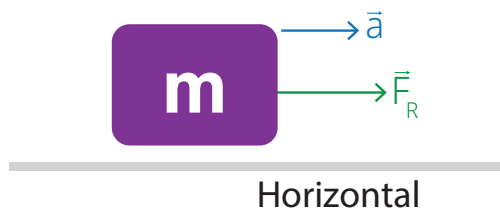
Considere, por simplicidade, um corpo de massa m , apoiado numa superfície horizontal, submetido a uma dada força resultante \vec{F}_R . Lembramos que a força resultante é a soma vetorial de todas as forças atuantes no corpo. Esse corpo sofrerá, portanto, uma aceleração, se essa força resultante for diferente de zero. O vetor aceleração \vec{a} aponta no mesmo sentido e direção do vetor da força resultante. Ressaltamos que, se a força resultante for nula, a aceleração também será.

A relação entre estas três grandezas, massa (considerada constante), força resultante e aceleração, é dada pela Segunda Lei de Newton:

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$$

A unidade de Força no Sistema Internacional de Unidades é N (newton). Ela é obtida, segundo a equação acima, quando expressamos a massa em kg e a intensidade da aceleração em m/s^2 .

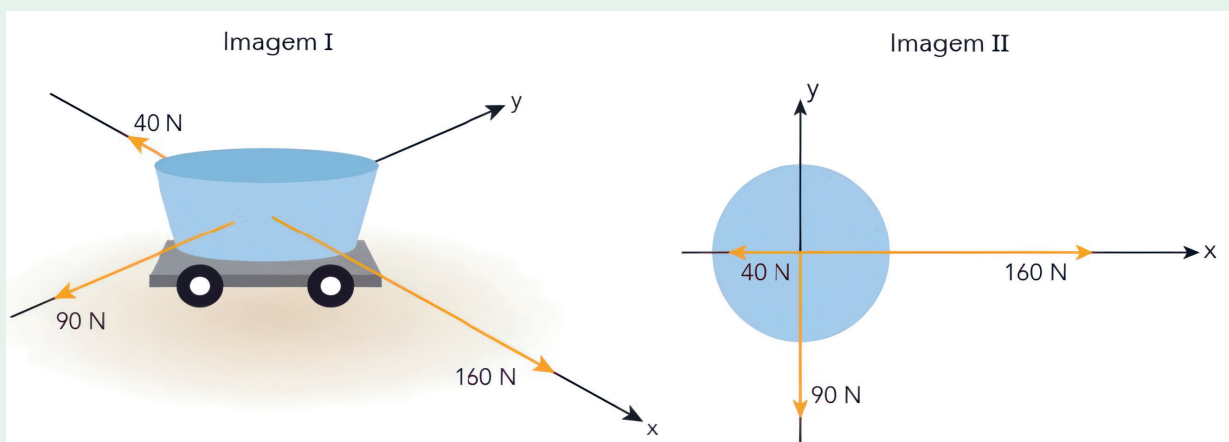
Destacamos que essa lei é absolutamente geral, embora nosso desenho represente um objeto num plano horizontal.



Um corpo de massa m , submetido a uma dada força resultante (\vec{F}_R), gerando, assim, uma aceleração \vec{a}

Exercícios resolvidos

- 1 (UERJ 2023)** Para um experimento de estudo das leis de Newton, um recipiente com massa de 100 kg foi colocado sobre um carrinho em uma superfície plana. Três grupos de pessoas exerceram forças distintas sobre esse sistema, conforme representado na Imagem I. As forças aplicadas sobre o mesmo sistema visto de cima estão representadas na Imagem II.



Considerando apenas a força resultante exercida pelos três grupos, o módulo da aceleração, em m/s^2 , que atua sobre o recipiente é igual a:

a) 2,9

b) 2,4

c) 1,5

d) 1,3

Para determinar o módulo da aceleração é preciso determinar a força resultante atuando sobre o recipiente. Antes de determinar a força resultante, porém, convém determinar a força resultante em cada eixo (x e y). No eixo y, atua apenas uma força, logo $|F_{Fy}| = 90 \text{ N}$. No eixo x, a resultante será:

$$|F_{Fx}| = 160 \text{ N} - 40 \text{ N}$$

$$|F_{Fx}| = 120 \text{ N}$$

Como as forças resultantes em cada eixo são perpendiculares entre si, podemos

determinar a força resultante usando o Teorema de Pitágoras:

$$F_R^2 = F_{Rx}^2 + F_{Ry}^2$$

$$F_R^2 = 120^2 + 90^2$$

$$F_R^2 = 14\,400 + 8\,100$$

$$F_R^2 = 22\,500$$

$$F_R = \sqrt{22\,500}$$

$$F_R = 150 \text{ N}$$

Sabendo que a força resultante é $F_R = 150 \text{ N}$ e que a massa do recipiente é $m = 100 \text{ kg}$, a aceleração será:

$$F_R = m \cdot a$$

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

$$a = \frac{150}{100}$$

$$a = 1,5 \text{ m/s}^2$$

Na prática

Atividade 1

Sabendo que um objeto de massa 20 kg está sujeito a uma força resultante de 50 N , e que essa força resultante tem direção horizontal e sentido para a direita, determine:

a) a intensidade da aceleração descrita por esse corpo.

De acordo com o enunciado, o corpo de massa $m = 20 \text{ kg}$ sofre a ação de uma força de módulo

$F_R = 50 \text{ N}$. De acordo com o princípio fundamental da dinâmica, mantendo-se o módulo da força cons-

tante, esse corpo descreverá uma aceleração igual a:

$$F_R = m \cdot a$$

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

$$a = \frac{50}{20} = 2,5 \text{ m/s}^2$$

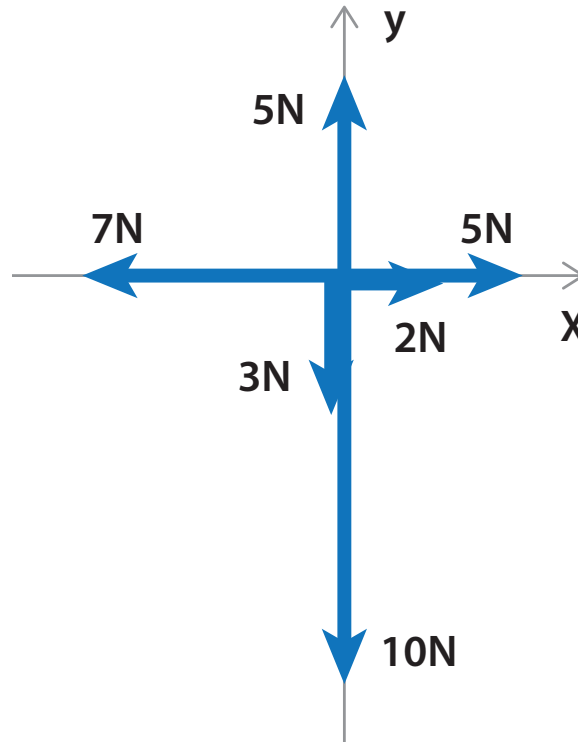
b) a direção e o sentido dessa aceleração.

A direção e o sentido da aceleração são os mesmos da força resultante. Assim, a aceleração tem

direção horizontal e sentido para a direita.

Atividade 2

(UNICAMP/UFSCAR 2023) Um objeto de 2 kg sofre a ação de várias forças (ilustradas pelo diagrama de corpo livre da figura a seguir).



A aceleração do objeto é:

- a) positiva na direção x e tem magnitude igual a 5 m/s^2 .
- b) positiva na direção y e tem magnitude igual a $2,5 \text{ m/s}^2$.
- c) negativa na direção x e tem magnitude igual a $3,5 \text{ m/s}^2$.
- d) negativa na direção y e tem magnitude igual a 4 m/s^2 .**

A força resultante em cada eixo terá os seguintes valores:

$$\begin{cases} F_{Rx} = 5 + 2 - 7 \Rightarrow F_{Rx} = 0 \\ F_{Ry} = 5 - 3 - 10 \Rightarrow F_{Ry} = -8 \text{ N} \end{cases}$$

Como a resultante no eixo x é nula, a força resultante é a própria resultante no eixo y, ou seja, $F_R = F_{Ry} = -8 \text{ N}$.

Aplicando o princípio fundamental da dinâmica, obtemos o módulo da aceleração do objeto:

$$F_R = m \cdot a$$

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

$$a = \frac{-8}{2}$$

$$a = -4 \text{ m/s}^2$$

Como a direção e o sentido da aceleração são os mesmos da força resultante, a aceleração do objeto é negativa, na direção y (para baixo) e tem magnitude igual a 4 m/s^2 .

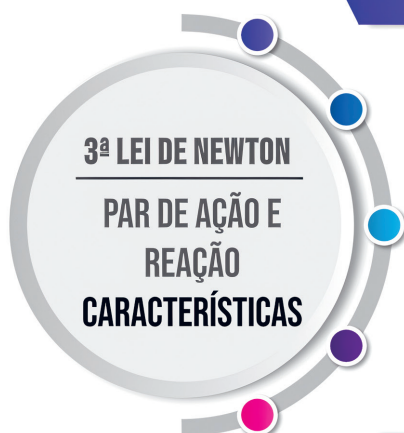
AULA

2

TERCEIRA LEI DE NEWTON: POR QUE O PESO E A NORMAL NÃO FORMAM UM PAR DE AÇÃO E REAÇÃO?

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios - Dinâmica



1

MESMA INTENSIDADE

2

MESMA DIREÇÃO

3

SENTIDOS OPOSTOS

4

MESMA NATUREZA

5

ATUAM EM CORPOS DIFERENTES

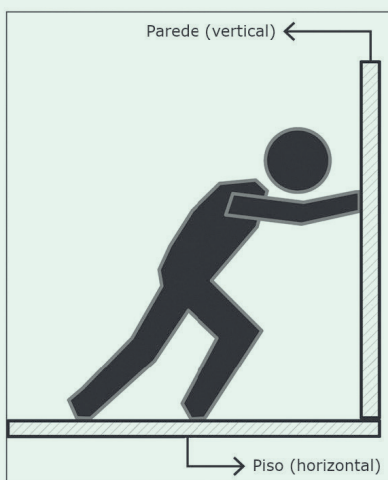
Exercícios resolvidos

1 (UFSM 2025 - Adaptada)

Alongamento é bom antes e depois da atividade física é o título de uma publicação do Ministério da Saúde. Segundo a notícia, "o alongamento é uma forma simples e segura de exercitar o corpo em qualquer hora ou lugar".

BRASIL. **Alongamento é bom antes e depois da atividade física.** Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/eu-queiro-me-exercitar/noticias/2018/alongamento-e-bom-antes-e-depois-da-atividade-fisica>. Acesso em: 1 out. 2024. Adaptado.

Após ler essa notícia, um estudante da UFSM passa a realizar alongamentos todos os dias antes de ir caminhando para a aula. A figura a seguir esboça a posição do exercício de alongamento executado pelo estudante, em que ele empurra a parede com uma força horizontal exercida pelas mãos sem que seus pés deslizem, permanecendo, assim, em repouso em relação a um referencial fixo no solo.



Em relação a esse exercício físico realizado, considerando o estudante como uma partícula e o referencial como inercial, assinale V (verdadeiro) ou F (falso) em cada afirmativa a seguir.

- () Ao exercer uma força horizontal com as mãos contra a parede, o estudante recebe uma força aplicada pela parede, de mesma direção, mesma intensidade, porém em sentido contrário à força por ele exercida.
- () O estudante permanece em repouso na direção horizontal durante o exercício, em relação ao referencial indicado, pois a força aplicada por suas mãos na parede é equilibrada pela força exercida pela parede em suas mãos.

- () O estudante permanece em repouso na direção horizontal durante o exercício, em relação ao referencial indicado, pois não há forças atuando sobre ele.

A sequência correta é:

- a) V – F – V.
- b) V – F – F.
- c) F – F – V.
- d) V – V – F.
- e) F – V – F.

A afirmativa I é verdadeira, pois a força que o estudante exerce sobre a parede e a força que a parede exerce sobre o estudante formam um par ação-reação. De acordo com a 3ª Lei de Newton, essas forças têm a mesma intensidade, a mesma direção e sentidos opostos.

A afirmativa II é falsa, pois o par de forças ação-reação nunca atua sobre o mesmo corpo. Esse, portanto, não é o motivo de o estudante permanecer em repouso.

A afirmativa III também é falsa. Se o estudante exerce uma força sobre a parede, a parede exerce uma força sobre ele. Se o estudante permanece em repouso nessa direção, é porque existe outra força atuando sobre ele, equilibrando a força que a parede exerce.

Na prática

De acordo com o princípio da ação e reação, as forças de um par ação-reação têm a mesma intensidade, a mesma direção e sentidos opostos.

Assim, se Joaquim aplica sobre a parede uma força horizontal de 50 N para a direita, a parede aplica sobre Joaquim uma força horizontal de 50 N para a esquerda.

Atividade 1

Joaquim aplica sobre uma parede uma força horizontal de 50 N para a direita. A força que a parede aplica sobre Joaquim é:

- a) horizontal, para a direita, e tem intensidade igual a 50 N.
- b) horizontal, para a direita, e tem intensidade maior do que 50 N.
- c) horizontal, para a esquerda, e tem intensidade igual a 50 N.
- d) horizontal, para a esquerda, e tem intensidade maior do que 50 N.

Atividade 2

(ENEM 2012) Durante uma faxina, a mãe pediu que o filho a ajudasse, deslocando um móvel para mudá-lo de lugar. Para escapar da tarefa, o filho disse ter aprendido na escola que não poderia puxar o móvel, pois a Terceira Lei de Newton define que, se puxar o móvel, o móvel o puxará igualmente de volta, e assim não conseguirá exercer uma força que possa colocá-lo em movimento.

Qual argumento a mãe utilizará para apontar o erro de interpretação do garoto?

- a) A força de ação é aquela exercida pelo garoto.
- b) A força resultante sobre o móvel é sempre nula.
- c) As forças que o chão exerce sobre o garoto se anulam.
- d) A força de ação é um pouco maior do que a força de reação.
- e)** O par de forças de ação e reação não atua em um mesmo corpo.

De acordo com o princípio da ação e reação, as forças de um par ação-reação têm mesmas intensidades, mesmas direções e sentidos opostos.

Porém, as duas forças que compõem o par ação-reação atuam em corpos diferentes e, por esse motivo, não se anulam.

NO TOQUE OU A DISTÂNCIA: COMO AS FORÇAS SE MANIFESTAM?

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Dinâmica

Forças de contato

Surgem quando dois corpos **interagem diretamente** por meio do contato físico.

Exemplos:

- força normal;
- força de tração;
- força de atrito.

Forças de campo

Também chamadas de forças de **ação à distância**, são aquelas em que a interação ocorre sem contato físico.

Exemplos:

- força peso;
- força elétrica;
- força magnética.

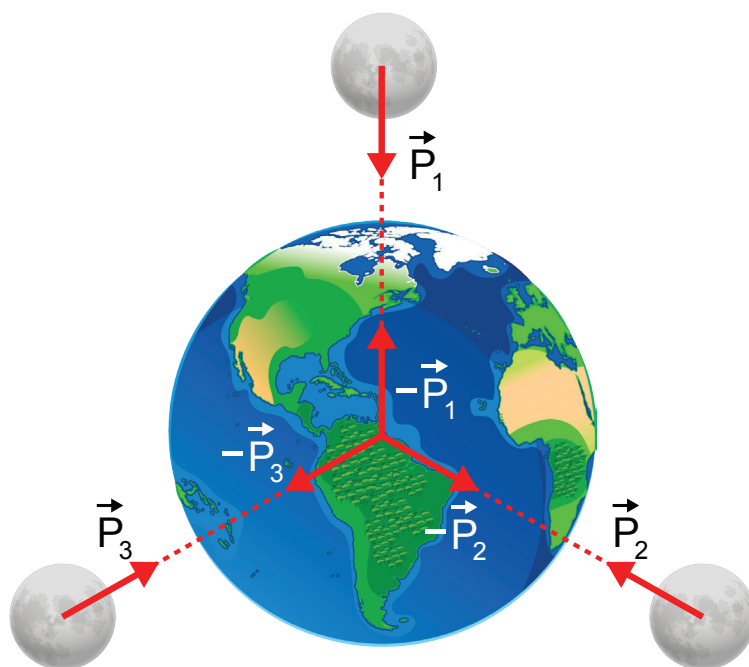
Força peso

É a força de **atração gravitacional** entre duas massas. Na maioria das situações estudadas, corresponde à atração entre um corpo e a Terra. O módulo da força peso sobre um corpo é calculado por:

$$P = m \cdot g$$

A força peso que atua em um corpo próximo ou sobre a superfície da Terra é sempre orientada para o centro do planeta.

No referencial do corpo, tem direção vertical e sentido para baixo.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SF COM © GETTY IMAGES

Representação da força peso sobre diferentes corpos próximos à superfície da Terra e as respectivas forças de reação.

Exercícios resolvidos

- 1** (EEAR 2023) Um equipamento muito interessante e divertido permite que os visitantes de um parque temático flutuem no ar. Para isso, um enorme e potente ventilador é colocado abaixo da pessoa. Para permanecer em repouso a determinada altura do ventilador, um visitante com massa igual a 80 kg deve estar sujeito a uma força que apresente a (o) _____.

Dentre as alternativas a seguir, assinale aquela que preenche corretamente a lacuna anterior.

Despreze qualquer forma de atrito e admita a intensidade da aceleração da gravidade local igual a 10 m/s^2 .

- a) Mesma direção e mesmo sentido da força-peso, com intensidade igual a 800 N.
- b) Mesmo sentido e direção contrária à da força-peso, com intensidade igual a 800 N.
- c) Mesma direção e sentido contrário ao da força-peso, com intensidade igual a 800 N.
- d) Mesma direção e sentido contrário ao da força-peso, com intensidade igual a 800 kg.

Para que o visitante permaneça em repouso, a resultante das forças sobre ele tem que ser zero. Para isso, a força exercida pelo ventilador precisa ter a mesma intensidade que a força peso que atua sobre o visitante, a mesma direção, e o sentido oposto. A intensidade da força peso que atua sobre o visitante é:

$$P = m \cdot g$$

$$P = 80 \cdot 10$$

$$P = 800 \text{ N}$$

Como no referencial do visitante a força peso tem direção vertical e sentido para baixo, a força que o ventilador aplica sobre ele precisa ter intensidade 800 N, direção vertical e sentido para cima.

Na prática

Atividade 1

Leia as seguintes afirmações.

- I A força peso tem orientação dirigida para o centro da Terra.
- II O módulo da força peso de um objeto é calculado pelo produto entre a massa do objeto e o valor da aceleração da gravidade g , pelo Sistema Internacional de Unidades, é medido em newtons (N).
- III A força peso é classificada como uma força de contato.
- IV A força de reação à força peso sobre um objeto é aplicada pelo objeto sobre a Terra, no centro do planeta.

É correto o que se afirma em:

- a) I e IV.
- b) I, II e IV.**
- c) II, III e IV.
- d) I e II.
- e) I, III e IV.

A afirmação III é falsa. A força peso é aplicada pela Terra sobre corpos em sua superfície ou próximos. Logo, é uma força que também atua à distância. A força peso, portanto, é classificada como uma força de campo.

Atividade 2

(PROVÃO PAULISTA 3 2024) Na superfície da Lua, um corpo tem peso igual a 80 N. Admitindo que a aceleração da gravidade na Terra seja igual a 10 m/s^2 e que esse valor é 6 vezes a aceleração da gravidade na Lua, a massa desse corpo é de:

- a) 120 kg. **b) 48 kg.** c) 24 kg. d) 66 kg. e) 96 kg.

De acordo com o enunciado, a aceleração da gravidade na Terra é seis vezes a aceleração da gravidade na Lua. Logo:

$$g_{\text{Terra}} = g_{\text{Lua}} \cdot 6$$

$$g_{\text{Lua}} = \frac{g_{\text{Terra}}}{6}$$

$$g_{\text{Lua}} = \frac{10}{6} \text{ m/s}^2$$

Como o módulo da força peso que atua sobre um corpo é $P = m \cdot g$, e sendo $g_{\text{Lua}} = \frac{10}{6} \text{ m/s}^2$ e o peso do corpo na Lua $P = 80 \text{ N}$, então:

$$P = m \cdot g_{\text{Lua}}$$

$$80 = m \cdot \frac{10}{6}$$

$$m = \frac{6 \cdot 80}{10}$$

$$m = \frac{480}{10}$$

$$m = 48 \text{ kg}$$

DESLIZANDO SEM ATRITO: AÇÃO DAS FORÇAS DE CONTATO

Resumo

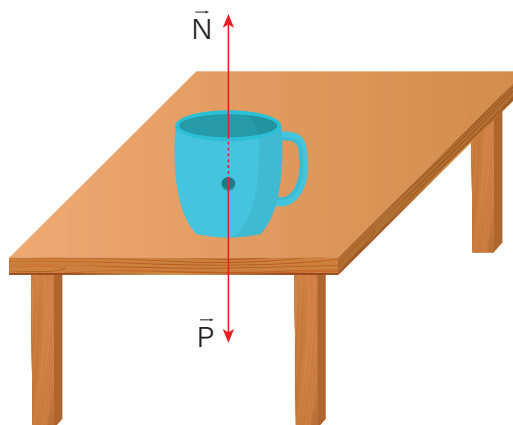
Extra: Caderno de Exercícios – Dinâmica

Força normal

É uma reação da força de contato aplicada em uma superfície, sendo uma consequência direta da terceira Lei de Newton (ação e reação).

- Atua na direção perpendicular em relação à superfície pressionada.
- Sua intensidade depende da interação entre as superfícies em contato.
- As forças peso e normal sobre um corpo não formam um par ação-reação.

Representação das forças atuando sobre a caneca: a força peso, exercida pela Terra, e a força normal, exercida pela mesa. A força normal é uma força de contato, perpendicular à superfície de apoio.

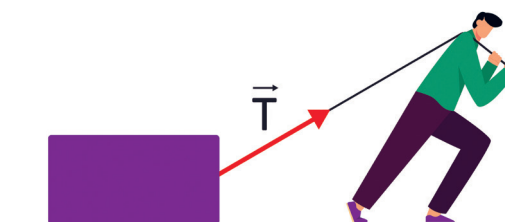


PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Força de tração

Força aplicada para puxar ou arrastar um objeto, transmitida por meio de cordas, cabos ou fios.

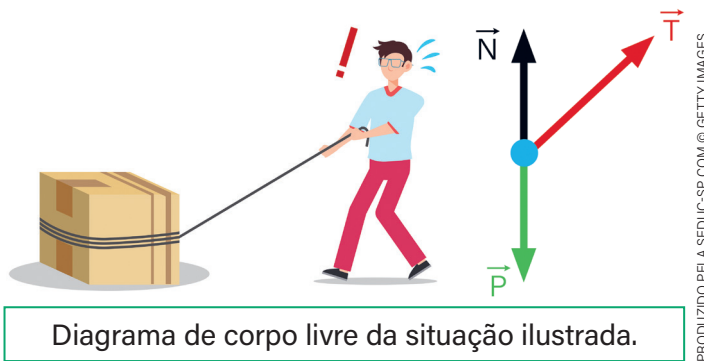
Representação da força de tração em um bloco sobre uma superfície horizontal.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

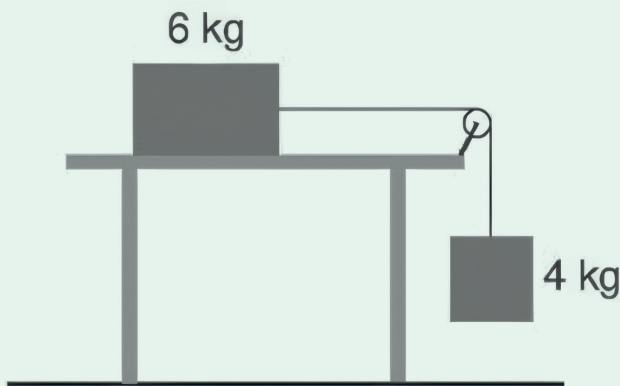
Diagrama de corpo livre

Representação gráfica de um corpo isolado e todas as forças que atuam sobre ele.



Exercícios resolvidos

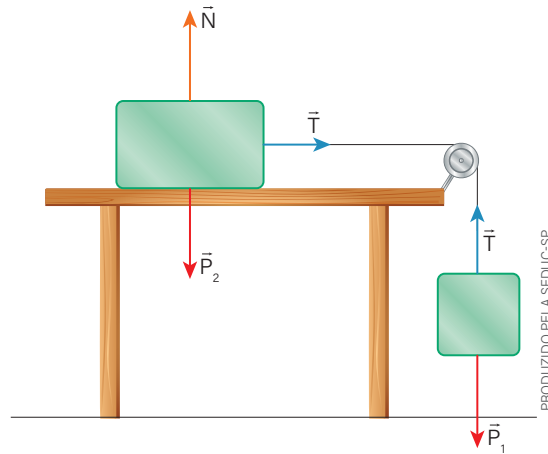
- 1 (UFRGS 2023) Um bloco de 6 kg desliza, sem atrito, sobre uma superfície plana horizontal, tracionado por um bloco de 4 kg que está suspenso por uma corda inextensível e de massa desprezível, que passa por uma roldana, conforme mostra a figura.



Dados: use $g = 10 \text{ m/s}^2$ (módulo da aceleração da gravidade). Considere a roldana sem massa e girando sem atrito. De quanto é a força de tração na corda?

- a) 24,0 N.
- b) 30,0 N.
- c) 20,0 N.
- d) 28,5 N.
- e) 14,5 N.

A imagem a seguir mostra a representação das forças que atuam em cada bloco.



Vamos analisar cada bloco de acordo com a 2ª Lei de Newton ($F_R = m \cdot a$).

O bloco maior se move horizontalmente, isso significa que as forças verticais se anulam. Logo, a força resultante sobre esse bloco é a própria força de tração. Então, para o bloco maior:

$$F_R = m \cdot a \Rightarrow T = m \cdot a \Rightarrow T = 6 \cdot a$$

Sobre o bloco menor atuam a força peso e a força de tração, e, como ele acelera para baixo, puxando o bloco maior, a força peso sobre ele é maior que a força de tração, portanto:

$$F_R = m \cdot a \Rightarrow P - T = m \cdot a$$

$$m \cdot g - T = m \cdot a$$

$$4 \cdot 10 - T = 4 \cdot a$$

$$40 - T = 4 \cdot a$$

Substituindo a primeira equação na segunda, obtemos:

$$40 - T = 4 \cdot a \Rightarrow 40 - 6 \cdot a = 4 \cdot a$$

$$40 = 10 \cdot a \Rightarrow a = \frac{40}{10}$$

$$a = 4 \text{ m/s}^2$$

Como a tração em dois corpos unidos por uma corda é a mesma, podemos substituir o valor da aceleração em qualquer uma das duas equações acima. Usando a primeira, obtemos:

$$T = 6 \cdot a \Rightarrow T = 6 \cdot 4 \Rightarrow T = 24 \text{ N}$$

Na prática

Atividade 1

Uma pessoa de 60 kg está no piso de um elevador que se move com aceleração de 2 m/s^2 . Sabendo que $g = 10 \text{ m/s}^2$, calcule a força normal exercida pelo piso sobre a pessoa.

a) Quando o elevador está parado.

Quando uma pessoa está parada no elevador, a força resultante sobre ela corresponde à soma vetorial da força peso e da força normal:

$$F_R = P + (-N)$$

Pela 2ª Lei de Newton:

$$F_R = m \cdot a$$

Como a pessoa está em repouso, $a = 0$:

$$P - N = m \cdot 0 \Rightarrow P = N$$

A força peso da pessoa é:

$$P = m \cdot g = 60 \cdot 10 = 600 \text{ N}$$

A força normal, portanto, também vale 600 N.

b) Quando o elevador acelera para cima.

Sabendo que o elevador se move com aceleração $a = 2 \text{ m/s}^2$, adotando o eixo positivo para baixo, quando ele acelera para cima, a força normal sobre os pés da pessoa é:

$$P - N = m \cdot a$$

$$600 - N = 60 \cdot (-2)$$

$$600 - N = -120$$

$$N = 600 + 120 = 720 \text{ N}$$

c) Quando o elevador acelera para baixo.

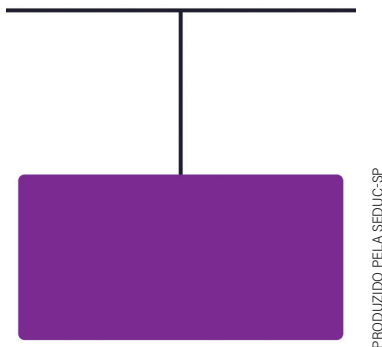
Como atribuímos o sinal de menos para a orientação vertical e para cima, quando o elevador acelera para baixo, a aceleração é positiva, logo:

$$P - N = m \cdot a$$

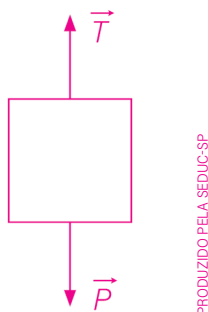
$$600 - N = 60 \cdot 2 \text{ N} = 600 - 120 = 480 \text{ N}$$

Atividade 2

A figura a seguir mostra um bloco de 8 kg pendurado em repouso no teto por um fio ideal. Determine o valor da tração no fio. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Na figura a seguir estão representadas as forças que atuam no bloco.



Se o bloco está em repouso, de acordo com a 1ª Lei de Newton, a força resultante sobre ele é nula.

Como as únicas forças sobre o bloco são peso e tração, podemos escrever:

$$F_R = 0 \text{ e } F_R = P - T$$

Logo:

$$0 = P - T$$

Como a massa do bloco é $m = 8 \text{ kg}$, e $g = 10 \text{ m/s}^2$, a tração no fio será:

$$0 = P - T \Rightarrow T = P$$

$$T = m \cdot g \Rightarrow T = 8 \cdot 10$$

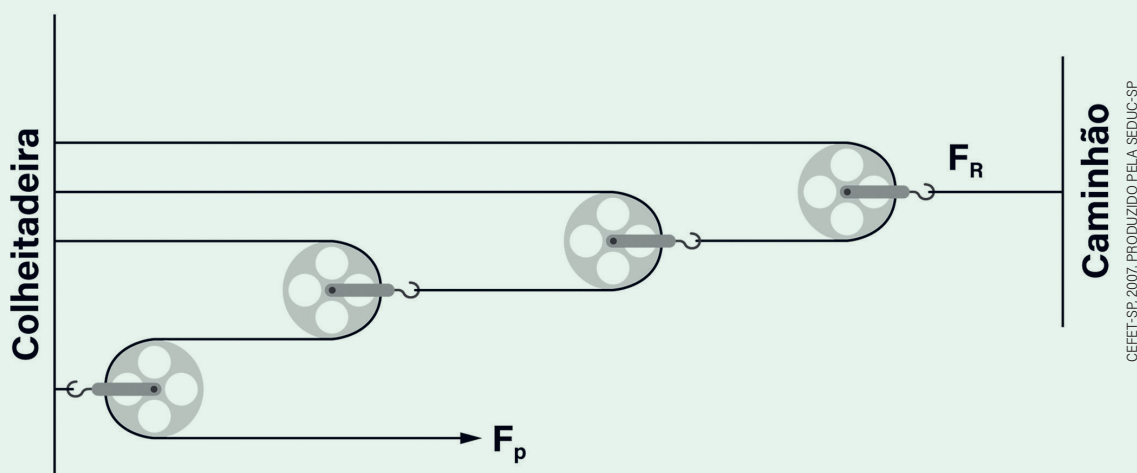
$$T = 80 \text{ N}$$

MENOS FORÇA, MAIS DISTÂNCIA: ANALISANDO AS POLIAS

Exercícios resolvidos

Extra: Caderno de Exercícios – Dinâmica

- 1 (CEFET-SP 2007) Embora abrigue toda uma floresta, o solo amazônico constitui uma fina camada fértil. Após uma temporada de chuvas, um caminhão ficou atolado no solo desmatado. Rapidamente, providenciaram alguns cabos de aço e quatro roldanas. Aproveitando-se da enorme inércia de uma colheitadeira, montaram a máquina simples da figura.



A solução encontrada permite que uma força resistente F_R seja vencida por uma força potente F_p :

- a) duas vezes menor.
- b) quatro vezes menor.
- c) seis vezes menor.
- d) oito vezes menor.
- e) dezesseis vezes menor.

A relação entre as forças potente e resistente em uma associação de polias móveis é:

$$F_P = \frac{F_R}{2^n}$$

Em que n é o número de polias móveis presentes no sistema de polias. Como a ilustração mostra um sistema com 3 polias móveis:

$$F_P = \frac{F_R}{2^n}$$

$$F_P = \frac{F_R}{2^3}$$

$$F_P = \frac{F_R}{8}$$

Isso significa que a força resistente F_R pode ser equilibrada por uma força potente F_P oito vezes menor.

Na prática

Atividade 1

(UEA 2025) Um professor de Física constrói um experimento para apresentar a seus alunos a 2ª Lei de Newton. Sobre um trilho reto e horizontal, ele coloca um carrinho de massa desprezível e, a esse carrinho, prende uma corda com um dinamômetro, como apresentado na figura. A corda passa por uma roldana e é presa a um tijolo. Os alunos, então, inserem um objeto de massa desconhecida m dentro do carrinho e liberam o sistema.



UEA, 2025. PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Sabendo que o sistema é livre de atritos, que a leitura do dinamômetro foi de 7,5 N e que a aceleração obtida pelo carrinho foi de 2,5 m/s², os alunos calculam que m vale:

- a) 3,0 kg.
b) 1,2 kg.
c) 0,5 kg.
d) 2,1 kg.
e) 4,5 kg.

O dinamômetro mede a força de tração na corda. Essa força é a mesma em todos os pontos da corda. Como o sistema está livre de atritos, a única força horizontal que atua sobre o carrinho é a tração indicada pelo dinamômetro ($T = 7,5$ N). Logo, a força resultante sobre o carrinho é:

$$F_R = T = 7,5 \text{ N}$$

Sabendo que a aceleração do carrinho é $a = 2,5$ m/s², pela 2ª Lei de Newton:

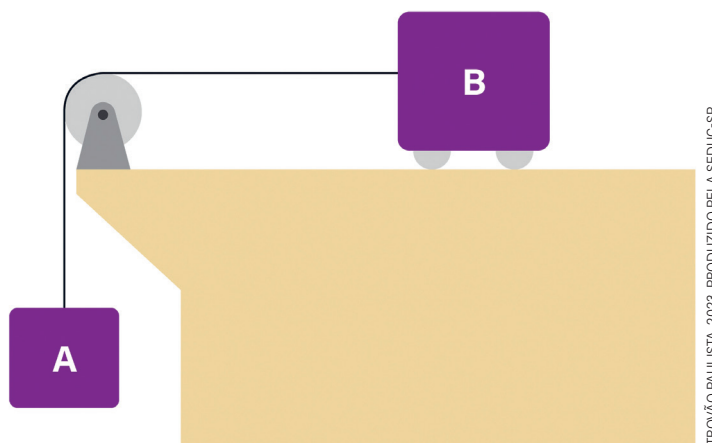
$$F_R = m \cdot a$$

$$7,5 = m \cdot 2,5$$

$$m = \frac{7,5}{2,5} = 3 \text{ kg}$$

Atividade 2

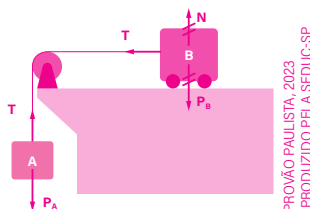
(PROVÃO PAULISTA 3 2023) O sistema de corpos mostrado na figura a seguir pode ser considerado ideal. Sabendo que as massas dos corpos A e B são, respectivamente, 8 kg e 12 kg, considerando 10 m/s² o valor da aceleração da gravidade, o movimento do sistema se dará com aceleração igual a:



TROYÃO PAULISTA, 2023. PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

- a) 5 m/s². b) 2 m/s². c) 8 m/s². d) 6 m/s². e) 4 m/s².

Como o enunciado diz que o sistema mostrado é ideal, podemos considerar que não existem forças de atrito atuando e desconsiderar as massas da polia e do fio.



TROYÃO PAULISTA, 2023. PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

As forças peso e normal sobre o corpo B se anulam.

Ao considerar os blocos como um único sistema, as forças de tração internas se cancelam,

restando apenas a força peso do corpo A como responsável pelo movimento.

Logo, a força resultante sobre o sistema é a própria força peso do corpo A e a massa do sistema é a soma das massas dos corpos.

$$F_R = m \cdot a$$

$$P_A = (m_A + m_B) \cdot a$$

$$m_A \cdot g = (m_A + m_B) \cdot a$$

$$8 \cdot 10 = (8 + 12) \cdot a$$

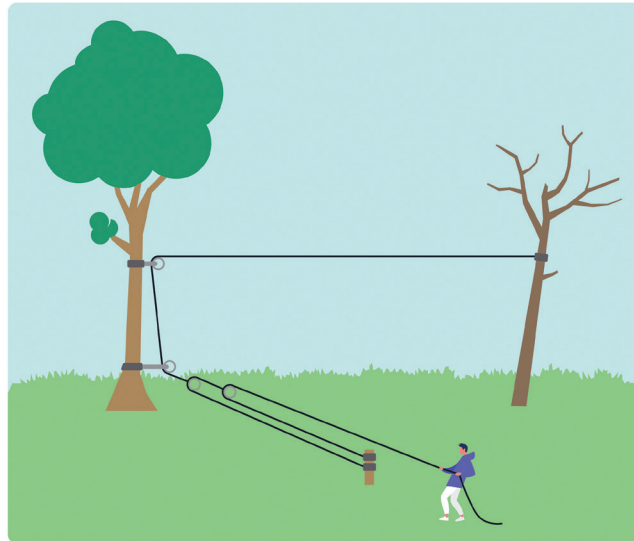
$$80 = 20 \cdot a$$

$$a = \frac{80}{20}$$

$$a = 4 \text{ m/s}^2$$

Atividade 3

(ACAFE 2017) Um homem queria derrubar uma árvore que estava inclinada e oferecia perigo de cair em cima de sua casa. Para isso, com a ajuda de um amigo, preparou um sistema de roldanas preso a outra árvore para segurar a árvore que seria derrubada, a fim de puxá-la para o lado oposto de sua suposta queda, conforme figura.



ACAFE, 2017. PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM © GETTY IMAGES

Sabendo que para segurar a árvore em sua posição o homem fez uma força de 1 000 N sobre a corda, a força aplicada pela corda na árvore que seria derrubada é:

- a) 2 000 N.
- b) 1 000 N.
- c) 500 N.
- d) 4 000 N.**

Em um sistema de polias, cada polia móvel diminui a força necessária (F) para determinada tarefa pela metade. Na situação ilustrada, o sistema de polias é formado por uma polia fixa e duas polias móveis.

Logo, se o homem, para segurar a árvore, aplica uma força $F = 1\,000\text{ N}$ à corda, a força aplicada pela corda na árvore (F_{corda}) será:

$$F = \frac{F_{\text{corda}}}{2^n}$$

$$F_{\text{corda}} = F \cdot 2^2$$

$$F_{\text{corda}} = 1\,000 \cdot 4$$

$$F_{\text{corda}} = 4\,000\text{ N}$$

QUANDO ESCORREGAR NÃO É UMA OPÇÃO: O PAPEL DO ATRITO ESTÁTICO

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Dinâmica

Força de atrito

Força de contato que atua contra o movimento relativo entre duas superfícies ou contra a tendência desse movimento.

Força de atrito estático

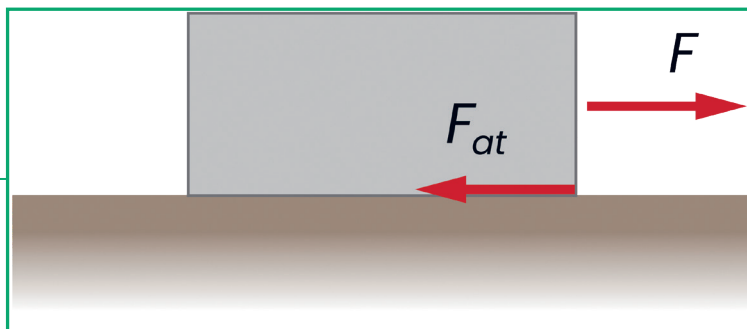
- Depende do tipo de superfície, mas não da área de contato entre elas.
- É proporcional à força normal que a superfície exerce sobre o corpo.
- Opõe-se à tendência de deslizamento.
- Seu módulo se ajusta ao valor da força que tenta provocar o movimento, até um limite máximo.
- O valor máximo é dado por:

$$F_{at} = \mu_e \cdot N$$

Coeficiente de atrito estático (μ_e)

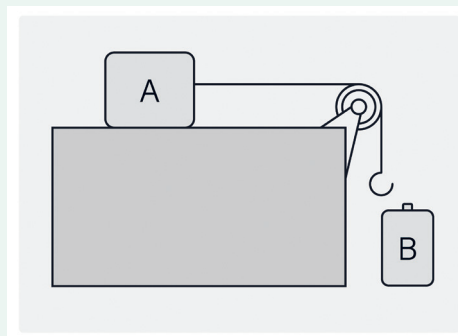
Grandeza adimensional que mede a “resistência” ao escorregamento entre duas superfícies.

Representação da força de atrito estático (F_{at}) sobre um bloco que é puxado por uma força F .



Exercícios resolvidos

- 1** (PUC-PR 2017) Um bloco A de massa 3,0 kg está apoiado sobre uma mesa plana horizontal e preso a uma corda ideal. A corda passa por uma polia ideal e na sua extremidade final existe um gancho de massa desprezível, conforme mostra o desenho. Uma pessoa pendura, suavemente, um bloco B de massa 1,0 kg no gancho. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre o bloco A e a mesa são, respectivamente, $\mu_e = 0,50$ e $\mu_c = 0,20$. Determine a força de atrito que a mesa exerce sobre o bloco A. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

- a) 15 N. b) 6,0 N. c) 30 N. **d) 10 N.** e) 12 N.

Ao pendurar o bloco B, o sistema sofre o peso de B puxando o conjunto e o atrito estático do bloco A resistindo ao movimento.

A força máxima de atrito sobre o bloco A é:

$$F_a = \mu_e \cdot N$$

Sabendo que a mesa é plana e horizontal, $N_A = P_A$, logo:

$$F_a = \mu_e \cdot N_A$$

$$F_a = \mu_e \cdot P_A \Rightarrow F_a = \mu_e \cdot m_A \cdot g$$

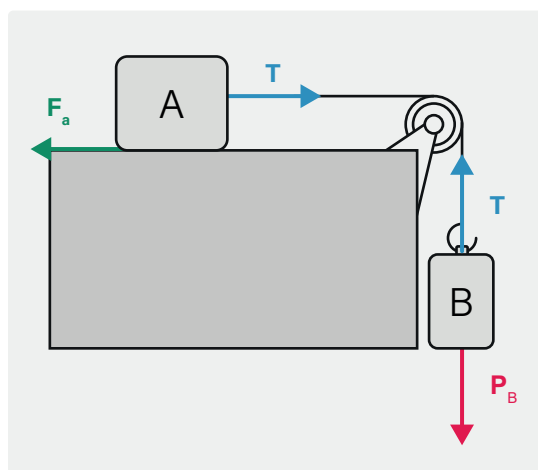
$$F_a = 0,5 \cdot 3 \cdot 10 \Rightarrow F_a = 15 \text{ N}$$

Como as forças de tração são internas ao sistema, elas se anulam. Logo, a única força externa que puxa o sistema é o peso do bloco B:

$$P_B = m_B \cdot g \Rightarrow P_B = 1 \cdot 10$$

$$P_B = 10 \text{ N}$$

Como a força P_B **não é suficiente para superar a força de atrito** F_a , e essas forças se equilibram até o valor limite $F_a = 15 \text{ N}$, ao pendurar o bloco B, a força de atrito exercida pela mesa sobre o bloco A é $F_a = 10 \text{ N}$.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Na prática

Atividade 1

(UERJ 2024) Um bloco com massa igual a 12 kg encontra-se inicialmente em repouso sobre determinado tipo de superfície plana e horizontal. Em um dado instante, o bloco é empurrado por uma força de 72 N, paralela à superfície, que se iguala ao módulo da força máxima de atrito estático que atua sobre ele. Considere os seguintes valores de coeficientes de atrito estático:

Tipos de superfície	Coefficientes de atrito estático
Madeira	0,2
Alumínio	0,4
Aço	0,6
Borracha	0,8

Admitindo a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , o bloco se encontra sobre o seguinte tipo de superfície:

- a) madeira. b) alumínio. **c) aço.** d) borracha.

O enunciado diz que a força $F = 72 \text{ N}$ se iguala ao módulo da força máxima de atrito estático que atua sobre o bloco. Logo, o valor máximo da força de atrito é $F_{\text{at}} = 72 \text{ N}$.

Como a superfície é plana e horizontal, a intensidade da força normal sobre o bloco é igual à intensidade da força peso:

$$N = P \Rightarrow N = m \cdot g$$

$$N = 12 \cdot 10 \Rightarrow N = 120 \text{ N}$$

Substituindo esses valores na equação da força de atrito estático, concluímos que o coeficiente de atrito entre as superfícies é:

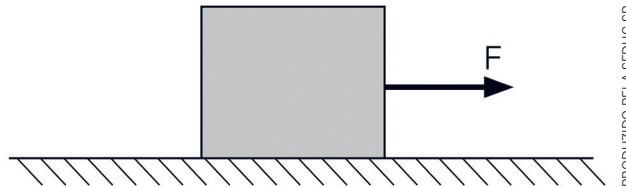
$$F_{\text{at}} = \mu_e \cdot N \Rightarrow 72 = \mu_e \cdot 120$$

$$\mu_e = \frac{72}{120} \Rightarrow \mu_e = 0,6$$

De acordo com a tabela, esse valor corresponde ao aço.

Atividade 2

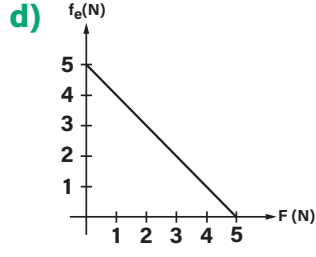
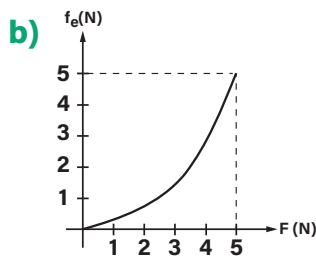
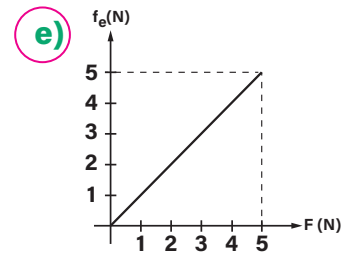
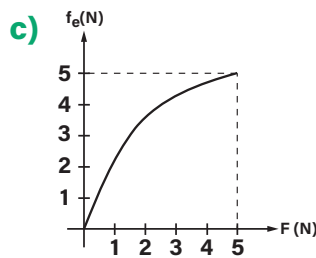
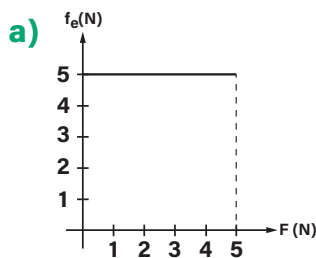
(UFRGS 2020) A figura representa um bloco de massa 2,0 kg, que se mantém em repouso, sobre uma superfície plana horizontal, enquanto submetido a uma força F paralela à superfície e de intensidade variável.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

O coeficiente de atrito estático entre o bloco e a superfície vale 0,25. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Assinale a alternativa que melhor representa o gráfico do módulo da força de atrito estático f_e em função do módulo da força aplicada.



Para que o bloco se mantenha em repouso, é necessário que a força aplicada e a força de atrito estático se anulem. Para isso, ambas têm a mesma intensidade até o limite do atrito estático máximo. Logo, o gráfico do módulo da força de atrito estático f_e em função do módulo da força aplicada é uma reta ascendente até o valor máximo de força de atrito estático. A partir desse ponto, o bloco entra em movimento e o atrito passa a ser cinético.

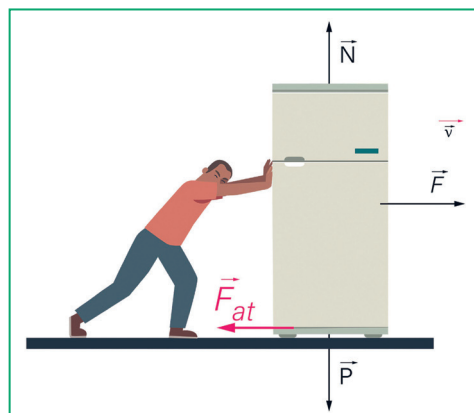
Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Dinâmica

Nas situações em que há movimento relativo entre as superfícies chamamos o atrito de **força de atrito dinâmico**.

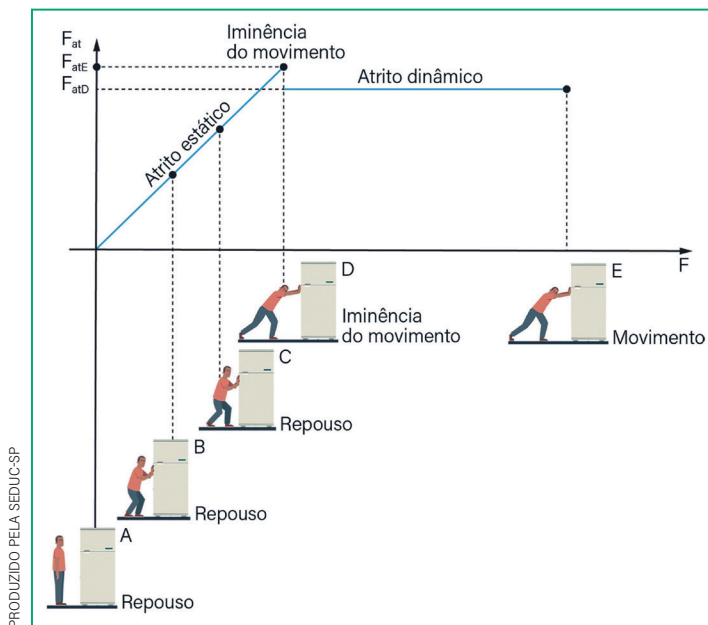
Força de atrito dinâmico

- Módulo constante.
- Intensidade menor que a intensidade máxima da força de atrito estático.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Representação das forças que atuam em uma geladeira enquanto é empurrada e desliza sobre a superfície.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

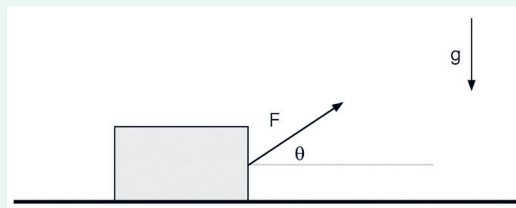
Representação gráfica do comportamento dos módulos das forças de atrito (estático e dinâmico) em relação à força \vec{F} que empurra a geladeira.

- Módulo calculado por:

$$F_{at} = \mu_D \cdot N$$

Exercícios resolvidos

- 1** (PUCRJ 2023 - Adaptada) Uma caixa de massa M se move com velocidade constante ao longo de um plano horizontal ao ser puxada por uma força F constante que faz um ângulo $\theta = 30^\circ$ com a horizontal, como na figura. A força F tem módulo igual a $1/2$ do peso da caixa.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Nessas condições, o coeficiente de atrito cinético entre a caixa e o plano é:

Dado: $\sin 30^\circ = 1/2$; $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$

a) 4

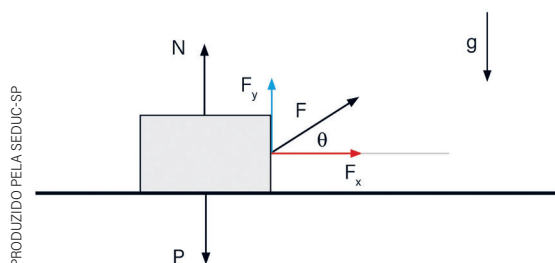
b) 3

c) $\frac{1}{2}$

d) $\frac{\sqrt{3}}{3}$

e) 0

A ilustração a seguir mostra a força \vec{F} decomposta em suas componentes horizontal e vertical.



O enunciado diz que a força \vec{F} tem intensidade igual à metade da intensidade do peso do bloco. Logo, o módulo de \vec{F} é:

$$F = \frac{P}{2}$$

Ao decompor a força F , o módulo de F_y vale:

$$\sin 30^\circ = \frac{F_y}{F} \Rightarrow F_y = F \cdot \sin 30^\circ$$

$$F_y = \frac{P}{2} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow F_y = \frac{P}{4}$$

Analisando a resultante das forças verticais, temos:

$$N + F_y - P = 0 \Rightarrow N = P - F_y$$

$$N = P - \frac{P}{4} \Rightarrow N = \frac{3P}{4}$$

Como a caixa se move com velocidade constante, as forças que atuam horizontalmente se anulam. Logo, podemos concluir que:

$$F_{\text{at}} = F_x \Rightarrow \mu_c \cdot N = F \cdot \cos 30^\circ$$

$$\mu_c \cdot \frac{3P}{4} = \frac{P}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \mu_c \cdot \frac{3P}{4} = \frac{P\sqrt{3}}{4}$$

$$\mu_c = \frac{4 \cdot P\sqrt{3}}{4 \cdot 3P} \Rightarrow \mu_c = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

Na prática

Atividade 1

(UNICAMP 2021) A força de atrito cinético entre a agulha e um disco de vinil tem módulo $F_{\text{at}} = 8 \cdot 10^{-3}$ N. Sendo o módulo da força normal $N = 2 \cdot 10^{-2}$ N, o coeficiente de atrito cinético μ_c , entre a agulha e o disco é igual a:

a) $1,6 \cdot 10^{-5}$

b) $5,0 \cdot 10^{-2}$

c) $4,0 \cdot 10^{-1}$

d) $2,5 \cdot 10^0$

Podemos calcular o módulo da força de atrito cinético pela expressão:

$$F_{\text{at}} = \mu_c \cdot N$$

De acordo com o enunciado, a força de atrito cinético entre a agulha e um disco de vinil tem módulo $F_{\text{at}} = 8 \cdot 10^{-3}$ N e o módulo da força normal sobre a agulha é $N = 2 \cdot 10^{-2}$ N. Logo, o coeficiente de atrito cinético entre a agulha e o disco é igual a:

$$F_{\text{at}} = \mu_c \cdot N \Rightarrow \mu_c = \frac{F_{\text{at}}}{N}$$

$$\mu_c = \frac{8 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-2}} = 4 \cdot 10^{-1}$$

Atividade 2

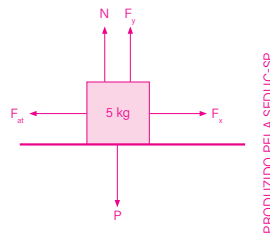
(PUCRJ 2020) Uma caixa de massa 5,0 kg, sobre um piso horizontal, é puxada simultaneamente por uma força horizontal de 10 N e uma força vertical para cima de 20 N.

Sabendo-se que os coeficientes de atrito estático e cinético entre a caixa e o piso são iguais a 0,30 e 0,20, respectivamente, qual é o módulo da aceleração do bloco, em m/s^2 ?

Dados: $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) 0
- b) 0,25
- c) 0,80**
- d) 1,0
- e) 2,0

Na figura estão representadas as forças que atuam no bloco:



Como a resultante das forças verticais é zero, podemos concluir que:

$$N + F_y - P = 0 \Rightarrow N = P - F_y$$

$$N = m \cdot g - F_y \Rightarrow N = 5 \cdot 10 - 20$$

$$N = 30 \text{ N}$$

Sabendo que a força normal sobre o bloco tem intensidade $N = 30 \text{ N}$, o valor máximo da força de atrito estático é:

$$F_{\text{at}} = \mu_e \cdot N \Rightarrow F_{\text{at}} = 0,3 \cdot 30$$

$$F_{\text{at}} = 9 \text{ N}$$

Como a força horizontal tem módulo $F_x = 10 \text{ N}$, ela supera a força de atrito estático e faz o bloco se mover. Logo, o atrito que atua no bloco é cinético, e de intensidade:

$$F_{\text{at}} = \mu_c \cdot N \Rightarrow F_{\text{at}} = 0,2 \cdot 30$$

$$F_{\text{at}} = 6 \text{ N}$$

Aplicando a segunda lei de Newton, a força resultante sobre o bloco é:

$$F_R = m \cdot a \Rightarrow F_x - F_{\text{at}} = m \cdot a$$

$$10 - 6 = 5 \cdot a \Rightarrow 4 = 5 \cdot a$$

$$a = \frac{4}{5} \Rightarrow a = 0,8 \text{ m/s}^2$$

A MOLA QUE RESISTE: ENTENDENDO A FORÇA ELÁSTICA

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Dinâmica

Força elástica

Surge como uma reação à ação de uma força de deformação sobre materiais com propriedades elásticas.

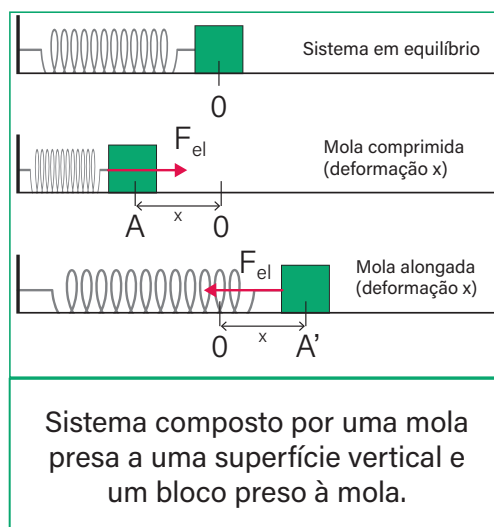
A força elástica:

- tem sentido sempre contrário ao sentido da deformação;
- tem intensidade diretamente proporcional à deformação da mola (ou outro material elástico);
- a intensidade da força elástica pode ser calculada pela equação:

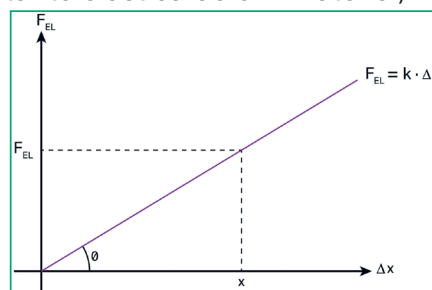
$$F_{el} = k \cdot x$$

- depende da constante elástica do material que constitui a mola (ou outro material elástico);
- a constante elástica é uma grandeza que quantifica várias características dos objetos elásticos como um todo. Quanto maior a constante elástica de um material, maior é a força necessária para o deformar;
- pode-se representar graficamente a relação entre a força elástica (F_{el}) aplicada por uma mola e a respectiva deformação (x);
- em um gráfico $F_{el} \times \Delta x$, a constante elástica pode ser definida pela inclinação da reta:

$$k = \text{tg } \theta$$



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

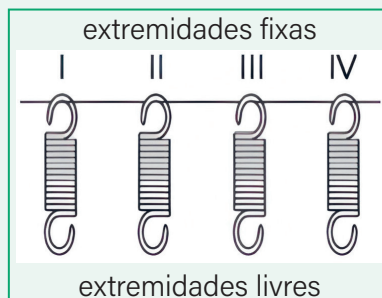


PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Exercícios resolvidos

- 1 (UERJ 2021)** Uma empresa testou quatro molas para utilização em um sistema de fechamento automático de portas. Para avaliar sua eficiência, elas foram fixadas a uma haste horizontal e, em suas extremidades livres, foram fixados corpos com diferentes massas. Observe na tabela os valores tanto das constantes elásticas K das molas quanto das massas dos corpos.

Mola	K (N/cm)	Massa do corpo fixado (kg)
I	0,9	0,9
II	0,8	1,2
III	0,6	1,8
IV	0,7	1,4



Para que o sistema de fechamento funcione com mais eficiência, a mola a ser utilizada deve ser a que apresentou maior deformação no teste. Essa mola está identificada pelo seguinte número:

a) I

b) II

c) III

d) IV

Para determinar qual mola deve ser utilizada, é necessário calcular a deformação das quatro molas e verificar qual delas apresenta maior deformação. A força elástica em cada caso se equilibrará com a força peso dos corpos presos às extremidades das molas ($F = P = m \cdot g$).

Para a mola I temos $F_I = 0,9 \cdot 10 = 9$ N, logo:

$$F_I = K_I \cdot x_I$$

$$x_I = \frac{F_I}{K_I}$$

$$x_I = \frac{9}{0,9}$$

$$x_I = 10 \text{ cm}$$

Para a mola II temos $F_{II} = 1,2 \cdot 10 = 12$ N, logo:

$$F_{II} = K_{II} \cdot x_{II}$$

$$x_{II} = \frac{F_{II}}{k_{II}}$$

$$x_{II} = \frac{12}{0,8}$$

$$x_{II} = 15 \text{ cm}$$

Para a mola III temos

$$F_{III} = 1,8 \cdot 10 = 18 \text{ N, logo:}$$

$$F_{III} = K_{III} \cdot x_{III}$$

$$x_{III} = \frac{F_{III}}{k_{III}}$$

$$x_{III} = \frac{18}{0,6}$$

$$x_{III} = 30 \text{ cm}$$

Para a mola IV temos

$$F_{IV} = 1,4 \cdot 10 = 14 \text{ N, logo:}$$

$$F_{IV} = K_{IV} \cdot x_{IV}$$

$$x_{IV} = \frac{F_{IV}}{k_{IV}}$$

$$x_{IV} = \frac{14}{0,7}$$

$$x_{IV} = 20 \text{ cm}$$

A mola a ser utilizada é a III.

Na prática

Atividade 1

(UERN 2013) A tabela apresenta a força elástica e a deformação de 3 molas diferentes. Comparando-se as constantes elásticas destas 3 molas, tem-se que:

a) $K_1 > K_2 > K_3$

b) $K_2 > K_1 > K_3$

c) $K_2 > K_3 > K_1$

d) $K_3 > K_2 > K_1$

Mola	Força elástica (N)	Deformação (m)
1	400	0,50
2	300	0,30
3	600	0,80

Para determinar a relação entre as constantes elásticas das três molas é necessário calculá-las.

Para a mola 1, a força elástica tem intensidade 400 N e a deformação é $x = 0,50$ m. Logo, a constante elástica K_1 é:

$$F_{el} = K_1 \cdot x$$

$$400 = K_1 \cdot 0,5$$

$$K_1 = \frac{400}{0,5}$$

$$K_1 = 800 \text{ N/m}$$

Para a mola 2, a força elástica tem intensidade 300 N e a deformação é $x = 0,30$ m. Logo, a constante elástica K_2 é:

$$F_{el} = K_2 \cdot x$$

$$300 = K_2 \cdot 0,3$$

$$K_2 = \frac{300}{0,3}$$

$$K_2 = 1000 \text{ N/m}$$

Para a mola 3, a força elástica tem intensidade 600 N e a deformação é $x = 0,80$ m. Logo, a constante elástica K_3 é:

$$F_{el} = K_3 \cdot x$$

$$600 = K_3 \cdot 0,8$$

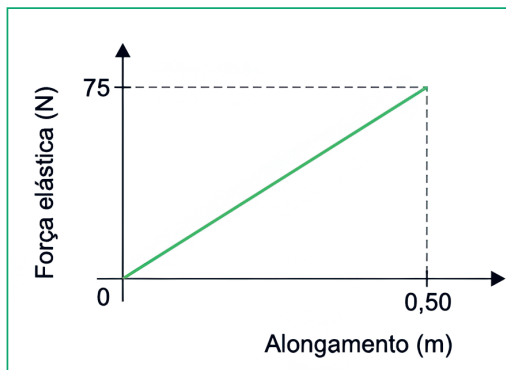
$$K_3 = \frac{600}{0,8}$$

$$K_3 = 750 \text{ N/m}$$

Logo, $K_2 > K_1 > K_3$.

Atividade 2

(FMJ 2023) O gráfico mostra a variação da força aplicada por uma mola em função do seu alongamento. Considerando a aceleração gravitacional igual a 10 m/s^2 , se um objeto de $4,5 \text{ kg}$ for pendurado em uma extremidade dessa mola, mantendo-se a outra extremidade presa a uma haste horizontal fixa, ela se alongará:



- a) 25 cm. **b) 30 cm.** c) 10 cm. d) 15 cm. e) 45 cm.

Com base nas informações do gráfico, podemos determinar a constante elástica da mola usada na situação descrita. De acordo com o gráfico, quando a mola sofre uma deformação $x = 0,50 \text{ m}$, ela aplica uma força no agente deformador de intensidade $F_{el} = 75 \text{ N}$. Logo, a constante elástica dessa mola é:

$$F_{el} = k \cdot x$$

$$k = \frac{F_{el}}{x}$$

$$k = \frac{75}{0,5}$$

$$k = 150 \text{ N}$$

Ao pendurar o objeto nessa mola, ela se alongará verticalmente até um valor máximo. Ao atingir o alongamento máximo, a força elástica aplicada pela mola se equilibra com a força que está deformando-a, que, neste caso, é a força peso do objeto. Ou seja, no máximo alongamento:

$$F_{el} = P$$

$$F_{el} = m \cdot g$$

$$F_{el} = 4,5 \cdot 10$$

$$F_{el} = 45 \text{ N}$$

Logo, o alongamento da mola nessa circunstância é:

$$F_{el} = k \cdot x$$

$$45 = 150 \cdot x$$

$$x = \frac{45}{150}$$

$$x = 0,3 \text{ m} = 30 \text{ cm}$$

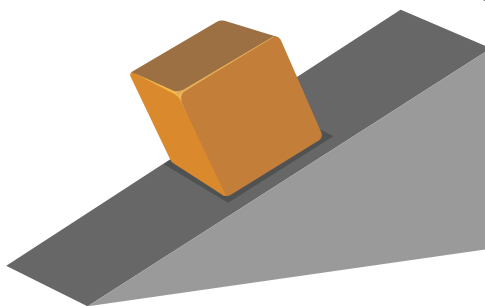
PLANO INCLINADO: A FÍSICA DAS RAMPAS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Dinâmica

Plano inclinado

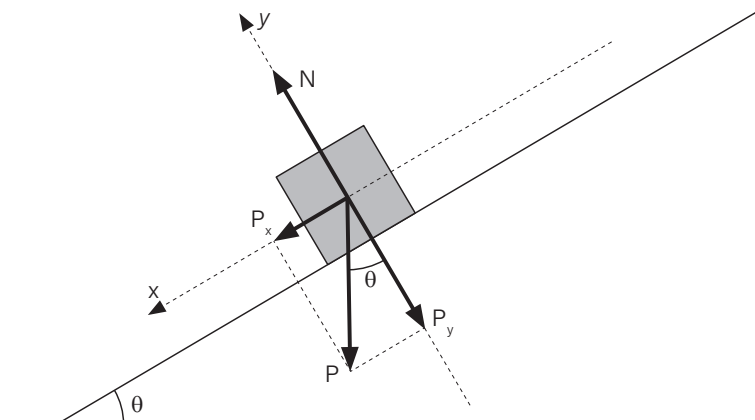
Superfície inclinada em um certo ângulo ($< 90^\circ$) com relação à horizontal.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Representação de um bloco sob um plano inclinado.

Para analisar as forças que atuam em um corpo sobre um plano inclinado e os respectivos efeitos é necessário decompor a força peso em duas componentes (P_x e P_y):



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Representação da força normal, da força peso e das componentes da força peso (P_x e P_y).

A intensidade das componentes x e y da força peso são calculadas por:

$$P_x = P \cdot \text{sen } \theta$$

$$P_y = P \cdot \text{cos } \theta$$

- em um plano inclinado sem atrito:

$$a = g \cdot \text{sen } \theta$$

- em um plano inclinado com atrito estático:

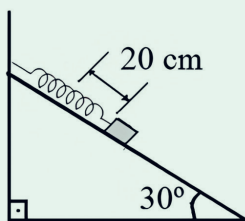
$$\mu_e = \text{tg } \theta$$

- em um plano inclinado com atrito dinâmico:

$$a = g (\text{sen } \theta - \mu_D \cdot \text{cos } \theta)$$

Exercícios resolvidos

- 1** (EEAR 2021) Uma mola ideal está presa à parede e apoiada sobre um plano inclinado. Quando um bloco de massa igual a 5 kg é preso à extremidade dessa mola, esta sofre uma distensão de 20 cm, conforme o desenho. Considerando que o módulo da aceleração da gravidade no local vale 10 m/s² e desprezando qualquer tipo de atrito, qual o valor da constante elástica da mola em N/m?



EEAR, 2021

- a) 50
- b) 100
- c) 125**
- d) 250

Quando a mola está distendida em 20 cm, o bloco fica em repouso. Logo, nesse instante, a força elástica que a mola aplica no corpo tem a mesma intensidade da componente x da força peso que atua sobre o bloco. Logo:

$$F_{\text{el.}} = P_x \Rightarrow k \cdot x = P \cdot \text{sen } \theta$$

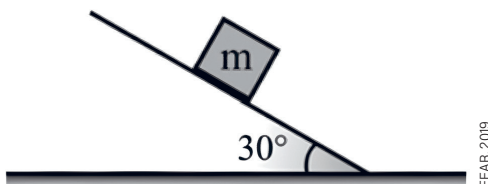
$$k \cdot x = m \cdot g \cdot \text{sen } 30^\circ \Rightarrow k \cdot 0,2 = 5 \cdot 10 \cdot 0,5$$

$$k \cdot 0,2 = 25 \Rightarrow k = \frac{25}{0,2} \Rightarrow k = 125 \text{ N/m}$$

Na prática

Atividade 1

(EEAR 2019) Um corpo de massa m está apoiado sobre um plano inclinado, que forma um ângulo de 30° em relação à horizontal, conforme a figura a seguir.



O valor do coeficiente de atrito estático que garante a condição de iminência de movimento desse corpo é?

- a) $\frac{1}{2}$
- b) $\frac{\sqrt{2}}{2}$
- c) $\frac{\sqrt{3}}{2}$
- d) $\frac{\sqrt{3}}{3}$**

Na iminência de escorregamento, a força de atrito estático máxima se equilibra com a componente x da força peso. Logo:

$$F_{\text{ate}} = P_x \Rightarrow \mu_e \cdot N = m \cdot g \cdot \text{sen } \theta$$

$$\mu_e \cdot P \cdot \text{cos } \theta = m \cdot g \cdot \text{sen } \theta$$

$$\mu_e \cdot m \cdot g \cdot \text{cos } \theta = m \cdot g \cdot \text{sen } \theta$$

$$\mu_e = \frac{\text{sen } \theta}{\text{cos } \theta} \Rightarrow \mu_e = \text{tg } \theta$$

$$\mu_e = \text{tg } 30^\circ \Rightarrow \mu_e = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

Atividade 2

(UEPG 2019 - Adaptada) Um bloco, com uma massa de 100 g, encontra-se inicialmente em repouso sobre um plano inclinado de 30° em relação à horizontal. Ele é solto, a partir de uma altura de 1 m em relação ao solo e movimenta-se ao longo do plano. Desprezando forças de atrito, assinale o que for correto.

- (01) A força normal que o plano inclinado exerce sobre o bloco é 0,5 N.
- (02) A aceleração do bloco durante seu movimento ao longo do plano inclinado é 5 m/s^2 .
- (04) Quando o bloco encontrava-se em repouso, a força peso do bloco e a força normal exercida sobre ele eram iguais em módulo.
- (08) Se ao longo do movimento atuasse sobre o bloco uma força de atrito dinâmico $F_{\text{atD}} = 0,3 \text{ N}$, a aceleração do bloco seria $a = 2 \text{ m/s}^2$.

02 + 08 = 10

(01) Incorreto. A intensidade da força normal é igual à intensidade da componente y da força peso. Logo:

$$N = P_y \Rightarrow N = P \cdot \cos \theta$$
$$N = m \cdot g \cdot \cos 30^\circ \Rightarrow N = 0,1 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$
$$N = \frac{\sqrt{3}}{2} \cong 0,866 \text{ N}$$

(02) Correto. A aceleração do bloco é:

$$a = g \cdot \sin \theta \Rightarrow a = 10 \cdot \sin 30^\circ$$
$$a = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ m/s}^2$$

(04) Incorreto. Mesmo em repouso, o módulo da força normal é igual ao módulo da componente y da força peso.

(08) Correto. Analisando a situação descrita pela 2ª lei de Newton, obtemos:

$$F_R = m \cdot a \Rightarrow P_x - T_{\text{atD}} = m \cdot a$$
$$m \cdot g \cdot \sin \theta - 0,3 = m \cdot a$$
$$0,1 \cdot 10 \cdot \sin 30^\circ - 0,3 = 0,1 \cdot a$$
$$0,5 - 0,3 = 0,1 \cdot a \Rightarrow a = \frac{0,2}{0,1} = 2 \text{ m/s}^2$$

NEM TODA FORÇA REALIZA TRABALHO

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Conservação de energia

Trabalho realizado por uma força

Significado físico

Corresponde à quantidade de energia cinética que uma força transfere para um corpo ou "retira" dele.

Sinal do trabalho

- **Sinal positivo:** quando uma força genérica ou sua componente atua no sentido do movimento do corpo.
- **Sinal negativo:** quando uma força genérica ou sua componente atua no sentido contrário ao movimento do corpo.



Condição para realização de trabalho

1. O ponto de aplicação da força deve sofrer deslocamento durante a sua aplicação.
2. A força precisa ter, pelo menos, uma componente no sentido do deslocamento. Isso significa que, se a força estiver atuando na direção perpendicular ao movimento do objeto, não realizará trabalho.

PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Trabalho de uma força

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos(\theta)$$

Onde:

τ : trabalho, medido em joule (J)

F: força, medida em newton (N)

d: deslocamento, medido em metros (m)

Exercícios resolvidos

- 1 A imagem a seguir mostra um homem realizando exercícios com dois halteres.



Suponha que, em um dado momento, ele esteja levantando os halteres verticalmente, mantendo uma velocidade constante.

- a) Nesse cenário, podemos afirmar que a força aplicada pela pessoa nos halteres está realizando trabalho? Por quê?

Sim. Mesmo que esteja levantando-os com velocidade constante, a força que o homem exerce sobre os halteres provoca um deslocamento dos halteres; logo, essa força realiza trabalho.

- b) Se levarmos em consideração a resultante das forças sobre os halteres, ela realiza trabalho nessa situação? Por quê?

Não. Como o movimento ocorre com velocidade constante, a força resultante é nula. Isso significa que a força aplicada pelo homem equilibra exatamente o peso dos halteres. Sendo a força resultante igual a zero, o trabalho da resultante também é zero.

Na prática

Atividade 1

A imagem mostra um camponês caminhando enquanto carrega um saco de plantas sobre a cabeça. Suponha que ele mantenha velocidade constante. Para que haja trabalho sobre o saco, é preciso que exista componente da força aplicada na mesma direção do deslocamento. A força que o camponês exerce, no entanto, é vertical (para cima), enquanto o deslocamento é horizontal. Com base nisso, ele realiza trabalho?

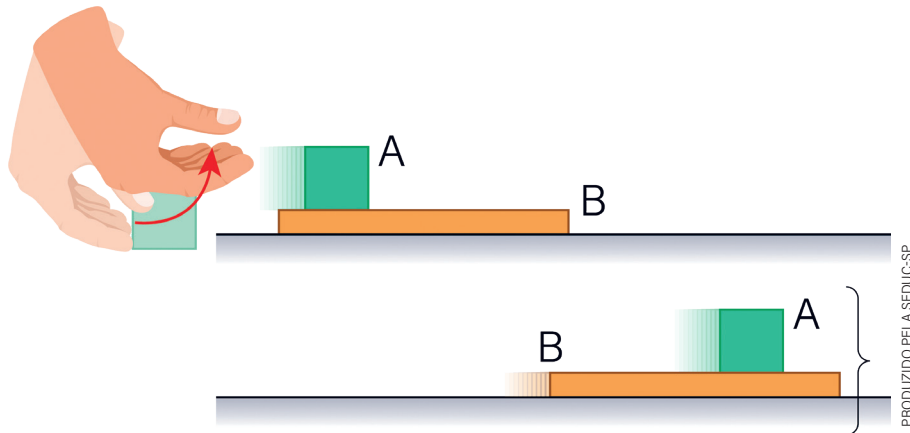


© GETTY IMAGES

O camponês não realiza trabalho sobre o saco de plantas. Para que haja trabalho, a força aplicada precisa ter um componente na mesma direção do deslocamento. No caso do camponês, a força que ele exerce para segurar o saco é vertical (para cima), oposta à força peso. Seu deslocamento, no entanto, é horizontal ao longo do percurso. Como a força aplicada é vertical e o deslocamento é horizontal, não há trabalho realizado sobre o saco de plantas.

Atividade 2

Considere um cenário em que um bloco B está em repouso sobre um plano horizontal liso. De repente, um segundo bloco A é arremessado horizontalmente sobre ele, fazendo com que ambos comecem a se mover juntos. Levando em conta a presença de atrito entre os blocos, o trabalho realizado pela força de atrito que o bloco A exerce sobre o bloco B é positivo ou negativo? Justifique sua resposta com base na ideia de trabalho como transferência de energia cinética.



O trabalho realizado pela força de atrito que o bloco A exerce sobre o bloco B é considerado positivo.

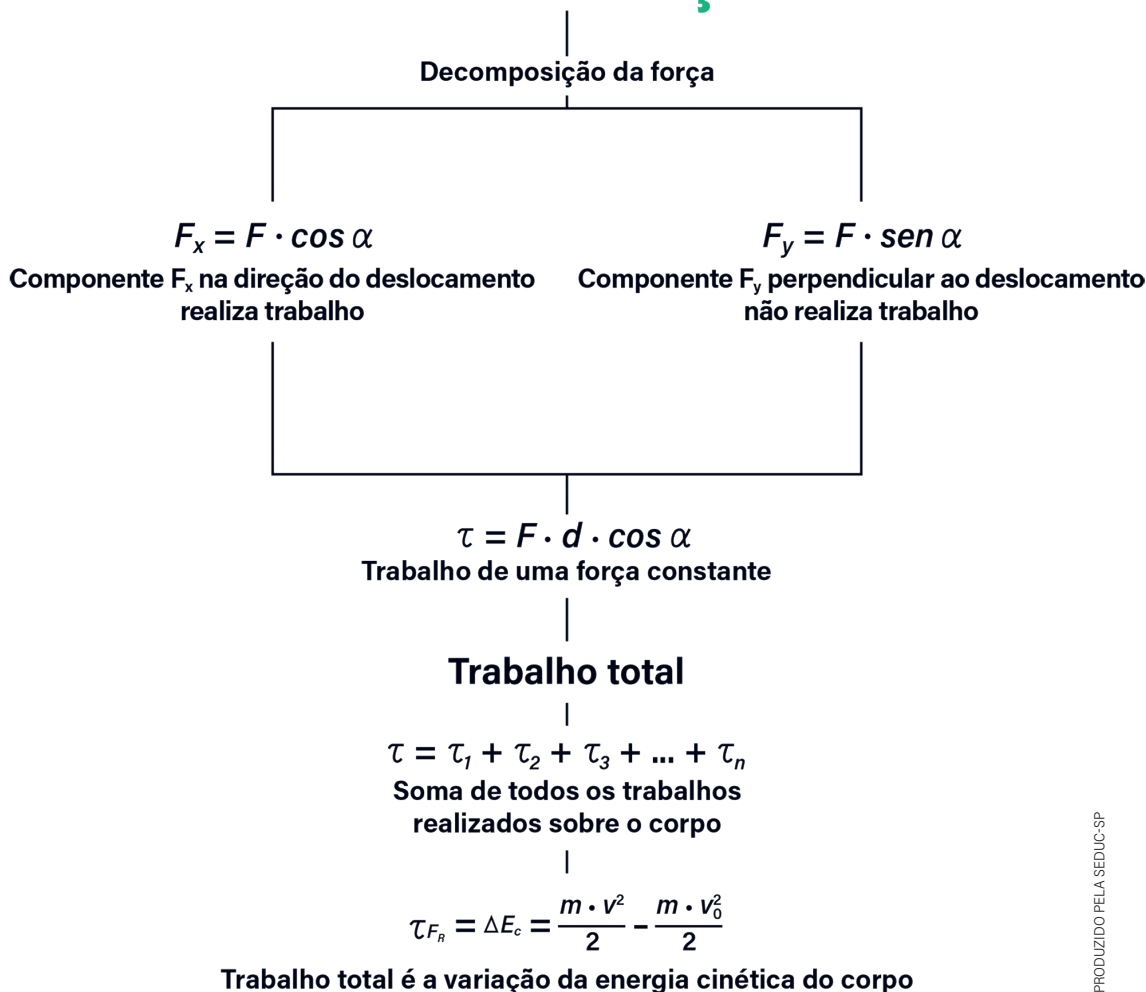
Quando o bloco A é arremessado sobre o bloco B, que estava em repouso, a força de atrito entre eles possibilita que B comece a se mover. Assim, a energia cinética adquirida pelo bloco B resulta do trabalho dessa força de atrito, que transfere energia de A para B, por isso o trabalho é positivo.

TEOREMA DA ENERGIA CINÉTICA: ALÉM DAS FORÇAS CONSTANTES

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Conservação de energia

Trabalho de uma força inclinada



Exercícios resolvidos

1 (UECE 2021 - Adaptada) Um objeto de massa 20 kg desloca-se em linha reta com velocidade de 30 m/s ao longo de uma superfície horizontal sem atrito. A partir de certo momento, esse corpo sofre uma redução de velocidade devido à ação de uma força de atrito com o solo, cujo trabalho resistente foi 5 000 J. A seguir, o objeto passa novamente para uma região sem atrito. Após a passagem pela região de atrito, a velocidade, em m/s, com que o objeto passará a se deslocar será igual a:

a) 10

b) 20

c) 15

d) 25

Partindo do teorema da energia cinética, temos:

$$\tau_{\text{total}} = \Delta E_c \Rightarrow \tau_{\text{total}} = E_{c_{\text{final}}} - E_{c_{\text{inicial}}} \Rightarrow \tau_{\text{total}} = \frac{m \cdot v^2}{2} - \frac{m \cdot v_0^2}{2}$$

Colocando o termo $\frac{m}{2}$ em evidência, podemos reescrever a equação da seguinte forma:

$$\tau_{\text{total}} = \frac{m}{2} \cdot (v^2 - v_0^2)$$

Como a força de atrito realiza trabalho resistente, seu valor é negativo ($\tau_{\text{total}} = -5\,000\text{ J}$). De acordo com o enunciado, a massa do objeto é $m = 20\text{ kg}$ e a velocidade inicial é $v_0 = 30\text{ m/s}$. Logo, a velocidade final do objeto será:

$$-5\,000 = \frac{20}{2} \cdot (v^2 - 30^2) \Rightarrow -5\,000 = 10 \cdot (v^2 - 900)$$

$$-5\,000 = 10 \cdot v^2 - 9\,000 \Rightarrow 10 \cdot v^2 = 4\,000$$

$$v^2 = 400 \Rightarrow v = \sqrt{400} \Rightarrow v = 20\text{ m/s.}$$

Na prática

Atividade 1

Um bloco de 10 kg é puxado, com velocidade constante, por uma distância de 8 m em um piso horizontal, por uma corda que exerce uma força de intensidade $F = 20$ N. Sabendo que a direção da força \vec{F} forma um ângulo de 60° com a horizontal e que $\cos 60^\circ = 0,5$ e $\sin 60^\circ = 0,86$, o trabalho realizado pela força \vec{F} é de:

- a) 80 J. b) 160 J. c) 240 J. d) 320 J.

Para calcular o trabalho realizado por uma força que não é paralela à direção do deslocamento, usa-se a equação:

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos \alpha$$

Na situação descrita pelo enunciado, $F = 20$ N, $d = 8$ m, $\alpha = 60^\circ$ e $\cos 60^\circ = 0,5$. Substituindo esses valores na equação, obtemos:

$$\tau = 20 \cdot 8 \cdot \cos 60^\circ \Rightarrow \tau = 160 \cdot 0,5 \Rightarrow \tau = 80 \text{ J.}$$

Atividade 2

Um corpo de massa 6 kg está inicialmente em repouso. Uma força resultante constante é aplicada a ele, de modo que, após 5 segundos, sua velocidade atinge 20 m/s. Qual é o trabalho realizado pela força resultante durante esse intervalo de tempo?

- a) 200 J. c) 1 200 J. e) 2 400 J.
b) 600 J. d) 1 800 J.

De acordo com o teorema da energia cinética, o trabalho total (trabalho da força resultante) pode ser determinado por:

$$\tau_{\text{total}} = E_{\text{c final}} - E_{\text{c inicial}} \Rightarrow \tau_{\text{total}} = \frac{m \cdot v^2}{2} - \frac{m \cdot v_0^2}{2}$$

Na situação descrita, a massa do corpo é $m = 6$ kg, ele está inicialmente em repouso, logo, $v_0 = 0$, e, após 5 s, sua velocidade é $v = 20$ m/s, portanto o trabalho da força resultante será:

$$\tau_{\text{total}} = \frac{m \cdot v^2}{2} - \frac{m \cdot v_0^2}{2} \Rightarrow \tau_{\text{total}} = \frac{6 \cdot 20^2}{2} - \frac{6 \cdot 0^2}{2}$$

$$\tau_{\text{total}} = \frac{6 \cdot 20^2}{2} \Rightarrow \tau_{\text{total}} = 3 \cdot 400 \Rightarrow \tau_{\text{total}} = 1 200 \text{ J.}$$

AULA 12

ENERGIA CINÉTICA E TRABALHO: APLICAÇÕES E ESTRATÉGIAS DE RESOLUÇÃO



Exercícios resolvidos

Extra: Caderno de Exercícios – Conservação de energia

1 (UECE 2010) Em um corredor horizontal, um estudante puxa uma mochila de rodinhas de 6 kg pela haste, que faz 60° com o chão. A força aplicada pelo estudante é a mesma necessária para levantar um peso de 1,5 kg, com velocidade constante. Considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , o trabalho, em Joule, realizado para puxar a mochila por uma distância de 30 m é:

a) Zero

b) 225,0

c) 389,7

d) 900,0

O enunciado diz que a força aplicada pelo estudante é a mesma necessária para levantar um peso de 1,5 kg, com velocidade constante. Para levantar um peso de 1,5 kg nessas condições, deve-se aplicar uma força de módulo igual ao peso desse objeto, portanto o módulo da força (F) aplicada pelo estudante é:

$$F = P \Rightarrow F = m \cdot g$$

$$F = 1,5 \cdot 10 \Rightarrow F = 15 \text{ N}$$

O trabalho que essa força realiza para puxar a mochila por 30 metros é:

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos \alpha$$

$$\tau = 15 \cdot 30 \cdot \cos 60^\circ \Rightarrow \tau = 15 \cdot 30 \cdot 0,5$$

$$\tau = 15 \cdot 15 \Rightarrow \tau = 225 \text{ J}$$

Na prática

Atividade 1

(PUCRJ 2023) Uma partícula se move ao longo da reta de equação $y = -x + 3$, no sentido de x crescente. Uma força F de módulo 5 N, orientada no eixo x , age sobre a partícula entre as posições $x = 0$ e $x = 3$. Todas as unidades de medidas usadas na descrição desse movimento são do Sistema Internacional. Qual é, em joules, o trabalho da força F nesse intervalo?

a) 0

b) 1

c) 3

d) 5

e) 15

As posições da partícula quando $x = 0$ e $x = 3$ são, respectivamente:

$$y_1 = -0 + 3 \Rightarrow y_1 = 3 \text{ e } y_2 = -3 + 3 \Rightarrow y_2 = 0$$

Como as unidades usadas para descrever esse movimento são do Sistema Internacional, o deslocamento da partícula é $d = 3$ m. Sobre essa partícula age uma força de módulo $F = 5$ N, paralela à direção do movimento.

Logo, o trabalho realizado pela força F foi:

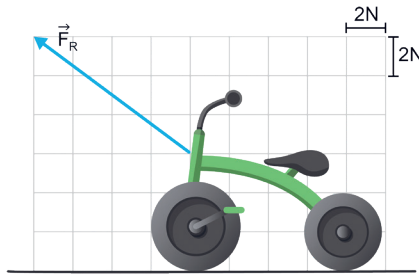
$$\tau = F \cdot d$$

$$\tau = 5 \cdot 3 \Rightarrow \tau = 15 \text{ J}$$

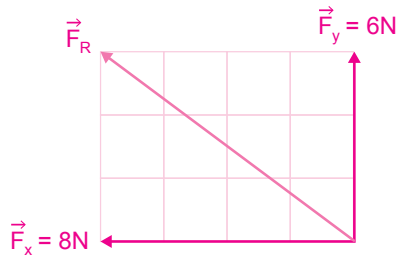
Atividade 2

(UERJ 2020) Uma criança em um velocípede é puxada por seu pai por uma distância horizontal de 20 m, sob a ação da força resultante constante \vec{F}_R , orientada conforme o esquema.

Desprezando as forças dissipativas, calcule, em joules, o trabalho realizado por \vec{F}_R quando o conjunto velocípede e criança percorre a distância de 20 m.



Analisando a imagem que representa a situação, percebemos que a força \vec{F}_R não tem a mesma direção do movimento. Como apenas a componente da força paralela à direção do deslocamento é capaz de realizar trabalho, precisamos determinar o módulo da componente \vec{F}_x da força resultante. Como a situação está representada em uma malha quadriculada, podemos determinar o módulo de \vec{F}_x como mostra a imagem:



Sendo $F = 8 \text{ N}$, $d = 20 \text{ m}$, e sabendo que o trabalho de uma força é calculado por $\tau = F \cdot d$, nesse caso, temos:

$$\tau = F \cdot d \Rightarrow \tau = 8 \cdot 20 \Rightarrow \tau = 160 \text{ J}$$

O trabalho realizado por \vec{F}_R quando o conjunto velocípede e criança percorre a distância de 20 m é 160 J.

Atividade 3

(UNICAMP 2024) Uma das etapas mais difíceis de um voo espacial tripulado é a re-entrada na atmosfera terrestre. Ao reencontrar as camadas mais altas da atmosfera, a nave sofre forte desaceleração e sua temperatura externa atinge milhares de graus Celsius. Caso a reentrada não ocorra dentro das condições apropriadas, há risco de graves danos à nave, inclusive de explosão, e até mesmo risco de ela ser lançada de volta ao espaço.

Após viajar pela atmosfera por determinado tempo, o módulo da velocidade da cápsula, que inicialmente era $v_0 = 7\,000$ m/s, fica reduzido a $v = 5\,000$ m/s. Sendo a massa da cápsula $m = 3\,000$ kg, qual foi o trabalho da força resultante sobre a cápsula durante esse tempo?

a) $-11,1 \cdot 10^{10}$ J.

c) $-6,00 \cdot 10^6$ J.

b) $-3,60 \cdot 10^{10}$ J.

d) $-3,00 \cdot 10^6$ J.

De acordo com o teorema da energia cinética, o trabalho realizado pela força resultante ao longo de um deslocamento pode ser determinado por:

$$\tau_{\text{total}} = \Delta E_c \Rightarrow \tau_{\text{total}} = E_{c_{\text{final}}} - E_{c_{\text{inicial}}} \Rightarrow \tau_{\text{total}} = \frac{m \cdot v^2}{2} - \frac{m \cdot v_0^2}{2}$$

Conforme o enunciado, a velocidade da cápsula, que era $v_0 = 7\,000$ m/s, fica reduzida a $v = 5\,000$ m/s, e sua massa é $m = 3\,000$ kg. Substituindo esses valores na equação acima, obtemos:

$$\begin{aligned} \tau_{\text{total}} &= \frac{3\,000 \cdot 5\,000^2}{2} - \frac{3\,000 \cdot 7\,000^2}{2} \Rightarrow \tau_{\text{total}} = \frac{3 \cdot 10^3 \cdot (5 \cdot 10^3)^2}{2} - \frac{3 \cdot 10^3 \cdot (7 \cdot 10^3)^2}{2} \\ \tau_{\text{total}} &= \frac{3 \cdot 10^3 \cdot 25 \cdot 10^6}{2} - \frac{3 \cdot 10^3 \cdot 49 \cdot 10^6}{2} \Rightarrow \tau_{\text{total}} = 1,5 \cdot 25 \cdot 10^9 - 1,5 \cdot 49 \cdot 10^9 \\ \tau_{\text{total}} &= 37,5 \cdot 10^9 - 73,5 \cdot 10^9 \Rightarrow \tau_{\text{total}} = -36 \cdot 10^9 \Rightarrow \tau_{\text{total}} = -3,6 \cdot 10^{10} \text{ J} \end{aligned}$$

Atividade 4

(UERJ 2024)

Fonte de Luz Síncrotron Sirius

Sirius, a nova fonte de radiação síncrotron brasileira, funciona como um grande microscópio que – ao revelar a estrutura atômica, molecular e eletrônica dos mais diversos materiais – permite pesquisas com aplicações em praticamente todas as áreas do conhecimento. Para produzir a radiação síncrotron, feixes de elétrons são acelerados em várias etapas até alcançarem o anel principal do acelerador Sirius, um tubo fechado onde se produz vácuo. Nesse espaço confinado, os elétrons se movimentam em trajetória circular com rapidez próxima à da luz.

Adaptado de Inls.cnpem.br.

Considere que, antes de entrar no anel principal do Sirius, um feixe de elétrons percorre um acelerador linear adquirindo energia adicional. Nesse percurso, os elétrons passam de 150,0 MeV para 3,0 GeV de energia cinética. Admitindo $1,0 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, calcule, em joules, o trabalho realizado pela força resultante sobre os elétrons, em seu percurso no acelerador linear.

De acordo com o teorema da energia cinética, o trabalho da força resultante é igual à variação da energia cinética:

$$\tau = \Delta E_c \Rightarrow \tau = E_{cf} - E_{ci}$$

Segundo o enunciado, a energia cinética inicial dos elétrons é $E_{ci} = 150,0 \text{ MeV} = 150,0 \cdot 10^6 \text{ eV}$, e a energia cinética final dos elétrons é $E_{cf} = 3,0 \text{ GeV} = 3,0 \cdot 10^9 \text{ eV}$. Logo, o trabalho da força resultante sobre os elétrons será:

$$\tau = 3,0 \cdot 10^9 - 150,0 \cdot 10^6 \Rightarrow \tau = 3,0 \cdot 10^9 - 0,150 \cdot 10^9$$

$$\tau = 2,85 \cdot 10^9 \text{ eV}$$

Como $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, então $2,85 \cdot 10^9 \text{ eV}$ é:

$$\tau = 2,85 \cdot 10^9 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow \tau = 4,56 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

O trabalho realizado pela força resultante sobre os elétrons em seu percurso no acelerador linear foi de $4,56 \cdot 10^{-10} \text{ J}$.

AULA 13

FORÇAS CONSERVATIVAS E NÃO CONSERVATIVAS: IMPACTOS NA ENERGIA MECÂNICA

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Conservação de energia

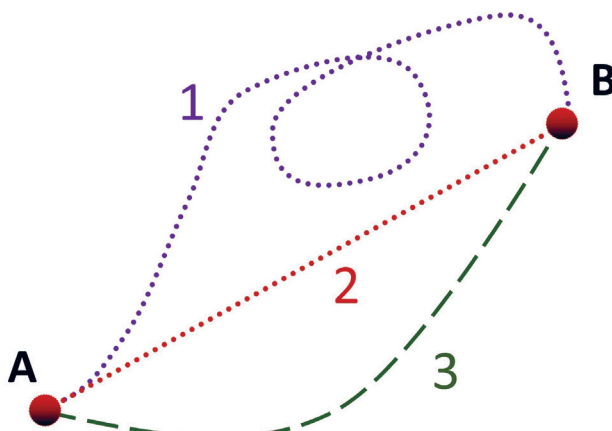
Energia mecânica de um sistema

Soma das energias cinética (E_C) e potencial (E_P) que o sistema possui em determinada posição:

$$E_M = E_C + E_P$$

Forças conservativas

Forças conservativas são aquelas cujo trabalho realizado ao deslocar um objeto entre dois pontos A e B depende apenas das posições inicial e final, não da trajetória percorrida. Ou seja, ao se calcular o trabalho realizado por essa força ao longo de qualquer uma das inúmeras trajetórias que começam no mesmo ponto A e terminam no mesmo ponto B, sempre se obtém o mesmo resultado.



Representação de três trajetórias genéricas que mostram os possíveis caminhos percorridos por um corpo entre os pontos A e B. Independentemente da trajetória escolhida, o trabalho realizado por uma força conservativa é o mesmo.

Quando forças conservativas realizam trabalho, elas apenas convertem energia de uma forma para outra. Isso significa que a energia mecânica total do sistema, que é a soma da energia cinética (E_{cin}) e da energia potencial (E_{pot}), permanece constante.

Matematicamente isso pode ser expresso como:

$$\begin{aligned} -\Delta E_{\text{pot}} &= \Delta E_{\text{cin}} \\ -(E_{\text{pot}_f} - E_{\text{pot}_i}) &= E_{\text{cin}_f} - E_{\text{cin}_i} \\ E_{\text{pot}_i} - E_{\text{pot}_f} &= E_{\text{cin}_f} - E_{\text{cin}_i} \\ E_{\text{pot}_i} + E_{\text{cin}_i} &= E_{\text{pot}_f} + E_{\text{cin}_f} \Rightarrow E_{\text{mec}_i} = E_{\text{mec}_f} \end{aligned}$$

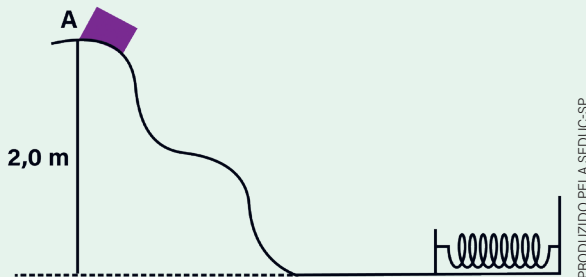
Princípio do trabalho realizado pelas forças não conservativas

Quando forças não conservativas realizam trabalho, podem alterar a energia cinética do sistema, mas não conseguem compensar essa alteração armazenando energia potencial. Assim, ao realizar trabalho, podem alterar a energia mecânica do sistema. Esse comportamento das forças não conservativas é traduzido matematicamente pelo princípio do trabalho realizado pelas forças não conservativas.

$$\sum \tau_{\text{FNC}} = E_{M_{\text{final}}} - E_{M_{\text{inicial}}}$$

Exercícios resolvidos

- 1** (FATEC 2002) Um bloco de massa 0,60 kg é abandonado a partir do repouso, no ponto A de uma pista no plano vertical. O ponto A está a 2,0 m de altura da base da pista, onde está fixa uma mola de constante elástica 150 N/m. São desprezíveis os efeitos do atrito e adota-se $g = 10 \text{ m/s}^2$.



A máxima compressão da mola vale, em metros:

- a) 0,80 b) 0,05 c) 0,20 d) 0,10 e) 0,40

O enunciado informa que os efeitos do atrito são desprezíveis. Logo, trata-se de um sistema conservativo, em que a energia mecânica se conserva:

$$E_{M_{\text{final}}} = E_{M_{\text{inicial}}}$$

Como o bloco é abandonado do repouso, sua energia cinética inicial é nula. Ao final do movimento, quando a compressão da mola é máxima, a velocidade também é zero, portanto a energia cinética final é nula. Assim, considerando o instante do abandono (A) e o da máxima compressão da mola (B):

$$E_{\text{pgA}} = E_{\text{pelB}} \Rightarrow m \cdot g \cdot h = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

Substituindo-se os valores fornecidos na igualdade acima, obtemos:

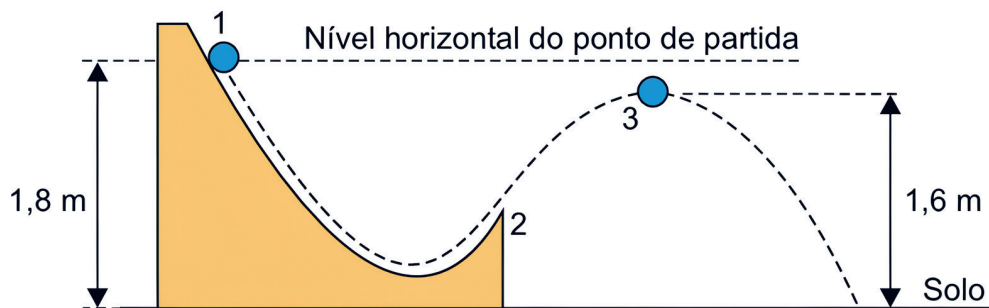
$$0,60 \cdot 10 \cdot 2,0 = \frac{150 \cdot x^2}{2} \Rightarrow 150 \cdot x^2 = 24$$

$$x^2 = 0,16 \Rightarrow x = \sqrt{0,16} = 0,4 \text{ m}$$

Na prática

Atividade 1

(UNESP 2022) Uma pequena esfera é abandonada do repouso no ponto 1 e, após deslizar sem rolar pela pista mostrada em corte na figura, perde contato com ela no ponto 2, passando a se mover em trajetória parabólica, até atingir o solo horizontal.



Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, desprezando o atrito e a resistência do ar, quando a esfera passar pelo ponto 3, ponto mais alto de sua trajetória fora da pista, a componente horizontal da velocidade vetorial da esfera terá módulo igual a:

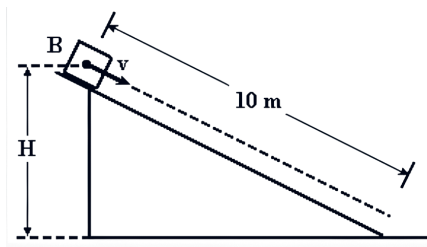
- a) 1,0 m/s. b) 1,8 m/s. **c) 2,0 m/s.** d) 1,5 m/s. e) 2,5 m/s.

O enunciado solicita que se despreze o atrito e a resistência do ar. Logo, pode-se assumir que a esfera e a Terra compõem um sistema conservativo, ou seja, a energia mecânica desse sistema se conserva. Assim:

$$\begin{aligned}E_{M_1} &= E_{M_3} \Rightarrow E_{C_1} + E_{P_1} = E_{C_a} + E_{P_a} \\0 + m \cdot g \cdot h_1 &= \frac{m \cdot v^2}{2} + m \cdot g \cdot h_3 \\m \cdot g \cdot h_1 - m \cdot g \cdot h_3 &= \frac{m \cdot v^2}{2} \Rightarrow m \cdot g \cdot (h_1 - h_3) = \frac{m \cdot v^2}{2} \\2 \cdot g \cdot (h_1 - h_3) &= v^2 \Rightarrow v^2 = 2 \cdot 10 \cdot (1,8 - 1,6) \\v^2 &= 2 \cdot 10 \cdot 0,2 \Rightarrow v^2 = 4 \\v &= \sqrt{4} \Rightarrow v = 2 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Atividade 2

(FUVEST 1989) Um bloco B de 2,0 kg é lançado do topo de um plano inclinado com velocidade de 5,0 m/s, conforme indica a figura. Durante a descida, atua uma força de atrito constante de 7,5 N, que faz o bloco parar após deslocar-se 10 m. Calcule a altura H.



- a) 1,25 m. b) 2,00 m. **c) 2,50 m.** d) 3,75 m. e) 5,00 m.

Pelo princípio do trabalho das forças não conservativas, temos:

$$\tau_{\text{FNC}} = E_{\text{M}_{\text{final}}} - E_{\text{M}_{\text{inicial}}}$$

Na situação descrita, atuam duas forças dissipativas: atrito e normal. Portanto:

$$\begin{aligned} \tau_{\text{F}_{\text{at}}} + \tau_{\text{N}} &= (E_{\text{C}_{\text{final}}} + E_{\text{P}_{\text{final}}}) - (E_{\text{C}_{\text{inicial}}} + E_{\text{P}_{\text{inicial}}}) \\ (-F_{\text{at}} \cdot d) + 0 &= (0 + 0) - \left(m \cdot g \cdot H + \frac{m \cdot v^2}{2} \right) \\ (-7,5 \cdot 10) + 0 &= (0 + 0) - \left(2 \cdot 10 \cdot H + \frac{2 \cdot 5^2}{2} \right) \\ -75 &= -20 \cdot H - 25 \Rightarrow 20 \cdot H = 75 - 25 \\ H &= \frac{50}{20} \Rightarrow H = 2,5 \text{ m} \end{aligned}$$

AULA 14

TRABALHO DE FORÇAS CONSERVATIVAS E NÃO CONSERVATIVAS



Exercícios resolvidos

Extra: Caderno de Exercícios – Conservação de energia

- 1** (UEA 2024) Um escorregador foi encerado como medida de proteção contra intempéries e como consequência sua superfície ficou extremamente lisa. Considere que uma criança, ao brincar nesse escorregador, inicie sua descida com velocidade nula a partir do topo do escorregador, a 2,45 m de distância do chão. Admitindo que a aceleração da gravidade seja 10 m/s^2 e que não houve atrito entre a criança e o escorregador, a velocidade escalar de chegada da criança ao chão foi de:

a) 3 m/s.

b) 4 m/s.

c) 5 m/s.

d) 7 m/s.

e) 9 m/s.

Como, no início da descida, a velocidade da criança é nula, então a energia mecânica inicial do sistema formado pela criança e a Terra é:

$$E_{M_{\text{inicial}}} = E_C + E_{pg} \Rightarrow E_{M_{\text{inicial}}} = 0 + E_{pg} = E_{pg}$$

Ao chegar no chão, a altura em relação ao solo é $h = 0$. A energia mecânica final é:

$$E_{M_{\text{final}}} = E_C + E_{pg} \Rightarrow E_{M_{\text{final}}} = E_C + 0 = E_C$$

Como não houve atrito entre a criança e o escorregador, o sistema é conservativo, logo, vale a igualdade:

$$E_{M_{\text{final}}} = E_{M_{\text{inicial}}}$$

$$E_C = E_{pg} \Rightarrow \frac{m \cdot v^2}{2} = m \cdot g \cdot h$$

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = m \cdot 10 \cdot 2,45 \Rightarrow v^2 = 2 \cdot 10 \cdot 2,45$$

$$v^2 = 49 \Rightarrow v = \sqrt{49}$$

$$v = 7 \text{ m/s}$$

Na prática

Atividade 1

(FUVEST 2024) Uma das modalidades de skate é o *bowl*, disputado em um espaço em formato aproximado de bacia. Supondo um *bowl* com profundidade de 2,45 m, qual a máxima velocidade que um skatista, partindo do repouso no ponto mais alto da bacia, poderia alcançar no ponto mais baixo?

Note e adote: Aceleração da gravidade (g) = 10 m/s^2

a) 3 m/s.

b) 5 m/s.

c) 7 m/s.

d) 9 m/s.

e) 11 m/s.



REPRODUÇÃO/FUVEST

A máxima velocidade será alcançada pelo skatista se não houver dissipação de energia. Neste caso, será válida a relação:

$$E_{M_{\text{final}}} = E_{M_{\text{inicial}}} \Rightarrow E_{P_{\text{g}}_{\text{inicial}}} + E_{C_{\text{inicial}}} = E_{P_{\text{g}}_{\text{final}}} + E_{C_{\text{final}}}$$

$$E_{P_{\text{g}}_{\text{final}}} + 0 = 0 + E_{C_{\text{final}}} \Rightarrow E_{P_{\text{g}}_{\text{inicial}}} = E_{C_{\text{final}}}$$

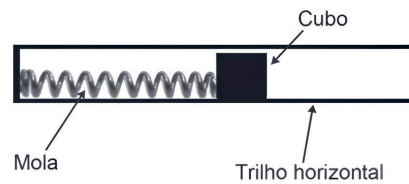
$$m \cdot g \cdot h = \frac{m \cdot v^2}{2} \Rightarrow v^2 = 2 \cdot g \cdot h$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2,45}$$

$$v = \sqrt{49} \Rightarrow v = 7 \text{ m/s}$$

Atividade 2

(ENEM 2018) Um projetista deseja construir um brinquedo que lance um pequeno cubo ao longo de um trilho horizontal, e o dispositivo precisa oferecer a opção de mudar a velocidade de lançamento. Para isso, ele utiliza uma mola e um trilho onde o atrito pode ser desprezado, conforme a figura.



Para que a velocidade de lançamento do cubo seja aumentada quatro vezes, o projetista deve:

- a) manter a mesma mola e aumentar duas vezes a sua deformação.
- b) manter a mesma mola e aumentar quatro vezes a sua deformação.**
- c) manter a mesma mola e aumentar dezesseis vezes a sua deformação.
- d) trocar a mola por outra de constante elástica duas vezes maior e manter a deformação.
- e) trocar a mola por outra de constante elástica quatro vezes maior e manter a deformação.

Como o atrito pode ser desprezado, esse sistema é conservativo; por isso, é válida a igualdade:

$$E_{M_{\text{final}}} = E_{M_{\text{inicial}}}$$

Para fazer o lançamento, no início, o cubo deforma a mola até um valor de deformação x . Nesse momento, a velocidade do cubo é $v = 0$; logo, a energia mecânica inicial é $E_{M_{\text{inicial}}} = E_{\text{pel}}$.

Ao final do lançamento, a mola volta para o seu comprimento natural, e o cubo perde contato com a mola. Nesse momento, toda a energia potencial elástica armazenada pelo sistema é transformada em cinética, logo $E_{M_{\text{final}}} = E_c$.

Portanto:

$$\begin{aligned} E_{M_{\text{final}}} = E_{M_{\text{inicial}}} &\Rightarrow E_c = E_{\text{pel}} \\ \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{k \cdot x^2}{2} &\Rightarrow v^2 = \frac{k \cdot x^2}{m} \\ v = \sqrt{\frac{k \cdot x^2}{m}} &\Rightarrow v = x \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \end{aligned}$$

Logo, a velocidade de lançamento do cubo é $v = x \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$. Analisando a equação da velocidade de lançamento, podemos perceber que para obter uma velocidade de lançamento quatro vezes maior, basta aumentar a deformação da mola em quatro vezes também, sem alterar a mola (constante elástica k) e a massa do cubo (m).

Atividade 3

(FUVEST 2025) Um brinquedo bastante comum em parques de diversões, a montanha-russa, utiliza-se da transformação parcial de energia potencial em energia cinética (e vice-versa) como princípio de funcionamento.

Uma das montanhas-russas mais famosas do mundo, a Takabisha, cuja pista possui mais de 1 km de extensão, localiza-se no Japão e tem vista para o Monte Fuji. Nela, a subida inicial até o ponto mais alto, situado a uma altura aproximada de 50 m do solo, é feita sob ângulo de aproximadamente 90 graus, seguida de uma descida vertiginosa, cuja velocidade, no ponto mais baixo desse trecho, atinge cerca de 30 m/s em poucos segundos.



Considerando um carrinho ocupado com massa total de 300 kg em repouso na posição de altura máxima, a energia mecânica perdida durante a descida inicial é, aproximadamente,

Note e adote:

Aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- a) 1 200 J. b) 2 500 J. c) 5 000 J. **d) 15 000 J.** e) 20 000 J.

A energia mecânica dissipada durante a descida é igual à diferença entre a energia mecânica no ponto mais alto ($E_{M_{\text{inicial}}}$) e a energia mecânica no ponto mais baixo ($E_{M_{\text{final}}}$):

$$E_{M_{\text{dissipada}}} = m \cdot g \cdot h - \frac{m \cdot v^2}{2} \Rightarrow E_{M_{\text{dissipada}}} = 300 \cdot 10 \cdot 50 - \frac{300 \cdot 30^2}{2}$$

$$E_{M_{\text{dissipada}}} = 150\,000 - 150 \cdot 900 \Rightarrow E_{M_{\text{dissipada}}} = 150\,000 - 135\,000$$

$$E_{M_{\text{dissipada}}} = 15\,000 \text{ J}$$

A energia mecânica dissipada durante a descida inicial é aproximadamente 15 000 J.

Atividade 4

(FAMERP 2024) Uma bola de basquetebol, de massa 600 g, é abandonada de uma altura de 1,90 m em relação ao solo. A bola colide com o solo e retorna a uma altura de 1,50 m. Desprezando a resistência do ar e adotando o valor de 10 m/s^2 para a aceleração da gravidade, a energia mecânica dissipada durante a colisão dessa bola com o solo possui valor de:

a) 3,6 J.

b) 1,2 J.

c) 2,4 J.

d) 7,8 J.

e) 9,0 J.

De acordo com o enunciado, a bola é “abandonada de uma altura de 1,90 m em relação ao solo”. Por esse motivo, sua velocidade inicial é zero. Ou seja, no momento do abandono a energia mecânica da bola (E_{M_i}) é:

$$E_{M_{\text{inicial}}} = E_{\text{pg}} + E_C \Rightarrow E_{M_{\text{inicial}}} = E_{\text{pg}} + 0$$

$$E_{M_{\text{inicial}}} = m \cdot g \cdot h \Rightarrow E_{M_{\text{inicial}}} = 0,6 \cdot 10 \cdot 1,90$$

$$E_{M_{\text{inicial}}} = 11,4 \text{ J}$$

Após colidir com o solo, a bola retorna à altura de 1,50 m. No instante que atinge essa altura máxima, novamente, sua velocidade é zero; logo, a energia cinética nesse instante também é zero. Logo, no instante em que a bola atinge a altura $h = 1,50 \text{ m}$, a energia mecânica da bola será:

$$E_{M_{\text{final}}} = m \cdot g \cdot h \Rightarrow E_{M_{\text{final}}} = 0,6 \cdot 10 \cdot 1,50$$

$$E_{M_{\text{final}}} = 9 \text{ J}$$

Logo:

$$E_{M_{\text{dissipada}}} = E_{M_{\text{final}}} - E_{M_{\text{inicial}}} \Rightarrow E_{M_{\text{dissipada}}} = 9 - 11,4$$

$$E_{M_{\text{dissipada}}} = -2,4 \text{ J}$$

BIOLOGIA

EFEITO ESTUFA: MANUTENÇÃO DA VIDA

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Efeito estufa

Atmosfera terrestre:

- Camada gasosa que recobre o planeta.

Composição:

- 78% – Nitrogênio.
- 21% – Oxigênio.
- 0,93% – Argônio.
- 0,04% – Gás carbônico.
- Vapor de água.

Importância:

- Proteção contra raios solares.
- Manutenção da temperatura do planeta.
- Gases utilizados pelos seres vivos.
- Formação de climas e chuvas.

Efeito estufa:

- Capacidade da atmosfera para reter calor.
- Fenômeno natural.
- Gases provenientes de erupções vulcânicas e decomposição.
- Manutenção da temperatura do planeta.

Gases de efeito estufa:

- Vapor de água.
- Metano.
- Gás carbônico.
- Óxido nitroso.
- Dióxido de enxofre.
- Dióxido de carbono.

Aquecimento global:

- Elevação da temperatura da superfície terrestre devido ao aumento na concentração de gases de efeito estufa na atmosfera.
- Fenômeno causado pela ação humana (queima de combustíveis fósseis, desmatamento e agricultura intensiva) e por fenômenos naturais (movimento de placas tectônicas, aumento de vulcanismo e correntes marinhas).

Na prática

Atividade 1

Duelo de conceitos

Esta atividade visa diferenciar efeito estufa e aquecimento global, para a qual será necessário:

- dividir o quadro em dois lados, um lado para “efeito estufa” e outro lado para “aquecimento global”;
- dividir a turma em dois grupos: um grupo representa o efeito estufa e outro, o aquecimento global.

Ambas as equipes terão 3 minutos para discutir entre si conceito, origem, causas, consequências e fonte dos gases do fenômeno que lhes foi atribuído.

Ambas as equipes terão 2 minutos para anotar no quadro as informações levantadas.

Ao final, discutiremos as informações apresentadas.

Fenômeno	Conceito	Origem	Causas	Consequências	Fonte dos gases
Efeito estufa	É a retenção de calor pela atmosfera.	Fenômeno natural.	Presença de gás carbônico na atmosfera.	Manutenção da temperatura do planeta.	Gás carbônico originado de decomposição de matéria orgânica e gases naturais, como vapor de água e dióxido de carbono, liberados por processos como vulcanismo e decomposição.
Aquecimento global	Elevação da temperatura da superfície do planeta.	Fenômeno causado pela ação humana (queima de combustíveis fósseis, desmatamento e agricultura intensiva) e fenômenos naturais (movimento de placas tectônicas, aumento de vulcanismo e correntes marinhas).	Excesso de gás carbônico e outros gases de efeito estufa na atmosfera.	Alteração nos padrões climáticos do planeta.	Gás carbônico originado de queima de combustíveis fósseis, desmatamento e agricultura intensa.

EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Efeito estufa

O Sol envia radiação eletromagnética à Terra na forma de luz e calor. Depois de absorvida pela superfície, essa energia é redistribuída pela circulação de massas de ar e pelas correntes oceânicas, influenciando as condições meteorológicas.

Clima

Padrões de condições meteorológicas analisados em longos períodos (décadas), como médias de temperatura e precipitação (estação chuvosa e seca).

Tempo

Condição atmosférica momentânea (dia de sol/dia nublado).

O clima global é afetado pelo aumento da concentração de gases de efeito estufa, que intensifica o aquecimento da superfície terrestre.

Mudanças climáticas

Alterações no padrão do clima do planeta devido ao aquecimento global.

Eventos climáticos extremos

Fenômenos climáticos com condições atmosféricas severas fora dos limites até então conhecidos do clima de uma região.

Eventos climáticos extremos

- Estiagem.
- Incêndios florestais.
- Ondas de calor e de frio.
- Inundações e enchentes.
- Deslizamentos de terra.
- Ciclones, tufões e furacões.

O que são eventos climáticos extremos e por que eles são tão perigosos?

Diversos fatores, que incluem a ação humana e a devastação do meio ambiente, estão envolvidos na ocorrência cada vez maior de desastres naturais.

Ondas de calor, inundações, furacões; muitas são as manifestações da natureza quando o assunto é o clima do planeta, mas, nas últimas décadas, o efeito das mudanças climáticas transformou fenômenos meteorológicos em experiências extremas, com grande impacto nas sociedades e maior recorrência.

“Popularmente conhecido como 'desastre natural', um evento climático ou meteorológico extremo resulta de uma séria interrupção no funcionamento normal de uma comunidade, afetando seu cotidiano”, detalha um documento do Observatório de Clima e Saúde da FioCruz (instituição de pesquisa científica do governo federal brasileiro). As enchentes e inundações ocorridas no fim de abril e começo de maio deste ano no estado do Rio Grande do Sul se encaixam nesse conceito e são consideradas umas das maiores catástrofes climáticas do Brasil na história.

Já um artigo sobre o tema da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP) explica que os eventos climáticos extremos “causam perdas materiais, humanas, animais, danos ao meio ambiente e risco à saúde”. Por isso são tão perigosos e precisam de medidas preventivas e estudos socioambientais para diminuir seus impactos.

Quais são os principais eventos climáticos extremos?

Ainda segundo os dados da Faculdade de Saúde Pública da USP, existem seis tipos principais de eventos climáticos extremos. São eles:

- estiagem e seca;
- incêndios florestais;
- ondas de calor e de frio;
- inundações e enchentes;
- deslizamentos de terra;
- ciclones, tornados e vendavais.

Esses acontecimentos também têm o potencial de causar perdas agrícolas, desabastecimento e contaminação de água, cortes de luz e proliferação de doenças, detalha a fonte.

Como são classificados os eventos climáticos extremos?

O Observatório de Clima e Saúde da FioCruz detalha que a forma como se originam os eventos climáticos e meteorológicos extremos interfere em sua classificação. Segundo a fonte, eles podem ter:

- origem hidrológica, no caso de inundações bruscas e graduais, alagamentos, enchentes, deslizamentos;
- origem geológica ou geofísica, quando referentes a processos erosivos, de movimentação de massa e deslizamentos resultantes de processos geológicos ou fenômenos geofísicos;
- origem meteorológica, quando se tratam de raios, ciclones tropicais e extratropicais, tornados e vendavais;

- origem climatológica, que se refere a estiagem e seca; queimadas e incêndios florestais; chuvas de granizo, geadas e ondas de frio e de calor.

Com o aumento da temperatura global, mais ocorrências climáticas extremas devem ser verificadas no mundo. O ano de 2023 já foi considerado o mais quente da história do planeta, segundo dados da Organização Meteorológica Mundial (OMM). A entidade ressaltou também que 2023 “foi um ano de riscos climáticos recordes na América Latina e no Caribe”.

A OMM afirmou ainda, em relatório publicado em 8 de maio de 2024, que “a América Latina e o Caribe são cercados pelos oceanos Pacífico e Atlântico e o clima na região é, em grande parte, influenciado pelas temperaturas predominantes na superfície do mar e por interferências na interação entre a atmosfera e o oceano, como o El Niño”.

Só no Brasil, por exemplo, foram registrados doze eventos climáticos extremos em 2023, sendo nove deles “considerados incomuns e dois sem precedentes”. “Cinco ondas de calor, três chuvas intensas, uma onda de frio, uma inundação, uma seca e um ciclone extratropical foram reportados à OMM”, diz o site da instituição.

NATIONAL GEOGRAPHIC. **O que são eventos climáticos extremos e por que eles são tão perigosos?**, 10 maio 2024. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2024/05/o-que-sao-eventos-climaticos-extremos-e-por-que-eles-sao-tao-perigosos>. Acesso em: 15 out. 2024.

Na prática

Atividade 1

Conhecendo os eventos climáticos extremos

Vocês serão responsáveis por compartilhar com a turma os tipos de eventos climáticos extremos. Com base no texto lido e em seus conhecimentos:

- formem grupos com até seis membros;
- escolham um dos eventos climáticos extremos: (1) estiagem; (2) incêndios florestais; (3) ondas de calor e de frio; (4) inundações e enchentes; (5) deslizamentos de terra; ou (6) ciclones, tufões e furacões;
- em 10 minutos, organizem as informações sobre o evento escolhido:
 - definição;
 - origem;
 - efeitos nas comunidades;
- cada grupo fará uma apresentação oral de até 2 minutos;
- no final, discutiremos os resultados apresentados.

Estiagem

Definição: período prolongado sem chuvas, com falta de água para abastecimento e agricultura.

Origem: A estiagem pode decorrer de variabilidade climática, alterações de circulação atmosférica, fenômenos oceânicos etc.

Efeitos: escassez de água, perdas agrícolas, crise hídrica, aumento no custo dos alimentos, migrações forçadas.

Incêndios florestais

Definição: presença de fogo de maneira descontrolada em áreas de vegetação natural ou cultivada.

Origem: climatológica. Podem ser naturais (raios), mas majoritariamente são antrópicos.

Efeitos: destruição de florestas, perda de biodiversidade, ameaça a vidas humanas, poluição do ar.

Ondas de calor e de frio

Definição: períodos prolongados de temperaturas acima ou abaixo da média local.

Origem: climatológica. Podem ser naturais (raios), mas majoritariamente são antrópicos.

Efeitos: aumento de mortes relacionadas a calor ou frio, sobrecarga em sistemas de energia (provocada, por exemplo, pelo aumento do uso de ar-condicionado), secas, incêndios florestais, perdas na agricultura.

Inundações e enchentes

Definição: acúmulo anormal de água causado por chuvas intensas, transbordamento de rios ou mares.

Origem: hidrológica.

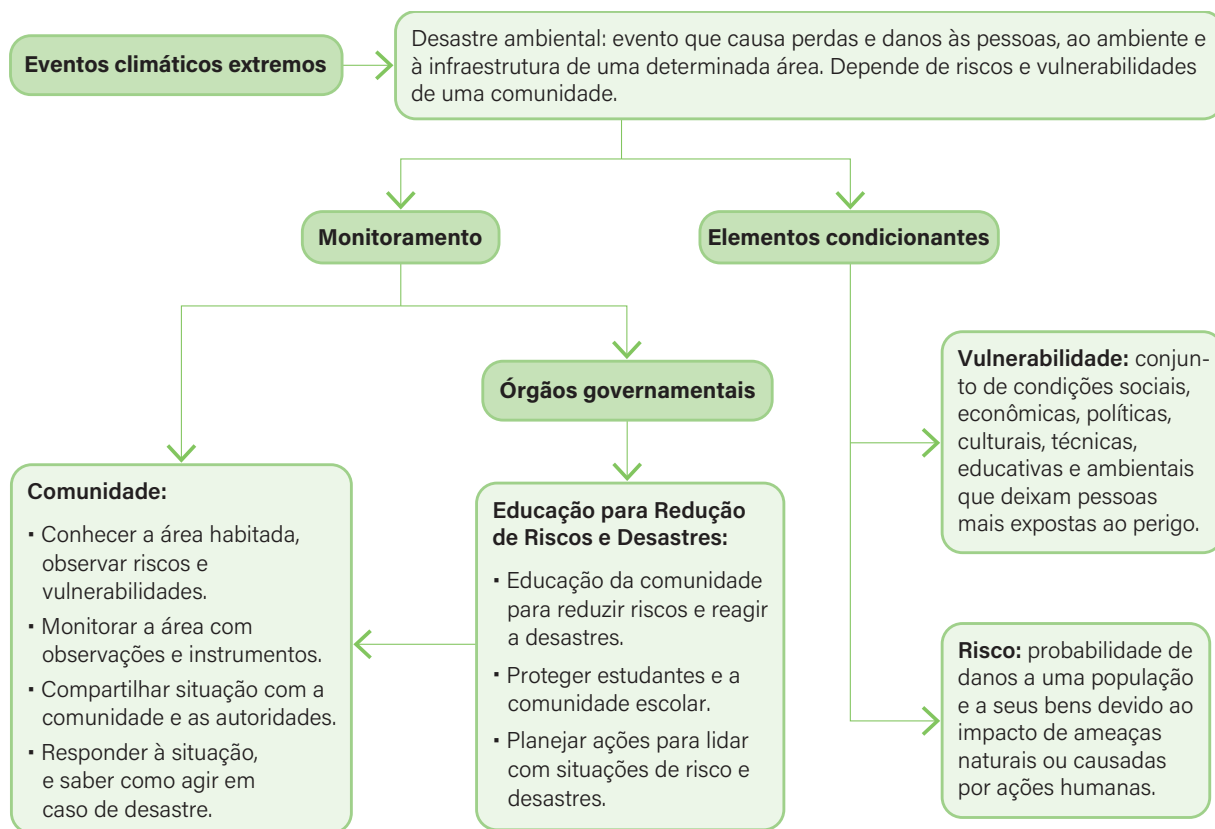
Efeitos: destruição de infraestruturas, perdas de vidas, contaminação da água potável, deslocamento forçado de pessoas, alagamento e destruição do solo.

Deslizamentos de terra

Definição: movimentos de massa de solo ou rochas localizadas em morros e encostas devido à saturação do solo por chuvas.

EDUCAÇÃO PARA REDUÇÃO DE RISCOS E DESASTRES (ERRD)

Resumo



Atividade 1

Mapeando riscos

Nesta atividade, os objetivos serão identificar situações de **risco e vulnerabilidade** associadas à região de sua escola e, com base nas informações levantadas, criar um pequeno cartaz instruindo como agir mediante riscos ou eventuais desastres.

Você terá 20 minutos para identificar situações de vulnerabilidade e criar o cartaz para informar sua comunidade sobre redução de riscos e desastres ambientais. Ao final, vamos compartilhar as produções.

Siga as seguintes dicas para a elaboração de seu material:

- pense no **público-alvo** do material, ou seja, quais pessoas você quer informar. Com base nisso, utilize os **recursos de linguagem** que melhor se comunicam com essa comunidade;
- utilize **recursos que chamem a atenção** do seu público: letras em diferentes tamanhos e estilos, informações organizadas e setorizadas e até desenhos;
- lembre-se de indicar em seu cartaz um **órgão governamental e um telefone** que as pessoas possam contatar em caso de emergência.

Observe se seu cartaz contém:

- imagens (não obrigatório);
- letras de tamanhos e estilos diferentes para chamar a atenção para diferentes informações;
- diversas cores;
- informação organizada e em linguagem adequada;
- **informações sobre vulnerabilidades e redução de riscos e desastres** ambientais da área estudada.

MATRIZ ENERGÉTICA: FONTES RENOVÁVEIS

Resumo

Para que a humanidade execute suas atividades, é necessário **energia**. Podemos definir energia como a **capacidade de realizar trabalho ou provocar mudanças em um sistema**. Tanto na natureza quanto nas atividades humanas, a energia é constantemente **transformada**.

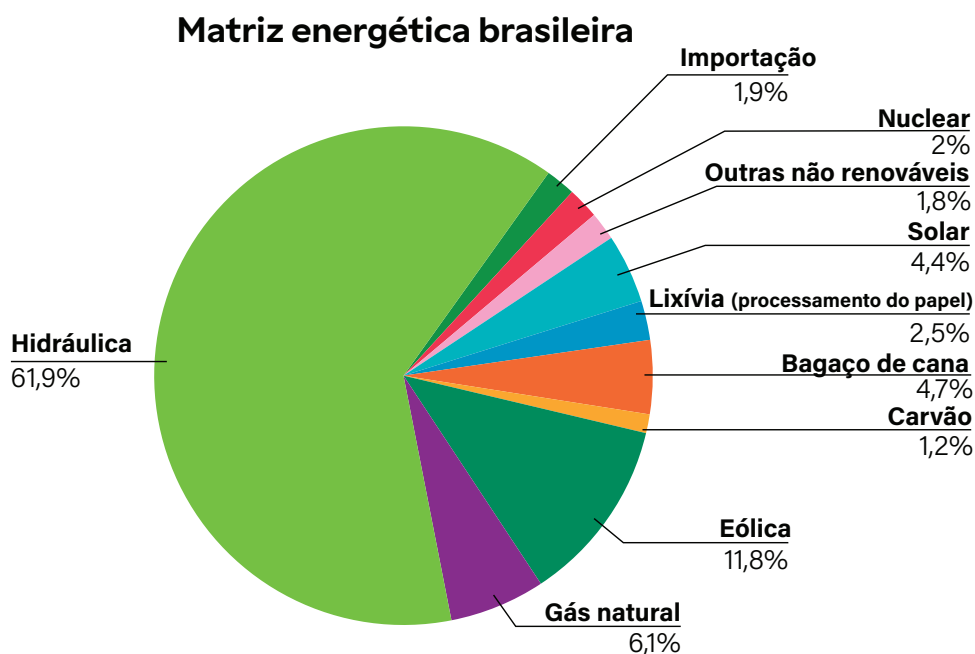
A energia utilizada pelas atividades humanas pode ser classificada de acordo com a fonte pela qual é produzida, sendo denominada **energia renovável** quando é produzida por recursos que se regeneram rápida e naturalmente, e **energia não renovável** quando é produzida por fontes que demoram centenas de anos para se renovar.

Existe também a possibilidade de classificar a geração de energia como limpa. Apesar desse nome, no entanto, esses tipos de energia também emitem gases poluentes e de efeito estufa, assim como causam impactos, como os descritos no quadro a seguir.

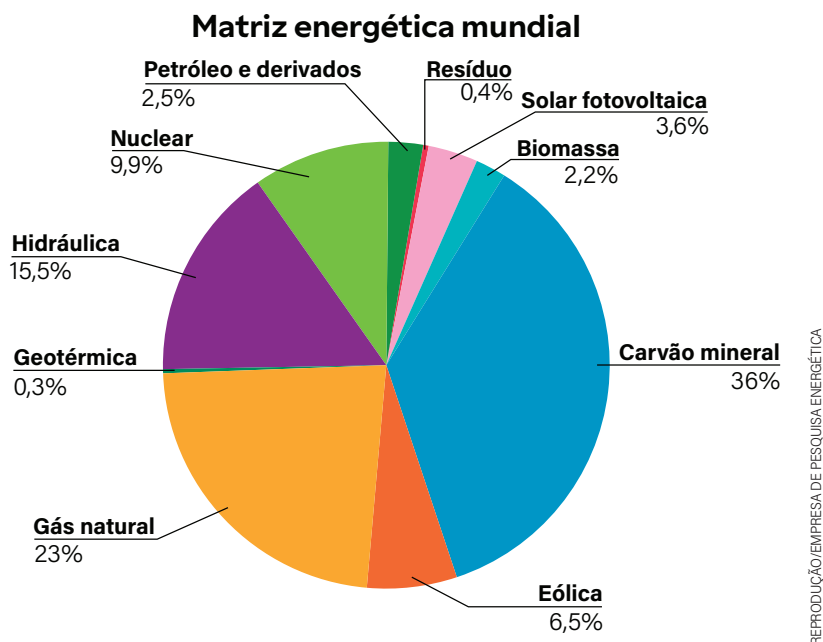
Energia	Recurso natural	Impacto
Energia eólica	Força dos ventos	As turbinas produzem ruído durante seu funcionamento, e o descarte de suas partes origina resíduos e poluição. Além disso, a rotação das pás pode causar a morte de aves por colisão.
Energia solar	Energia solar	A instalação de grandes usinas solares pode exigir amplas áreas e ocasionar desmatamento, e os painéis acabam por dificultar a infiltração de água no solo. O descarte dos painéis e baterias solares produz resíduos e poluição.
Energia hidráulica	Movimento da água	Para o funcionamento de usinas hidrelétricas, é necessário inundar grandes áreas, fragmentando e destruindo habitats. A decomposição da vegetação submersa libera principalmente metano, um gás de efeito estufa.

Energia	Recurso natural	Impacto
Energia nuclear	Fissão do átomo	A operação das usinas produz resíduos radioativos, que exigem armazenamento controlado e normas rigorosas de segurança, além de demandarem água para resfriamento do reator.
Biomassa	Queima de compostos vegetais	Os impactos variam conforme o tipo de biomassa e o manejo adotado. A queima libera dióxido de carbono e outros poluentes, e o uso intensivo de resíduos vegetais sem manejo adequado pode afetar a fertilidade do solo.
Energia geotérmica	Calor das camadas internas do planeta	Em alguns contextos geológicos, a exploração pode liberar gases como dióxido de enxofre. Esse impacto depende das características da região onde a energia geotérmica é explorada.

O conjunto de fontes utilizadas para produzir e suprir a necessidade energética de uma comunidade, de um país ou do mundo é chamado de **matriz energética**. Ela varia entre diferentes países, de acordo com os recursos naturais disponíveis para a geração de energia. O Brasil, em sua matriz energética, tem uma contribuição grande de fontes renováveis, colaborando para alcançar metas estipuladas pelo Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7 – Energia Limpa e Acessível, enquanto a matriz energética mundial é composta, em sua maioria, de energias de fontes não renováveis.



REPRODUÇÃO/MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA



É importante considerar que toda geração de energia pode causar impactos ambientais, porém estes devem ser considerados e mitigados na escolha de uma forma de obter energia.

Na prática

Atividade 1

Descobrimos os impactos das energias limpas

Na atividade desta aula, você investigará três situações-problema envolvendo o uso de energias renováveis. Você deverá descobrir qual é o impacto que a produção de energia está causando no ambiente. Para isso, cada estudo de caso vem acompanhado de uma pergunta para que você sistematize as informações coletadas e inferidas na atividade.

Ao final da atividade, discutiremos quais impactos foram propostos para cada situação. A atividade durará 15 minutos, incluindo tempo para leitura, resposta e discussão final.

As turbinas eólicas na costa

Uma pequena cidade costeira decidiu investir em um parque eólico para reduzir sua dependência de combustíveis fósseis e melhorar a sustentabilidade. O parque foi instalado em uma área próxima à costa, onde os ventos são constantes e fortes. Após

Espera-se que o estudante encontre no texto as informações, mas que também consiga inferir impactos com base nesses dados.

a instalação, a cidade observou uma redução significativa nas emissões de dióxido de carbono, diminuindo sua pegada de carbono. Os moradores perceberam, porém, o constante aparecimento de aves mortas na região do parque eólico. Além disso, o posto de saúde local noticiou aumento de casos de insônia, dor de cabeça e zumbido no ouvido.

- 1** Quais foram os impactos ambientais que o uso da energia eólica provocou na pequena cidade?

As turbinas eólicas aumentaram a mortalidade de aves na região, que colidem com as hélices, e também passaram a produzir ruídos que atrapalham a qualidade de vida da população próxima ao local onde estão instaladas.

Energia solar em ambiente árido

Em uma região semiárida de um país da América Latina, o governo decidiu construir uma vasta fazenda solar, aproveitando a alta incidência de luz solar durante o ano. Para a instalação dos painéis foi necessária a limpeza de uma área ampla, retirando-se toda a vegetação nativa. A fazenda, com milhares de painéis solares, produz eletricidade suficiente para abastecer várias cidades vizinhas, substituindo em grande parte o uso de usinas a carvão e diminuindo a poluição do ar na região. Autoridades e moradores perceberam, entretanto, que houve redução do nível dos mananciais locais e do volume do lençol freático da região.

- 2** Quais foram os impactos ambientais que o uso da energia solar causou na região?

Para a instalação dos painéis solares foi necessário desmatar uma grande área de mata nativa. Além disso, os painéis acabaram por impermeabilizar o solo, evitando que a água da chuva se infiltrasse para abastecer o lençol freático e os mananciais da região.

A biomassa da cooperativa

Uma cooperativa agrícola rural passou a utilizar resíduos de colheita, como cascas de arroz e restos de milho, para produzir eletricidade por meio da queima de biomassa. Com essa prática, os agricultores aproveitaram materiais que antes eram descartados, criando empregos locais e reduzindo o uso de combustíveis fósseis. Em uma cidade próxima à usina, observou-se, no entanto, que estátuas e fachadas de prédios apresentavam sinais de corrosão, possivelmente relacionados à chuva ácida. Além disso, os agricultores notaram que os cultivos estavam crescendo mais devagar, o que os levou ao uso de adubos químicos.

3 Quais foram os impactos ambientais que o uso da biomassa provocou na região?

Apesar de ser considerada uma energia limpa por compensar as emissões de gases de efeito estufa quando novas plantas são cultivadas, a queima da biomassa aumentou a quantidade de gases poluentes na região, efeito evidenciado pelo fenômeno de chuva ácida. Além disso, devido ao uso dos resíduos agrícolas para a queima, estes não são mais utilizados para enriquecer o solo, que fica empobrecido a cada safra, sendo necessária a adubação química.

MATRIZ ENERGÉTICA: FONTES NÃO RENOVÁVEIS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Alternativas para os impactos da ação humana

Conceito de energias não renováveis

São aquelas obtidas de recursos naturais que levam milhões de anos para se formar e, por isso, não se renovam em uma escala de tempo que possibilita reposição durante o uso humano.

Quais são as energias não renováveis?

As principais fontes de energia não renováveis incluem:

- **combustíveis fósseis:** compostos ricos em carbono:
 - **petróleo**, que tem como produtos gasolina e diesel;
 - **carvão mineral**;
 - **gás natural**.
- **urânio:** minério utilizado em usinas nucleares para a produção de eletricidade.

Impactos da extração dos recursos não renováveis:

- **destruição de ecossistemas:** mineração e perfuração podem destruir ecossistemas naturais;
- **contaminação da água e do solo:** vazamentos de petróleo e produtos químicos usados na extração podem poluir solos e lençóis freáticos;
- **emissões de gases poluentes:** a extração libera metano e outros gases de efeito estufa que agravam o aquecimento global.

Como obtemos energia com recursos não renováveis:

- **queima de combustíveis fósseis**, como carvão, em usinas termoelétricas para aquecer água, produzir vapor e mover turbinas que geram eletricidade;
- **fissão nuclear**: a divisão dos átomos de urânio em reatores nucleares libera grande quantidade de energia, que é usada para aquecer água, produzir vapor e mover turbinas.

Impactos ambientais das energias não renováveis:

- **emissões de gases de efeito estufa**: a queima de combustíveis fósseis libera grandes quantidades de dióxido de carbono (CO_2), além de outros poluentes atmosféricos, que contribuem para o aquecimento global e para a degradação da qualidade do ar.
- **descarte de resíduos radioativos**: na energia nuclear, os resíduos radioativos são perigosos e precisam ser armazenados por milhares de anos em locais seguros, representando um risco ambiental e à saúde.

Na prática

Atividade 1

Resumindo ideias

Crie um texto-síntese retomando as ideias centrais da aula, utilizando as perguntas como apoio, sem responder de forma fragmentada.

- O que são energias não renováveis?
- Quais são as fontes de energias não renováveis?
- Quais recursos não renováveis são utilizados para a geração de energia?
- Quais impactos a extração desses recursos causa no ambiente?
- Como usamos esses recursos na geração de energia?
- Quais são os impactos ambientais oriundos do processo de geração de energia com esses recursos?

Espera-se que o estudante sistematize as principais informações apresentadas na aula.

O resumo deve conter as seguintes informações na forma de texto corrido.

O que são energias não renováveis: aquelas que utilizam recursos que não se renovam rapidamente para a geração de energia.

Quais são as fontes de energias não renováveis: combustíveis fósseis e energia nuclear.

Quais recursos não renováveis são utilizados para a geração de energia: petróleo, gás natural, carvão mineral e urânio.

Quais impactos a extração desses recursos causa no ambiente: contaminação do solo e de recursos hídricos, destruição de ecossistemas terrestres e aquáticos, liberação de metano e formação de terremotos.

Como usamos esses recursos na obtenção de energia: os combustíveis fósseis fornecem energia por meio da combustão (queima), e a energia nuclear é gerada por fissão nuclear.

Quais são os impactos ambientais oriundos do processo de geração de energia com esses recursos: o uso de combustíveis fósseis aumenta as emissões de gás carbônico, intensificando o aquecimento global, e o uso da energia nuclear produz resíduos radioativos, perigosos para o ambiente e a saúde humana.

AULA DESAFIO: O QUE ESTÁ AQUECENDO NOSSO PLANETA?

Resumo

Efeito estufa melhorado: fato ou ficção?

A energia que sustenta a maioria dos seres vivos na Terra vem da radiação do Sol. A **atmosfera** terrestre age como um "**cobertor térmico natural**" ao redor do nosso planeta, possibilitando que a radiação solar passe e absorva parte da energia irradiada de volta para a Terra, a qual, de outra maneira, escaparia.

Como resultado, a temperatura média da superfície terrestre é maior do que seria se não houvesse atmosfera para capturar a energia térmica. **A atmosfera da Terra, portanto, tem um efeito semelhante a uma estufa**, pois o vidro dificulta a saída de calor ao reduzir a circulação de ar e ao possibilitar a passagem de luz visível enquanto bloqueia parte da radiação infravermelha.

Os dados indicam que a temperatura média da atmosfera terrestre aumentou significativamente no último século. Diz-se que o motivo para essa elevação é devido ao aumento da concentração de um gás comum na atmosfera, o dióxido de carbono ou gás carbônico atmosférico (CO_2), fazendo que ela retenha o calor de maneira intensa. **O efeito estufa é, portanto, amplificado pela maior presença de dióxido de carbono e de outros gases de efeito estufa, como metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O).**

Solução em ação

Atividade 1

Temperatura e CO_2

A **estudante 1** persiste em sua conclusão de que o aumento médio da temperatura da atmosfera terrestre é causado pelo aumento da emissão de dióxido de carbono.



AULA

7

AULA DESAFIO: DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E LETRAMENTO CLIMÁTICO

Resumo

IPCC

O **Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC)**, criado em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), é o principal órgão internacional encarregado de **avaliar, sintetizar e comunicar** os conhecimentos científicos sobre mudanças climáticas.

Sua missão é **oferecer** aos governos dados de alta qualidade e confiabilidade para que possam elaborar políticas públicas eficazes de combate às mudanças climáticas. O IPCC **não realiza pesquisas próprias**, mas **analisa e sintetiza** os **estudos científicos**, produzindo relatórios amplamente reconhecidos.

O **relatório mais recente** sobre os impactos das mudanças climáticas realizado pelo IPCC foi lançado, em 2022, com o nome "Mudanças climáticas 2022: impactos, adaptação e vulnerabilidade". Nesse relatório, é possível detectar pontos de atenção relacionados aos seguintes fatores:

- **aumento de riscos associados a eventos climáticos;**
- risco de perda de espécies e ecossistemas associado às mudanças climáticas;
- **aumento de vulnerabilidades de maneira desigual entre as nações;**
- aumento da perda de vidas humanas e dos custos econômicos;
- necessidade de estratégias de adaptações às mudanças climáticas.

Solução em ação

Atividade 1

Para os cientistas decidirem se o aumento da temperatura média é causado pelo aumento das emissões de dióxido de carbono, qual(is) dos seguintes aspectos seria(m) considerado(s) importante(s) para estabelecer um argumento convincente? Explique sua resposta.

- a) Fornecer uma explicação científica de como o dióxido de carbono afetaria a temperatura da Terra.
- b) Pesquisar atitudes da comunidade em relação às alegações sobre mudança climática e políticas de energia renovável.
- c) Mostrar que o aumento do dióxido de carbono no ar é consistente com o aumento da atividade humana.
- d) Desenvolver modelos que expliquem como o aumento do dióxido de carbono atmosférico causaria um aumento na temperatura global.
- e) Mostrar como a temperatura da Terra sempre flutuou.

Os estudantes devem identificar como essenciais as opções: (A) fornecer uma explicação científica de como o dióxido de carbono afeta a temperatura; (C) mostrar que o aumento do dióxido de carbono está relacionado à atividade humana; e (D) desenvolver modelos para explicar como o CO₂ contribui para o aquecimento global. As opções (B) e (E) podem ser discutidas como complementares, mas não fundamentais para comprovar a relação causal.

Atividade 2

Continuando a discussão sobre “temperatura e CO₂” da aula anterior.

A estudante 1 e o estudante 2 pesquisam diversas fontes de informação para tentarem descobrir quem está correto.



© GETTY IMAGES

Marque a(s) fonte(s) que você considera que é(são) mais confiável(is) para formar uma opinião embasada sobre as mudanças climáticas.

- a)** Um artigo discutindo a ciência do clima, publicado em uma revista da empresa de energia.
- b)** Um relatório de uma sociedade científica nacional resumindo o trabalho científico sobre as mudanças climáticas ao longo de uma década.
- c)** Um artigo sobre modelagem de mudanças climáticas, revisado por pares, publicado em uma revista científica.
- d)** Um artigo resumindo o consenso entre os cientistas, revisado por pares, publicado na revista científica *Science*.
- e)** Um artigo de opinião, com um debate entre dois cientistas, publicado em uma revista.
- f)** Um debate, nas redes sociais, discutindo como alguns cientistas discordam das explicações para o aumento da temperatura.

Os estudantes devem compreender que as fontes mais confiáveis são aquelas baseadas em evidências científicas consistentes e revisadas por especialistas, como artigos científicos e relatórios oficiais. Fontes menos formais, como debates e opiniões, podem ser interessantes para contextualizar, mas não substituem as evidências científicas.

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Poluição

Quando falamos em poluição, devemos considerar a presença de substâncias e condições deletérias aos seres vivos e à saúde humana. O conceito de poluição abrange a presença, o lançamento ou a liberação de qualquer substância ou agentes físico, químico e biológico capazes de causar danos aos seres vivos, ao ambiente e aos bens materiais. Existem diferentes tipos de poluição, assim como ações que os provocam e impactos ambientais resultantes dos poluentes.

Os principais tipos de poluição são:

- **poluição do ar** – presença de gases e material particulado na atmosfera originados principalmente da queima de combustíveis fósseis, atividades industriais e queimadas;
- **poluição da água** – presença de substâncias tóxicas, lixo e excesso de nutrientes em corpos d'água originados de manejo inadequado do lixo, ausência de tratamento de esgoto doméstico e atividades agrícolas;
- **poluição do solo** – presença de substâncias tóxicas no solo decorrentes de lixo, mineração e atividades industriais; e contaminação por excesso de fertilizantes utilizados na agricultura.
- **poluição sonora** – causada pelo excesso de ruídos produzidos por veículos, construção civil, atividades industriais e aeroportos;
- **poluição térmica** – provocada por aquecimento do solo, da água ou do ar por atividades de usinas nucleares e termoelétricas, construção civil e uso de superfícies que absorvem o calor;
- **poluição luminosa** – é o excesso de luz artificial vinda de iluminação pública, propagandas, iluminação de fachadas e faróis de carros e refletores.

Existem órgãos governamentais que regulam, fiscalizam e monitoram atividades que podem causar poluição. Além disso, definem limites de poluentes, emitem licenças ambientais e aplicam medidas quando há descumprimento das normas.

Órgãos estaduais	Órgãos nacionais
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo	IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
SEMIL – Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo	ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Polícia Militar Ambiental de São Paulo	ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

Ações que podem ajudar a diminuir a poluição de recursos naturais:

- **saneamento básico** – oferece tratamento de água e esgoto e gestão de resíduos sólidos;
- **ampliação do acesso às medidas de saneamento básico** – é necessário que mais pessoas tenham acesso às medidas de saneamento básico; para isso, é preciso investimento em obras de ampliação de rede de coleta de esgoto, sistema de coleta e tratamento de resíduos sólidos e água;
- **ações de educação ambiental** – ações individuais, como fazer coleta seletiva, reciclagem e uso consciente da água, ajudam a reduzir a produção de resíduos e a poluição.

Na prática

Atividade 1

Conhecendo a poluição

Com base nos seus conhecimentos, organize uma tabela contendo:

- o tipo de poluição;
- sua definição;
- suas fontes;
- os impactos causados;
- como podemos diminuir essa poluição.

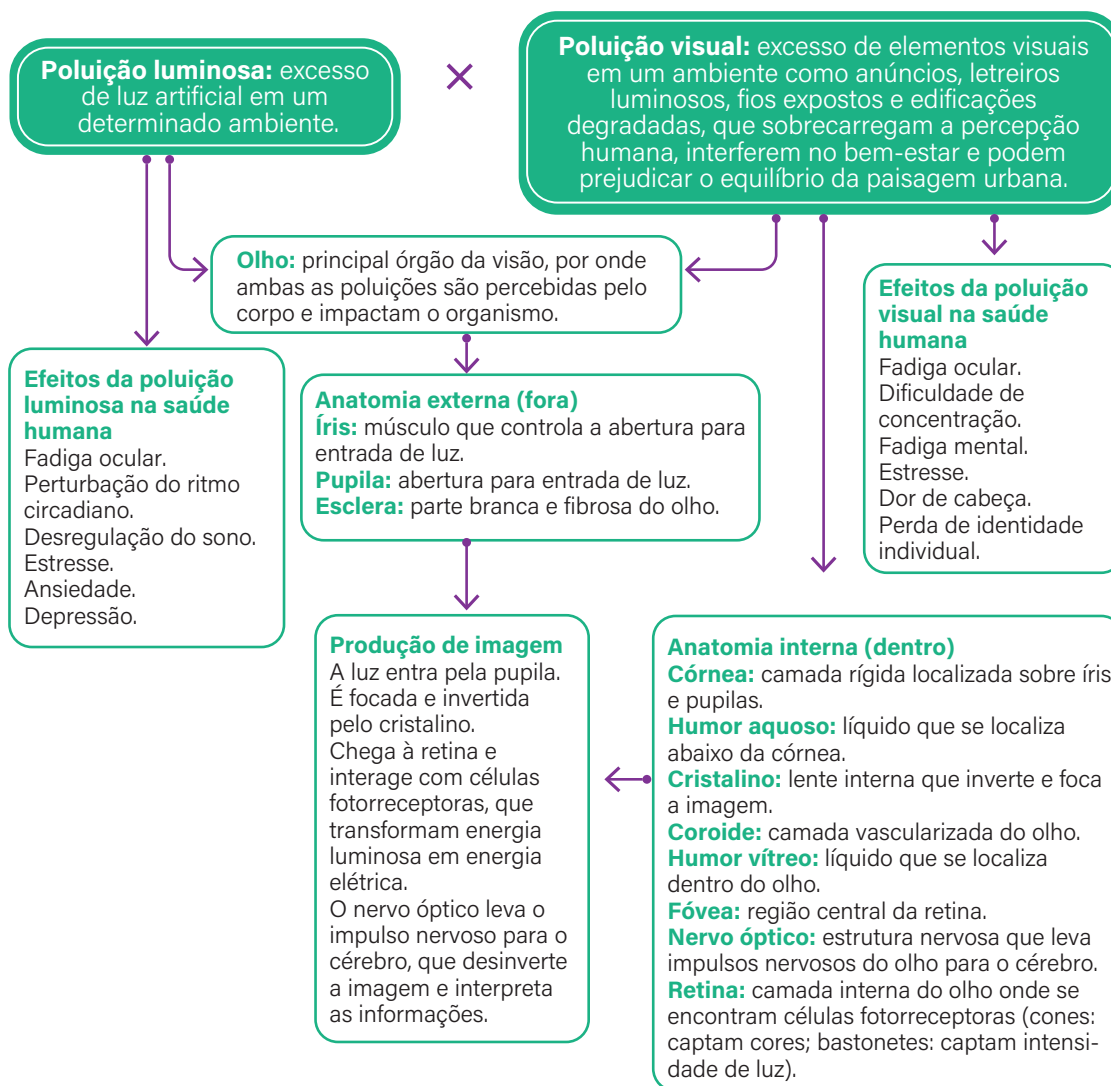
Para responder à última coluna, reúna-se com até três colegas e discutam possíveis ações para a diminuição da poluição.

Tipo de poluição	Definição	Atividades que causam poluição	Impactos ambientais	Como podemos diminuir essa poluição
Do ar	Presença de gases poluentes e material particulado na atmosfera.	Queima de combustíveis fósseis, atividades industriais e queimadas.	Mudanças climáticas. Doenças respiratórias. Chuva ácida.	Usar menos o carro e mais o transporte público. Monitorar áreas verdes para evitar queimadas.
Da água	Presença de substâncias nocivas, matéria orgânica e resíduos em corpos d'água.	Lançamento de esgoto doméstico e industrial não tratado, lixo e atividades agrícolas.	Excesso de nutrientes e de toxinas. Microplástico.	Acesso ao saneamento básico. Uso consciente da água. Coleta seletiva. Reciclagem.
Do solo	Presença de resíduos sólidos, excesso de nutrientes e substâncias tóxicas no solo.	Manejo inadequado de lixo, atividades agrícolas e mineração.	Degradação da qualidade do solo. Acúmulo de lixo.	Coleta seletiva. Reciclagem.
Poluição sonora	Excesso de ruídos altos em um determinado ambiente.	Tráfego de veículos, construção civil, atividades industriais e aeroportos.	Estresse e desorientação de animais. Deslocamento ou mudança de hábito de espécies.	Diminuir o uso de carros. Determinar horários para as atividades de construção civil.
Poluição luminosa	Excesso de luz artificial.	Iluminação pública, propagandas luminosas, fachadas de prédios e outros sistemas de iluminação noturna, como faróis de veículos e refletores.	Desorientação de espécies noturnas.	Diminuir a quantidade de luz em alguns recursos (propagandas).
Poluição térmica	Aumento da temperatura da água, do solo ou do ar.	Usinas termoeletricas e nucleares, construção de prédios e uso de superfícies que absorvem energia térmica.	Diminuição do gás oxigênio dissolvido na água. Perda de biodiversidade aquática. Intensificação das ilhas de calor urbanas.	Utilizar materiais que absorvam menos energia térmica. Planejar construções que absorvem e retêm menos calor.

IMPACTOS DA POLUIÇÃO NOS SISTEMAS FISIOLÓGICOS: VISÃO

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Poluição



Na prática

Atividade 1

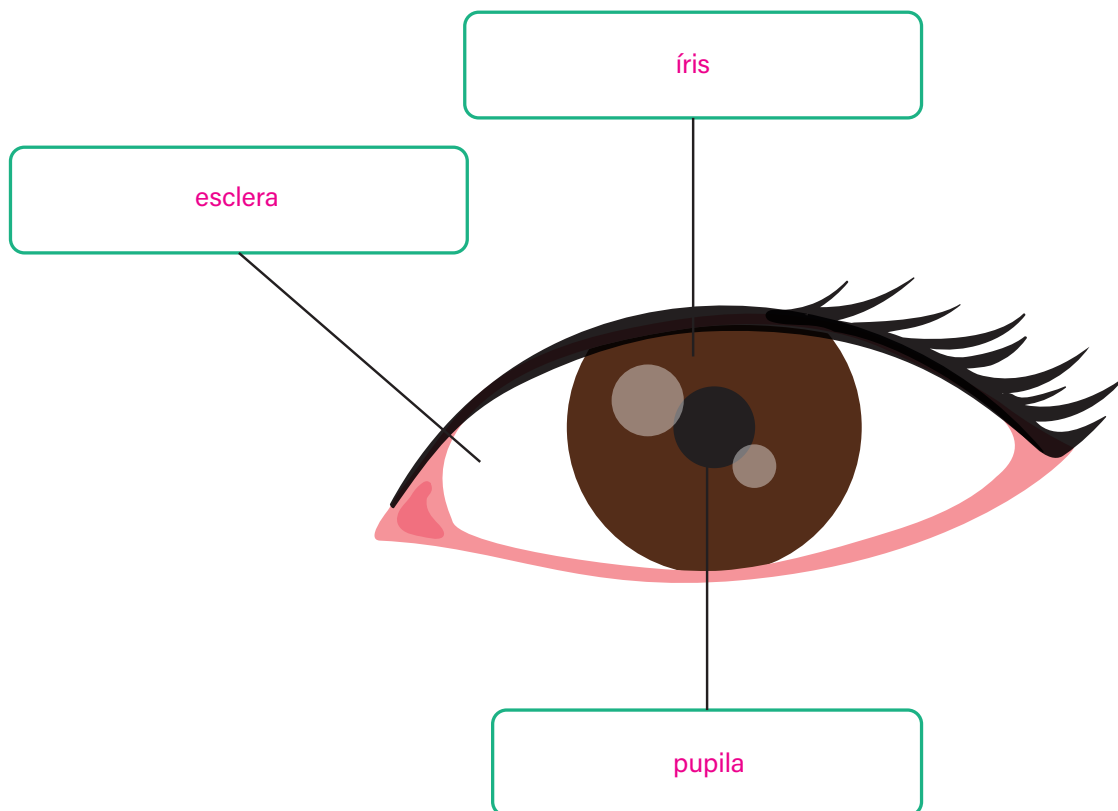
Organizando a anatomia do olho

Com base no que aprendemos sobre o trajeto da luz dentro do olho, utilize as palavras a seguir para legendar as figuras mostrando a anatomia externa e a anatomia interna do olho.

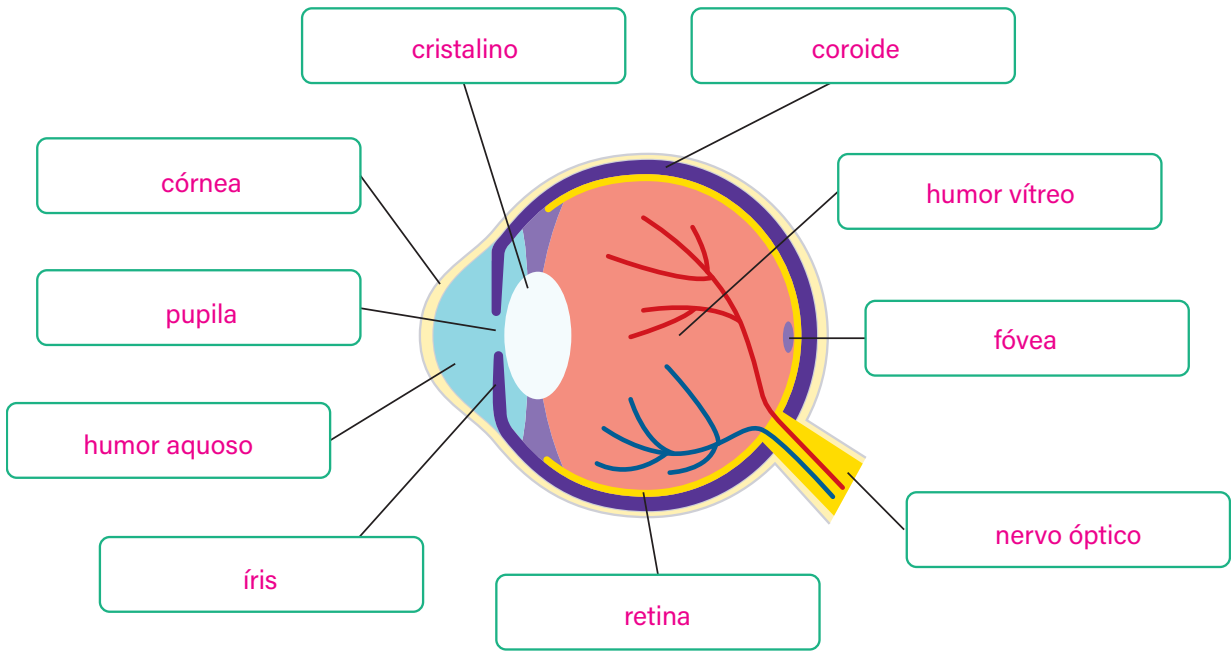
íris (2 vezes) – nervo óptico – esclera (2 vezes) – retina – humor vítreo – córnea – pupila (2 vezes) – fóvea – coróide – humor aquoso – cristalino

1

Anatomia externa do olho



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM © CANVA



AULA 10

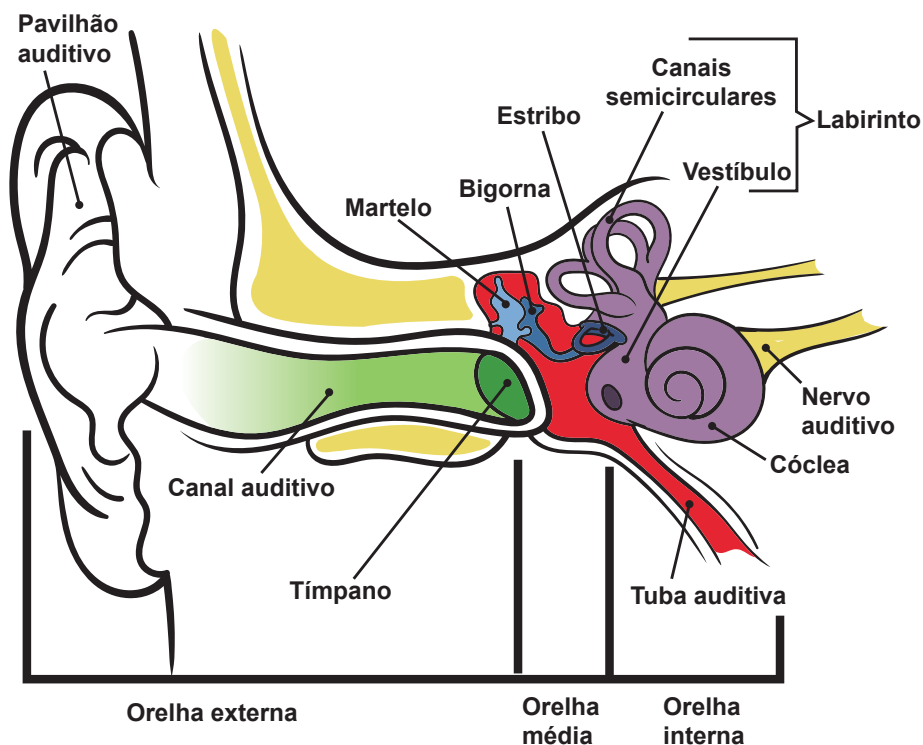
IMPACTOS DA POLUIÇÃO NOS SISTEMAS FISIOLÓGICOS: AUDIÇÃO

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Poluição

Nesta aula, vamos conhecer a morfologia do sistema auditivo humano, que está adaptado para captar os sons do ambiente e decodificá-los. O principal órgão para tal é a **orelha**, que se encontra dividida em três partes: **orelha externa**, **orelha média** e **orelha interna**.

Anatomia da orelha



A porção da orelha externa está colorida de verde. A porção da orelha média está colorida de vermelho. A porção da orelha interna está colorida de roxo.

O som adentra o corpo humano pelo pavilhão auditivo, que encaminha o som para o canal auditivo. Por ele, o som chega ao tímpano, fazendo que essa estrutura vibre e movimente três ossículos (ossos pequenos): o martelo, a bigorna e o estribo. Os três ossículos vibram com a passagem do som e transferem a vibração para a cóclea, uma estrutura com formato de caracol que é preenchida por líquido e possui em suas paredes células ciliadas. Essas células, ao serem estimuladas pelas vibrações causadas pelos ossículos, produzem impulsos elétricos que seguem pelo nervo auditivo, que conduz, por impulsos nervosos, o estímulo até o cérebro, onde ocorre a decodificação do sinal, possibilitando que o indivíduo entenda o som captado.

A poluição sonora, ou seja, o excesso de ruídos altos, pode causar problemas para a audição, como a perda da capacidade auditiva e o surgimento de zumbidos, porém os impactos da poluição sonora vão além da audição, afetando a qualidade do sono, a qualidade de vida e os níveis de estresse. A exposição a sons altos também pode causar o desenvolvimento de labirintite e perfuração no tímpano.

Equipamentos como protetores auriculares e fones bloqueadores de som são importantes na proteção contra a poluição sonora.

Na prática

Atividade 1

A poluição sonora e a audição

Para compreender as relações entre a poluição sonora e a audição, leia o texto "Audição e saúde". Com base nele, elabore um pequeno resumo apontando:

- causas da poluição sonora;
- impactos da poluição sonora sobre a audição;
- impactos da poluição sonora sobre a saúde em geral;
- equipamentos para a prevenção de danos à audição.

Audição e saúde

A presença constante de ruídos ao nosso redor pode parecer apenas uma característica das cidades, mas esse fenômeno tem um nome específico e sérios efeitos sobre a nossa saúde. Sons altos e contínuos de carros, ônibus, máquinas em obras e até mesmo música elevada em festas ou fones de ouvido são fatores que causam impactos muito além do desconforto auditivo. Expostos a essas situações diariamente, muitos de nós sofremos sem perceber o que isso pode significar para o corpo.

A exposição a ruídos muito altos de forma repentina ou repetidamente pode causar danos. O que era apenas um incômodo passa a ser um problema quando o som afeta as estruturas internas da audição, especialmente em locais de trabalho ou em eventos que envolvem volumes elevados. Com o tempo, os sons que antes captávamos com clareza começam a se perder, e é como se o mundo ao redor ficasse gradualmente mais silencioso, mas não de uma forma boa.

Ruídos altos podem provocar perda auditiva aguda ou prolongada devido à morte das células ciliares presentes na cóclea, que não se regeneram. Pode haver o surgimento de tontura e zumbido, uma vez que os ruídos estimulam as células auditivas a enviarem sinais incorretos ao cérebro.

Além de afetar a audição, o excesso de barulho abala o nosso equilíbrio mental e físico. O corpo reage ao ruído constante com sinais de alerta, ativando respostas que aumentam o estresse e podem interferir no sono e no bem-estar em geral. Essa sobrecarga pode até desencadear problemas mais sérios, como alterações na pressão arterial e no funcionamento do coração. Os ruídos que consideramos “normais” do dia a dia podem estar desgastando nossa saúde sem que percebamos.

Há, no entanto, formas de minimizar esses efeitos, especialmente para quem convive com o ruído em atividades profissionais. Equipamentos que bloqueiam ou reduzem o som podem ser grandes aliados, e alguns já são usados em diversas profissões. Dispositivos como fones que atenuam o barulho e protetores auriculares são recursos importantes para quem precisa se proteger em ambientes com níveis elevados de som. O uso desses dispositivos pode ser uma medida simples, mas que faz diferença na proteção da audição e na preservação do bem-estar.

BITTEL, J. A poluição sonora pode prejudicar a saúde – para muito além da audição. **National Geographic**, 13 nov. 2023. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/ciencia/2023/11/a-poluicao-sonora-pode-prejudicar-a-saude-para-muito-alem-da-audicao>. Acesso em: 13 nov. 2024.

WESTIN, R. Poluição sonora prejudica a saúde e preocupa especialistas. **Agência Senado – Senado Federal**, 29 mai. 2018. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/especiais/especial-cidadania/poluicao-sonora-prejudica-a-saude-e-preocupa-especialistas/poluicao-sonora-prejudica-a-saude-e-preocupa-especialistas>. Acesso em: 13 nov. 2024.

A estrutura do resumo é pessoal e varia conforme cada estudante, mas deve incluir as seguintes informações:

- **causas da poluição sonora:** sons altos e contínuos de carros, ônibus, máquinas em obras e até mesmo música elevada em festas ou fones de ouvido;
- **impactos da poluição sonora sobre a audição:** ruídos altos podem provocar perda auditiva aguda ou prolongada devido à morte das células ciliares presentes na cóclea, que não se regeneram. Pode haver o surgimento de tontura e zumbido, uma vez que os ruídos estimulam as células auditivas a enviarem sinais incorretos ao cérebro;
- **impactos da poluição sonora sobre a saúde em geral:** o excesso de barulho afeta o equilíbrio mental e físico, podendo ocasionar aumento do estresse, perturbação do sono e do bem-estar, alteração na pressão arterial e no funcionamento do coração;
- **equipamentos para prevenção de danos à audição:** fones que bloqueiam o som e protetores auriculares.

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Poluição

O sistema respiratório

As células do corpo humano precisam de gás oxigênio para gerar energia, e um dos produtos resultantes desse processo é o gás carbônico. Para que o gás oxigênio do ambiente chegue ao sangue e seja distribuído por todo o corpo, bem como para que o gás carbônico seja eliminado, existe um conjunto de órgãos e estruturas responsáveis por transportar o ar dentro do corpo humano denominado **sistema respiratório**. Esse sistema possibilita a **troca gasosa**: a entrada de gás oxigênio e a eliminação do excesso de gás carbônico, processo conhecido como respiração pulmonar.

Dividindo o sistema respiratório

O sistema respiratório pode ser dividido de acordo com sua localização ou sua função.

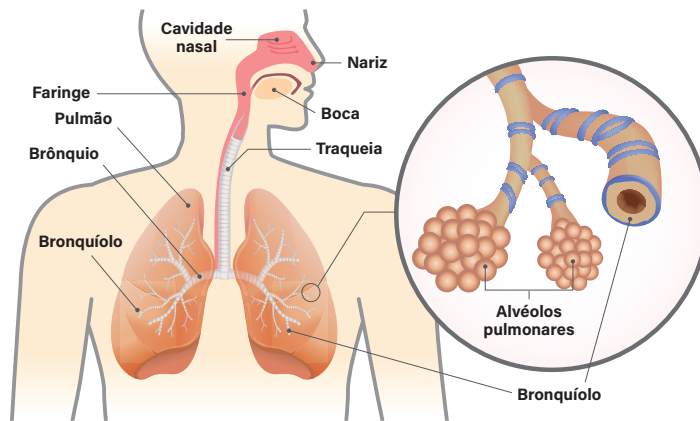
Se localizado fora da caixa torácica, chama-se **trato respiratório superior**. Se localizado **dentro da caixa torácica**, denomina-se o **trato respiratório inferior**.

A **porção condutora** compreende estruturas que apenas transportam o ar (como traqueia, brônquios e bronquíolos). A **porção respiratória** inclui alvéolos, onde ocorre efetivamente a troca gasosa.

A anatomia do sistema respiratório

Veja a seguir os órgãos que compõem o sistema respiratório:

Anatomia do sistema respiratório



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM © GETTY IMAGES

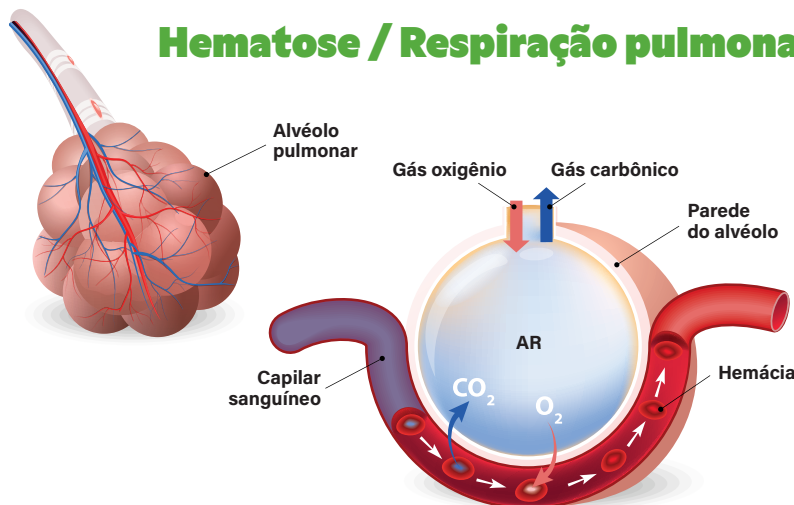
O funcionamento do sistema respiratório

O sistema respiratório funciona por meio de dois processos: ventilação pulmonar e hematose.

A **ventilação pulmonar** consiste nos movimentos de **inspiração** (entrada de ar nos pulmões) e **expiração** (saída de ar dos pulmões). Esses movimentos ocorrem devido à contração do músculo **diafragma** e dos **músculos intercostais**, que alteram o volume da caixa torácica, possibilitando o fluxo de ar. A contração dos músculos é controlada por impulsos nervosos originados no sistema nervoso autônomo ou neurovegetativo, em um centro nervoso localizado na região do bulbo (tronco cerebral).

A **hematose** é o processo de troca gasosa que ocorre entre a parede dos alvéolos pulmonares e os capilares sanguíneos, vasos muito finos que irrigam os alvéolos. Devido à fina espessura das paredes dos alvéolos e dos capilares, os gases conseguem atravessar facilmente essa barreira, proporcionando a troca eficiente.

Hematose / Respiração pulmonar



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM © GETTY IMAGES

O transporte de gases no sangue

O gás oxigênio que entra no corpo é transportado pelo sangue por meio das hemácias, ou glóbulos vermelhos. Essas células são achatadas, anucleadas e ricas em hemoglobina, uma proteína que tem sítios ativos contendo ferro que se ligam ao gás oxigênio para transportá-lo até os tecidos e células.

O gás carbônico produzido pelas células é transportado de volta aos alvéolos de duas formas principais: parte no plasma sanguíneo e parte nas hemácias.

Na prática

Atividade 1

Conhecendo a anatomia do sistema respiratório

Vamos conhecer os órgãos e as estruturas que compõem o sistema respiratório. Leia o texto de apoio "O caminho do ar em nosso corpo" e crie uma tabela contendo as seguintes colunas:

- nome do órgão ou estrutura;
- localização (trato respiratório superior ou trato respiratório inferior);
- função (parte condutora ou respiratória + especificidades).

O caminho do ar em nosso corpo

Na espécie humana, o ar passa por estruturas anatômicas, chamadas **vias respiratórias**, que o conduz até os órgãos localizados internamente na caixa torácica. A primeira parte é a cavidade nasal, que começa nas narinas e termina na faringe. As narinas são a entrada principal de ar e, em sua porção inicial, estão revestidas de pelos, que são importantes para evitar que partículas grandes adentrem o sistema respiratório. Dentro da cavidade nasal, há vários tipos de células especiais; algumas delas são responsáveis pelo olfato, enquanto outras produzem muco, que desempenha o papel de umedecer as vias respiratórias e reter partículas e microrganismos que podem estar presentes no ar. Nelas, o ar passa por um complexo sistema de câmaras, dentro de nosso rosto, sendo aquecido e preparado para entrar mais profundamente no corpo. Também é possível que o ar entre pela boca em caso de atividades físicas intensas ou obstrução das narinas; neste caso, o ar é conduzido para dentro do corpo sem filtração, umidificação ou aquecimento.

O ar inspirado passa da cavidade nasal para a faringe, que é um canal compartilhado tanto pelo sistema respiratório quanto pelo sistema digestório (cavidade bucal e esôfago). Na faringe, há o direcionamento de ar, muco (das vias respiratórias) e alimentos para os órgãos mais internos do corpo.

Ao passar pela faringe, o ar adentra a laringe, um tubo composto de estruturas cartilagosas. O encontro dessas cartilagens forma a proeminência laríngea, popularmente conhecida como pomo de Adão, uma pequena protuberância localizada na parte da frente da garganta que protege a laringe de traumas mecânicos. A entrada da laringe se chama glote e contém uma pequena válvula, a epiglote, que evita que os alimentos entrem no sistema respiratório. Na laringe também estão localizadas as pregas vocais, que nos possibilitam falar e cantar por meio do fluxo de ar que entra e sai do corpo.

Da laringe, o ar segue para a traqueia, um tubo formado por diversos anéis cartilagosos. Podemos sentir estes anéis ao passar os dedos pela garganta até que penetram na caixa torácica. Os anéis de cartilagem propiciam que a traqueia fique sempre aberta para a passagem de ar.

O ar então segue pela traqueia, que, na região superior da caixa torácica, divide-se em dois ramos, os brônquios, tubos curtos e também reforçados por anéis cartilagosos. Tanto a traqueia quanto os brônquios são revestidos por células ciliadas e que produzem muco. Partículas muito pequenas e microrganismos que conseguem chegar à traqueia junto com o ar ficam presos no muco e, por meio dos cílios das células, são levados até a faringe, onde passam para o sistema digestório.

Dos brônquios, o ar vai para os bronquíolos, ramificações menores dos brônquios. Os bronquíolos são tão finos e próximos entre si que formam uma estrutura semelhante a uma árvore, por isso a denominação árvore respiratória.

Ao chegar à porção final dos bronquíolos, o ar entra em pequenas estruturas, semelhantes a bolsas, revestidas por paredes com muitos vasos sanguíneos, os alvéolos pulmonares. Na superfície dessas pequenas bolsas ocorrem as trocas gasosas.

O conjunto de alvéolos pulmonares forma os pulmões. Cada pulmão humano contém cerca de 150 milhões de alvéolos pulmonares. Acredita-se que, se fosse possível organizar todos os alvéolos pulmonares de uma pessoa em uma fila, eles atingiriam 1600 quilômetros de extensão, mostrando que há uma grande superfície de contato entre o ar e os vasos sanguíneos dos alvéolos, garantindo alta capacidade dos pulmões de trocar gases com o sangue.

Mediante movimentos dos músculos intercostais e do diafragma, o ar pode ser puxado para dentro ou expulso dos alvéolos. Quando expulso, o ar faz o caminho de volta por todas as estruturas até sair pelas narinas ou pela boca.

Nome	Localização	Função
Narinas	Trato respiratório superior	Porção condutora – Entrada de ar no sistema respiratório e filtração de partículas grandes.
Boca	Trato respiratório superior	Porção condutora – Entrada de ar no sistema respiratório.
Cavidade nasal	Trato respiratório superior	Porção condutora – Detecção de odores, umedecimento, filtração e aquecimento do ar.
Faringe	Trato respiratório superior	Porção condutora – Direcionamento do ar.
Laringe	Trato respiratório superior	Porção condutora – Direcionamento do ar para a traqueia.
Traqueia	Trato respiratório inferior	Porção condutora – Condução do ar, com presença de muco e cílios que auxiliam na limpeza.
Brônquios	Trato respiratório inferior	Porção condutora – Condução do ar, com presença de muco e cílios que auxiliam na limpeza.
Bronquíolos	Trato respiratório inferior	Porção condutora – Condução final do ar; estrutura com paredes mais finas e menor presença de cartilagem.
Alvéolos pulmonares	Trato respiratório inferior	Porção respiratória – Troca gasosa entre ar e corpo.
Pulmões	Trato respiratório inferior	Porção respiratória – Conjunto de alvéolos. Troca gasosa entre ar e o sangue.

AULA 12

SISTEMA CARDIOVASCULAR

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Poluição

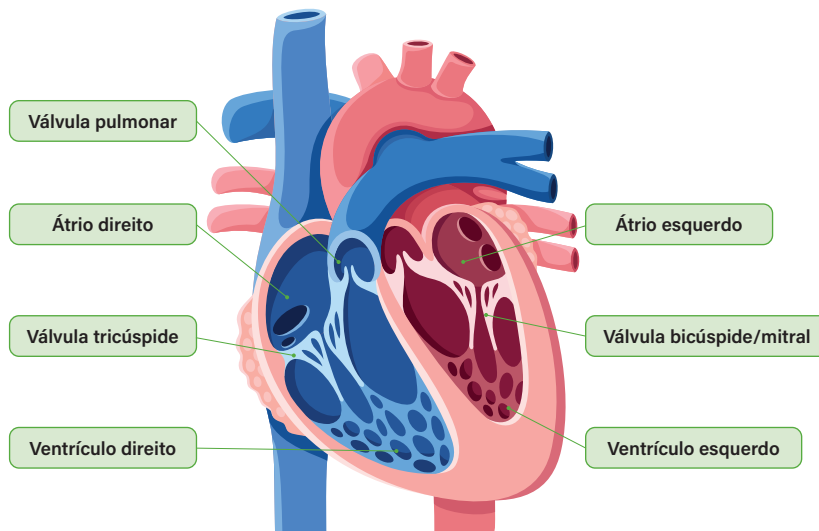
O sistema cardiovascular

As células que compõem o corpo humano demandam nutrientes e gás oxigênio ao mesmo tempo em que excretam gás carbônico e outras substâncias. Estas são transportadas pelo **sangue**, que circula pelo corpo através do **sistema cardiovascular**, um conjunto de órgãos formados por uma rede de canais e um sistema de bombeamento.

O sistema é composto pelo **coração**, o órgão de bombeamento, e pelos **vasos sanguíneos**, órgãos ociosos por onde o sangue é transportado.

O **coração** é um órgão oco que contém quatro cavidades: os **átrios** (cavidades superiores) e dois **ventrículos** (cavidades inferiores), e cada cavidade é separada por válvulas. É formado por tecido muscular que compõe o **miocárdio**. Observe na imagem as cavidades do coração e as válvulas que as separam.

Anatomia interna do coração



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM © GETTY IMAGES

Os vasos sanguíneos formam uma rede de canais ociosos por onde o sangue será transportado por diferentes partes do corpo. Os principais vasos sanguíneos são:

- **artérias:** vasos por onde sai o sangue do coração; suportam grandes pressões e suas paredes são grossas e elásticas;
- **veias:** vasos por onde chega sangue ao coração; apresentam paredes finas e válvulas internas que auxiliam no transporte do sangue;
- **capilares sanguíneos:** vasos muito pequenos e finos que conectam artérias e veias, possibilitando a troca gasosa e de nutrientes pelos tecidos.

Classificação da circulação

A circulação sanguínea pode ser classificada de acordo com o trajeto que o sangue faz pelo corpo. Quando o sangue parte do coração, vai em direção aos pulmões e retorna para o coração, é a **circulação pulmonar**. Já quando o sangue sai do coração, circula pelo corpo e retorna ao coração, é a **circulação sistêmica**.

Ciclo cardíaco

O coração bombeia o sangue por meio de movimentos de contração e relaxamento. Os movimentos são a **sístole** (ou contração das cavidades, fazendo que o sangue saia) e a **diástole** (o relaxamento das cavidades, propiciando a entrada do sangue). Uma sequência completa de diástoles e sístoles constitui o ciclo cardíaco.

Pressão arterial

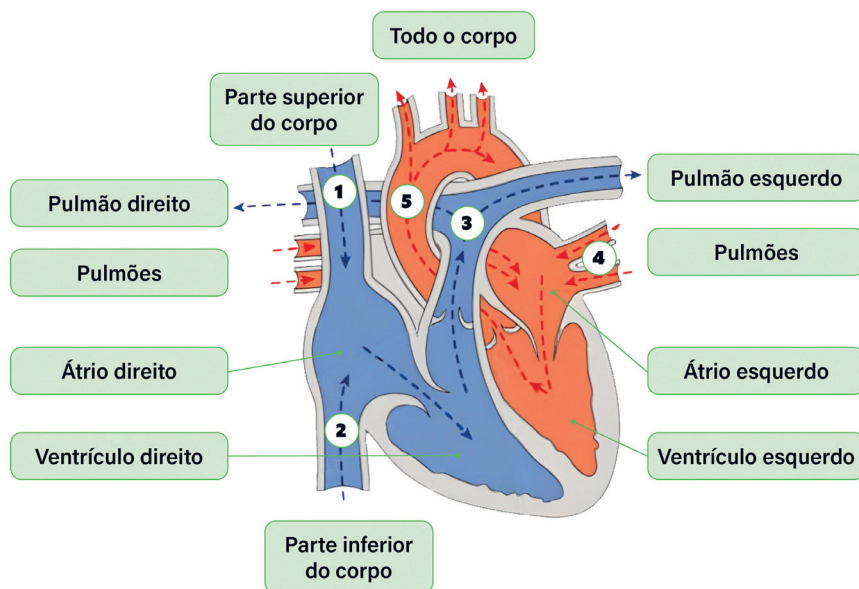
O sangue bombeado exerce pressão dentro dos vasos sanguíneos, a pressão arterial, que é representada por dois valores: um referente à **pressão sistólica** (pressão que o sangue exerce quando o coração se contrai) e outro à **pressão diastólica** (pressão que o sangue exerce durante o relaxamento do coração).

Na prática

Atividade 1

Conhecendo os vasos sanguíneos do coração

Nesta atividade, você conhecerá os principais vasos sanguíneos ligados ao coração. Utilize as informações presentes no texto de apoio “Os caminhos do sangue no coração” para indicar o nome correto dos vasos numerados na figura a seguir.



SANTOS, [S.D.], PRODUIDO PELA SEDUC-SP

Os caminhos do sangue no coração

O fluxo de sangue no coração segue dois caminhos principais. Dependendo do órgão para os quais o sangue é direcionado a partir do coração, a circulação sanguínea pode ser classificada em pulmonar ou sistêmica.

Na circulação pulmonar, o sangue pobre em gás oxigênio (chamado sangue venoso), após circular por todo o corpo e atender às demandas metabólicas de trilhões de células, chega ao coração pelas veias cava superior e inferior, entrando pelo átrio direito. De lá, ele atravessa a válvula tricúspide para chegar ao ventrículo direito, de onde é bombeado para os pulmões pelas artérias pulmonares. É importante frisar que as cavidades do lado direito do coração conduzem apenas sangue venoso, o qual chega ao coração vindo do corpo e sai do coração em direção aos pulmões, onde ocorrerá a hematose, isto é, o sangue chega aos alvéolos pulmonares pelos de capilares sanguíneos e haverá a saída do excesso de gás carbônico e a entrada de gás oxigênio. O sangue ficará enriquecido por gás oxigênio e é denominado sangue arterial.

Assim, com o sangue oxigenado saindo dos pulmões para o átrio esquerdo pelas veias pulmonares, inicia-se a circulação sistêmica. Ao passar pela válvula mitral, o sangue entra no ventrículo esquerdo. Esse ventrículo, com espessura maior da musculatura, bombeia o sangue rico em gás oxigênio para todo o corpo por meio da artéria aorta. Cabe reforçar que o lado esquerdo do coração recebe e impulsiona somente sangue arterial.

Por meio desse circuito, o sangue arterial circula por todo o corpo, distribuindo a todos os tecidos o gás oxigênio. À medida que recolhe o gás carbônico resultante das reações metabólicas celulares, vai ficando empobrecido em gás oxigênio enquanto retorna ao coração para reiniciar o ciclo. Vale lembrar que o fluxo sanguíneo humano flui em um único sentido, isto é, segue apenas um fluxo, não podendo haver retorno sanguíneo dentro dos vasos nem dentro do coração.

AMABIS, J. M; MARTHO, G. R. **Fundamentos da biologia moderna**. São Paulo: Moderna, 2003.

1. Veia cava superior.

2. Veia cava inferior.

3. Artéria pulmonar.

4. Veias pulmonares.

5. Artéria aorta.

Espera-se que o estudante leia o texto e identifique os vasos sanguíneos numerados de acordo com as descrições e indicações na imagem.

Atividade 2

A frequência cardíaca

A frequência cardíaca é a quantidade de vezes que o coração bate por minuto, também conhecida como "batimentos cardíacos por minuto" (bpm).

Nesta atividade, você calculará sua frequência cardíaca manualmente. Para isso:

- com os dedos indicador e médio, encontre a pulsação da artéria carótida (no pescoço, abaixo da mandíbula);
- conte o número de batimentos durante 30 segundos;
- multiplique o valor encontrado por 2.

AULA 13

IMPACTOS DA POLUIÇÃO NOS SISTEMAS RESPIRATÓRIO E CARDIOVASCULAR

Resumo



As vias respiratórias representam a principal forma de entrada de poluentes em nosso corpo. Uma vez dentro dos pulmões, as partículas poluentes se propagam pelo corpo e chegam aos diversos órgãos, causando diferentes impactos.

A poluição, principalmente a atmosférica, afeta negativamente o funcionamento dos sistemas respiratório e cardiovascular.

Um dos maiores pesquisadores sobre os impactos da poluição no funcionamento do corpo é o médico, professor e pesquisador Paulo Saldiva. Atuando na Universidade de São Paulo, o professor encontrou efeitos da poluição nos mais diferentes órgãos, como os olhos, o coração a pele e até o cérebro, o órgão mais protegido do corpo humano.

Segundo os resultados de anos de pesquisas conduzidas pelo professor, sabe-se que a poluição atmosférica afeta a saúde do sistema respiratório, agravando casos de asma e bronquite, e atuando como fator carcinogênico, associado ao aumento do risco de câncer de pulmão. A exposição contínua a poluentes pode comprometer mecanismos de defesa do sistema respiratório, aumentando a suscetibilidade a infecções.

Os efeitos no sistema cardiovascular são a inflamação de vasos sanguíneos, hipertensão arterial, aterosclerose, infarto agudo do miocárdio e acidente vascular encefálico (AVE). Estudos de outros grupos de pesquisa também identificaram a arritmias associadas à exposição a poluentes atmosféricos.

Atividade 1

Os efeitos da poluição sobre os sistemas respiratório e cardiovascular

Nesta primeira atividade, você conhecerá, por meio do texto “A Poluição do Ar e Nossa Saúde: Desvendando os Impactos”, o trabalho do professor Paulo Saldiva, médico especialista nos efeitos da poluição sobre o corpo humano.

Faça a leitura do texto e resuma brevemente os efeitos da poluição nos sistemas circulatório e respiratório, citando o nome da condição e uma breve descrição do seu impacto no corpo. Não é necessário listar sintomas.

A poluição do ar e nossa saúde: desvendando os impactos

Já pararam para pensar em como a qualidade do ar que respiramos pode afetar nossa saúde? O professor Paulo Saldiva, médico e pesquisador da Universidade de São Paulo (USP), tem dedicado sua carreira ao estudo dos impactos da poluição atmosférica na saúde humana, com foco nos sistemas respiratório e cardiovascular. Suas pesquisas mostram que a exposição prolongada a poluentes, como partículas finas (também chamadas de $PM_{2,5}$, apresentam diâmetro inferior a 2,5 micrômetros) e gases tóxicos emitidos por veículos e indústrias, podem causar sérios danos ao organismo.

No sistema respiratório, as partículas poluentes entram pelas vias aéreas e chegam até os pulmões, onde provocam inflamações e afetam negativamente a função pulmonar. Isso pode desencadear doenças como asma, bronquite crônica e até câncer de pulmão. Em crianças e idosos, esses efeitos são ainda mais graves, pois esses grupos têm sistemas imunológicos mais vulneráveis. De acordo com os estudos de Saldiva, a exposição a poluentes pode reduzir a capacidade respiratória, dificultando a troca de gases no pulmão, fragilizando os tecidos do sistema respiratório e aumentando o risco de ataques de microrganismos causadores de infecções respiratórias.

No sistema cardiovascular, os poluentes atmosféricos afetam a saúde do coração e dos vasos sanguíneos. Saldiva demonstrou que partículas ultrafinas, ao entrarem na circulação sanguínea, causam inflamações nas paredes dos vasos sanguíneos, o que pode elevar o risco de doenças como hipertensão arterial e infarto do miocárdio. A presença do material contaminante também favorece o desenvolvimento de aterosclerose (acúmulo de placas de gordura nas artérias) e acidentes vasculares encefálicos (AVEs). Estudos complementares, provenientes de outros grupos de pesquisa, indicam que alguns poluentes presentes no ar estimulam os receptores nas células do coração que controlam o ritmo entre sístoles e diástoles, alterando, assim, o ritmo do batimento do coração e causando arritmias. Essa relação entre poluição e doenças cardiovasculares tem sido confirmada em grandes centros urbanos, onde a concentração de poluentes é mais alta.

Principais condições causadas
pela poluição nos sistemas cardiovascular e respiratório

Condições	Descrição	Sintomas
Acidente vascular encefálico (AVE)	Interrupção do fluxo sanguíneo para o cérebro ou rompimento de vaso sanguíneo, provocando hemorragia e levando à morte de células cerebrais.	Fraqueza em um lado do corpo, dificuldade para falar, perda de visão de um lado, confusão, dor de cabeça intensa.
Arritmia	Batimentos cardíacos em ritmo irregular.	Palpitações, sensação de aperto no peito, cansaço, tontura, falta de ar, desmaios, suor excessivo e confusão mental.
Asma	Inflamação e estreitamento dos brônquios.	Falta de ar, chiado no peito, tosse (especialmente à noite), cansaço, aperto no peito.
Aterosclerose	Acúmulo de placas de gordura nas paredes das artérias, o que restringe o fluxo sanguíneo.	Geralmente assintomática até que a obstrução se torne avançada; pode causar dor de diferentes intensidades ou sensação de peso no peito (que piora após atividades físicas), câibras em membros, falta de ar, suor excessivo, tontura e cansaço.
Bronquite	Inflamação e estreitamento dos brônquios; pode ser aguda (curta duração) ou crônica (persistente).	Tosse com muco, falta de ar, chiado, cansaço e desconforto no peito e, algumas vezes, febre.
Câncer de pulmão	Crescimento anormal de células no pulmão, formando tumores.	Tosse persistente, dor no peito, falta de ar, perda de peso inexplicada, tosse com sangue.
Hipertensão	Condição em que a pressão arterial é elevada (acima de 140/90 mmHg) de forma constante, sobrecarregando coração e vasos sanguíneos.	Muitas vezes assintomática, pode causar cefaleia, visão turva, dor no peito, dor na nuca e tonturas em casos graves.
Infarto agudo do miocárdio (ataque cardíaco)	Bloqueio do fluxo sanguíneo para uma parte do músculo cardíaco (miocárdio) ou rompimento de vaso sanguíneo causando hemorragia, o que provoca a morte do tecido cardíaco da região afetada.	Dor intensa no peito (às vezes irradiada para o braço esquerdo), cansaço, falta de ar, tontura, náusea, suor excessivo.
Infecções respiratórias	Presença de microrganismos no tecido dos diferentes órgãos das vias respiratórias.	Falta de ar, tosse seca, com catarro e até sangue, nariz entupido, secreção nasal, garganta irritada, dor na face, chiado ao respirar, cansaço, febre.

O trabalho do professor Saldiva também destaca a importância de políticas públicas para reduzir a exposição da população à poluição do ar, como a implementação de zonas de baixa emissão, o incentivo ao transporte sustentável e o monitoramento da qualidade do ar. Seus estudos comprovam que a redução na concentração de poluentes nas cidades é capaz de melhorar a qualidade de vida e diminuir os gastos com saúde pública.

Essas informações baseiam-se em anos de pesquisas e evidências científicas que mostram como a poluição atmosférica pode comprometer a saúde, sobretudo nos centros urbanos. Estudos como os de Saldiva reforçam a necessidade de ações de mitigação da poluição para proteger a saúde pública.



Professor Paulo Saldiva.

REPRODUÇÃO/AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Espera-se que o estudante leia o texto e consiga extrair e organizar as informações.

Impactos da poluição sobre o sistema respiratório:

- **asma e bronquite:** inflamação dos brônquios;
- **câncer de pulmão:** crescimento anormal de células pulmonares;
- **infecções respiratórias:** ataque de microrganismos aos tecidos das vias respiratórias.

Impactos da poluição sobre o sistema circulatório:

- **hipertensão arterial:** aumento da pressão arterial;
- **infarto agudo do miocárdio:** morte do tecido cardíaco por não receber oxigênio e nutrientes devido à interrupção do fluxo sanguíneo;
- **aterosclerose:** formação de placas de gordura dentro das artérias;
- **acidentes vasculares encefálicos:** morte do tecido encefálico por não receber oxigênio e nutrientes por causa da interrupção do fluxo sanguíneo;
- **arritmias:** alteração no ritmo dos batimentos cardíacos.

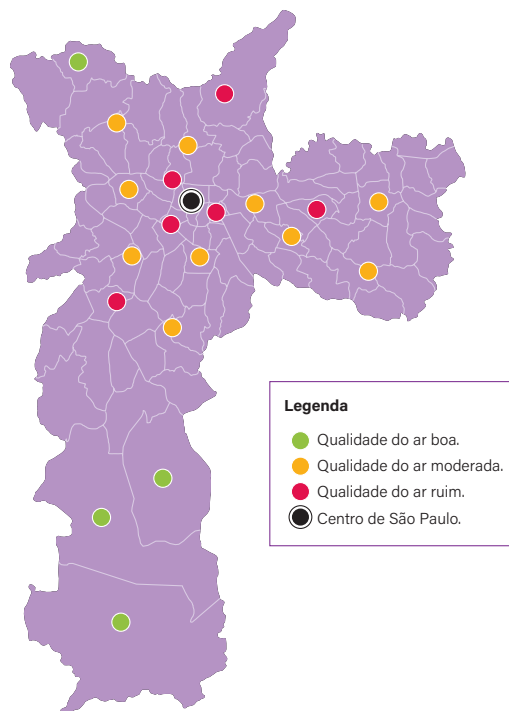
Atividade 2

Clinicando por um dia

Nesta segunda atividade, você atuará como um médico de uma Unidade de Pronto Atendimento (UPA) na cidade de São Paulo. Você resolverá três estudos de caso envolvendo três pacientes diferentes. Você deverá identificar **qual(is) condição(ões)** o paciente está apresentando, a **causa fisiológica** da condição e a **fonte poluidora**.

Estudo de caso 1

Ana, 58 anos, é fisicamente ativa, não fuma, não ingere bebida alcoólica e está na faixa ideal de peso de acordo com sua altura. Os dados coletados pela enfermagem indicam que Ana apresenta pressão arterial 110/80 mmHg e saturação de oxigênio abaixo do normal, causando alerta, mas sem necessidade de internação. Na consulta, relata queixas de tosse persistente, dificuldade para respirar e aperto no peito. Sem febre até o momento. Seus exames de sangue, coletados na unidade, estão normais e não mostram sinais de infecção. Reside em área rural do extremo sul da cidade e relata que os sintomas surgiram após moradores do terreno ao lado começarem a preparar suas roças fazendo uso de fogo e revolvimento de terra.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM © GETTY IMAGES

Doença: asma ou bronquite.

Causa: possivelmente, a inflamação das vias respiratórias foi desencadeada por material particulado

e poluentes.

Fonte poluidora: queimada.

Estudo de caso 2

João, um idoso de 70 anos, ativo fisicamente, não fuma, não ingere bebida alcoólica e está na faixa ideal de peso de acordo com sua altura. Os dados coletados pela enfermagem indicam que João apresenta pressão arterial 150/10 mmHg e saturação de oxigênio normal. Caminha frequentemente pelo parque e avenidas do centro da cidade. João relatou constante sensação de aperto no peito e aumento na incidência de câimbras em suas pernas.

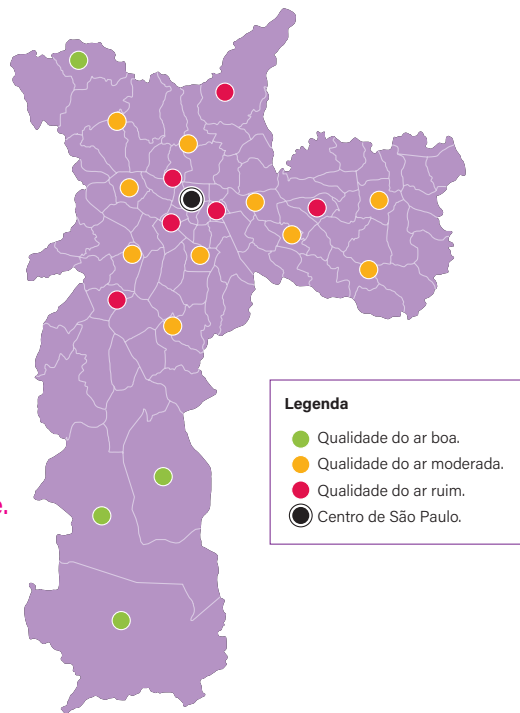
Doença: hipertensão arterial e, possivelmente, aterosclerose.

Causa: aumento da pressão arterial e possível formação

de placas de gordura nas artérias. São doenças

multifatoriais, mas podem estar relacionadas com o estilo de

vida. Fonte poluidora: queima de combustível fóssil por veículos do Centro da cidade.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM © GETTY IMAGES

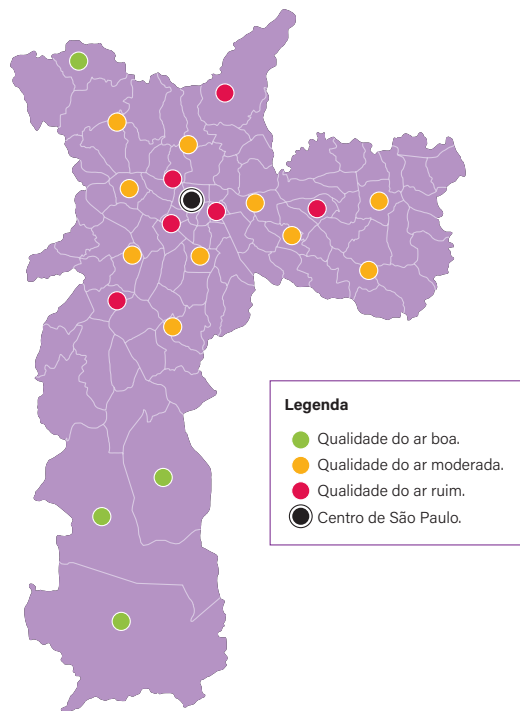
Estudo de caso 3

Carla, uma jovem de 35 anos, ativa fisicamente, não fuma, não ingere bebida alcoólica e seu peso está de acordo com sua altura. Os dados coletados pela enfermagem indicam que Carla apresenta pressão arterial 120/90 mmHg e saturação de oxigênio no sangue em 97%. Trabalha como agente de trânsito em diferentes partes da cidade. Ultimamente, Carla tem sentido desconforto no peito, cansaço extremo, tontura e falta de ar, mesmo após atividades leves. Também relata constante pigarro (secreção na garganta), dor de garganta e nariz escorrendo. Foi solicitado um eletrocardiograma, exame que registra a atividade elétrica do coração.

Doença: arritmia e infecção das vias respiratórias.

Causa: infecção das vias respiratórias causada pela exposição aos poluentes e que facilita ataques de mi-

croorganismos. Arritmia: doença multifatorial. Fonte poluidora: queima de combustível fóssil por veículos.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM © GETTY IMAGES

AULA

14

BIOMATERIAIS: A CIÊNCIA DOS MATERIAIS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Biomateriais



Biomateriais são substâncias ou misturas de substâncias que interagem com sistemas biológicos para auxiliar, melhorar ou substituir tecidos ou funções biológicas.. Podem ser sintéticos ou naturais e devem **evitar toxicidade, alergias, mutações ou formação de coágulos, e nem se degradar facilmente.**

O material deve apresentar **biocompatibilidade** (compatibilidade com tecidos vivos), e, em alguns casos, pode ser projetado em formato **biomimético**, isto é, inspirado em mecanismos naturais.

Biomateriais podem ser utilizados para fabricar **próteses** (peça ou dispositivo artificial usado para substituir um membro, um órgão ou uma função biológica) ou **órteses** (equipamentos que alinham, previnem, corrigem ou melhoram funções biológicas ou partes do corpo). Outras atividades, como **as indústrias farmacêutica e alimentícia, área de energia e meio ambiente**, em aplicações de **tecnologia e eletrônica**, produção de **cosméticos** e diferentes tipos de **impressão 3D**, incluindo impressão de próteses, também podem usar biomateriais.

Os biomateriais podem ser classificados como mostra o quadro a seguir.

Materiais	Características	Exemplos	Usos
Metálicos	Materiais majoritariamente metálicos, com elevada resistência mecânica e alta durabilidade.	Titânio, prata e ligas metálicas, como aço inoxidável e ligas de cobalto-cromo.	Próteses de quadril, parafusos e pinos cirúrgicos e pinos de implantes dentários.
Cerâmicos	Compostos de materiais inorgânicos e não metálicos, têm alta resistência à corrosão e boa biocompatibilidade.	Hidroxiapatita e zircônia.	Coroas de implantes dentários, próteses ósseas e revestimento de implantes metálicos.
Polímeros	Compostos de grandes cadeias moleculares e carbonos, são flexíveis e facilmente moldáveis em diferentes formas.	Polietileno, poliuretano, náilon, silicone e poliéster.	Lentes de contato, próteses de tecidos moles, suturas, cateteres e dispositivos de liberação controlada de medicamentos.
Compósitos	Associação entre diferentes tipos de biomateriais para combinar diferentes propriedades. Normalmente formam materiais resistentes, leves e biocompatíveis.	Fibra de carbono, resinas e vidro bioativo.	Enxertos de próteses dentárias, resinas dentárias, substitutos de ossos e placas ortopédicas.

Cada biomaterial tem um conjunto de propriedades específicas que podem ser mais ou menos adequadas. As principais propriedades observadas nos biomateriais estão listadas no quadro adiante.

Material	Características
Resistência mecânica	Capacidade de suportar força física, como compressão e impactos, sem deformar ou quebrar.
Resistência à corrosão	Capacidade de suportar a deterioração química.
Dureza	Resistência a riscos e perfurações.
Opacidade	Grau de impedimento à passagem de luz pelo material.
Flexibilidade	Capacidade de deformar-se sem fraturar quando submetido a forças externas.
Elasticidade	Capacidade de retornar à forma original após sofrer uma deformação temporária.
Reatividade	Capacidade de reagir com o ambiente e com outras moléculas e substâncias.
Capacidade de se ligar a tecidos vivos	Capacidade de interagir e integrar-se aos tecidos vivos por meio de ligações químicas ou adesão celular.

Na prática

Atividade 1

Entendendo os biomateriais

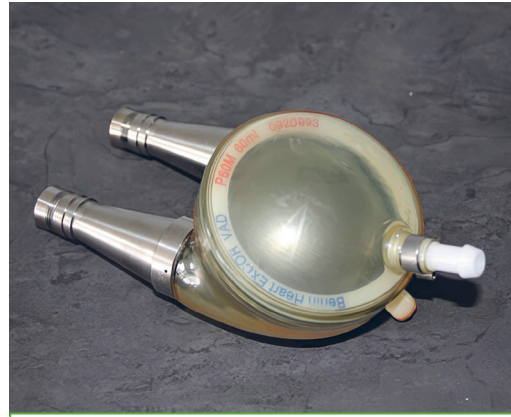
Nesta atividade, você formará, junto com seus colegas, equipes de inovação tecnológica que explorarão produtos produzidos com biomateriais.

Para isso, forme grupos com até quatro integrantes. Observem as três próteses apresentadas e, utilizando o que aprenderam na aula, em associação às imagens e às descrições, deduzam quais materiais foram utilizados e por que foram escolhidos para a construção desses produtos. Registre em seu material.



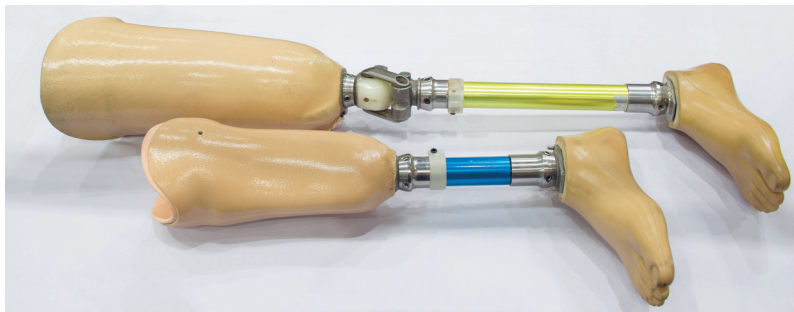
© GETTY IMAGES

Implante dentário.



© WIKIMEDIA COMMONS

Ventrículo cardíaco artificial.



© GETTY IMAGES

Próteses de pernas.

Implante dentário: utilização de biomateriais metálicos para o pino central e a cerâmica ou compósitos para a coroa (dente). O biomaterial metálico foi escolhido por ser resistente e duro, fixando o dente ao osso e evitando que se mova. O uso de cerâmica ou compósitos para a coroa se deve ao fato de esses materiais serem resistente à força mecânica e ao desgaste, uma vez que essa parte do implante ficará em contato com os demais dentes e sofrerá atrito na mastigação, além de a coloração e a textura serem parecidas com a do material original.

Ventrículo artificial: utilização de biomateriais poliméricos e metálicos. O biomaterial polimérico foi usado para revestir o ventrículo, que necessita ser levemente maleável para suportar a pressão sanguínea re-

cebida do movimento do sangue dentro do coração. Já o biomaterial metálico é utilizado como estrutura para o ventrículo, para que este mantenha sua forma durante o movimento do sangue, e também para fazer ductos, que serão conectados aos vasos do coração; o material metálico é resistente à variação de pressão sanguínea encontrada no ciclo cardíaco.

Prótese de perna: utilização de material metálico, polímero e compósito. A escolha de material metálico é para a construção de estruturas que resistam à força mecânica exercida pelo peso da pessoa, ao mesmo tempo em que são utilizados materiais compósitos para garantir resistência e leveza. Materiais poliméricos são usados para dar movimento às articulações e à região que entrará em contato com a pele, oferecendo conforto ao usuário.

QUÍMICA

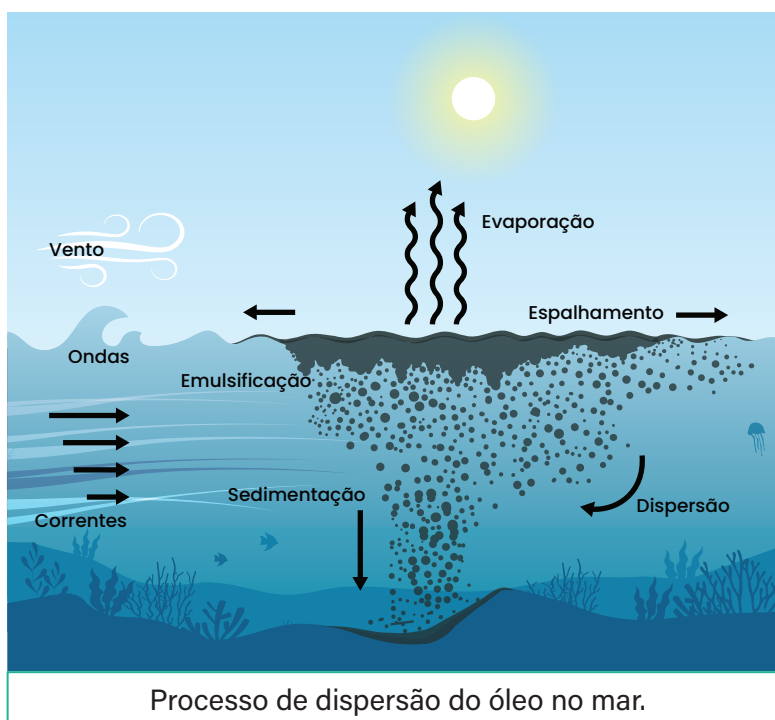
AULA DESAFIO: O DERRAMAMENTO DE PETRÓLEO

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Ligações químicas

Derramamento de petróleo no mar

O petróleo é uma mistura de substâncias chamadas hidrocarbonetos, que são apolares e hidrofóbicos, ou seja, não se misturam com a água. Quando derramado em ambientes aquáticos, o petróleo forma uma película que flutua na superfície devido à sua menor densidade em comparação à da água. Essa camada impede a troca de gases entre a água e a atmosfera, prejudicando o ambiente e os organismos marinhos. A solubilidade, que depende da polaridade das substâncias, explica por que o petróleo não se mistura com a água e como isso afeta a remoção de derramamentos e a limpeza do oceano.



Solução em ação

Atividade 1

Atividade experimental – Simulando o derramamento de petróleo

Materiais:

- béquer ou copo transparente de vidro/plástico;
- água;
- óleo de cozinha;
- corante alimentício (opcional, para colorir a água e melhorar a visualização);
- conta-gotas ou colher pequena;
- materiais para testar a contenção: algodão, areia, serragem, papel-toalha, carvão ativado (se disponível);
- detergente líquido;
- bastão de vidro ou palito para agitação.

Procedimento

Preparação da mistura:

- 1 Coloque 200 mL de água no copo.
- 2 Acrescente algumas gotas de corante alimentício e misture.
- 3 Adicione lentamente 20 mL de óleo.

Com base nas observações do experimento descreva como o óleo se comportou ao ser adicionado à água.

A expectativa é que os estudantes observem e respondam que o óleo não se mistura com a água, e permanece separado em uma camada sobre a superfície, percebendo visualmente que as duas substâncias se mantêm distintas, pois o óleo é uma substância apolar e a água é polar.

Atividade 2

Testando materiais de absorção e contenção

Procedimento:

- 1 Escolha um material e coloque uma pequena quantidade em contato com o óleo.
- 2 Observe se o material absorve o óleo ou apenas ajuda a conter/impedir a dispersão.

3 Retire o material e anote na tabela.

4 Repita com os demais.

Material testado	Absorveu o óleo?	Atuou como barreira de contenção?	Flutuabilidade (boia/afunda)	Velocidade de ação	Observações
Algodão	Sim	Parcial	Boia	Rápida	Bom poder de absorção e fácil de usar
Papel-toalha	Sim	Parcial	Boia	Moderada	Absorve bem, mas quantidade limitada
Serragem	Parcial	Sim	Boia	Moderada	Absorve e ajuda a conter o óleo; pode se espalhar um pouco
Carvão ativado	Sim	Pouco	Boia	Rápida	Alta absorção, mas difícil de manusear
Areia	Pouco	Sim	Afunda	Lenta	Absorção baixa, mas forma barreira natural

Atividade 3

Teste com detergente

- 1 Após testar todos os materiais de absorção e contenção, adicione **algumas gotas de detergente líquido** diretamente sobre a superfície da água com óleo.
- 2 Observe atentamente o que acontece com o óleo: se dispersa, se forma pequenas gotas ou se desloca na água.
- 3 Misture **suavemente** com um palito ou colher, apenas o suficiente para espalhar o detergente, sem agitar demais.
- 4 Registre todas as observações na tabela abaixo, comparando o comportamento do óleo **antes e depois** da adição do detergente.

Material testado	Observação após adicionar detergente	Comparação com o óleo antes do detergente
Algodão	Óleo se dispersa em pequenas gotas, penetra melhor no algodão	Antes, o óleo permanecia concentrado em uma camada contínua
Papel-toalha	Óleo se dispersa em gotas menores, absorção facilitada	Antes, o óleo formava uma camada contínua sobre a água
Serragem	Óleo disperso entre partículas, absorção parcial melhor	Antes, óleo espalhado sobre a água, sem se misturar à serragem
Carvão ativado	Óleo disperso, carvão ainda absorve parte do óleo	Antes, alta absorção do carvão sem dispersão do óleo
Areia	Óleo disperso, dificuldade de absorção	Antes, óleo permanecia concentrado sobre a areia, formando camada contínua

Atividade 4

Analisando misturas

- 1** Quantos componentes e fases você observa na mistura de óleo e água? Descreva-os.

Espera-se que os estudantes reconheçam que há **dois componentes** (óleo e água) e **duas fases** distintas. Eles podem apontar que “o óleo fica em cima, e a água, embaixo”. É possível que alguns já consigam justificar que isso ocorre devido à diferença de densidade e à polaridade das substâncias, já que a água é polar e o óleo é apolar.

- 2** Essa mistura é homogênea ou heterogênea? Justifique.

Espera-se que os estudantes indiquem que se trata de uma **mistura heterogênea**, justificando que é possível observar mais de uma fase.

3 Como as características da mistura de óleo e água tornam difícil a remoção do petróleo no mar? Quais são os impactos dessa mistura para o ambiente e a vida marinha?

Espera-se que os estudantes apontem que o petróleo, assim como o óleo, não se mistura com a água e forma uma camada superficial, o que dificulta sua remoção. Eles podem destacar que “fica em cima da água e é difícil de tirar”. Algumas respostas podem trazer que essa camada prejudica a penetração de luz e a troca gasosa, afetando a fotossíntese e a oxigenação da água, além de intoxicar organismos, comprometer penas e peles de animais, reduzir a biodiversidade e causar desequilíbrios no ecossistema marinho.

Hora da verdade

Atividade 5

1 (ENEM 2020) Em 2011, uma falha no processo de perfuração realizado por uma empresa petrolífera ocasionou derramamento de petróleo na bacia hidrográfica de Campos, no Rio de Janeiro. Os impactos decorrentes desse derramamento ocorrem porque os componentes do petróleo:

- a) reagem com a água do mar e sofrem degradação, gerando compostos com elevada toxicidade.
- b) acidificam o meio, promovendo o desgaste das conchas calcárias de moluscos e a morte de corais.
- c) dissolvem-se na água, causando a mortandade dos seres marinhos por ingestão da água contaminada.
- d)** têm caráter hidrofóbico e baixa densidade, impedindo as trocas gasosas entre o meio aquático e a atmosfera.
- e) têm cadeia pequena e elevada volatilidade, contaminando a atmosfera local e regional em função dos ventos nas orlas marítimas.

Os componentes do petróleo têm caráter hidrofóbico e baixa densidade, impedindo as trocas gasosas entre o meio aquático e a atmosfera. As demais alternativas estão incorretas porque a alternativa A enfatiza apenas a geração de compostos tóxicos, sem abordar a hidrofobicidade ou a dificuldade de remoção; a alternativa B menciona a acidificação e efeitos sobre moluscos e corais, mas não considera as propriedades físicas do petróleo que dificultam sua dispersão; a alternativa C foca a dissolução na água e morte de seres marinhos por ingestão, o que não condiz com a característica do petróleo de não se dissolver devido à sua apolaridade; e a alternativa E aborda a cadeia pequena e elevada volatilidade, destacando a contaminação da atmosfera local e regional, mas não considera os impactos diretos no ambiente aquático e na vida marinha.

AULA DESAFIO: O DERRAMAMENTO DE PETRÓLEO (CONTINUAÇÃO)

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Ligações químicas

Polaridade das moléculas

Ligações covalentes polares:

Diferentes eletronegatividades, momento dipolar ($\neq 0$), separação de cargas.

Ligações covalentes apolares:

Eletronegatividades iguais ou próximas, momento dipolar nulo, sem polos.

Geometria molecular

Define a distribuição espacial dos átomos na molécula. Influencia se uma molécula com ligações polares será polar ou apolar com base na simetria.

Solubilidade

Eletronegatividade

Medida da tendência de um átomo para atrair elétrons em uma ligação. Determina a polaridade (ligação covalente polar ou apolar).

"Semelhante dissolve semelhante"

Substâncias polares

se dissolvem em substâncias polares devido às interações entre elas.

Substâncias apolares

se dissolvem em substâncias apolares devido às interações entre elas.

Solução em ação

Atividade 1

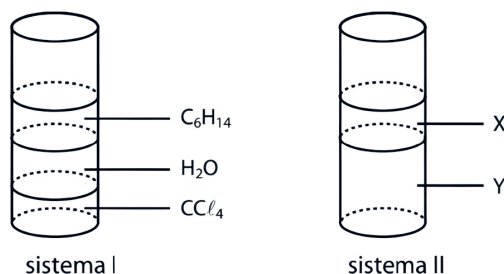
Explorando resultados

Agora que relembramos a aula passada e organizamos nossas ideias na nuvem de palavras, vamos registrar detalhadamente as observações dos experimentos. Em duplas, preencham a tabela a seguir.

Situação	Como ficou a água?	O óleo sumiu?	Vantagens	Desvantagens
Uso de materiais absorventes (algodão, serragem, carvão ativado, papel toalha e areia)	A água permaneceu praticamente inalterada; óleo foi absorvido parcialmente pelos materiais.	O óleo não desapareceu completamente, mas parte foi removida.	Método simples, não altera quimicamente o óleo ou a água; fácil de aplicar em pequenas áreas.	Eficiência limitada; pode gerar resíduos sólidos que precisam ser descartados; não remove todo o óleo em grandes derramamentos.
Uso de detergente	A água se tornou turva e oleosa; óleo disperso na água.	O óleo não desapareceu, apenas se dispersou.	Facilita a mistura óleo-água, permitindo a remoção em partes menores; útil em limpezas localizadas.	Pode causar impactos ambientais negativos, especialmente em ecossistemas aquáticos; não elimina o óleo, apenas o dispersa.

Atividade 2

(SARESP 2024 - Adaptada) As substâncias CCl_4 (apolar), H_2O (polar) e C_6H_{14} (apolar) são adicionadas a um recipiente, nessa ordem, produzindo o sistema I. Quando a ordem de adição é modificada, forma-se o sistema II.



- 1 Identifique quais substâncias compõem cada fase (X e Y) no sistema II e explique, com base na regra do “semelhante dissolve semelhante”, por que determinadas substâncias se misturam entre si enquanto outras permanecem separadas.

Espera-se que os estudantes respondam que, no sistema II, a fase X é composta pela substância polar (H_2O), enquanto a fase Y contém as substâncias apolares (CCl_4 e C_6H_{14}). Eles devem justificar que, ao mudar a ordem de adição, as substâncias apolares se misturaram entre si, formando uma fase única, enquanto a substância polar permaneceu separada. Isso acontece porque a regra do “semelhante dissolve semelhante” indica que substâncias polares se misturam entre si e substâncias apolares também se misturam entre si, mas polares e apolares permanecem separadas. No sistema I, essa mistura entre apolares não ocorreu porque a substância polar estava adicionada entre elas, impedindo que CCl_4 e C_6H_{14} se encontrassem diretamente.

- 2 Se, ao invés dos componentes CCl_4 , H_2O e C_6H_{14} , fossem adicionadas ao recipiente as substâncias água, óleo e detergente, nessa ordem, como no experimento realizado em sala, indique como cada substância se comporta ao ser adicionada. Classifique cada componente de acordo com a sua polaridade e justifique sua resposta.

Espera-se que os estudantes respondam que o óleo permanece separado da água, formando fases distintas, porque o óleo é apolar e a água é polar, e substâncias com polaridades diferentes não se misturam, seguindo a regra do “semelhante dissolve semelhante”. Espera-se também que percebam que o detergente se distribui entre a água e o óleo e reflitam sobre esse comportamento, levando-os a construir a ideia de que a molécula do detergente possui uma parte que interage com substâncias polares e outra parte que interage com substâncias apolares, explicando por que ele consegue atuar entre as duas fases. Assim, os estudantes devem ser capazes de descrever o sistema final como uma fase predominantemente aquosa, uma fase predominantemente oleosa e o detergente distribuído entre elas, compreendendo que sua função decorre das diferentes características químicas das regiões da molécula e incentivando a construção do conceito de moléculas anfipáticas.

Atividade 3

Atividade de Sistematização – Consultoria Ambiental

Imagine que você é um consultor ambiental chamado para recomendar a melhor estratégia para conter um vazamento de petróleo no mar.

Questões para orientar sua análise.

- 1 Qual método você recomendaria para lidar com o derramamento: barreiras físicas, materiais absorventes, detergentes ou uma combinação?

Espera-se que os estudantes indiquem que o uso de barreiras físicas, como boias de contenção, e materiais absorventes, como algodão, serragem, carvão ativado ou areia, são os métodos mais adequados para conter e remover o óleo. Esses métodos evitam a dispersão do óleo na água e facilitam sua coleta sem provocar alterações químicas significativas no ambiente. Quanto ao uso de detergentes, os estudantes devem observar que eles aumentam a solubilidade do óleo, mas que seu uso deve ser restrito a situações controladas, pois podem gerar efeitos adversos ao ecossistema. Também é esperado que mencionem a possibilidade de combinar métodos, de forma a otimizar a contenção e a remoção, considerando a eficácia e a segurança ambiental.

- 2 Que evidências químicas sustentam sua recomendação? (Considere a regra do “semelhante dissolve semelhante” e a polaridade das substâncias.)

Espera-se que os estudantes expliquem que a água é polar e o óleo é apolar, e que, de acordo com a regra do “semelhante dissolve semelhante”, substâncias com polaridades diferentes não se misturam naturalmente. Barreiras físicas e materiais absorventes atuam mecanicamente, removendo o óleo sem alterar quimicamente a água ou prejudicar os organismos aquáticos. Caso mencionem detergentes, devem perceber que essas moléculas possuem uma cabeça polar, que interage com a água, e uma cauda apolar, que interage com o óleo, permitindo sua dispersão, embora aumente a solubilidade do óleo e o potencial de contaminação química.

3 Quais impactos ambientais sua decisão pode causar a curto e a longo prazo?

Espera-se que os estudantes reflitam que o uso de barreiras físicas e absorventes apresenta menor impacto ambiental, pois remove o óleo de forma localizada e não altera significativamente a química da água. **A curto prazo**, essa estratégia protege aves, peixes e plantas costeiras, evitando contaminação imediata de praias e ecossistemas aquáticos. **A longo prazo**, resíduos de óleo ou detergentes podem persistir, causando bioacumulação em organismos aquáticos, alterações químicas na água e sedimentos, degradação de habitats e impactos na cadeia alimentar. Além disso, os estudantes devem considerar efeitos socioambientais, como impactos em praias, pesca, fauna e flora, reforçando a importância de estratégias sustentáveis e da análise de riscos antes de qualquer intervenção química no ambiente.

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Ligações químicas

A geometria molecular descreve o arranjo tridimensional dos átomos em uma molécula e pode ser prevista com base na estrutura de Lewis, que mostra como os átomos compartilham pares de elétrons. Essa disposição espacial influencia diretamente propriedades como polaridade, reatividade química e solubilidade, além de determinar comportamentos importantes em fenômenos químicos e aplicações práticas no cotidiano e na indústria.

Como determinar a geometria de uma molécula?

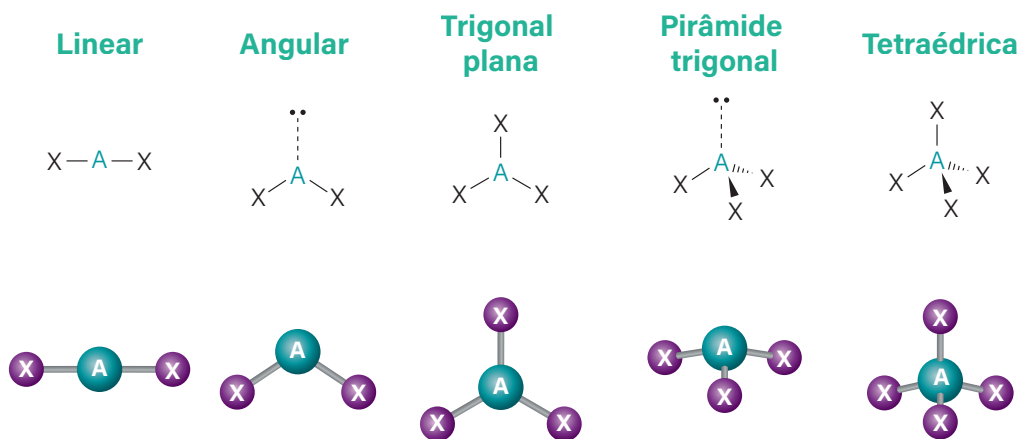
A teoria de repulsão dos pares eletrônicos (VSEPR) afirma que **os pares eletrônicos ao redor de um átomo central se repelem**, orientando-se no espaço de forma que mantenha a **maior distância angular possível**, participando ou não de ligações.

Passos para aplicar:

- 1 Identifique o átomo central da molécula.
- 2 Conte os pares de elétrons ao redor do átomo central (ligantes e livres).
- 3 Preveja a distribuição dos pares para minimizar a repulsão.
- 4 Defina a geometria da molécula com base no número de pares de elétrons e de átomos ligados ao átomo central.

Pares eletrônicos do átomo central	Ligantes	Pares livres	Geometria molecular	Exemplo
2	2	0	Linear	CO ₂
3	3	0	Trigonal plana	BF ₃
3	2	1	Angular	SO ₂
4	4	0	Tetraédrica	CCl ₄
4	3	1	Piramidal trigonal	PCl ₃

Geometrias Moleculares – Teoria VSEPR



SCIENCE IMAGES, 2025. PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Conjunto vetorial de geometrias moleculares – teoria VSEPR para previsão das formas de moléculas químicas. Cinco formas básicas: linear, angular, trigonal plana, pirâmide trigonal, tetraédrica. Repulsão de par de elétrons da camada de valência.

Na prática

Atividade 1

Explorando geometrias moleculares (simulador PhET ou modelo físico)

Procedimento passo a passo: molécula CO_2

Montagem – Opção “Modelo”

- 1 Adicionar o átomo central:** coloque um átomo no centro da tela.
- 2 Adicionar os átomos ligados:** coloque dois átomos, um de cada lado do átomo central, formando ligações simples, duplas ou triplas.
- 3 Adicionar pares isolados:** se necessário, de acordo com o número de elétrons do átomo central e o compartilhamento de elétrons com os átomos ligados.
- 4 Observação:** gire a molécula para visualizar a disposição dos átomos. Verifique se os átomos estão alinhados e faça correções se necessário.

1 Qual é a geometria da molécula?

Linear.

2 Quantos pares isolados existem no átomo central?

O átomo central, carbono, não possui pares isolados, pois todos os seus elétrons estão envolvidos nas ligações com os oxigênios.

3 Qual é a polaridade da molécula?

Apolar, uma vez que os dois dipolos das ligações C=O se cancelam devido à simetria linear.

4 Qual é o ângulo de ligação formado entre os átomos ligados?

180°.

5 Por que a molécula assume essa geometria segundo a teoria VSEPR?

A molécula assume essa geometria porque o átomo central possui dois grupos de elétrons ao redor e nenhum par isolado; para minimizar a repulsão entre esses grupos, os átomos se posicionam em linha reta, resultando em ângulos de 180°.

Fica a dica: registre suas hipóteses com base no que você observou durante a montagem.

Verificação - Opção "Molécula Real" no simulador PhET

- 1 Selecione a molécula CO_2 no modo "Molécula Real".
- 2 Ative as opções:
 - ver pares solitários;
 - ver ângulos de ligação;
 - ver nome da geometria molecular.
- 3 Compare sua montagem e suas respostas com a molécula real do simulador ou modelo apresentado pelo(a) professor(a).
- 4 Faça ajustes na sua análise, se necessário, e registre as diferenças observadas.

Atividade 2

Explorando geometrias moleculares (simulador PhET ou modelo físico)

Procedimento passo a passo: molécula H_2O

Montagem – Opção “Modelo”

- 1 Adicionar o átomo central:** coloque um átomo no centro da tela.
- 2 Adicionar os átomos ligados:** coloque dois átomos, um de cada lado do átomo central, formando ligações simples, duplas ou triplas.
- 3 Adicionar pares isolados:** se necessário, de acordo com o número de elétrons do átomo central e o compartilhamento de elétrons com os átomos ligados.
- 4 Observação:** gire a molécula para visualizar a disposição dos átomos. Verifique se os átomos estão alinhados e faça correções se necessário.

1 Qual é a geometria da molécula?

Angular.

2 Quantos pares isolados existem no átomo central?

O átomo central, oxigênio, possui dois pares isolados de elétrons que não participam de ligações.

Esses pares ocupam espaço e influenciam a geometria da molécula.

3 Qual é a polaridade da molécula?

Polar, pois a distribuição assimétrica dos pares ligantes e isolados gera um dipolo resultante, com

carga parcial negativa no oxigênio e parcial positiva nos hidrogênios.

4 Qual é o ângulo de ligação formado entre os átomos ligados?

Aproximadamente $104,5^\circ$. Esse ângulo é menor que o tetraédrico ideal ($109,5^\circ$) devido à repulsão

exercida pelos pares isolados do oxigênio.

5 Por que a molécula assume essa geometria, segundo a teoria VSEPR?

A molécula assume a forma angular porque os pares isolados de elétrons no oxigênio repelem os pares ligantes, forçando os átomos de hidrogênio a se aproximarem um do outro e formando o ângulo característico de 104,5°.

Fica a dica: registre suas hipóteses com base no que você observou durante a montagem.

Verificação - Opção "Molécula Real" no simulador PhET

- 1 Selecione a molécula H_2O no modo "Molécula Real".
- 2 Ative as opções:
 - ver pares solitários;
 - ver ângulos de ligação;
 - ver nome da geometria molecular.
- 3 Compare sua montagem e suas respostas com a molécula real do simulador ou modelo apresentado pelo(a) professor(a).
- 4 Faça ajustes na sua análise, se necessário, e registre as diferenças observadas.

Atividade 3

Explorando geometrias moleculares (simulador PhET ou modelo físico)

Realize o mesmo procedimento passo a passo que você fez para CO_2 e H_2O para as moléculas BF_3 , NH_3 , CH_4 e PCl_5 e preencha a tabela a seguir com as informações de cada molécula.

Procedimento resumido para cada molécula:

- 1 Monte a molécula no simulador PhET (opção "Modelo").
- 2 Adicione o átomo central e os átomos ligados.
- 3 Inclua pares isolados, se necessário, analisando a distribuição de elétrons do átomo central.
- 4 Observe a disposição dos átomos, ângulos de ligação e geometria geral.
- 5 Verifique a molécula no modo "Molécula Real" para comparar sua montagem com a geometria real.

Geometrias moleculares e principais características

Dicas para o registro:

- Observe como os pares isolados influenciam a geometria;
- Registre diferenças entre sua montagem e a molécula real;
- Anote qualquer padrão ou semelhança com as moléculas anteriores (CO_2 e H_2O).

Molécula	Geometria	Ângulo aproximado	Observações
BF_3	Trigonal plana	120°	Molécula apolar; átomo central sem pares isolados; átomos ligados no mesmo plano.
NH_3	Piramidal trigonal	$\sim 107^\circ$	Molécula polar; átomo central com 1 par isolado; repulsão dos pares isolados reduz o ângulo ideal tetraédrico.
CH_4	Tetraédrica	$109,5^\circ$	Molécula apolar; átomo central sem pares isolados; ângulos uniformes entre os átomos ligados.
PCl_5	Bipiramidal trigonal	90° e 120°	Molécula apolar; átomo central sem pares isolados; átomos distribuídos em plano trigonal e eixos axiais.

FORÇAS DE INTERAÇÃO INTERPARTÍCULAS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Ligações químicas

Como variam as temperaturas de ebulição e fusão com as forças intermoleculares?

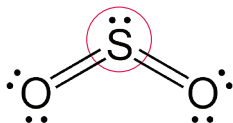
Quanto maior a intensidade da força, maior a temperatura.

Dipolo induzido < Dipolo permanente < Ligação de hidrogênio.

DIPOLO PERMANENTE

POLAR + POLAR

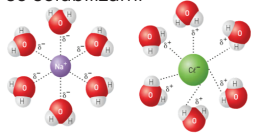
Como ocorrem em moléculas polares, se trata de uma **atração** entre os polos de **cargas opostas**.



ÍON - DIPOLO

ÍON + MOLÉCULA POLAR

Já que os **íons possuem carga**, esta interação é bastante forte. É graças a ela que os sais se solubilizam.



Representação de interação íon - dipolo

DESTAQUE

Nas interações íon - dipolo, ocorre uma **dissociação**, formando um **cátion** e um **ânion**.

São interações que ocorrem entre partículas (íons e moléculas)

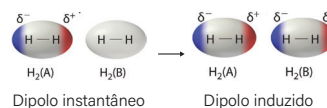
INTERAÇÕES INTER-PARTÍCULAS

DIPOLO INDUZIDO

APOLAR + APOLAR

Quando há uma **perturbação do meio**, uma das moléculas se polariza. Por **indução**, a outra molécula também é polarizada e surge um dipolo instantâneo

Como **não possuem polos permanentes**, os dipolos surgem **temporariamente**.



Dipolo instantâneo

Dipolo induzido

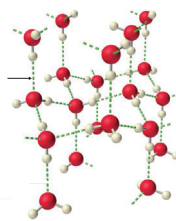
Representação de um dipolo induzido em um composto apolar

LIGAÇÕES DE HIDROGÊNIO

POLAR + POLAR

Sendo também uma interação dipolo - dipolo, acontecem apenas nas moléculas em que o **hidrogênio está ligado diretamente ao flúor (F), oxigênio (O) ou nitrogênio (N)**.

Ligações de hidrogênio



INTENSIDADE DA INTERAÇÃO

FICA A DICA

ÍON - DIPOLO

MAIS FORTE!

LIGAÇÃO DE HIDROGÊNIO

DIPOLO PERMANENTE

DIPOLO INDUZIDO

MENOS FORTE!

Ligações químicas e interações moleculares.

Na prática

Atividade 1

Quantas gotas cabem na moeda? Comparando água e álcool

Materiais

- 2 moedas (5 centavos)
- Conta-gotas (1 por líquido)
- Água
- Álcool etílico (70–96%)

Procedimento

Cada grupo recebe **duas moedas**, um conta-gotas com água e outro com álcool.

- 1 Usando o **conta-gotas**, pinguem **uma gota de água de cada vez** sobre uma moeda, até que o líquido transborde.
- 2 Repitam o procedimento com o álcool sobre a outra moeda.
- 3 **Observem como as gotas se organizam na superfície à medida que caem na moeda** e comparem o comportamento entre a água e o álcool.

Comparação do comportamento da água e do álcool na moeda

- 1 **Completem a tabela a seguir registrando:** o número de gotas que cada líquido suportou na moeda, suas observações sobre como as gotas se organizaram e possíveis causas para o comportamento observado, com base no que vocês perceberam durante o experimento.

Espera-se que os estudantes percebam que a água consegue sustentar mais gotas na moeda do

que o álcool e que as gotas de água se acumulam mais, formando uma superfície arredondada. Já

o álcool transborda mais rápido e não forma uma cúpula tão evidente. Eles devem relacionar essas

diferenças às características moleculares que já conhecem: a água é polar e apresenta interações

mais fortes entre suas moléculas, enquanto o álcool apresenta interações mais fracas.

Líquido	Número de gotas	Observações sobre a superfície	Possíveis causas (baseadas no que vocês observam)
Água	25-30	Gotas acumuladas formando cúpula arredondada	Moléculas fortemente interagindo, polaridade favorecendo coesão
Álcool etílico	6-10	Gotas se espalham e transbordam mais rápido	Interações mais fracas entre moléculas, menor coesão

Atividade 2

Confrontando hipóteses

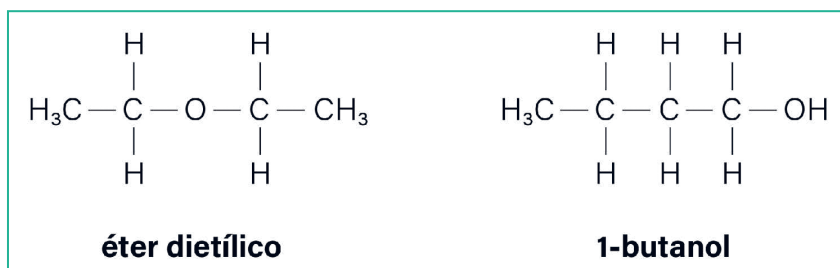
- Com base nas informações apresentadas no vídeo, analisem se suas hipóteses iniciais sobre o experimento da moeda registradas na tabela foram confirmadas; além disso, expliquem o que realmente ocorre tanto no caso do lagarto Jesus Cristo correndo sobre a água quanto no experimento da moeda comparando água e álcool.

Espera-se que os estudantes indiquem inicialmente se suas hipóteses sobre o experimento da moeda foram confirmadas ou não, verificando se suas ideias intuitivas ou baseadas na polaridade e nas interações intermoleculares estavam corretas. Em seguida, ao explicar o fenômeno, eles devem relacionar a capacidade da água de formar uma cúpula e sustentar mais gotas do que o álcool em virtude da **tensão superficial**, que é resultado da coesão entre moléculas de água na superfície. As moléculas de água estabelecem **ligações de hidrogênio** muito fortes entre si; no interior do líquido, cada molécula está cercada por outras, mas na superfície há menos moléculas ao redor, gerando uma força resultante que cria uma espécie de “pele elástica” no líquido. Essa propriedade permite que a água resista à deformação e sustente temporariamente peso adicional, como o do lagarto Jesus Cristo. Explique o comportamento das gotas acumuladas sobre a moeda. No caso do álcool, a ausência de ligações de hidrogênio tão extensas torna a superfície menos resistente, o que explica por que ele suporta menos gotas e não forma uma cúpula tão pronunciada.

Assim, a resposta deve integrar as observações do experimento, os dados da tabela e o conceito apresentado no vídeo, mostrando como as interações moleculares da água explicam o comportamento observado em ambos os contextos e diferenciam a água de outros líquidos.

Atividade 3

- 1 (FUVEST 2022 – Adaptada) Considere as substâncias cujas estruturas estão representadas a seguir:



O 1-butanol e o éter dietílico são compostos que possuem a mesma fórmula química, $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$, porém pontos de ebulição diferentes, sendo que um deles entra em ebulição a $34,6^\circ\text{C}$ e o outro, a 117°C a 1 atm. Preencha o quadro a seguir, relacionando os nomes das substâncias com os respectivos pontos de ebulição. Justifique sua resposta.

O **1-butanol** possui o grupo $-\text{OH}$ em sua estrutura, permitindo a formação de **ligações de hidrogênio**, que são interações intermoleculares mais fortes. Já o éter dietílico apresenta apenas **interações dipolo-dipolo e forças de London**, que são mais fracas. Conseqüentemente, o **1-butanol** apresenta ponto de ebulição mais elevado (117°C), enquanto o éter dietílico entra em ebulição a $34,6^\circ\text{C}$.

Ponto de ebulição	Nome da substância
$34,6^\circ\text{C}$	éter dietílico
117°C	1-butanol

IDEIAS DA CIÊNCIA SOBRE O INÍCIO DA VIDA

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Interações intermoleculares

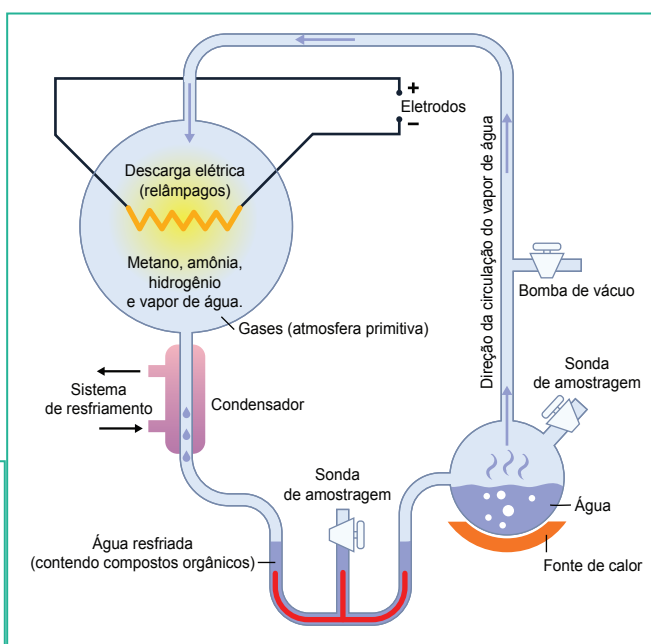


Composição química e origem da vida

Oparin e Haldane	Aminoácidos	Experimentos de Miller e Urey (1952)
<ul style="list-style-type: none"> Nesta teoria, acredita-se que a vida surgiu a partir de moléculas orgânicas simples presentes no "caldo primordial". Metano, amônia, hidrogênio e vapor de água reagiram sob descargas elétricas e radiação ultravioleta, formando moléculas orgânicas mais complexas. Essas moléculas originaram os coacervados, aglomerados capazes de realizar processos químicos básicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Aminoácidos são blocos que formam proteínas, moléculas essenciais para funções estruturais e metabólicas dos seres vivos. Foram fundamentais para o surgimento das primeiras moléculas orgânicas. Sua formação na Terra primitiva foi um passo importante na evolução química que antecedeu a vida. 	<ul style="list-style-type: none"> Cientistas recriaram as condições da Terra primitiva em laboratório, utilizando água fervente, hidrogênio, metano e amônia, em um sistema fechado com descargas elétricas. Como resultado, formaram-se aminoácidos, o que confirmou a teoria de Oparin e Haldane. O experimento mostrou que compostos orgânicos essenciais para a vida podem surgir espontaneamente em condições similares às da Terra primitiva, apoiando a ideia do "caldo primordial" como origem da vida.

PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Experimento realizado por Miller e Urey, simulando as condições da Terra primitiva.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Na prática

Atividade 1

Origem da vida

Leia atentamente cada afirmação e marque se é verdadeiro (V) ou falso (F), com base nos conhecimentos discutidos em aula sobre a origem da vida, a teoria de Oparin e Haldane e os experimentos de Miller e Urey.

- (V) A hipótese de Oparin e Haldane sugere que a vida surgiu a partir de moléculas orgânicas formadas na Terra primitiva.
- (F) Segundo a teoria de Oparin e Haldane, a atmosfera primitiva continha oxigênio livre, essencial para a formação da "sopa primordial".
- (V) A "sopa primordial" é formada pelo acúmulo de moléculas orgânicas simples nos oceanos, que deram origem às primeiras reações químicas complexas.
- (V) Aminoácidos, açúcares e lipídios são exemplos de moléculas orgânicas que poderiam ter se formado espontaneamente na Terra primitiva.
- (V) Os coacervados são pequenas gotículas que se formam a partir da concentração de moléculas orgânicas e criam um ambiente favorável para reações químicas.
- (F) Os experimentos de Miller e Urey provaram que a vida surgiu na Terra a partir de bactérias presentes na água.
- (V) Os experimentos de Miller e Urey demonstraram que, em condições semelhantes às da Terra primitiva, gases simples poderiam reagir formando moléculas orgânicas.

Atividade 2

Explorando a teoria e o experimento

Responda às questões a seguir utilizando os conhecimentos discutidos em aula.

- 1 Explique a teoria de Oparin e Haldane sobre a origem da vida. Qual era a principal ideia deles sobre o "caldo primordial"?

Oparin e Haldane propuseram que a vida surgiu a partir de uma sopa ou **caldo primordial**, formado por moléculas simples presentes na atmosfera primitiva da Terra. **Essas moléculas**, sob a ação de

fontes de energia como raios e calor, **reagiram e formaram moléculas orgânicas** mais complexas, como **aminoácidos e proteínas**, que posteriormente deram origem às primeiras formas de vida.

- 2** Descreva como a formação dos aminoácidos pode ter contribuído para o surgimento das primeiras moléculas orgânicas na Terra primitiva.

Os aminoácidos são os blocos básicos das proteínas, que desempenham funções essenciais nos organismos vivos. Na Terra primitiva, a formação de aminoácidos foi um passo fundamental para o surgimento de proteínas e enzimas, que são indispensáveis para os processos bioquímicos e a formação de estruturas vivas.

- 3** Relacione os experimentos de Miller e Urey com a teoria de Oparin e Haldane. O que esses experimentos conseguiram demonstrar?

Os experimentos de Miller e Urey recriaram as condições da atmosfera primitiva em laboratório, utilizando gases, como **metano, amônia, hidrogênio e vapor de água**, além de **descargas elétricas** para simular raios. Eles conseguiram sintetizar **aminoácidos** e outras moléculas orgânicas simples, demonstrando que a hipótese de Oparin e Haldane era plausível e que as condições da Terra primitiva poderiam ter favorecido a origem da vida.

AMINOÁCIDOS E PROTEÍNAS: A BASE DA VIDA

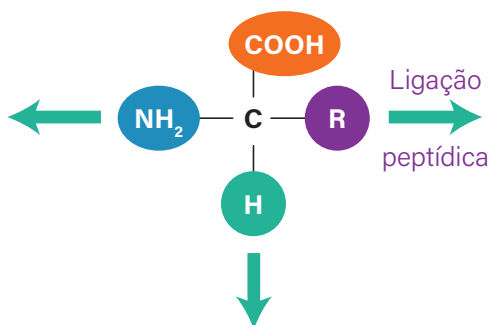
Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Interações intermoleculares

Estrutura e função dos aminoácidos

Tipos

- Existem 20 aminoácidos naturais:
- essenciais:** precisam ser obtidos pela alimentação;
- não essenciais:** sintetizados pelo corpo.



Proteínas

Funções:

- estrutural – forma e resistência (colágeno);
- catalítica – acelera reações químicas (enzimas);
- transporte – hemoglobina transporta oxigênio no sangue;
- defesa – sistema imunológico (anticorpos).

Estrutura primária

Sequência linear de aminoácidos: determina a forma tridimensional e a função biológica.

Na prática

Atividade 1

Relacione as colunas

Utilize os números que identificam os termos listados na coluna A, para relacionar suas respectivas descrições na coluna B.

Coluna A	Coluna B
1 Peptídica	(2) Parte do aminoácido que varia e determina suas propriedades químicas.
2 Radical	(3) Nome dado à sequência linear de aminoácidos em uma proteína.
3 Primária	(1) Tipo de ligação química que conecta os aminoácidos.
4 Estrutural	(5) Moléculas que formam as proteínas.
5 Aminoácidos	(4) Função desempenhada por proteínas como a queratina e o colágeno.
6 Enzima	(6) Tipo de proteína que acelera reações químicas no organismo.

Atividade 2

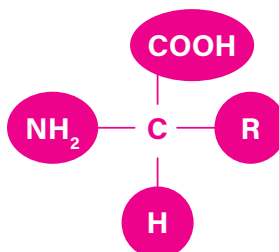
Explorando os aminoácidos e as proteínas

- 1 Explique o que são aminoácidos e sua importância na formação de proteínas.

Aminoácidos são moléculas orgânicas que contêm um grupo amina ($-\text{NH}_2$), um grupo carboxila ($-\text{COOH}$) e um radical (R) ligado a um carbono central. Eles são os blocos fundamentais das proteínas e desempenham funções essenciais no organismo, como formação de tecidos, enzimas e hormônios.

- 2 Desenhe a estrutura geral de um aminoácido e identifique as seguintes partes: o grupo amina, o grupo carboxila e o radical (R).

Grupo amina ($-\text{NH}_2$), grupo carboxila ($-\text{COOH}$), radical (R) variável, que determina o tipo de aminoácido



- 3 Cite três funções das proteínas no organismo humano e dê um exemplo para cada uma delas.

Estrutural: conferem suporte e resistência; exemplo: colágeno na pele e nos ossos.

Enzimática: aceleram reações químicas; exemplo: amilase na digestão de amido.

Transporte: carregam moléculas essenciais; exemplo: hemoglobina transportando oxigênio no sangue.

- 4 Explique o que é uma ligação peptídica e como ela ocorre entre dois aminoácidos.

Uma ligação peptídica é uma **ligação covalente** formada entre o **grupo carboxila ($-\text{COOH}$)** de um aminoácido e o **grupo amina ($-\text{NH}_2$)** de outro, liberando uma molécula de água (H_2O) em uma **reação de condensação**. Essa ligação possibilita a formação de **cadeias polipeptídicas**, que constituem as proteínas.

- 5 O que é a estrutura primária de uma proteína? Por que ela é importante para a função da proteína?

A estrutura primária é a **sequência linear de aminoácidos** em uma proteína, ligada por ligações peptídicas. Ela é fundamental porque **determina o dobramento da proteína e, conseqüentemente, sua forma e função**. Alterações nessa sequência podem comprometer a atividade da proteína.

ESTRUTURA DAS PROTEÍNAS E AS INTERAÇÕES MOLECULARES

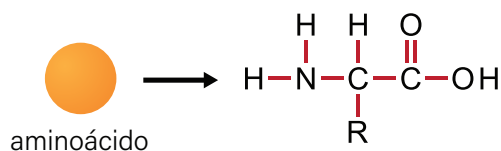
Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Interações intermoleculares

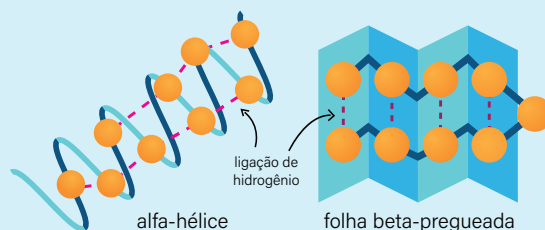
As **proteínas** são macromoléculas formadas por aminoácidos cujas interações químicas determinam suas estruturas e funções. Elas apresentam quatro níveis de organização:

- **estrutura primária:** é a sequência linear de aminoácidos na cadeia polipeptídica, mantida por ligações covalentes peptídicas. Essa sequência determina a forma final e a função da proteína;
- **estrutura secundária:** formada por dobramentos locais da cadeia polipeptídica, como a alfa-hélice e a folha beta, estabilizados principalmente por ligações de hidrogênio entre os grupos da cadeia principal;
- **estrutura terciária:** corresponde à conformação tridimensional completa da proteína, estabilizada por interações entre os grupos laterais dos aminoácidos, incluindo ligações de hidrogênio, interações iônicas, interações hidrofóbicas e pontes de dissulfeto;
- **estrutura quaternária:** ocorre quando múltiplas cadeias polipeptídicas se associam para formar uma proteína funcional, como a hemoglobina, que é responsável pelo transporte de oxigênio no sangue.

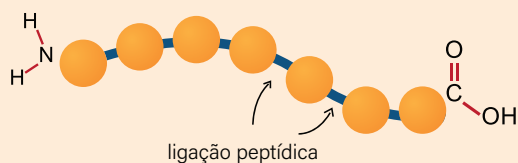
Estruturas das proteínas



Estrutura secundária



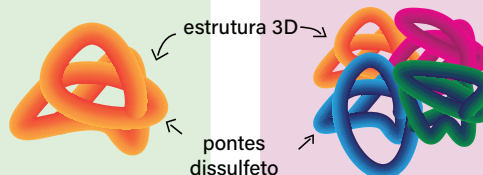
Estrutura primária



Estrutura terciária



Estrutura quaternária



PRODUZIDO PELA SEDUC-SF COM © GETTY IMAGES

As interações moleculares garantem a estabilidade e a função específica das proteínas. Alguns exemplos incluem a queratina, que confere resistência aos cabelos por meio de pontes de dissulfeto; o colágeno, responsável pela firmeza e elasticidade da pele; e as enzimas, como a amilase, que catalisam reações químicas específicas graças à sua forma tridimensional. Fatores como calor e acidez podem alterar essas interações, causando a desnaturação da proteína e prejudicando sua função.

Na prática

Atividade 1

Desnaturação na prática

Materiais

- 4 béqueres ou copos de vidro (aprox. 100 mL).
- Leite integral ou clara de ovo crua.
- Álcool 70%

- Vinagre (ácido acético).
- Colher ou bastão de vidro para agitação.
- Fonte de calor: banho-maria ou placa aquecedora.
- Termômetro (opcional, para controle de temperatura).

Procedimento - Desnaturação de proteínas

Preparação

- Distribua **50 mL de leite integral** ou a **clara de ovo crua** em cada um dos quatro béqueres ou copos de vidro.
- Identifique os béqueres como: **Controle, Solvente, Ácido** e **Calor**.

Controle

- Não adicione nada no primeiro béquer.
- Observe a aparência do líquido e registre suas características iniciais (cor, textura, transparência).

Desnaturação por solvente

- Adicione **10 mL de álcool** no segundo béquer.
- Misture suavemente com a colher ou bastão de vidro.
- Observe alterações, como formação de flocos, mudança de cor ou opacidade, e registre suas observações.

Desnaturação por ácido (mudança de pH)

- Adicione **10 mL de vinagre** no terceiro béquer.
- Misture suavemente, observe e registre suas observações.

Desnaturação por calor

- Aqueça o quarto béquer em banho-maria ou placa aquecedora até cerca de **60 °C a 70 °C**, sem ferver.
- Observe alterações, como formação de película, coagulação ou grumos, e registre as mudanças observadas.

Tabela de observações - Desnaturação de proteínas

- 1 Registre suas observações para cada fator de desnaturação e explique se houve alterações na proteína, indicando quais interações químicas podem ter sido afetadas.

Fator de desnaturação	Procedimento	Observações (cor, textura, flocos)	Houve desnaturação? Possível justificativa
Controle	Apenas leite ou clara de ovo.	Leite homogêneo e branco; clara translúcida e fluida.	Não houve desnaturação. A proteína mantém sua forma tridimensional; as interações químicas permanecem intactas.
Solvente	Adição de álcool.	Formação de flocos no leite; clara fica turva e começa a coagular.	Sim, o álcool pode ter alterado a polaridade do meio, enfraquecendo interações hidrofóbicas e algumas ligações de hidrogênio, causando desdobramento parcial da proteína.
Ácido (pH)	Adição de vinagre.	Formação evidente de coalhada no leite; clara coagula rapidamente.	Sim, a acidez pode ter alterado as interações entre grupos carregados, rompendo ligações iônicas e afetando algumas ligações de hidrogênio para modificar a forma tridimensional da proteína.
Calor	Aquecimento em banho-maria (60 °C a 70 °C).	Leite forma película e grumos; clara fica branca e sólida.	Sim, o aumento de temperatura pode ter enfraquecido ligações fracas, como hidrogênio, iônicas e interações hidrofóbicas, levando ao desdobramento da proteína sem alterar a sequência de aminoácidos.

Atividade 2

Explorando as estruturas das proteínas e suas interações

- 1 Explique os quatro níveis de proteína (primária, secundária, terciária e quaternária), destacando quais ligações ou interações mantêm cada estrutura estável e como elas determinam a forma da proteína.

As proteínas apresentam quatro níveis de organização. A **estrutura primária** corresponde à sequência linear de aminoácidos, unida por ligações covalentes peptídicas, e define todas as demais estruturas.

A **estrutura secundária** envolve dobramentos locais da cadeia, formando **alfa-hélices** e **folhas-beta**, que são estabilizadas por ligações de hidrogênio entre os grupos da cadeia principal.

A **estrutura terciária** representa a conformação tridimensional completa da proteína, sendo mantida por interações entre as cadeias laterais dos aminoácidos, como interações hidrofóbicas, iônicas, ligações de hidrogênio e pontes de dissulfeto, que conferem maior estabilidade.

Por fim, a **estrutura quaternária** ocorre quando duas ou mais cadeias polipeptídicas se associam, sendo mantida principalmente por interações fracas (como hidrogênio, hidrofóbicas e iônicas) e, em alguns casos, por pontes de dissulfeto, o que garante a funcionalidade da proteína como um todo.

- 2 No experimento, álcool, acidez e calor alteraram a proteína. Explique como cada fator pode ter afetado as interações dentro da proteína e por que isso muda sua forma tridimensional, sem alterar a sequência de aminoácidos.

O álcool, por ser polar, altera a polaridade do meio ao redor da proteína. Isso enfraquece as interações hidrofóbicas que mantêm as regiões não polares protegidas no interior da molécula e pode interferir em algumas ligações de hidrogênio. Como resultado, a proteína se desdobra parcialmente e pode coagular, já que regiões antes protegidas ficam expostas ao meio.

A acidez, por sua vez, modifica a forma como os grupos carregados dos aminoácidos interagem.

Quando o pH do meio é alterado, os grupos que antes se atraíam ou se repeliam podem perder ou adquirir cargas diferentes, rompendo interações iônicas e afetando algumas ligações de hidrogênio, o que compromete o dobramento tridimensional da proteína.

Já o calor fornece energia suficiente para romper ligações de hidrogênio, interações iônicas e hidrofóbicas. Com o aumento da agitação térmica, as regiões da proteína se movimentam mais intensamente e as interações fracas não resistem, provocando o desdobramento da molécula e a perda de sua estrutura tridimensional.

Em todos os casos, a estrutura primária permanece intacta, pois é formada por ligações peptídicas covalentes, muito mais fortes do que as interações responsáveis pelas estruturas secundária, terciária e quaternária (ligações de hidrogênio, interações iônicas e hidrofóbicas).

3 Como mudanças na forma tridimensional de uma proteína podem afetar sua função biológica, como transporte de moléculas, estrutura, defesa ou catálise de reações?

Quando a forma tridimensional de uma proteína é alterada, suas partes deixam de ter o formato correto para interagir com outras moléculas e desempenhar suas funções. Isso compromete suas atividades biológicas de diferentes maneiras. Proteínas de **transporte**, como a hemoglobina, passam a não conseguir transportar oxigênio de forma eficiente; proteínas de **estrutura**, como a queratina presente em cabelos e unhas, perdem resistência e firmeza; enquanto proteínas de **defesa**, como os anticorpos, deixam de reconhecer e neutralizar microrganismos. Já proteínas de **catálise**, como as enzimas, não conseguem acelerar reações químicas essenciais para o organismo. Mesmo que a sequência de aminoácidos permaneça intacta, a perda da forma tridimensional impede que a proteína desempenhe suas funções corretamente.

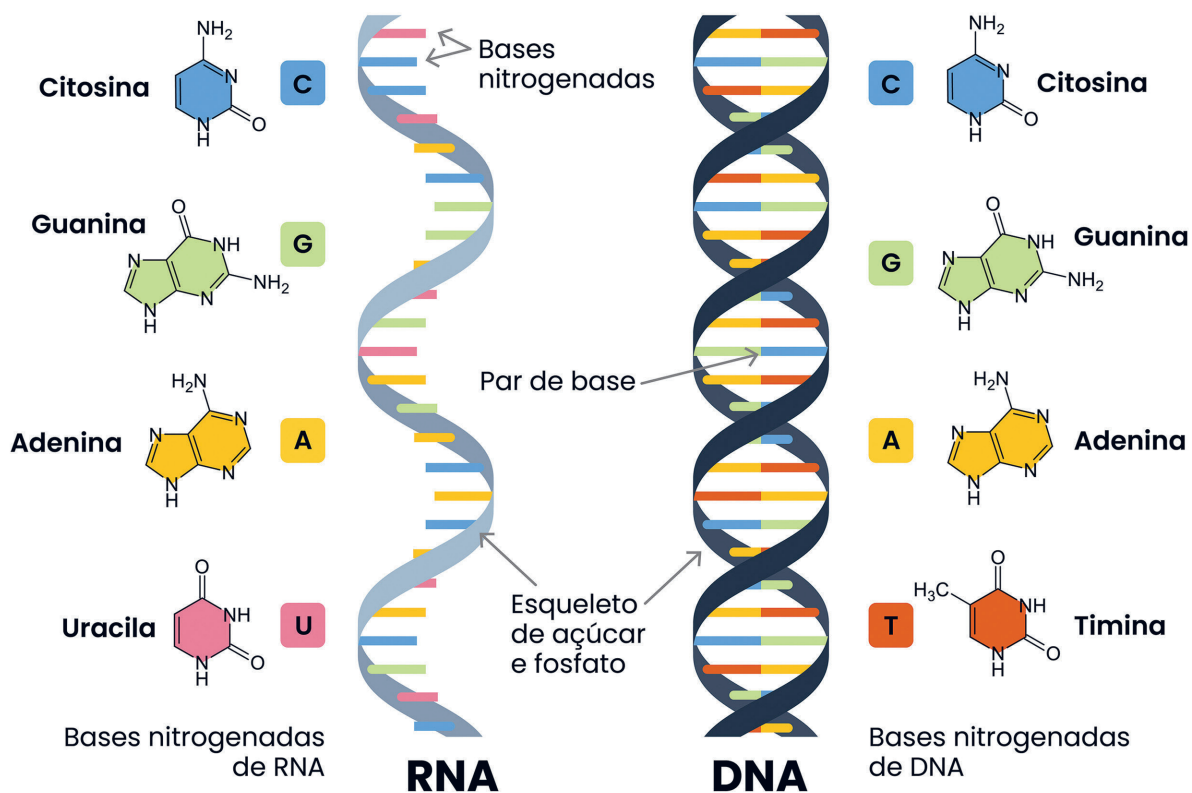
BASES, AÇÚCARES E LIGAÇÕES: ENTENDA O DNA E O RNA

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Interações intermoleculares



Estrutura do DNA e RNA



Na prática

Atividade 1

DNA vs RNA

Complete a tabela comparativa, preenchendo as características do DNA e do RNA.

Característica	DNA (ácido desoxirribonucleico)	RNA (ácido ribonucleico)
Função principal	Armazenar informações genéticas.	Expressar informações genéticas e sintetizar proteínas.
Número de fitas	Duas (dupla-hélice).	Uma (fita simples).
Bases nitrogenadas	Adenina (A), timina (T), citosina (C), guanina (G).	Adenina (A), uracila (U), citosina (C), guanina (G).
Açúcar presente	Desoxirribose.	Ribose.

Atividade 2

Desvendando o DNA e o RNA

Você foi contratado como **jovem cientista em um laboratório de biologia molecular**. Sua primeira tarefa é analisar **amostras misteriosas de material genético** que chegaram ao laboratório.

Cada amostra possui pistas sobre sua identidade, mas somente quem entende bem as diferenças entre **DNA e RNA** conseguirá decifrá-las. Use seu conhecimento para **identificar as moléculas, justificar sua escolha e explicar sua função**.

Lembre-se: um bom cientista não apenas dá a resposta, mas mostra as **evidências** que o levaram até ela.

As Amostras

Amostra 1: ao analisar esta molécula, você percebe que contém a base **timina (T)** e que sua extensão é bastante longa, indicando que pode armazenar grandes quantidades de informação genética.

Amostra 2: esta amostra apresenta a base **uracila (U)**. Observando seu comportamento, você nota que ela circula pelo **citoplasma**, carregando instruções importantes que serão usadas na produção de proteínas.

Amostra 3: ao examinar esta molécula, você observa que ela é formada por **duas fitas unidas por pontes de hidrogênio entre bases complementares**, conferindo estabilidade e proteção contra alterações na sequência de informações.

Amostra 4: esta amostra contém o açúcar **ribose**, o que a torna mais reativa e de vida curta. Você percebe que ela cumpre funções temporárias, participando ativamente de processos celulares.

Relatório de identificação

Para cada amostra, elabore um **breve relatório científico**, incluindo:

- **identificação da molécula** (DNA ou RNA) e evidências observadas;
- **justificativa da identificação**, relacionando estrutura e função;
- **função biológica** da molécula e como sua estrutura possibilita essa função;
- **tipo de ligação na espinha dorsal**;
- **interações entre bases**, quando aplicável (para moléculas de dupla fita).

Amostra 1: trata-se de **DNA**. A evidência que leva a essa identificação é a presença da base **timina (T)**,

ausente no RNA, e a longa extensão da molécula, que indica capacidade de armazenar grandes quanti-

dades de informação genética. A justificativa é que o DNA precisa ser estável e duradouro para transmitir

informações hereditárias. A molécula apresenta **dupla fita**, mantida unida por **pontes de hidrogênio**

entre bases complementares (A-T com 2 ligações, C-G com 3 ligações). A **espinha dorsal** é formada por

ligações fosfodiéster entre nucleotídeos. Sua função biológica principal é **armazenar e proteger**

informações genéticas, garantindo a transmissão fiel para gerações futuras.

Amostra 2: trata-se de **RNA**, identificado pela presença da base **uracila (U)**, que não existe no DNA.

Observa-se que a molécula atua no **citoplasma**, levando instruções essenciais para a síntese de proteínas. A justificativa é que o RNA precisa ser mais flexível e móvel para transportar informações do núcleo até os ribossomos. É uma molécula de **fita simples**, portanto não apresenta interações de pontes de hidrogênio entre bases complementares. A **espinha dorsal** é formada por **ligações fosfodiéster**.

Sua função biológica é **participar da síntese proteica**, atuando como mensageiro, transportador ou componente ribossômico.

Amostra 3: trata-se de **DNA**, caracterizado por **duas fitas unidas por pontes de hidrogênio** entre bases complementares, conferindo estabilidade à molécula. A justificativa é que essa estrutura protege o material genético e garante a transmissão hereditária. A espinha dorsal é formada por **ligações fosfodiéster**, e as bases pareiam-se de forma específica: adenina com timina e citosina com guanina. A função biológica desta molécula é **armazenar informação genética de forma estável e duradoura**, protegendo-a de mutações.

Amostra 4: trata-se de **RNA**, identificado pela presença do açúcar **ribose**, que apresenta um grupo hidroxila extra, tornando a molécula mais reativa e de vida curta. A justificativa é que essa característica possibilita que o RNA cumpra funções temporárias nos processos celulares, como transportar instruções genéticas para síntese de proteínas. É uma molécula de **fita simples**, sem pontes de hidrogênio entre bases complementares. A espinha dorsal é mantida por **ligações fosfodiéster**, e a função biológica principal é **participar ativamente da síntese de proteínas**, atuando de forma temporária e dinâmica no citoplasma.

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Transformações

Transformações químicas

Evidências da transformação

Formação de novas substâncias (cor, cheiro, liberação de gás, precipitado).

**Reagentes**

Substâncias iniciais que sofrem transformação química.

**Aplicações práticas**

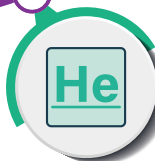
Indústrias alimentícia e farmacêutica, combustíveis, cosméticos, limpeza, agricultura.

**Produtos**

Novas substâncias formadas após a transformação química (resultantes).

**Importância da ciência nas transformações**

Compreensão e controle de fenômenos químicos no cotidiano e na indústria.

**Equações químicas**

Representações simbólicas das transformações.

Na prática

Atividade 1

Reação entre vinagre e bicarbonato de sódio

Materiais necessários:

- erlenmeyer, béquer, garrafa PET ou copo transparente;
- colher ou espátula;
- vinagre;
- bicarbonato de sódio.

Opcional para melhor observação de evidências: detergente líquido e bexiga.

Procedimento

- Coloque cerca de 50 mL de vinagre no recipiente escolhido (Erlenmeyer, béquer, garrafa PET ou copo). Se desejar, adicione gotas de detergente para aumentar a visibilidade da espuma;
- Adicione lentamente o bicarbonato ao vinagre usando a colher ou a espátula.

Opção da bexiga: coloque o bicarbonato dentro da bexiga e fixe-a na boca do recipiente que contém vinagre. Depois, deixe o bicarbonato cair no líquido e observe o que acontece.

Após realizar a atividade experimental com vinagre e bicarbonato, responda às questões a seguir, refletindo sobre suas observações e discutindo com seu grupo.

- 1** A reação observada é uma **transformação química** ou **transformação física**? Justifique sua resposta.

A reação observada é uma transformação química, pois não se trata apenas de uma mudança no estado físico das substâncias, mas sim da formação de novas substâncias. Durante o experimento, foram percebidos sinais claros de que ocorreu uma alteração química, como mudanças visuais na mistura que indicam que os reagentes se transformaram em **novos produtos distintos das substâncias iniciais.**

2 Quais **evidências** você observou que indicam que ocorreu uma **transformação**?

Durante o experimento, ao adicionar o bicarbonato ao vinagre no recipiente, surgem bolhas, indicando a formação de gás, uma evidência de transformação química. Além disso, é possível observar mudanças no aspecto do líquido, que pode ficar mais turvo ou espumoso devido à formação de novos produtos dissolvidos. Essas alterações visuais, como a liberação de gás e a mudança na aparência do líquido, constituem evidências consistentes de que os reagentes foram transformados em substâncias diferentes, confirmando a ocorrência de uma transformação química.

3 Quais foram os **reagentes** que você utilizou nessa atividade experimental?

Os reagentes utilizados foram o **vinagre** e o **bicarbonato de sódio**.

4 É possível afirmar que algum produto foi formado?

Sim, é possível levantar **hipóteses sobre os produtos formados**. A **liberação de gás** durante a reação indica que novas substâncias estão sendo produzidas. Além disso, a **mudança no aspecto do líquido**, como turvação ou alterações visuais, sugere que outros produtos também foram formados.

Atividade 2

Oxidação da banana

Materiais necessários:

- banana madura;
- faca;
- prato ou superfície limpa;
- filme plástico (para proteger a parte que não ficará exposta).

Procedimento

- Corte a banana em rodela;
- Coloque uma metade da banana no prato, com a superfície exposta ao ar;

- Cubra a outra metade com filme plástico para protegê-la do contato com o ar;
- Observe **por cerca de dois minutos** e registre as mudanças em ambos os casos.

Após realizar a atividade experimental, responda às questões a seguir, refletindo sobre suas observações e discutindo com seu grupo.

1 Quais **diferenças você percebeu** entre a parte da banana exposta ao ar e a parte protegida pelo filme plástico?

A parte da banana exposta ao ar começou a **escurecer e apresentar alterações na superfície**, enquanto a parte protegida pelo filme plástico manteve **a mesma aparência inicial**, sem escurecimento nem mudanças visuais perceptíveis. Isso mostra que a exposição ao ar provoca alterações que não acontecem quando a banana é isolada.

2 A mudança observada na parte da banana exposta ao ar indica uma **transformação química ou física**? Justifique sua resposta.

A mudança indica uma **transformação química**, porque a parte da banana exposta ao ar sofreu alterações que resultaram na **formação de novas substâncias**, diferentes da banana original. Uma das evidências mais perceptíveis é o **escurecimento da superfície**, que ocorreu apenas na parte exposta, enquanto a parte protegida pelo filme plástico permaneceu praticamente inalterada. Isso confirma que não se trata apenas de uma mudança física.

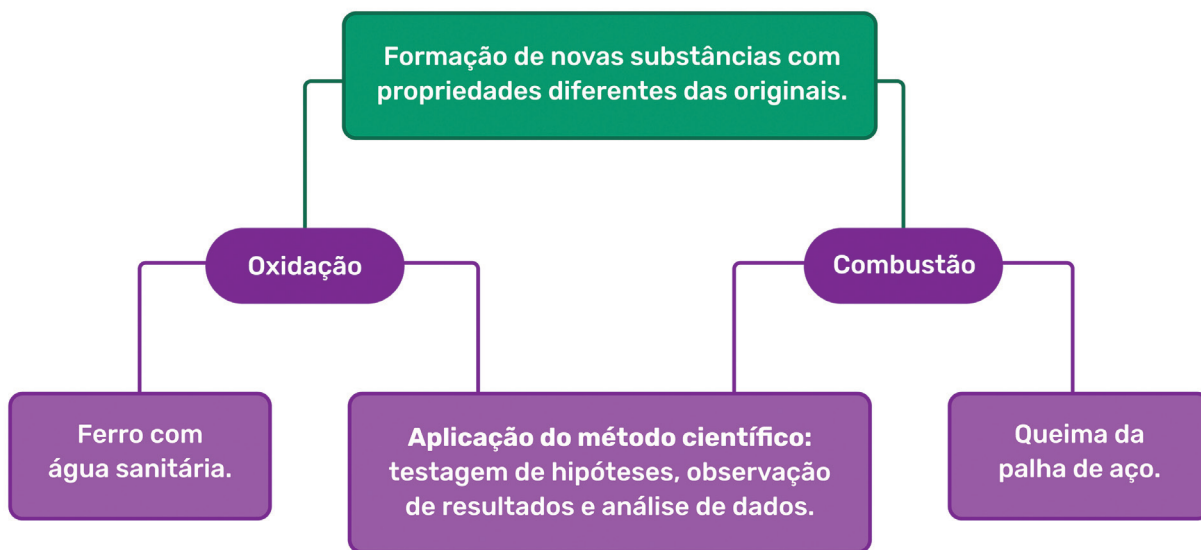
3 Dê exemplos de outras situações do cotidiano em que substâncias se transformam de forma semelhante às observadas neste experimento.

Exemplos incluem o **enferrujamento de portões e de outros objetos feitos de metais como o ferro**, que ocorre quando o metal entra em contato com oxigênio e água; a **oxidação de maçãs cortadas**; e o **escurecimento de peras, bananas e batatas** quando expostas ao ar. Em todos esses casos, as substâncias originais reagem com elementos do ambiente, formando **novas substâncias** que alteram a aparência e outras características dos materiais, assim como ocorreu na banana do experimento.

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Transformações

Transformações químicas



Na prática

Atividade 1

Reações químicas do ferro com água sanitária

Materiais necessários:

- palha de aço;
- solução de água sanitária (hipoclorito de sódio);
- recipiente de vidro;
- pinça (para manipulação da palha de aço);
- luvas e óculos de proteção.

Procedimento

- Coloque uma pequena quantidade de palha de aço no recipiente de vidro.
- Adicione água sanitária suficiente para cobrir a palha de aço.
- Observe as mudanças na palha de aço ao longo dos próximos minutos. Deixe a palha de aço na água sanitária e observe o que aconteceu na próxima aula de química.
- Registre suas observações detalhadas, incluindo qualquer mudança na cor, formação de bolhas, ou outra evidência de reação.

1 O que aconteceu com a palha de aço quando entrou em contato com a água sanitária?

A palha de aço começou a reagir com a água sanitária, apresentando alterações visíveis.

Observou-se que ela começou a enferrujar, mudando de aparência e adquirindo tons marrom-avermelhados, indicando que uma transformação química estava ocorrendo.

2 Descreva as mudanças observadas.

As mudanças incluíram a alteração na cor da palha, que passou do metal brilhante para tons marrom-avermelhados, e possíveis alterações na textura do material. Essas mudanças mostraram que a palha não permaneceu igual, evidenciando que houve transformação da substância original.

3 Que evidências indicam que ocorreu uma transformação química?

As evidências incluem a mudança de cor da palha de aço, indicando a formação de uma **nova substância (óxido de ferro III, Fe_2O_3)**, e a possível liberação de energia, percebida como um leve aumento de temperatura no recipiente. Essas alterações não poderiam ser explicadas apenas por mudanças físicas.

4 Quais foram os reagentes dessa reação? Indique um possível produto formado.

Os reagentes foram a **palha de aço (Fe)** e a **água sanitária (NaClO , componente ativo)**. Um possível produto formado é o **óxido de ferro III (Fe_2O_3)**, responsável pela coloração marrom-avermelhada observada na palha, caracterizando a transformação química.

Atividade 2

Queima da palha de aço

Materiais necessários:

- palha de aço;
- fonte de calor (palito de fósforo ou isqueiro);
- pinça (para segurar a palha de aço);
- recipiente resistente ao calor;
- luvas e óculos de proteção.

Procedimento

- Pegue um pequeno pedaço de palha de aço e segure-o com a pinça.
- Aproxime a palha de aço de uma fonte de calor até que ela comece a brilhar e queimar.
- Observe e registre o que acontece durante e após a queima.
- Compare os resultados da queima com o experimento anterior.

- 1 O que aconteceu com a palha de aço quando foi aquecida? Descreva as mudanças que você observou.

Quando a palha de aço foi aquecida, ela começou a brilhar e emitiu faíscas enquanto queimava.

A palha de aço ficou vermelha e incandescente, indicando que a combustão estava ocorrendo. Após a queima, restou um resíduo em pó (ferrugem).

- 2 Quais produtos foram formados durante a combustão da palha de aço? Como você pode identificar esses produtos?

O principal produto formado foi a ferrugem (óxido de ferro III - Fe_2O_3). Este produto pode ser identificado pela mudança de cor da palha de aço para um tom marrom-alaranjado, típico da ferrugem, e pela formação de um resíduo em pó após a queima, que é o óxido de ferro III.

- 3 Como a reação de combustão difere da oxidação lenta observada no experimento com água sanitária? Pense na rapidez da reação, nos produtos formados e na energia envolvida.

A reação de combustão da palha de aço difere da oxidação lenta observada com água sanitária principalmente na **velocidade e na energia liberada**. A combustão ocorre de forma muito rápida, em questão de segundos, e é uma reação altamente **exotérmica**, liberando calor intenso e luz na forma de faíscas. Já a oxidação lenta com água sanitária ocorre de maneira gradual, sem liberação perceptível de calor, e os produtos se formam mais lentamente, evidenciando que nem todas as reações de oxidação apresentam a mesma intensidade ou rapidez.

TRANSFORMAÇÕES NOS PROCESSOS PRODUTIVOS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Transformações

Matérias-primas

- Cana-de-açúcar
- Milho
- Resíduos agrícolas
- Algas

Transformações químicas

- Fermentação alcoólica
- Reagente: açúcar (glicose)
 - Produtos: etanol, CO₂ e água
- Destilação
- Separação do etanol
 - Purificação

Evidências de transformações

- Mudança de cor
- Liberação de gás (CO₂)
- Formação de bolhas
- Odor característico

Produção de etanol e transformações químicas

Processos produtivos

- Pequena escala: laboratório**
- Observação prática
 - Segurança e controle
- Grande escala: indústria**
- Tanques de fermentação
 - Controle rigoroso de condições
 - Maximização de rendimento

Impactos socioambientais

- Positivos:**
- Redução de emissões
 - Produção de empregos
- Negativos:**
- Uso intensivo de água
 - Perda de biodiversidade
 - Resíduos industriais

Práticas sustentáveis

- Rotação de culturas
- Tratamento de resíduos
- Diversificação de matérias-primas

Produção de etanol: matérias-primas, processos e impactos.

Na prática

Atividade 1

Fermentação alcoólica e transformações químicas na produção de etanol

Materiais necessários:

- béqueres de 250 e 500 mL;
- proveta de 100 mL;
- funil;
- bexigas de borracha nº 3;
- colher ou espátula;
- 5 garrafas plásticas de 600 mL;
- 200 mL de água morna;
- 2 colheres de açúcar;
- 1 colher de farinha de trigo;
- 50 mL de caldo de cana;
- 2 envelopes de fermento biológico seco;
- 50 mL de suco de uva integral ou de maçã.

Procedimento

Preparação das soluções para cada garrafa

Garrafa I – Água + fermento (controle)

- Meça 50 mL de água morna e coloque na Garrafa I.

Garrafa II – Água + açúcar + fermento

- Em um béquer, dissolva 2 colheres de açúcar em 50 mL de água morna.
- Transfira a mistura para a Garrafa II.

Garrafa III – Água + farinha + fermento

- Em outro béquer, misture 1 colher de farinha de trigo com 50 mL de água morna até formar uma suspensão uniforme.
- Transfira a mistura para a Garrafa III.

Garrafa IV – Caldo de cana + fermento

- Meça 50 mL de caldo de cana e coloque na Garrafa IV.

Garrafa V – Suco de uva ou suco de maçã + fermento

- Meça 50 mL de suco e coloque na Garrafa V.

Ativação e adição de fermento

- Em um béquer de 250 mL, dissolva 1 envelope de fermento biológico em 150 mL de água morna.

- Adicione 50 mL da solução de fermento em cada garrafa sobre a mistura que já está dentro.
- Misture suavemente com uma colher ou bastão de vidro.

Vedação e fermentação

- Tampe cada garrafa com uma bexiga, tendo o cuidado de verificar se está devidamente vedada.
- Deixe em repouso e observe os resultados.

Experimento	Amostra	Ocorreu transformação química?	Evidências
I	Água + fermento biológico	Não	Nenhuma mudança visível; água permanece clara, sem espuma, bolhas ou formação de gás.
II	Água + açúcar + fermento biológico	Sim	Formação de gás carbônico visível como bolhas, espuma, inflamento da bexiga, cheiro levemente alcoólico.
III	Água + farinha de trigo + fermento biológico	Não	Pouca ou nenhuma mudança; líquido levemente turvo, sem formação de gás.
IV	Caldo de cana + fermento biológico	Sim	Forte formação de gás carbônico visível como bolhas, espuma intensa, inflamento da bexiga, cheiro característico de álcool.
V	Suco de uva integral + fermento biológico	Sim	Formação de gás carbônico visível como bolhas, espuma, inflamento da bexiga, cheiro alcoólico perceptível, mudança leve na cor.

Com relação ao experimento, responda às questões a seguir.

1 Em qual das etapas do experimento ocorreu uma **transformação química**? Justifique.

A transformação química ocorreu nas Garrafas II (água + açúcar + fermento), IV (caldo de cana + fermento) e V (suco de uva integral + fermento). Nas misturas, foram observadas **bolhas e espuma**,

que encheram a bexiga, indicando a **formação de gás carbônico (CO_2)**, e também foi percebido o **cheiro característico de álcool**, evidenciando a presença de **etanol**. Essas mudanças mostram que as substâncias iniciais foram transformadas em novas substâncias, caracterizando uma **transformação química**.

2 Quais foram os **reagentes** utilizados nas etapas em que ocorreu a transformação química e quais foram os **produtos formados**?

Os reagentes foram o açúcar (sacarose, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) presente na água, no caldo de cana ou no suco de uva integral. Os produtos formados foram o gás carbônico (CO_2), observado pelas bolhas e espuma que encheram a bexiga, e o etanol (álcool etílico, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), identificado pelo cheiro característico.

3 De qual maneira o que ocorreu neste experimento se relaciona com o processo de produção do etanol nas indústrias?

O experimento mostrou a fermentação alcoólica em pequena escala, usando quantidades reduzidas de açúcar (água com açúcar, suco de frutas ou caldo de cana) e fermento biológico, formando **gás carbônico (CO_2)** e **etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)**. Na indústria, o mesmo processo ocorre em tanques gigantescos, com muito mais caldo de cana. As leveduras convertem o açúcar em etanol e CO_2 , com **controle rigoroso de temperatura, pH, nutrientes e tempo de fermentação** para otimizar a produção. Além disso, o etanol industrial é purificado por destilação, enquanto, no experimento, ele permanece misturado a outras substâncias.

Atividade 2

Explorando as etapas de produção de etanol

- 1** Com base no que aprenderam na aula, no vídeo e no experimento de fermentação, analisem o fluxograma e, em grupos, discutam cada etapa para preencher a tabela com **matérias-primas, resultado obtido e ocorrência de transformação química**.

Etapa	Matéria-prima ou substância inicial	Resultado obtido	Ocorre transformação química?
Extração	Cana-de-açúcar.	Caldo de cana (rico em sacarose).	Não , ocorre separação física do caldo.
Evaporação	Caldo de cana.	Xarope concentrado (menos água, mais açúcar).	Não , ocorre remoção física da água.
Fermentação	Xarope com açúcares e leveduras.	Etanol (C_2H_5OH) + gás carbônico (CO_2) + resíduos orgânicos.	Sim , pois há formação de novas substâncias.
Destilação	Mistura fermentada (etanol + água + resíduos).	Etanol mais concentrado (álcool bruto).	Não , ocorre separação física baseada no ponto de ebulição.
Desidratação	Etanol hidratado.	Etanol anidro (puro, usado como biocombustível).	Não , ocorre remoção física da água residual.

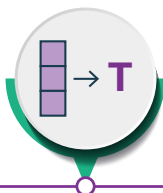
Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Transformações

Transformações químicas e rearranjo atômico

Transformação física

Alteração no estado ou na forma da matéria sem formação de novas substâncias.

**Evidências de transformação química**

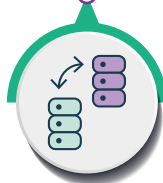
Liberação de gás, liberação de odor, formação de precipitado ou mudança de energia.

**Conservação da massa**

Massa total constante durante as transformações.

**Reagentes e produtos**

Substâncias iniciais e formadas.

**Transformação química**

Formação de novas substâncias com propriedades diferentes.

Rearranjo atômico

Reorganização dos átomos para formar novas substâncias.

Equação química

Representação simbólica que descreve a reação química.

Na prática

Atividade 1

Equações e evidências nas transformações químicas

- 1 Escreva a equação balanceada para a reação entre o ferro (Fe) e o ácido clorídrico (HCl), que resulta na formação de cloreto de ferro II (FeCl₂) e gás hidrogênio (H₂).

Equação balanceada: $\text{Fe}_{(s)} + 2 \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{FeCl}_{2(aq)} + \text{H}_{2(g)}$

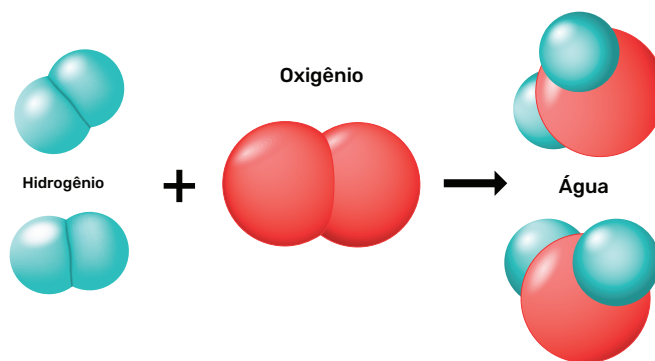
- 2 Quais são as evidências macroscópicas que você esperaria observar?

A partir da análise da equação química da reação entre o ferro e o ácido clorídrico, é possível supor algumas evidências macroscópicas: a **formação de bolhas**, devido à liberação de gás hidrogênio (H₂) e a **mudança na aparência do ferro metálico**, que sofre corrosão ou alteração de cor à medida que reage, formando o **cloreto de ferro II (FeCl₂)**. Essas observações indicam que houve uma **trans-formação química**, mesmo sem a visualização direta da reação.

Atividade 2

Analisando o rearranjo atômico

Observe a ilustração que mostra moléculas de reagentes e produtos.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Representação conceitual de reação química com moléculas.

1 Quais átomos se rearranjaram para formar novas substâncias?

Na reação em que o gás hidrogênio (H_2) reage com o gás oxigênio (O_2) formando água (H_2O), os átomos que se rearranjam são os átomos de hidrogênio (H) da molécula de H_2 e os átomos de oxigênio (O), que compõem a molécula de O_2 para formar água (H_2O).

2 Quais são os reagentes e os produtos dessa reação?

Os reagentes dessa reação são o **hidrogênio (H_2)** e o **oxigênio (O_2)**, e o produto formado é a água (H_2O).

3 Por que essa reação é considerada uma transformação química e não física?

Essa reação é considerada uma **transformação química** porque os átomos de **hidrogênio (H_2)** e **oxigênio (O_2)** se reorganizam para formar uma nova substância, a água (H_2O), que apresenta **propriedades diferentes** dos reagentes. Diferente de uma transformação física, não se trata apenas de mudança de estado ou de forma; os átomos se combinam de maneira diferente, formando **novas moléculas (H_2O) com características distintas**, evidenciando que houve **formação de uma substância diferente**.

Atividade 3

Reação entre alumínio e ácido clorídrico

Assista ao vídeo da reação entre **alumínio (Al)** e **ácido clorídrico (HCl)**. Em seguida, responda às questões.

1 Quais evidências observáveis indicam que ocorreu uma transformação química?

Durante o vídeo, é possível observar a **formação de bolhas**, indicando a liberação de gás, a **diminuição da placa de alumínio** e a **mudança na aparência da solução**, evidenciando que o alumínio está sendo transformado em outra substância. Além disso, nota-se **liberação de calor**, perceptível pelo embaçamento do tubo ou pelo vapor formado. Todas essas mudanças indicam que ocorreu uma **transformação química**.

2 A partir da análise das evidências, quais são os reagentes e produtos da reação?

Os reagentes da reação são o alumínio (Al) e o ácido clorídrico (HCl). A formação de bolhas indica que está sendo liberado um gás, que pode ser identificado como hidrogênio (H₂). A placa de alumínio vai diminuindo e a solução muda de aparência, mostrando que o alumínio está sendo transformado em uma nova substância dissolvida, que contém o cloro do ácido, formando cloreto de alumínio (AlCl₃). Assim, observando os reagentes e os sinais visíveis da reação, é possível concluir que os produtos são o gás hidrogênio e o cloreto de alumínio em solução.

3 Escreva a equação química balanceada.



REAÇÕES QUE LIBERAM E ABSORVEM ENERGIA

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Transformações

Energia térmica e as transformações químicas

Processos exotérmicos

- ✓ Liberam energia
- ✓ Com fluxo de calor do sistema para o ambiente
- ✓ Ex: combustão do hidrogênio



Processos endotérmicos

- ✓ Absorvem energia
- ✓ Com fluxo de calor no sentido do ambiente para o sistema
- ✓ Ex: dissolução de ureia

reagentes → energia + produtos

reagentes + energia → produtos

Processos endotérmicos e exotérmicos.

PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Na prática

Atividade 1

Análise da temperatura da mistura água com ureia

Materiais necessários:

- 10 g de ureia (NH_2)₂CO;
- 100 mL de água destilada;
- bquer ou recipiente de vidro resistente ao calor;
- termômetro;

- espátula;
- bastão de vidro para agitação;
- luvas de proteção;
- óculos de segurança.

Procedimentos:

- **Medição da temperatura inicial:**
 - coloque 100 mL de água no béquer;
 - meça a **temperatura inicial (T_0)** e registre.
- **Adição da ureia:**
 - com a espátula, adicione 10 g de ureia à água;
 - mexa com o bastão de vidro até dissolver completamente;
 - meça e registre a temperatura.

Em relação ao primeiro experimento, responda às questões a seguir.

1 Qual foi a variação de temperatura do sistema?

Após verificar a temperatura antes e depois da reação, observa-se a **absorção de calor**, indicada pela **queda da temperatura do sistema**. Isso acontece porque a decomposição da ureia **precisa de energia do ambiente para ocorrer**.

2 O que aconteceu com a energia durante essa transformação? Foi absorvida ou liberada?

A energia foi **absorvida** durante a reação. Como a temperatura do sistema caiu, podemos perceber que a reação **retirou energia do ambiente** para que a decomposição da ureia acontecesse. Isso mostra que a energia é **essencial para que a reação ocorra**.

3 Depois de observar a reação entre a ureia (NH_2)₂CO e a água que forma o dióxido de carbono (CO_2) e a amônia (NH_3), escreva a equação química mostrando os reagentes, os produtos e onde a energia é indicada.

A equação química da decomposição da ureia pode ser representada assim:



Reagentes: $(\text{NH}_2)_2\text{CO}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

Produtos: $\text{CO}_{2(g)} + 2 \text{NH}_{3(aq)}$

A energia aparece junto aos reagentes porque a reação **absorve energia do ambiente** para ocorrer.

Atividade 2

Reação do permanganato de potássio com glicerina

Materiais necessários:

- três comprimidos de permanganato de potássio;
- glicerina líquida;
- béquer ou recipiente de vidro resistente ao calor;
- folha de papel;
- espátula;
- bastão de vidro;
- luvas de proteção;
- óculos de segurança.

Procedimentos:

- coloque uma **folha de papel** sobre o recipiente de vidro resistente ao calor para proteger a superfície;
- use sempre **luvas e óculos de proteção**;
- com o **bastão de vidro**, triture **três comprimidos de permanganato de potássio** até obter um pó fino;
- coloque cuidadosamente o pó triturado sobre o papel no recipiente resistente ao calor;
- com a **espátula**, adicione uma pequena quantidade de **glicerina líquida** sobre o pó de permanganato;
- afaste-se levemente e **observe a reação**, anotando todas as alterações visíveis.

Em relação ao segundo experimento, responda às questões a seguir.

- 1 O que você observou durante a reação? Quais alterações visuais ou de temperatura ocorreram no sistema?

Durante a reação entre o permanganato de potássio e a glicerina, observou-se o surgimento de fogo e liberação intensa de calor. A mistura começou a reagir sozinha após alguns segundos, com formação de fumaça e elevação visível da temperatura. Essas observações indicam que ocorreu uma transformação química acompanhada de uma forte liberação de energia.

- 2 O que aconteceu com a energia durante essa reação? Ela foi absorvida do ambiente ou liberada para ele? Explique com base nas suas observações.

Durante essa reação, a energia foi liberada para o ambiente. Isso é evidenciado pelo aumento da temperatura e pela produção de chama, mostrando que a reação libera calor e luz. Assim, trata-se de um processo em que ocorre liberação de energia na forma de calor, o que a diferencia das reações endotérmicas, que absorvem energia do ambiente.

- 3 Considerando os reagentes permanganato de potássio (KMnO_4) e glicerina ($\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$) e os produtos formados (K_2CO_3 , Mn_2O_3 , CO_2 e H_2O), represente a reação de forma simplificada em uma equação química, mostrando a energia envolvida no processo.



Atividade 3

Energia nas transformações químicas

Assista ao vídeo sobre a decomposição do clorato de potássio e da combustão da sacarose pelo oxigênio liberado e responda.

- 1 Descreva as transformações químicas ocorridas durante o experimento.

No experimento, ocorre inicialmente a **decomposição do clorato de potássio**, que se transforma em cloreto de potássio sólido e libera gás oxigênio. Em seguida, o oxigênio liberado entra em contato com a **sacarose presente na jujuba**, promovendo sua combustão e produzindo dióxido de carbono, vapor d'água e resíduos sólidos. Essas duas etapas representam **transformações químicas distintas**, em que novas substâncias são formadas a partir dos reagentes originais.

- 2 Classifique essas transformações químicas como endotérmicas ou exotérmicas, justificando sua resposta com base nas evidências observadas.

A decomposição do clorato de potássio é **endotérmica**, pois exige calor da chama para que a reação ocorra, indicando que a energia é absorvida do ambiente. Já a combustão da sacarose é **exotérmica**, pois ocorre de forma violenta, liberando luz, calor e som perceptíveis, o que evidencia a liberação de energia para o ambiente durante essa reação.

- 3 Represente cada transformação química com equações químicas balanceadas, indicando se a energia foi absorvida ou liberada durante a reação.

A primeira transformação, **decomposição do clorato de potássio**, pode ser representada pela equação:



A energia é representada junto aos reagentes porque foi **absorvida do ambiente para que a reação ocorresse**, fornecendo a energia necessária para romper as ligações químicas do clorato de potássio.

A segunda transformação, **combustão da sacarose pelo oxigênio liberado**, é representada por:

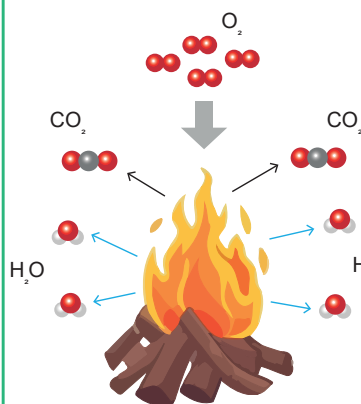


A energia é representada junto aos produtos porque foi **liberada para o ambiente durante a reação**, resultante da formação das novas ligações químicas do dióxido de carbono e da água.

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Reações de combustão

Combustão



Definição

Combustão é uma reação química em que as substâncias reagem com gás oxigênio, produzindo calor e luz (em forma de chama).

Principais características

- Reação exotérmica (libera energia).
- Requer combustível, oxigênio e temperatura de ignição.
- Produz gás carbônico, vapor de água, fumaça ou fuligem.

Equação geral

$$\text{Combustível} + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{calor}$$

Exemplo:

$$\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{calor}$$

Impactos ambientais

- Emissão de gases do efeito estufa.
- CO_2 contribui para as mudanças climáticas.
- CO e fuligem contribuem para a poluição do ar e são prejudiciais à saúde.

Tipos de combustão e chama

Tipo	Descrição	Exemplo
Completa	O_2 suficiente; produz CO_2 e H_2O	Gás de cozinha no fogão
Incompleta	O_2 insuficiente; produz CO e fuligem	Chama de uma vela
Espontânea	Ocorre sem ignição externa	Fósforo pegando fogo
Rápida	Produz calor e luz rapidamente	Fogos de artifício
Explosão	Combustão repentina, com som	Dinamite

Pontos importantes

- A combustão é sempre exotérmica.
- Dióxido de carbono e água são os principais produtos da combustão completa.
- A combustão incompleta forma monóxido de carbono.
- A respiração celular é uma forma lenta de combustão.

Combustão: um processo químico com impactos ambientais.

Na prática

Atividade 1

Reações de combustão completas e incompletas

Assista atentamente ao vídeo sobre a combustão completa e incompleta e registre suas observações.

Em grupo, utilizem as evidências observadas e os conceitos estudados para responder às questões a seguir, analisando os reagentes, os produtos, as semelhanças e as diferenças entre os dois tipos de combustão.

- 1 Descreva o que aconteceu em cada um dos três tubos de ensaio durante o experimento.

No primeiro tubo, onde apenas foi colocada a água de cal sem contato com nenhuma chama, a solução permaneceu límpida e incolor, mostrando que não houve reação. No segundo tubo, o maçarico com chama azul (combustão completa) foi utilizado. O dióxido de carbono (CO_2) liberado na combustão foi direcionado para a água de cal, que, ao ser agitada, ficou turva devido à formação de carbonato de cálcio (CaCO_3). Isso evidencia a presença de CO_2 na reação de combustão completa. No terceiro tubo, com a chama amarelada do isqueiro (combustão incompleta), ao adicionar-se a água de cal, também houve formação do precipitado sólido de carbonato de cálcio (CaCO_3), mostrando que, mesmo em combustão incompleta, CO_2 é produzido, embora outros produtos, como carbono e monóxido de carbono, também estejam presentes.

- 2 Quais são os reagentes necessários para ocorrer uma reação de combustão?

Os reagentes essenciais para uma combustão são o combustível (como madeira, gasolina ou gás) e o oxigênio, que atua como comburente. Além disso, é necessária a fonte de calor que inicia a reação. Esses elementos devem estar presentes para que a reação ocorra, independentemente de ela ser completa ou incompleta.

3 Quais são os possíveis produtos obtidos nas reações de combustão apresentadas no vídeo?

A partir da análise do experimento, pode-se dizer que, nas **combustões completas** de hidrocarbonetos, os principais produtos obtidos são **dióxido de carbono (CO_2)** e **água (H_2O)**. Nas **combustões incompletas**, além de CO_2 e H_2O , podem ser formados **monóxido de carbono (CO)** e **fuligem (carbono sólido)**. O experimento evidencia que **CO_2 está presente em ambos os tipos de combustão**, enquanto a presença de CO e carbono sólido depende da quantidade de oxigênio disponível durante a reação.

4 Quais são as diferenças entre reações completas e incompletas?

A principal diferença entre combustões completas e incompletas está na **quantidade de oxigênio disponível** e na **eficiência da oxidação do combustível**. Na **combustão completa**, há oxigênio suficiente, o combustível reage de forma mais eficiente e os produtos majoritários são **CO_2 e H_2O** , com pouca ou nenhuma fuligem visível. Já na **combustão incompleta**, o oxigênio é insuficiente, parte do carbono não é totalmente oxidada, e além de CO_2 e H_2O , podem ser formados **monóxido de carbono (CO)** e **carbono sólido (fuligem)**. O experimento evidencia que **CO_2 está presente em ambos os tipos de combustão**, enquanto a presença de CO e fuligem depende das condições da reação.

Atividade 2

Investigando as reações de combustão

Vocês foram convidados a atuar como **investigadores químicos** para analisar diferentes combustíveis e suas reações de combustão completa. Com base nos conceitos estudados em aula, vocês identificarão os reagentes, os produtos e as evidências de liberação de energia de cada combustão, representarão as equações químicas balanceadas e refletirão sobre como a composição do combustível e a quantidade de oxigênio influenciam os produtos formados. Utilizem seus conhecimentos para completar as tabelas e responder às questões propostas.

- 1 Com base nos conceitos estudados sobre combustão completa, preencham a tabela a seguir identificando, para cada combustível, os reagentes, os produtos formados e as evidências de liberação de energia que seriam observáveis caso a reação fosse realizada.

Combustível	Reagentes	Produtos	Evidências da liberação de energia
Carvão (C)	Carvão (C) e gás oxigênio (O ₂)	Gás carbônico (CO ₂)	Energia térmica e luminosa
Metano (CH ₄)	Metano (CH ₄) e gás oxigênio (O ₂)	Gás carbônico (CO ₂) e água (H ₂ O)	Energia térmica e luminosa
Etanol (C ₂ H ₅ OH)	Etanol (C ₂ H ₅ OH) e gás oxigênio (O ₂)	Gás carbônico (CO ₂) e água (H ₂ O)	Energia térmica e luminosa
Palha de aço (Fe)	Ferro (Fe) e gás oxigênio (O ₂)	Óxido de ferro III (Fe ₂ O ₃)	Energia térmica e luminosa

- 2 Utilizando os conceitos estudados em aula sobre combustão completa, representem as equações químicas balanceadas para cada um dos combustíveis fornecidos.

Combustível	Equação balanceada
Carvão (C)	$C + O_2 \rightarrow CO_2$
Metano (CH ₄)	$CH_4 + 2 O_2 \rightarrow CO_2 + 2 H_2O$
Etanol (C ₂ H ₅ OH)	$C_2H_5OH + 3 O_2 \rightarrow 2 CO_2 + 3 H_2O$
Palha de aço (Fe)	$4 Fe + 3 O_2 \rightarrow 2 Fe_2O_3$

- 3** Considerando apenas os combustíveis que **possuem carbono** (como metano e etanol), como o **número de átomos de carbono** presente na molécula do combustível influencia a **quantidade de CO_2** formada em uma combustão completa? Explique sua resposta com base nas equações químicas balanceadas.

Quanto maior o número de átomos de carbono no combustível, maior será a quantidade de moléculas de CO_2 produzidas na combustão completa. Por exemplo: na combustão do metano (CH_4), que possui 1 carbono, forma-se 1 molécula de CO_2 ; na combustão do etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), que possui 2 carbonos, formam-se 2 moléculas de CO_2 . Assim, a quantidade de CO_2 é diretamente proporcional ao número de átomos de carbono no combustível.

- 4** Em uma combustão completa, como a **quantidade de oxigênio disponível** influencia a reação e a formação dos produtos? Explique de que forma a presença suficiente ou insuficiente de oxigênio altera a eficiência da combustão.

A quantidade de oxigênio disponível determina se a combustão será completa ou incompleta.

Quando há oxigênio suficiente, todo o combustível reage formando CO_2 e H_2O (ou óxidos metálicos, no caso de metais), liberando energia de forma eficiente e com reação limpa. Se o oxigênio for insuficiente, a combustão será incompleta, podendo produzir CO , carbono sólido (fuligem) e liberar menos energia. A eficiência da reação e os produtos formados dependem, portanto, da quantidade de oxigênio presente.

CADERNO DE EXERCÍCIOS

Física

1. Após determinar a aceleração média do atleta e aplicar o princípio fundamental da dinâmica, obtém-se que a força resultante horizontal média tem intensidade de 258 N.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Dinâmica

Aula 1

1 (PUCCAMP MEDICINA 2022)

O ser humano é capaz de correr a uma velocidade de até 64,4 km/h – superando o atleta jamaicano Usain Bolt, recordista mundial dos 100 m rasos, segundo estudo realizado nos Estados Unidos. O número foi estabelecido depois que cientistas calcularam a mais alta velocidade pela qual os músculos do corpo humano podem se mover biologicamente. Segundo Matthew Bundle, especialista em biomecânica da Universidade de Wyoming e um dos autores do estudo, a pesquisa mostra que o limite de velocidade na corrida humana é estabelecido pelo limite de velocidade das próprias fibras musculares. Para estabelecer o novo recorde mundial da prova dos 100 m rasos e se tornar o corredor mais veloz do mundo, o jamaicano Usain Bolt chegou a uma velocidade média de 45 km/h. O animal mais rápido da natureza é o guepardo, que chega a correr a 112 km/h.

(Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese>)

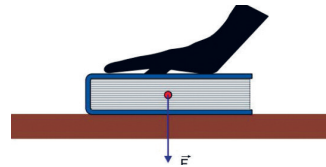
Suponha que, na corrida de 100 m rasos, o atleta Usain Bolt, partindo do repouso, demorou 4,0 segundos para atingir a velocidade de 43,2 km/h. Considerando que a massa do atleta seja 86 kg, a intensidade média da

componente horizontal da força resultante, em newtons, que atuou sobre o atleta nesse intervalo de tempo foi de:

- a) 258 c) 928 e) 4 128
b) 430 d) 2 150

Aula 2

- 2 (UEA 2022) Uma pessoa pressiona com a mão o centro de um livro que está apoiado sobre uma mesa, aplicando sobre o livro uma força \vec{F} , vertical e que aponta para baixo, como indica a figura.



A força de reação correspondente à força, \vec{F} , aplicada sobre o livro aponta:

- a) para baixo e está aplicada na mão.
b) para cima e está aplicada na mesa.
c) para cima e está aplicada no livro.
d) para baixo e está aplicada na mesa.
e) para cima e está aplicada na mão.

Aula 3

- 3 Em um planeta distante, o módulo da força peso sobre uma pessoa de massa 90 kg seria 720 N. Determine:
- a) o módulo da aceleração da gravidade nesse planeta. 8 m/s^2 .

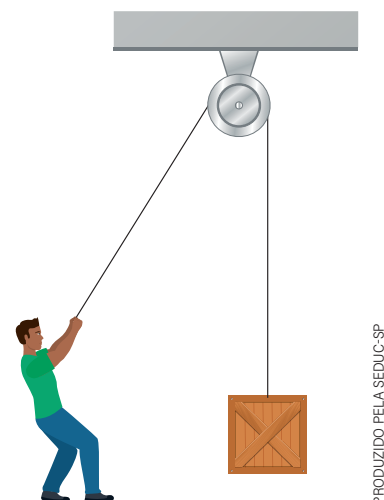
Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- b) o módulo da força peso sobre essa pessoa na superfície da Terra. (Considere $g_{\text{terra}} = 9,8 \text{ m/s}^2$). **882 N.**

Aula 4

- 4 (FAMERP 2020)** Em um local em que a aceleração gravitacional vale 10 m/s^2 , uma pessoa eleva um objeto de peso 400 N por meio de uma roldana fixa, conforme mostra a figura, utilizando uma corda que suporta, no máximo, uma tração igual a 520 N .



Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

A máxima aceleração que a pessoa pode imprimir ao objeto durante a subida, sem que a corda se rompa, é:

- a) $6,0 \text{ m/s}^2$. d) $2,0 \text{ m/s}^2$.
 b) 13 m/s^2 . e) $3,0 \text{ m/s}^2$.
 c) $8,0 \text{ m/s}^2$.

Aula 5

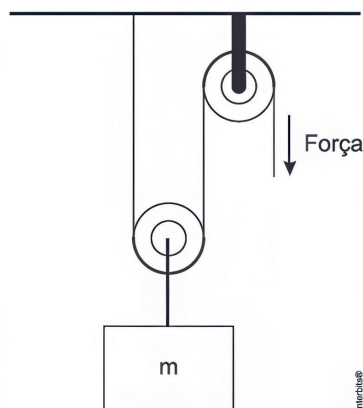
- 5 (UEPG 2017 - Adaptada)** A ilustração a seguir mostra um sistema de polias

01 + 08 = 09

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

projetado para levantar um objeto de massa m . O sistema consiste em uma polia fixada ao teto e em uma polia não fixa à qual o objeto está ligado. Sobre o assunto, calcule a soma dos números correspondentes às alternativas corretas.

Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$



- 01) A força que deve ser exercida na corda, para baixo, de modo a suspender o objeto com uma velocidade constante, é igual a $\frac{1}{2} mg$.
- 02) Suspender o objeto de massa m com uma velocidade constante não é uma situação de equilíbrio.
- 04) Se o sistema representado contivesse três polias não fixas em vez de uma, a força necessária para suspender o objeto, com uma velocidade constante, seria igual a $\frac{1}{2} mg$.
- 08) Para uma situação semelhante à esquematizada, porém, com uma força exercida igual a 400 N , a qual equilibraria o corpo de massa m , teríamos $m = 80 \text{ kg}$.

Aula 6

01 + 04 + 08 = 13

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 6** (UEM 2016 - Adaptada) Um bloco de massa 8 kg está em repouso sobre um piso horizontal. Quando este bloco é empurrado horizontalmente, é necessária uma força de 20 N para ele começar a se mover. Sobre isso, calcule a soma dos números correspondentes às alternativas corretas. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- 01) O coeficiente de atrito estático entre o bloco e o piso é de 0,25.
- 02) Quando o bloco é empurrado com uma força horizontal de 10 N, a força de atrito estático é de 15 N.
- 04) Um bloco de massa 10 kg é empilhado em cima do bloco de massa 8 kg. Nesta situação, a magnitude da força horizontal aplicada no bloco de 8 kg, necessária para o sistema de dois blocos começar a se mover, é de 45 N.
- 08) O maior valor da força de atrito estático sobre um bloco de 6 kg no mesmo piso é 15 N.

Aula 7

- 7** (UEPG 2019 - Adaptada) Um bloco encontra-se deslizando sobre uma superfície plana, em virtude da aplicação de uma força externa horizontal de módulo igual a 5 N. Sabendo que a força de atrito cinético entre o bloco e a superfície é 3 N, que a massa do bloco é 2 kg e despre-

zando a resistência do ar, calcule a soma dos números correspondentes às alternativas corretas.

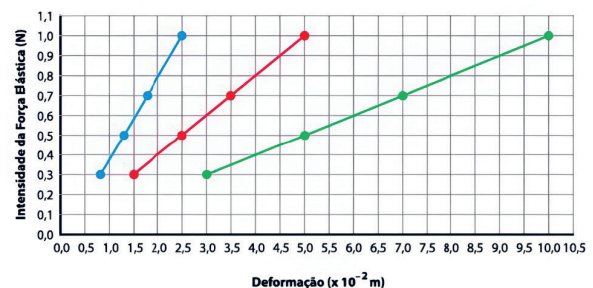
- 01) O coeficiente de atrito cinético entre o bloco e o piso é 0,15.
- 02) O módulo da aceleração do bloco é 4 m/s^2 .
- 04) O módulo da força resultante aplicada sobre o bloco é 8 N.
- 08) Se a massa do bloco fosse 5 kg, a força externa de 5 N não seria suficiente para fazer o bloco deslizar.

01 + 08 = 09

Aula 8

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 8** (PROVÃO PAULISTA 1 2024) O gráfico a seguir reúne os dados coletados por um aluno cujo objetivo é estudar as deformações de três molas e determinar a constante elástica de cada uma delas.

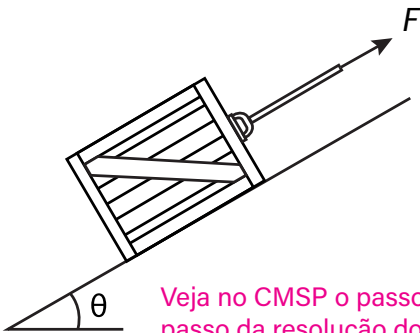


A constante elástica da mola que sofre maior deformação, apesar de sujeita às mesmas forças, é:

- a) 30 N/m. *Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.*
- b) 20 N/m.
- c) 10 N/m.**
- d) 5 N/m.
- e) 40 N/m.

Aula 9

- 9** (IFSUL 2018 - Adaptada) Uma caixa encontra-se em repouso sobre um plano inclinado, o qual forma um ângulo θ com a horizontal. Sabe-se que a caixa está submetida à ação de uma força \vec{F} , cujo módulo é igual a 25 N, e que existe atrito entre a superfície de contato da caixa e do plano.



Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , o coeficiente de atrito estático entre as superfícies de contato igual a 0,5, $\cos \theta = 0,8$, $\sin \theta = 0,6$ e a massa da caixa igual a 10 kg.

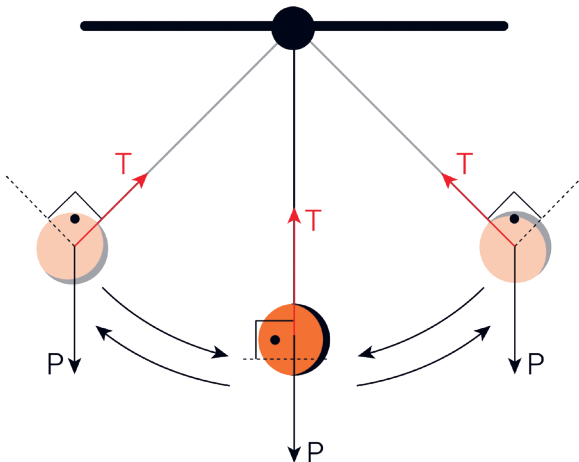
A força de atrito estático entre as superfícies de contato do corpo e do plano tem módulo igual a:

- a)** 35 N e mesmo sentido da força \vec{F} .
- b)** 35 N e sentido contrário ao da força \vec{F} .
- c)** 40 N e mesmo sentido da força \vec{F} .
- d)** 40 N e sentido contrário ao da força \vec{F} .

Conservação de energia

Aula 10

- 1** Observe o pêndulo simples em oscilação representado na figura a seguir.



A esfera está presa por um cordão, que exerce sobre ela uma força de tração T ao longo de toda a sua trajetória. Durante o movimento, essa tração é sempre perpendicular à trajetória circular descrita pela esfera. Sabendo disso, responda:

A força de tração T realiza trabalho sobre a esfera ao longo da oscilação? Justifique sua resposta com base nos conceitos discutidos nesta aula.

Não. A força de tração não realiza trabalho sobre a esfera, porque ela é sempre perpendicular à trajetória circular.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Aula 11

2 (ENEM 2015)

Uma análise criteriosa do desempenho de Usain Bolt na quebra do recorde mundial dos 100 metros rasos mostrou que, apesar de ser o último dos corredores a reagir ao tiro e iniciar a corrida, seus primeiros 30 metros foram os mais velozes já feitos em um recorde mundial, cruzando essa marca em 3,78 segundos. Até se colocar com o corpo reto, foram 13 passadas, mostrando sua potência durante a aceleração, o momento mais importante da corrida. Ao final desse percurso, Bolt havia atingido a velocidade máxima de 12 m/s.

Disponível em: <http://esporte.uol.com.br>.
Acesso em: 05 ago. 2012. Adaptado.

Supondo que a massa desse corredor seja igual a 90 kg, o trabalho total realizado nas 13 primeiras passadas é mais próximo de:

- a) $5,4 \cdot 10^2$ J.
- b) $6,5 \cdot 10^3$ J.** *Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.*
- c) $8,6 \cdot 10^3$ J.
- d) $1,3 \cdot 10^4$ J.
- e) $3,2 \cdot 10^4$ J.

Aula 12

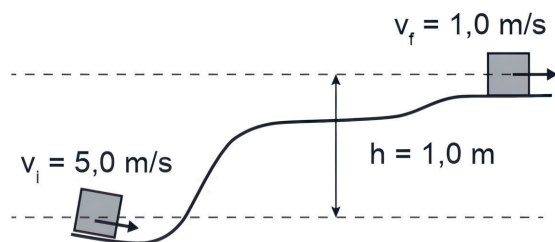
- 3** (ITA 2021) Um trem parte do repouso sobre uma linha horizontal e deve alcançar a velocidade de 72 km/h. Até atingir essa velocidade, o movimento do trem tem aceleração constante

de $0,50 \text{ m/s}^2$, sendo que resistências passivas absorvem 5,0% da energia fornecida pela locomotiva. O esforço médio, em N, fornecido pela locomotiva para transportar uma carga de 1,0 ton é:

- a) $2,5 \cdot 10^2$
- b) $4,8 \cdot 10^2$
- c) $5,0 \cdot 10^2$
- d) $5,3 \cdot 10^2$** *Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.*
- e) $1,0 \cdot 10^3$

Aula 13

- 4** (PUCRJ 2019) Um corpo de massa igual a 2,0 kg, com velocidade inicial $v_i = 5,0 \text{ m/s}$, percorre uma rampa curva, como na figura. Ao chegar a um ponto que está 1,0 m acima da posição inicial, sua velocidade final é $v_f = 1,0 \text{ m/s}$.



Calcule, em J, a energia dissipada pelo atrito, enquanto o corpo se move entre essas duas posições.

Dado: $g = 10,0 \text{ m/s}^2$

- a) - 25
- b) - 20
- c) - 4** *Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.*
- d) - 1
- e) 0

Aula 14

- 5** (UERJ 2023) Em uma praça, uma criança com massa de 30 kg desce por um escorrega. A altura considerada do topo do escorrega até seu ponto mais baixo é de 2,0 m, como ilustra a figura a seguir.



Sabe-se que a aceleração da gravidade é igual a 10 m/s^2 e que, durante a descida da criança, ocorre uma perda de energia mecânica de 60%. Ao atingir o ponto mais baixo do escorregador, a velocidade da criança, em m/s, é igual a:

- a)** 4,0 *Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.*
- b)** 5,0
- c)** 7,0
- d)** 8,0

CADERNO DE EXERCÍCIOS

Biologia

Efeito estufa

Resposta: D. O gás carbônico é muito importante, visto que, por meio dele, os organismos fotossintetizantes podem produzir seu alimento, ou seja, absorvem o carbono em sua forma inorgânica e transformam-no em carbono orgânico (usável pelos seres vivos).

Aula 1

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

1 (ENEM 2010) O aquecimento global, ocasionado pelo aumento do efeito estufa, tem como uma de suas causas a disponibilização acelerada de átomos de carbono para a atmosfera. Essa disponibilização acontece, por exemplo, na queima de combustíveis fósseis, como a gasolina, os óleos e o carvão, que libera o gás carbônico (CO_2) para a atmosfera. Por outro lado, a produção de metano (CH_4), outro gás causador do efeito estufa, está associada à pecuária e à degradação de matéria orgânica em aterros sanitários.

Apesar dos problemas causados pela disponibilização acelerada dos gases citados, eles são imprescindíveis à vida na Terra e importantes para a manutenção do equilíbrio ecológico. Por exemplo, o:

- a) metano é fonte de carbono para os organismos fotossintetizantes.
- b) metano é fonte de hidrogênio para os organismos fotossintetizantes.
- c) gás carbônico é fonte de energia para os organismos fotossintetizantes.
- d) gás carbônico é fonte de carbono inorgânico para os organismos fotossintetizantes.**

e) gás carbônico é fonte de oxigênio molecular para os organismos heterotróficos aeróbios.

Resposta: A. O aquecimento global está provocando o aumento do nível dos oceanos devido ao derretimento das geleiras, fenômeno explicitamente indicado no texto de apoio.

Aula 2

2 (ENEM PPL 2009) Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Entende-se por ciclo hidrológico a movimentação que a água, em seus três estados, sólido, líquido e gasoso, realiza entre os três grandes reservatórios existentes na Terra, a atmosfera, os oceanos e os continentes. O Sol fornece a energia para proporcionar essa movimentação, uma vez que tal energia aumenta as demandas por evaporação da água líquida ou por derretimento quando em seu estado sólido. O aquecimento global, que está ocorrendo por causa do aumento dos gases causadores do efeito estufa, tem provocado:

- I derretimento do gelo das geleiras nas regiões polares;
- II aumento da umidade na atmosfera em aproximadamente 6% para cada grau de aumento na temperatura média da Terra;
- III mudanças no regime climático das várias regiões, algumas

ficando mais áridas, e outras, mais quentes, e, ainda, o aumento de tempestades em outras regiões.

OLERIANO, E.S.; DIAS, H.C.T. **A dinâmica da água em microbacias hidrográficas reflorestadas com eucalipto.** Anais I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, Taubaté, Brasil, 7-9 novembro 2007, IPABHi, p. 215-222. Disponível em: <https://ipabhi.org/serhidro/doc/pdfs/215-222.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2008. Adaptado.

O aquecimento global está:

- a) provocando o aumento do nível dos oceanos devido ao derretimento das geleiras.

- b) diminuindo nos últimos anos devido à menor emissão dos gases causadores do efeito estufa.
- c) mudando o regime climático nas várias regiões da Terra ao diminuir a umidade atmosférica.
- d) provocando uma mudança no clima da Terra e, conseqüentemente, espera-se, nos próximos anos, a diminuição nas tempestades.
- e) afetando o ciclo hidrológico, que é a movimentação que a água nos estados sólido e gasoso realiza entre a atmosfera, os oceanos e o continente.

Alternativas para os impactos da ação humana

Aula 5

1 (ENEM PPL 2009)

Algumas atividades humanas têm adicionado à atmosfera quantidades significativas de gases que contribuem para o aumento do efeito estufa, ocasionando mudanças climáticas, como a elevação da temperatura média global. Prevê-se um aumento de temperatura entre 1,4 e 5,8 °C e do nível global do mar entre 0,09 m e 0,88 m até 2100, além de aumento na média anual de precipitação e de evaporação em nosso século. Fenômenos biológicos como

a interação insetos-plantas podem ser afetados: os calendários de floração, maturação de frutos e quebra de dormência das sementes dos vegetais e de passagem das diversas fases dos insetos vêm sendo alterados. Com isso, algumas plantas ficam prontas para a polinização sem que seus polinizadores estejam prontos, ou vice-versa.

BESUNSAN, N. O desafio das mudanças climáticas. *In: Seria melhor mandar ladrilhar? Biodiversidade: como, para que e por quê.* Ed. UnB/Petrópolis, 2008. Adaptado.

Resposta: D. Os impactos aumentam com o tempo e atingem diferentes parâmetros do planeta, como temperatura, precipitação e até o ciclo de vida das espécies.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Com base no texto, os impactos das mudanças climáticas previstos em nível mundial:

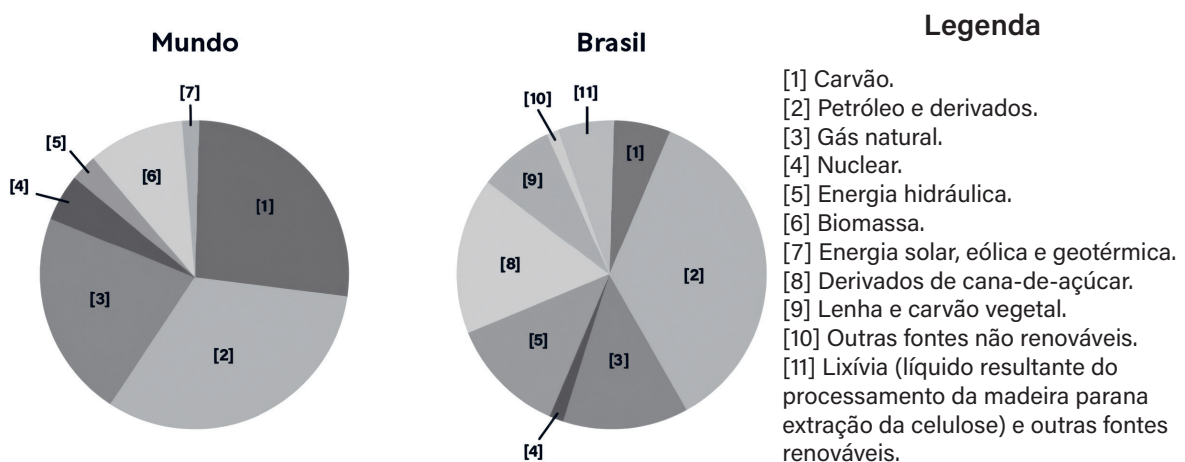
- a) serão significativos apenas a partir de 2100, quando o nível global do mar ultrapassar o valor de 0,88 m, trazendo, então, consequências como a redução de praias e o aumento da salinidade marinha.
- b) irão gerar pequenos efeitos na biodiversidade, visto que a extinção de espécies sensíveis ao aquecimento global será compensada pelo surgimento de outras, mais tolerantes às temperaturas mais elevadas.
- c) serão mínimos na agricultura, visto que, com as tecnologias disponíveis, é perfeitamente possível

a produção de frutos e sementes sem a presença dos polinizadores naturais das plantas de interesse econômico.

- d) aumentam com o tempo e atingem diversos parâmetros, desde climáticos, como aumento de temperatura, precipitação e evaporação, até biológicos, interferindo no ciclo de vida das espécies e nas suas interações.
- e) decorrem de fenômenos naturais, como o aumento da concentração de gases por atividade industrial, cujo efeito, na biodiversidade, se manifesta apenas nas espécies de pequeno porte, como insetos polinizadores.

Resposta: C. É possível verificar nos gráficos que, apesar de a maior fatia do gráfico de matriz energética do Brasil se referir a petróleo e derivados, as demais fatias, que compreendem quase a metade de porções do gráfico, referem-se a energias renováveis. Sendo assim, o Brasil depende

2 (UNICAMP 2020) Matriz energética é o conjunto de fontes de energia disponíveis. Os gráficos a seguir representam a matriz energética no mundo e no Brasil, mostrando as fontes de energia renováveis e não renováveis.



Considerando seus conhecimentos sobre meio ambiente e as informações fornecidas, assinale a alternativa correta.

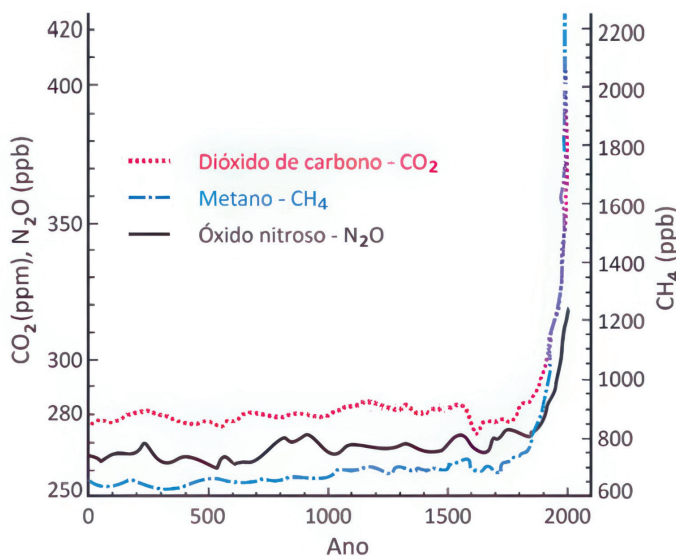
muito mais de energias renováveis do que o restante do planeta, cujas grandes porções do gráfico apontam para energias não renováveis.

200 Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- a) A matriz energética brasileira utiliza menor porcentagem de energia renovável que a mundial, com o uso predominante de combustíveis fósseis.
- b) Gás natural, biomassa, energia hidráulica, energia solar, eólica e geotérmica são as fontes renováveis de energia utilizadas na matriz mundial.
- c) A matriz energética brasileira é mais dependente de fontes renováveis de energia do que a matriz mundial, como alternativa ao uso de combustíveis fósseis.
- d) Os biocombustíveis derivados da cana-de-açúcar e do gás natural são as principais fontes renováveis nas matrizes brasileira e mundial, respectivamente.
- e) O petróleo e o gás natural são fontes de energia renováveis amplamente utilizadas pelo Brasil e pelo mundo.

3 (FUVEST 2024) O gráfico apresentado mostra as concentrações atmosféricas dos principais gases de efeito estufa até o ano 2000, sendo eles: CO_2 , quantificado em partes por milhão (ppm), N_2O e CH_4 , ambos quantificados em partes por bilhão (ppb). Em junho de 2022, a Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA) reportou que, naquela data, os níveis de CO_2 na atmosfera encontravam-se em torno de 420 ppm. Esse valor é muito superior à concentração média de aproximadamente 280 ppm, existente antes da Revolução Industrial.

Resposta: E. A intensificação do efeito estufa ocorre devido ao aumento de concentração de gases de efeito estufa. Esses gases são produzidos principalmente a partir da queima de combustíveis. Na Revolução Industrial, o ser humano passou a utilizar máquinas movidas a vapor, necessitando da combustão de carvão, que libera gases de efeito estufa na atmosfera.



Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Com base nessas informações e em seus conhecimentos, é correto afirmar:

- a) apesar do grande aumento nas quantidades dos três principais gases de efeito estufa a partir da Revolução Industrial, seus níveis passaram a estabilizar por volta do ano 2000.

- b)** a mecanização resultante da Revolução Industrial, iniciada no século XVIII, causou grandes mudanças nos meios de produção, com a utilização de energias renováveis.
- c)** o plantio de árvores em grande escala acentua o aquecimento global, devido à liberação de gases do efeito estufa na atmosfera.

d) o aquecimento global é um fenômeno recente, já que a Terra teve um clima com temperaturas constantes durante sua existência.

e) o efeito estufa é um fenômeno intensificado a partir da Revolução Industrial, devido às atividades humanas emissoras de CO_2 , que contribuem para o aquecimento global.

Poluição

Resposta: C. Considerando que, em uma cadeia ecológica, consumidores secundários, terciários, quaternários etc. necessitam se alimentar de grandes quantidades de outros organismos para sobreviver, entende-se que, nesses organismos de topo de cadeia, haja maior concentração de mercúrio. **Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.**

Aula 8

1 (ENEM PPL 2009) O mercúrio é um metal muito utilizado, em indústrias e garimpos, para extração de ouro. As perdas decorrentes da má utilização desse metal atingem os ecossistemas aquáticos e chegam ao homem quando este come peixes pescados em ecossistemas contaminados. O processo que torna o peixe prejudicial à saúde humana é chamado bioacumulação, na qual a concentração do mercúrio aumenta em cada organismo ao longo da cadeia alimentar trófica, de modo que o homem consome alimento com alta concentração de mercúrio e, portanto, com alta toxicidade. A utilização de métodos de reaproveitamento do mercúrio nas atividades industriais e mineradoras constitui importante medida de controle da poluição causada por esse metal e é capaz de reduzir as consequências nefastas para a biota aquática e para a saúde humana.

Suponha que um curso d'água esteja contaminado por mercúrio proveniente de local onde se desenvolvam atividades de garimpo. Nesse caso, ao se examinarem os seres que vivem nesse ambiente aquático, é possível encontrar:

- a)** maior concentração de mercúrio nos consumidores primários da cadeia alimentar.
- b)** baixíssima concentração de mercúrio no pescado consumido pelos seres humanos.
- c)** maior concentração de mercúrio nos animais que estão no topo da cadeia alimentar.
- d)** alta concentração de mercúrio nos seres que compõem o zooplâncton e o fitoplâncton.
- e)** ausência de mercúrio nas plantas aquáticas, pois elas são seres que estão fora da cadeia trófica.

Resposta: C. A poluição térmica em corpos d'água causa a diminuição da quantidade de gás oxigênio dissolvido e cria condições inóspitas para que espécies adaptadas sobrevivam.

2 (ENEM PPL 2013) *Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.*

A poluição térmica, provocada principalmente pela má utilização da água na refrigeração das turbinas e caldeiras de usinas hidrelétricas e termelétricas, respectivamente, afeta o aspecto físico-químico e biológico dos cursos hídricos. A água empregada na manutenção dessas usinas deveria ser tratada termicamente, promovendo a liberação do calor, para posterior devolução ao meio ambiente. Contudo, ao ser despejada nos lagos e nos rios, sem qualquer controle ou fiscalização, causa sérios danos à vida aquática, pois reduz significativamente o tempo de vida de algumas espécies, afetando seus ciclos de reprodução.

Disponível em: www.brasilecola.com.
Acesso em: 25 abr. 2010. Adaptado.

Um dos efeitos nocivos promovidos pela poluição térmica dos corpos hídricos pode ser identificado pelo(a):

- a)** potenciação dos poluentes presentes, devido à diminuição da velocidade de degradação desses materiais.
- b)** bloqueio da entrada de raios solares na água, devido ao acúmulo de sedimentos na superfície.
- c)** prejuízo à respiração dos seres vivos, devido à redução da pressão parcial de oxigênio na água.
- d)** desenvolvimento excessivo do fitoplâncton, devido à eutrofização do meio aquático.

e) desequilíbrio dos organismos desses ecossistemas, devido ao aumento da concentração de dióxido de carbono.

3 (ENEM 2021) Uma escola iniciou o processo educativo para implantação da coleta seletiva e destino de materiais recicláveis. Para atingir seus objetivos, a instituição planejou:

- 1** sensibilizar a comunidade escolar, desenvolvendo atividades em sala e extraclasse de maneira contínua;
- 2** capacitar o pessoal responsável pela limpeza da escola quanto aos novos procedimentos adotados com a coleta seletiva; e
- 3** distribuir coletores de materiais recicláveis específicos nas salas, pátio e outros ambientes para acondicionamento dos resíduos.

Para completar a ação proposta no ambiente escolar, o que falta ser inserido no planejamento?

- a)** Realizar campanhas educativas de sensibilização em bairros vizinhos para fortalecer a coleta seletiva.
- b)** Firmar parceria com a prefeitura ou cooperativa de catadores para recolhimento dos materiais recicláveis e destinação apropriada.
- c)** Organizar visitas ao lixão ou aterro local para identificar aspectos importantes sobre a disposição final do lixo.

3. Resposta: B. Não adianta sensibilizar a comunidade, capacitar funcionários e instalar coletores se não houver um sistema adequado para recolher e dar o destino correto ao material separado. *Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.*

- d) Divulgar na rádio local, no jornal impresso e nas redes sociais que a escola está realizando a coleta seletiva.
- e) Colocar recipientes coletores de lixo reciclável fora da escola para entrega voluntária pela população.

Aula 9

Resposta: A. A questão versa sobre a composição da retina, em especial os cones, células que captam sinais luminosos e os codificam em cores. Caso haja degeneração desse tipo celular na retina, haverá comprometimento na capacidade da percepção das cores.

4 (ENEM 2017)

A retina é um tecido sensível à luz, localizado na parte posterior do olho, onde ocorre o processo de formação de imagem. Nesse tecido, encontram-se vários tipos celulares específicos. Um desses tipos celulares são os cones, os quais convertem os diferentes comprimentos de onda da luz visível em sinais elétricos, que são transmitidos pelo nervo óptico até o cérebro.

Disponível em: <http://www.portaldaretina.com.br/>.
Acesso em: 13 jun. 2012 (adaptado).

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Em relação à visão, a degeneração desse tipo celular irá:

- a) comprometer a capacidade de visão em cores.
- b) impedir a projeção dos raios luminosos na retina.
- c) provocar a formação de imagens invertidas na retina.
- d) causar dificuldade de visualização de objetos próximos.
- e) acarretar a perda da capacidade de alterar o diâmetro da pupila.

Resposta: C. A audição não se recupera completamente após evento de ruído alto em que houve dano. Zumbidos e tonturas podem ser causados por infecções, inflamações e estresses, além das causas citadas;

Aula 10
ruidos acima de 85 dB são prejudiciais à audição humana.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

5 A poluição sonora é um problema comum nas grandes cidades e pode causar diversos efeitos negativos no corpo humano.

Sobre o impacto da poluição sonora na audição humana, é correto afirmar que:

- a) o principal efeito da poluição sonora sobre a audição é a intermitência do sono.
- b) a exposição contínua a ruídos altos pode causar perda auditiva temporária, mas a audição sempre se recupera completamente.
- c) o uso de protetores auriculares é indicado para ambientes barulhentos, pois ajuda a reduzir o risco de danos auditivos.
- d) condições envolvendo zumbido e tonturas são causadas apenas pela incidência de ruídos altos e repetitivos.
- e) ruídos emitidos até 90 decibéis não são prejudiciais à audição humana.

Aula 11

6 (FUVEST 2018) Analise as três afirmações sobre o controle da respiração em humanos.

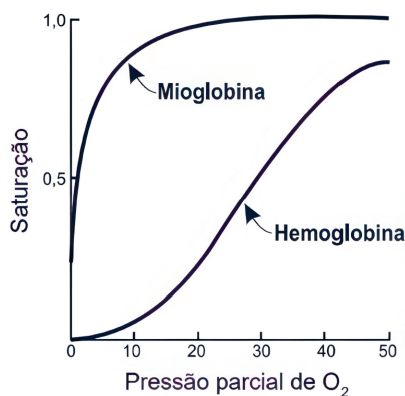
- I Impulsos nervosos estimulam a contração do diafragma e dos músculos intercostais, provocando a inspiração.

- II A concentração de dióxido de carbono no sangue influencia o ritmo respiratório.
- III O ritmo respiratório pode ser controlado voluntariamente, mas na maior parte do tempo tem controle involuntário.

Está correto o que se afirma em:

- a) I apenas. *As três afirmações estão corretas.*
- b) I e III apenas. *Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.*
- c) III apenas.
- d) II e III apenas.
- e) I, II e III.

- 7** (ENEM PPL 2019) A figura mostra a curva de saturação da hemoglobina e da mioglobina em função da pressão parcial de oxigênio e reflete a afinidade de cada proteína pelo oxigênio. Embora ambas sejam hemoproteínas ligantes de oxigênio, a hemoglobina transporta oxigênio dos pulmões para os tecidos pela corrente sanguínea e a mioglobina se liga ao oxigênio dentro das células musculares.



Resposta: D. A ausência de mioglobina, considerando-se a informação fornecida pelo enunciado de que a mioglobina se liga ao gás oxigênio dentro das células musculares, impactará diretamente a transferência de gás oxigênio para o tecido muscular.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

De que forma a oxigenação dos tecidos será afetada em indivíduos sem o gene da mioglobina?

- a) A concentração de oxigênio no sangue diminuirá.
- b) A capacidade de produção de hemoglobina diminuirá.
- c) A distribuição do oxigênio por todo o organismo será homogênea.
- d) A transferência do oxigênio do sangue para o tecido muscular será prejudicada.
- e) A hemoglobina do tecido muscular apresentará maior afinidade que a presente.

Aula 12

- 8** (FUVEST 2018) No sistema circulatório humano:

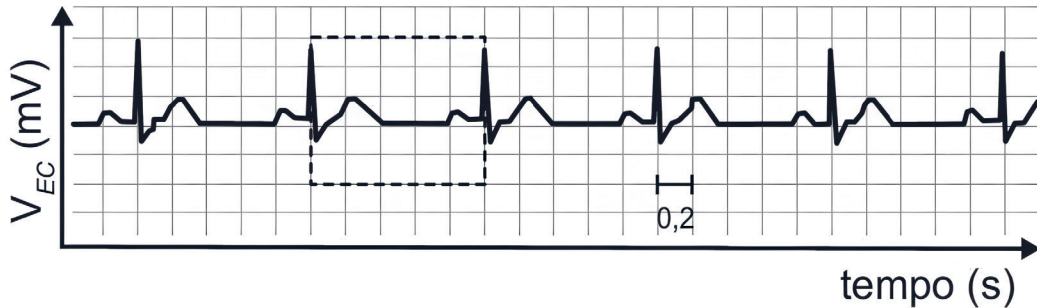
- a) a veia cava superior transporta sangue pobre em oxigênio, coletado da cabeça, dos braços e da parte superior do tronco, e chega ao átrio esquerdo do coração.
- b) a veia cava inferior transporta sangue pobre em oxigênio, coletado da parte inferior do tronco e dos membros inferiores, e chega ao átrio direito do coração.
- c) a artéria pulmonar transporta sangue rico em oxigênio, do coração até os pulmões.
- d) as veias pulmonares transportam sangue rico em oxigênio, dos pulmões até o átrio direito do coração.
- e) a artéria aorta transporta sangue rico em oxigênio para o corpo, por meio da circulação sistêmica, e sai do ventrículo direito do coração.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item. **205**

8. Resposta: B. Das descrições apresentadas, a que está correta é aquela que se refere à veia cava inferior, que chega ao átrio direito do coração, onde transporta sangue pobre em gás oxigênio vindo das regiões inferiores do corpo.

9 (ENEM 2021) O eletrocardiograma é um exame cardíaco que mede a intensidade dos sinais elétricos advindos do coração.

A imagem apresenta o resultado típico obtido em um paciente saudável e a intensidade do sinal (V_{EC}) em função do tempo.



INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM), 2021. [HTTPS://DOWNLOAD.INEP.GOV.BR/ENEM/PROVAS_E_GABARITOS/2021_PV_IMPRESSO_D2_CD7.PDF](https://download.inep.gov.br/enem/provas_e_gabaritos/2021_pv_impreso_d2_cd7.pdf). ACESSO EM: 11 OUT. 2025.

De acordo com o eletrocardiograma apresentado, qual foi o número de batimentos cardíacos por minuto desse paciente durante o exame?

- a) 30 **Resposta: B.** O gráfico mostra que cada quadradinho possuía um tempo de 0,2 s.
- b) 60** Como tinham 5 quadradinhos em uma oscilação completa, $T = 5 \cdot 0,2 = 1s$. Esse resultado representa o funcionamento normal do coração, com contrações rítmicas e regulares, evidenciando a coordenação elétrica do músculo cardíaco. **Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.**
- c) 100
- d) 120
- e) 180

Biomateriais

Aula 14

1 Os biomateriais desempenham um papel importante em diversas áreas da medicina, como, por exemplo, na substituição de partes do corpo e no suporte a funções biológicas. Certos biomateriais são projetados para se integrar com tecidos vivos sem causar rejeição ou inflamação. A hidroxiapatita, uma cerâmica biocompatível, é amplamente usada em procedimentos ortopédicos e odontológicos devido à sua capaci-

dade de promover a adesão celular e integrar-se ao tecido ósseo.

Com base nas características citadas, a hidroxiapatita é mais adequadamente aplicada em:

- a) lentes de contato descartáveis.
- b) revestimento de próteses cardíacas.
- c) implantes dentários e substituição de ossos.**
- d) implantes *stent* para o interior de vasos sanguíneos.
- e) produção de ductos maleáveis para o trato respiratório.

Resposta: C. O enunciado cita biomateriais que se integram a outros tecidos, em especial a hidroxiapatita, que promove adesão celular a tecido ósseo.

206 **Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.**

CADERNO DE EXERCÍCIOS

Química

Ligações químicas

Aula 1

O detergente contém moléculas anfipáticas com extremidade polar que interage com a água e extremidade apolar que interage com o óleo, permi-

- 1** (ENEM 2018) Em derramamentos de óleo no mar, os produtos conhecidos como “dispersantes” são usados para reduzir a tensão superficial do petróleo derramado, permitindo que o vento e as ondas “quebrem” a mancha em gotículas microscópicas. Estas são dispersadas pela água do mar antes que a mancha de petróleo atinja a costa. Na tentativa de fazer uma reprodução do efeito desse produto em casa, um estudante prepara um recipiente contendo água e gotas de óleo de soja. Há disponível apenas azeite, vinagre, detergente, água sanitária e sal de cozinha.

Qual dos materiais disponíveis provoca uma ação semelhante à situação descrita? *tindo reduzir a tensão superficial e dispersar*

- a) Azeite. *o óleo em pequenas gotículas, simulando o efeito de um dispersante em derramamentos no mar.*
- b) Vinagre. *persante em derramamentos no mar.*
- c) Detergente. *Veja no CMSP o passo a***
- d) Água sanitária. *passo da resolução do item.*
- e) Sal de cozinha.

Aula 2

Dispersantes contêm grupos lipofílicos e hidrofílicos, permitindo que o óleo se disperse em pequenas gotículas na

- 2** (FUVEST 2011) O acidente ocorrido em abril de 2010, em uma plataforma de petróleo no Golfo do México, colocou em risco o delicado equilíbrio

do ecossistema da região. Além da tentativa de contenção, com barreiras físicas, de parte do óleo derramado, foram utilizados dispersantes químicos. Dispersantes são compostos que contêm, em uma mesma molécula, grupos compatíveis com óleo (lipofílicos) e com água (hidrofílicos). Levando em conta as informações acima e com base em seus conhecimentos, indique a afirmação correta.

- a) O uso de dispersantes é uma forma de eliminar a poluição a que os organismos marítimos estão expostos.
- b) Acidentes como o mencionado podem gerar novos depósitos de petróleo, visto que a formação desse recurso depende da concentração de compostos de carbono em ambientes continentais.
- c) Entidades internacionais conseguiram, após o acidente, a aprovação de sanções econômicas a serem aplicadas pela ONU às empresas e países que venham a ser responsabilizados por novos danos ambientais.
- d) A presença de petróleo na superfície da água, por dificultar a passagem da luz, diminui a taxa de

água. Eles não eliminam nem degradam o petróleo, apenas aumentam sua dispersão, mantendo os hidrocarbonetos presentes no ambiente e possibilitando maior contato com organismos aquáticos. *Veja*

Cada geometria segue a teoria VSEPR: OF_2 e SF_2 têm 2 pares isolados (angular), BF_3 tem 3 ligantes e nenhum par isolado (trigonal plana), NF_3 tem 3 ligantes e 1 par isolado (piramidal), CF_4 e XeO_4 têm 4 ligantes e nenhum par isolado (tetraédrica).

fotossíntese realizada pelo zooplâncton, o que, no entanto, não afeta a cadeia alimentar.

- e)** Os dispersantes aumentam a quantidade de petróleo que se mistura com a água, porém não o removem do mar.

Aula 3

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

3 (ITA 2000) Assinale a opção que contém a geometria molecular CORRETA das espécies OF_2 , SF_2 , BF_3 , NF_3 , CF_4 e XeO_4 , todas no estado gasoso.

- a)** angular, linear, piramidal, piramidal, tetraédrica e quadrado planar.
b) linear, linear, trigonal plana, piramidal, quadrado planar e quadrado planar.
c) angular, angular, trigonal plana, piramidal, tetraédrica e tetraédrica.
d) linear, angular, piramidal, trigonal plana, angular e tetraédrica.
e) trigonal plana, linear, tetraédrica, piramidal, tetraédrica e quadrado planar.

Aula 4

Tanto o carvão ativado quanto o benzeno são apolares. Nessas moléculas, surgem dipolos temporários devido à movimentação dos elétrons, que induzem dipolos em moléculas vizinhas, resultando em

4 (ENEM 2016) O carvão ativado é um material que possui elevado teor de carbono, sendo muito utilizado para a remoção de compostos orgânicos voláteis do meio, como o benzeno. Para a remoção desses compostos, utiliza-se a adsorção. Esse fenômeno ocorre por meio de interações do tipo intermoleculares entre a superfície do carvão (adsorvente) e o benzeno (adsorvato, substância adsorvida). No caso apresentado, entre o adsorvente e a substância adsorvida ocorre a formação de:

- a)** ligações dissulfeto.
b) ligações covalentes.
c) ligações de hidrogênio.
d) interações dipolo induzido – dipolo induzido.
e) interações dipolo permanente – dipolo permanente.

forças de atração de London, características da adsorção física.

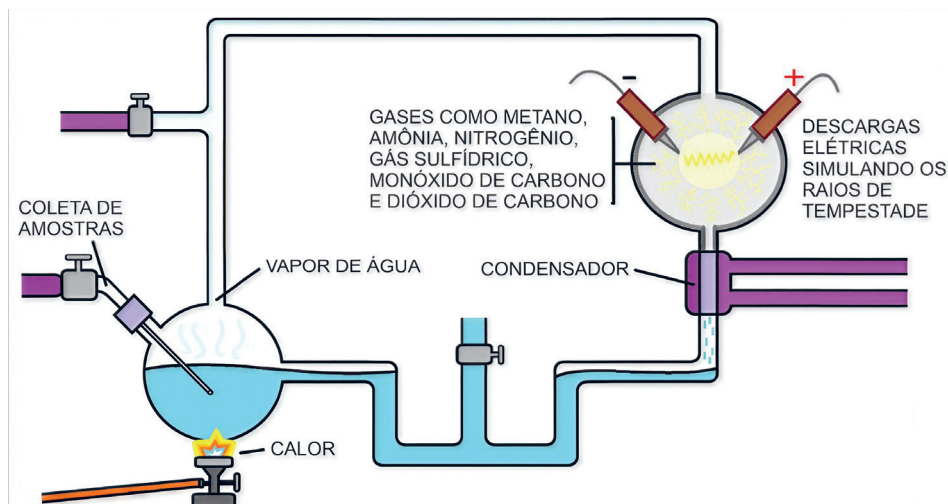
Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Interações Intermoleculares

Aula 5

O experimento de Miller e Urey reproduziu as condições da Terra primitiva e mostrou que moléculas inorgânicas podiam se transformar em compostos orgânicos, como aminoácidos, apoiando a ideia de Oparin e Haldane sobre o "caldo primordial" como ambiente propício para o surgimento da vida. Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

1 (UPF 2022) O experimento de Miller e Urey foi idealizado para testar as hipóteses de Oparin e Haldane sobre a origem da vida na Terra. Nesse experimento, foram simuladas as condições da Terra primitiva num ambiente fechado composto por gases e vapor de água que eram aquecidos, resfriados e submetidos a descargas elétricas, como mostra a figura abaixo.



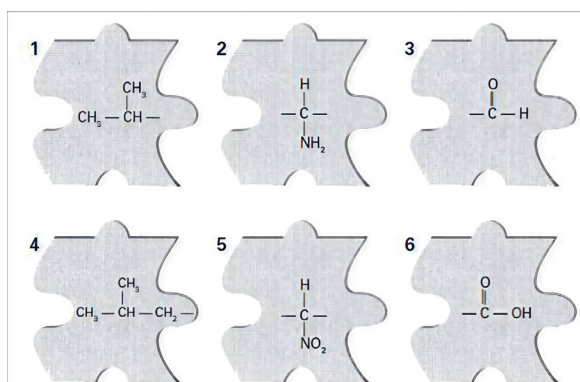
Com esse experimento, Miller e Urey conseguiram:

- a) demonstrar e compreender o processo de formação de moléculas de RNA por meio da hipótese da panspermia cósmica.
- b)** demonstrar que as condições na Terra primitiva permitiam a ocorrência de reações químicas que transformavam compostos inorgânicos em compostos orgânicos precursores da vida.
- c) comprovar a teoria da abiogênese para o surgimento da vida na Terra primitiva.
- d) explicar o surgimento de organismos unicelulares procariotos e confirmar a hipótese endossimbiótica para o surgimento dos seres eucariotos.
- e) confirmar a hipótese de que a atmosfera primitiva poderia desenvolver seres procariotos dotados de moléculas de RNA complexas.

Aula 6 A unidade fundamental de uma proteína é o aminoácido, formado pelo **grupo amino (-NH₂)**, **grupo carboxila (-COOH)** e **cadeia lateral ou radical (R)**. As peças 4, 2 e 6 representam respectivamente essas partes, e, ao juntá-las nessa ordem, obtém-se a estrutura completa do aminoácido, base de todas as proteínas.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 2** (UFRJ-RJ 2001) Um estudante recebeu um quebra-cabeça que contém peças numeradas de 1 a 6, representando partes de moléculas.



Para montar a estrutura de uma unidade fundamental de uma proteína, ele deverá juntar três peças do jogo na seguinte sequência:

- a) 1, 5 e 3.
- b) 1, 5 e 6.
- c) 4, 2 e 3.
- d) 4, 2 e 6.**

Aula 7

A estrutura primária corresponde à **sequência linear dos aminoácidos na cadeia peptídica**, definida geneticamente, e é essa ordem que condiciona o dobramento e a função da proteína. **Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.**

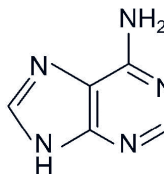
3 (PUC-RIO 1999) A estrutura primária de uma proteína é determinada:

- a) por sua forma tridimensional que dá origem às estruturas secundárias.
- b) pela sua disposição espacial originada pela interação da cadeia peptídica.
- c) pela sequência dos aminoácidos na cadeia peptídica.**
- d) pela divisão das estruturas secundárias.
- e) pela quantidade de colágeno presente.

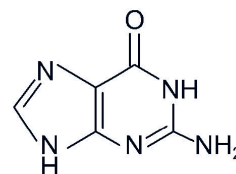
O pareamento entre as bases nitrogenadas do DNA ocorre por **ligações de hidrogênio**, que garantem estabilidade à dupla-hélice e, ao mesmo

Aula 8

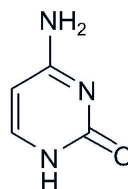
4 (UNESP 2019) Para responder à questão, analise as fórmulas estruturais de bases nitrogenadas que compõem o DNA e os símbolos empregados para representá-las.



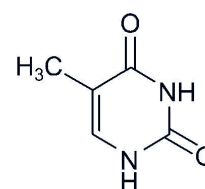
adenina (A)



guanina (G)



citosina (C)



timina (T)

Os pareamentos das bases na dupla-hélice da molécula de DNA ocorrem por meio de:

- a) ligações covalentes simples.
- b) ligações covalentes duplas.
- c) ligações de hidrogênio.**
- d) ligações iônicas.
- e) forças de London.

Transformações

Aula 9

Um fenômeno químico é evidenciado pela mudança da composição química da matéria, formando novas substâncias.

1. Fenômeno químico: ocorre a formação da substância $\text{NaAl(OH)}_4(\text{aq})$.

1 (ENEM 2017) A bauxita, composta por cerca de 50% de Al_2O_3 , é o mais importante minério de alumínio. As se-

3. Fenômeno químico: ocorre a formação das substâncias $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$ e H_2O .

5. Fenômeno químico: ocorre a formação da substância alumínio metálico sólido.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

guintes etapas são necessárias para a obtenção de alumínio metálico:

- I A dissolução do $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$ é realizada em solução de $\text{NaOH}(\text{aq})$ a $175\text{ }^\circ\text{C}$,

levando à formação da espécie solúvel $\text{NaAl(OH)}_4(\text{aq})$.

- II Com o resfriamento da parte solúvel, ocorre a precipitação do $\text{Al(OH)}_3(\text{s})$.
- III Quando o $\text{Al(OH)}_3(\text{s})$ é aquecido a $1\ 050\ ^\circ\text{C}$, ele se decompõe em $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$ e H_2O .
- IV $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$ é transferido para uma cuba eletrolítica e fundido em alta temperatura com auxílio de um fundente.
- V Através da passagem de corrente elétrica entre os eletrodos da cuba eletrolítica, obtém-se o alumínio reduzido no cátodo.

As etapas I, III e V referem-se, respectivamente, a fenômenos:

- a) químico, físico e físico.
- b) físico, físico e químico.
- c) físico, químico e físico.
- d) químico, físico e químico.
- e) químico, químico e químico.

Aula 11

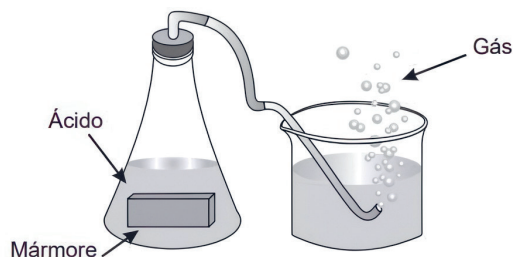
- 3 (ENEM 2018) A figura apresenta um processo alternativo para obtenção de etanol combustível, utilizando o bagaço e as folhas de cana-de-açúcar. Suas principais etapas são identificadas com números.



Disponível em: <http://revistaspesquisa.fapesp.br>. Acesso em: 24 mar. 2014 (adaptado).

Aula 10

- 2 (ENEM 2022) Um grupo de alunos realizou um experimento para observar algumas propriedades dos ácidos, adicionando um pedaço de mármore (CaCO_3) a uma solução aquosa de ácido clorídrico (HCl), observando a liberação de um gás e o aumento da temperatura.



REPRODUÇÃO/WIKIMEDIA

O gás obtido no experimento é o:

- a) H_2
 - b) O_2
 - c) CO_2
 - d) CO
 - e) Cl_2
- Quando o mármore (CaCO_3) entra em contato com o ácido clorídrico (HCl), ocorre uma reação química que libera gás dióxido de carbono (CO_2). Essa reação é representada por: $\text{CaCO}_3 + 2\ \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. A liberação de gás e o aumento da temperatura evidenciam uma transformação química exotérmica.
- Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Em qual etapa ocorre a síntese desse combustível?

- a) 1 A síntese do etanol ocorre na etapa em que os açúcares presentes na cana são fermentados por leveduras, produzindo etanol e CO_2 . Essa etapa transforma os carboidratos em combustível utilizável por meio de uma reação bioquímica específica, essencial para a obtenção do etanol.
- b) 2
- c) 3
- d) 4 **Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.**
- e) 5

Aula 12

4 (ENEM 2003) Produtos de limpeza, indevidamente guardados ou manipulados, estão entre as principais causas de acidentes domésticos. Leia o relato de uma pessoa que perdeu o olfato por ter misturado água sanitária, amoníaco e sabão em pó para limpar um banheiro.

A mistura ferveu e começou a sair uma fumaça asfíxiante. Não conseguia respirar e meus olhos, nariz e garganta começaram a arder de maneira insuportável. Saí correndo à procura de uma janela aberta para poder voltar a respirar.

O trecho destacado no texto poderia ser reescrito, em linguagem científica, da seguinte forma:

- a) as substâncias químicas presentes nos produtos de limpeza evaporaram.
- b) com a mistura química, houve produção de uma solução aquosa asfíxiante.

A mistura dos produtos de limpeza provocou uma **transformação química**, resultando na **formação rápida de gases tóxicos**. Essa reação gerou substâncias novas e perigosas, evidenciando que não se trata de simples evaporação ou dissolução, mas de uma mudança química nociva à saúde. **Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.**

c) as substâncias sofreram transformações pelo contato com o oxigênio do ar.

d) com a mistura, houve transformação química que produziu rapidamente gases tóxicos.

e) com a mistura, houve transformação química, evidenciada pela dissolução de um sólido.

A metáfora da "faísca que virou uma explosão" representa uma **reação química exotérmica**, na qual ocorre **liberação de energia** sob a forma de luz e calor, semelhante ao que acontece em uma combustão. Essa imagem traduz a intensidade crescente da paixão descrita na música.

Aula 13

5 (ETEC 2019) Leia o trecho da letra da música "Química", de João Bosco e Vinícius de Moraes. **Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.**

Desde o primeiro dia que a gente se viu
Impressionante a química que nos uniu
E o tempo foi tornando tão intenso o
nosso amor

Faróis iluminavam o meu coração
Feito faísca que virou uma explosão
E o tempo foi tornando tão intensa a
nossa paixão

Na segunda estrofe, a faísca desencadeia uma transformação:

- a) química e exotérmica, pois há liberação de energia.
- b) química e endotérmica, pois há absorção de energia.
- c) física e exotérmica, pois há absorção de energia.
- d) física e endotérmica, pois há liberação de energia.
- e) física e sem variação de energia.

Reações de combustão

Aula 14

1 (SIS-UEA 1 2022) O gás natural é constituído por hidrocarbonetos, principalmente pelo gás metano (CH_4).

Na combustão do gás metano com excesso de comburente (O_2) formam-se:

a) H_2CO_3 e H_2 .

b) CO e H_2 .

c) C e H_2O_2 .

d) CO_2 e H_2O .

e) C_2H_4 e H_2O .

Na combustão completa do metano, em presença de excesso de oxigênio, formam-se dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O). Essa reação é típica de processos de oxidação total e libera grande quantidade de energia, sendo, portanto, exotérmica.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

FÍSICA – BIOLOGIA – QUÍMICA
LIVRO DO ESTUDANTE
ENSINO MÉDIO – 2º 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,
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**