

Curriculum
em **Ação**

VOLUME 3

LIVRO DO ESTUDANTE

2ª edição



Física

Biologia

Química

2ª
série



discord.gg/cmsphacks

discord.gg/fKueU7rSXF



VOLUME 3

LIVRO DO ESTUDANTE

2ª edição

Física
Biologia
Química



Nome: _____





GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Governador

Tarcísio Gomes de Freitas

Secretário da Educação

Renato Feder

Secretário Executivo

Vinicius Mendonça Neiva

Chefe de Gabinete

Juliana Velho

Subsecretário da Subsecretaria Pedagógica

Daniel Barros

Subsecretário da Subsecretaria de Gestão Corporativa

Sergio Sobral de Oliveira Neto

Presidente da Fundação para o Desenvolvimento da Educação

Fabricio Moura Moreira



Apresentação

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

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



Conheça seu livro

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

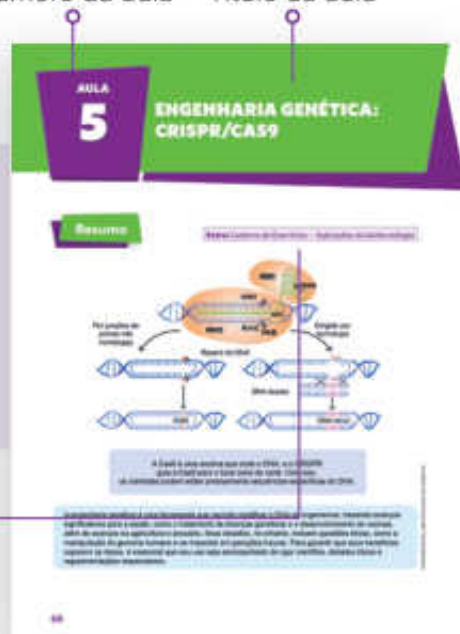
Resumo

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

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

Abertura das aulas

Número da aula Título da aula



AULA 9

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.





Na prática

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



Material digital

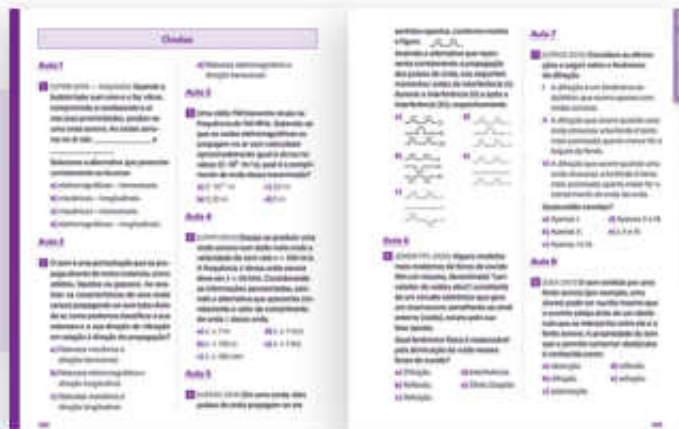
Sempre que uma atividade do material digital apresentar a indicação "Veja no livro!", significa que ela estará aqui para sua resolução.

Atividade 1 Veja no livro!

Referências às atividades a serem realizadas no livro.

Cadernos de Exercícios

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



Sumário

FÍSICA

Aula 1	Som e luz: exemplos para entender ondas.....	10
Aula 2	Ondas na prática: reconhecendo tipos e características.....	12
Aula 3	A equação da onda e as relações entre suas grandezas.....	14
Aula 4	Resolvendo problemas com a equação fundamental da ondulatória.....	21
Aula 5	Quando as ondas se encontram: interferência e reflexão.....	24
Aula 6	Exercícios sobre interferência e reflexão de ondas.....	29
Aula 7	Contornando obstáculos: quando as ondas se curvam.....	32
Aula 8	Quando as ondas contornam obstáculos: exercícios sobre difração.....	35
Aula 9	Altura, timbre e intensidade: a identidade das ondas sonoras.....	39
Aula 10	Exercícios sobre altura, timbre e intensidade do som.....	43
Aula 11	Quanto vale o som? Conhecendo os decibéis.....	45
Aula 12	Ondas estacionárias e harmônicos.....	52

BIOLOGIA

Aula 1	Células HeLa: a importância da bioética em biotecnologia.....	58
Aula 2	DNA e RNA.....	60
Aula 3	Transcrição.....	62
Aula 4	Tradução.....	65
Aula 5	Engenharia genética: CRISPR/Cas9.....	68
Aula 6	Clonagem.....	71
Aula 7	Terapia gênica.....	74
Aula 8	Soros imunológicos.....	78
Aula 9	Vacinas.....	80
Aula 10	Darwinismo social e eugenia.....	82
Aula 11	O papel da bioética diante da postura eugenista.....	84
Aula 12	Heredogramas.....	87



QUÍMICA

Aula 1	Condições fundamentais para a ocorrência das transformações químicas	92
Aula 2	Energia de ativação	98
Aula 3	Fatores que influenciam a rapidez de uma transformação	101
Aula 4	Lei da rapidez e as concentrações	106
Aula 5	Equilíbrio químico	109
Aula 6	Equilíbrio homogêneo e equilíbrio heterogêneo	114
Aula 7	Perturbação no equilíbrio químico	117
Aula 8	Produto iônico da água	120
Aula 9	Equilíbrio químico nos oceanos	123
Aula 10	O pH e pOH em soluções tamponadas e não tamponadas	129
Aula 11	Hidrólise salina	133
Aula 12	Constante do produto de solubilidade	136
Caderno de Exercícios		141
Física		141
Biologia		145
Química		155
Anexos		163





FÍSICA



AULA

1

SOM E LUZ: EXEMPLOS PARA ENTENDER ONDAS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Ondas

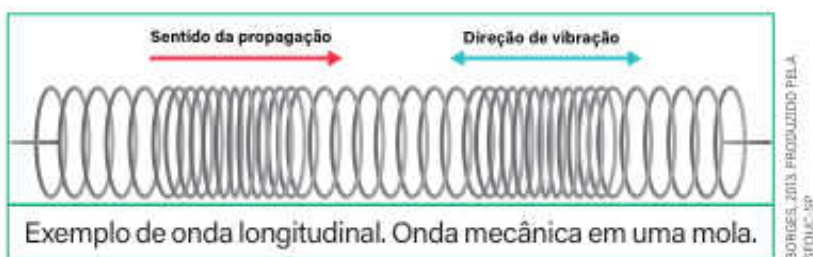
As ondas podem ser classificadas quanto à sua natureza e às suas direções de propagação e vibração.

Natureza: mecânica ou não-mecânica

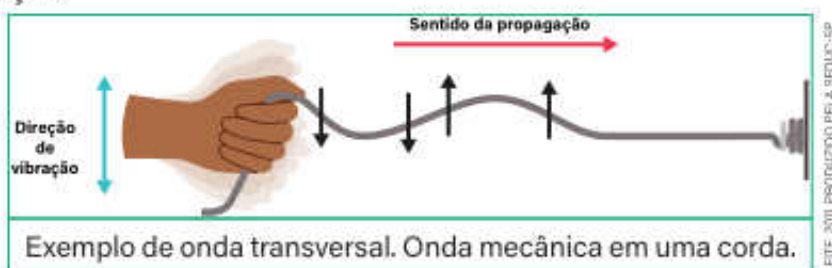
- Ondas mecânicas: precisam de um meio material para se propagar (exemplos: onda em uma corda e onda sonora).
- Ondas não-mecânicas: não necessitam de meio material para se propagar, podem se propagar no vácuo (exemplos: onda eletromagnética e onda gravitacional).

Direções (de propagação e de vibração): longitudinal, transversal ou mista.

- Ondas longitudinais: sua direção de propagação coincide com a direção de vibração do meio.



- Ondas transversais: as vibrações ocorrem perpendicularmente à direção de propagação.



- Ondas mistas: são ondas mecânicas constituídas de vibrações transversais e longitudinais simultaneamente.



Na prática

Atividade 1

Analise as afirmativas numeradas a seguir e responda quais são verdadeiras.

- | | |
|--------------------------------------|---|
| I A luz pode se propagar no vácuo. | I A luz pode se propagar no vácuo. Correta |
| II A luz é uma onda eletromagnética. | II A luz é uma onda eletromagnética. Correta |
| III O som é uma onda mecânica. | III O som é uma onda mecânica. Correta |
| IV A luz pode ser onda mecânica. | A luz pode ser onda mecânica. Errada |
| V O som pode se propagar no vácuo. | IV A luz é uma onda eletromagnética. |
| | V O som pode se propagar no vácuo. Errada |
| | O som é uma onda mecânica, precisa estar um meio material para se propagar. |

- a) I, II e III.
 b) I, III e IV.
 c) II, III e V.
 d) I, II e V.
 e) Todas as afirmativas.

Atividade 2

a) **Errada** – Os raios X, de fato, não são visíveis ao olho humano, **mas não são os únicos**. Outras ondas, como raios gama, ondas de rádio e ondas sonoras, também não podem ser vistas.

(FAG 2018/1) São exemplos de ondas os raios X, os raios gama, as ondas de rádio, as ondas sonoras e as ondas de luz. Cada um desses cinco tipos de onda difere, de algum modo, dos demais. Qual das alternativas apresenta uma afirmação que diferencia corretamente o tipo de onda referido das demais ondas acima citadas?

- a) Raios X são as únicas ondas que não são visíveis. b) **Errada** – Raios gama são ondas eletromagnéticas, e todas as ondas eletromagnéticas (como raios X, ondas de rádio e luz) são **transversais**. Portanto, os raios gama não são os únicos com essa característica.
- b) Raios gama são as únicas ondas transversais.
- c) Ondas de rádio são as únicas ondas que transportam energia.
- d) Ondas sonoras são as únicas ondas longitudinais.

- e) Ondas de luz são as únicas ondas que se propagam no vácuo com velocidade de 300 000 km/s. c) **Errada** – Todas as ondas mencionadas (raios X, raios gama, ondas de rádio, ondas sonoras e ondas de luz) **transportam energia**. Essa é uma característica geral de qualquer tipo de onda, seja mecânica ou eletromagnética.

d) **Correta**.

e) **Errada** – As ondas de luz realmente se propagam no vácuo com uma velocidade aproximada de 300 000 km/s, mas **todas as ondas eletromagnéticas** (como raios X, raios gama e ondas de rádio) também se propagam com essa velocidade no vácuo.



AULA

2

ONDAS NA PRÁTICA: RECONHECENDO TIPOS E CARACTERÍSTICAS

Na prática

Extra: Caderno de Exercícios – Ondas

Atividade 1

- a) ERRADA. As ondas sonoras são ondas **mecânicas**.
- b) CORRETA.
- c) ERRADA. As ondas de rádio e TV são ondas **eletromagnéticas**.
- d) ERRADA. A luz visível é uma onda eletromagnética que **não** precisa de um meio para se propagar.

(PUC-MG 2023/1) Nossas várias formas de comunicação estão relacionadas às ondas. Podemos enxergar quando há luz visível, ouvimos por meio de ondas sonoras e, também, recebemos sinais de rádio, TV e internet através de ondas. Em relação às ondas, é CORRETO afirmar:

- a) as ondas sonoras são ondas eletromagnéticas que se propagam com a mesma velocidade em qualquer que seja o meio.
- ☒ b) as ondas sonoras são ondas mecânicas, e sua velocidade varia de acordo com o meio em que se propaga.
- c) as ondas de rádio e TV são ondas mecânicas de alta frequência.
- d) a luz visível é uma onda eletromagnética que precisa de um meio para se propagar.

A) CORRETA.

ondas podem ser classificadas em **mecânicas e eletromagnéticas**.

Atividade 2

B) CORRETA.

C) INCORRETA. Quanto à sua natureza, as

D) CORRETA.

Assinale a alternativa **incorreta** em relação à classificação das ondas.

- a) Todas as ondas eletromagnéticas são transversais.
- b) As ondas longitudinais possuem direção de vibração paralela à direção de propagação.
- ☒ c) Quanto à sua natureza, as ondas podem ser classificadas em mecânicas e não-mecânicas.
- d) O som é uma onda mecânica e longitudinal.



Atividade 3

(UFPEL 2006 - Adaptada) Recentemente o engenheiro Marcos Pontes se tornou o primeiro astronauta brasileiro a ultrapassar a atmosfera terrestre. Diariamente existiam contatos entre Marcos e a base, e alguns deles eram transmitidos através dos meios de comunicação.

Com base no texto e em seus conhecimentos, é correto afirmar que conseguíamos "ouvir" e "falar" com Marcos, porque, para essa conversa, estavam envolvidas:

- a) apenas ondas mecânicas – transversais – já que estas se propagam tanto no vácuo como no ar.
- b) apenas ondas eletromagnéticas – longitudinais – já que estas se propagam tanto no vácuo como no ar.
- c) ondas eletromagnéticas – transversais – que apresentam as mesmas frequência, velocidade e comprimento de onda, ao passar de um meio para outro.
- d) ondas mecânicas – transversais – que apresentam as mesmas frequência, velocidade e comprimento de onda, ao passar de um meio para outro.
- e) tanto ondas eletromagnéticas – transversais – que se propagam no vácuo como ondas mecânicas – longitudinais – que necessitam de um meio material para a sua propagação.**

A comunicação com o astronauta envolve dois tipos de ondas. O som corresponde a ondas mecânicas e longitudinais, que necessitam de um meio material para se propagar. Para que a informação chegue à Terra através do espaço, ela é transmitida por ondas eletromagnéticas transversais, que se propagam no vácuo.



A EQUAÇÃO DA ONDA E AS RELAÇÕES ENTRE SUAS GRANDEZAS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Ondas

A seguir, serão apresentadas algumas grandezas físicas importantes da ondulatória.

Amplitude (A)

Chamamos de **amplitude** da onda, representada pela letra **A**, a “**altura**” da onda. Ela é medida pela distância entre o ponto de repouso até a **crista** (ponto máximo) da onda. Pode também ser medida entre o ponto de repouso e o **vale** (ponto mínimo) da onda.

Frequência (f)

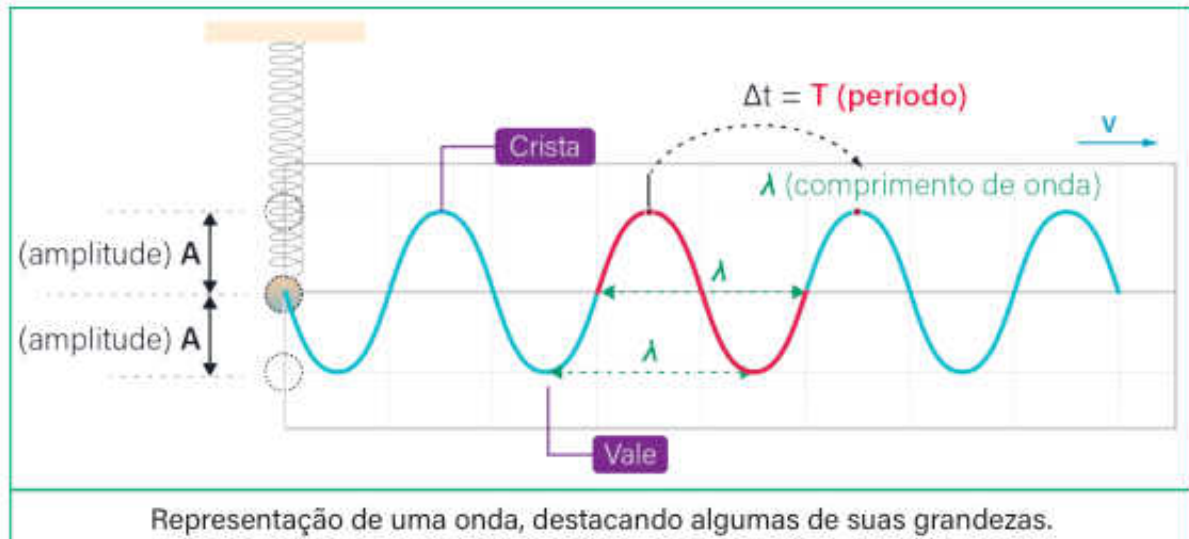
A grandeza **frequência**, representada pela letra **f**, quando relacionada a uma onda, representa o número de oscilações que uma onda realiza por unidade de tempo. No Sistema Internacional (SI), a unidade de frequência é $\frac{1}{s}$, ou s^{-1} . A essa unidade foi dado o nome de **hertz** (Hz).

Período (T)

O **período**, representado pela letra **T**, corresponde ao tempo necessário para uma oscilação completa ser realizada. No Sistema Internacional (SI), a unidade do período é o segundo (s).

Comprimento de onda (λ)

Chamamos de comprimento de onda, representado pela letra grega *lambda*, λ , a distância entre duas cristas ou dois vales consecutivos. Esta é a distância total de um ciclo completo de onda.



Velocidade da onda (v)

Sabemos, da cinemática, que a velocidade média escalar pode ser calculada por meio da relação:

$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, podemos dizer que $\Delta s = \lambda$ e que $\Delta t = T$. Substituindo os valores na relação, temos que:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \frac{1}{T}$$

Mas sabemos que $\frac{1}{T}$, o inverso do período, é a frequência. Portanto:

$$v = \lambda \cdot \frac{1}{T} = \lambda \cdot f$$

$$v = \lambda \cdot f$$

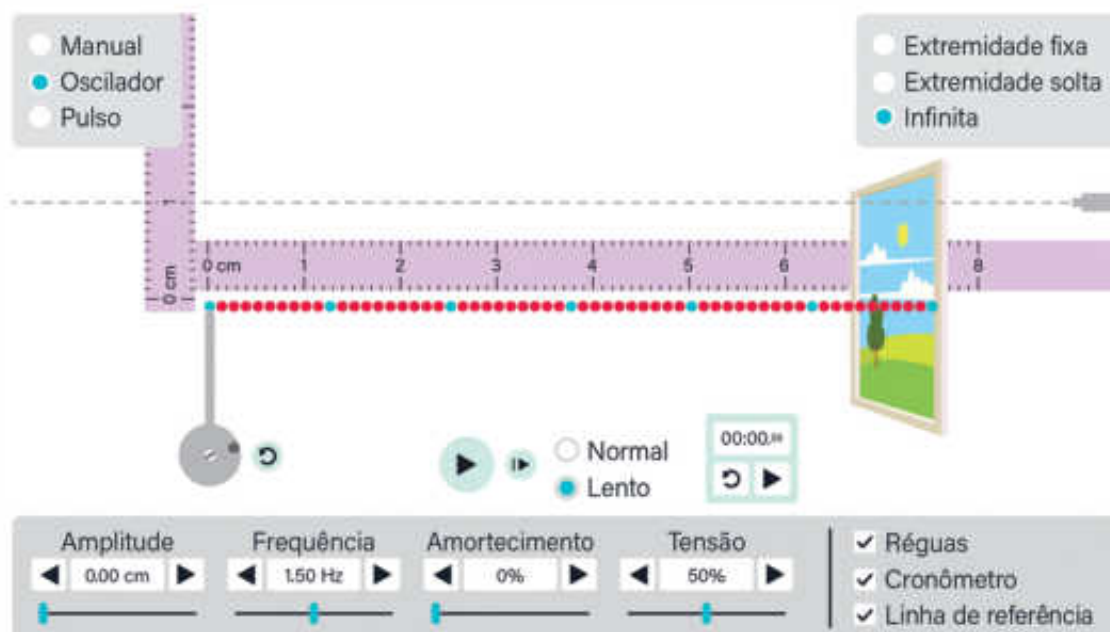
é denominada **equação fundamental da ondulatória**.

Na prática

Atividade 1

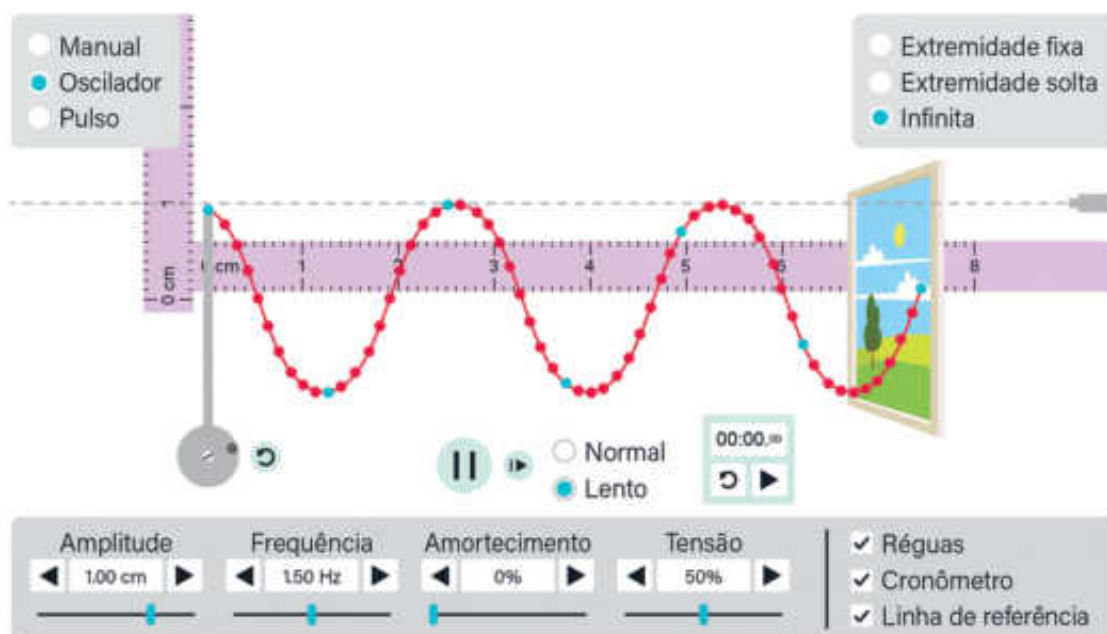
No simulador PhET (ondas em corda), siga as instruções a seguir:

- escolha as opções Oscilador e Infinita;
- coloque, em um primeiro momento, a **Amplitude** em 0.00 cm, clique no ícone de Pause e selecione **Lento**;
- selecione a opção **Réguas**;
- ajuste a régua vertical para que o marcador do zero fique no centro da primeira ponta azul;
- ajuste a régua horizontal para que esta também esteja alinhada ao centro da primeira ponta azul;
- selecione a opção **Linha de Referência** e a coloque na altura de 1 cm;
- arraste o **amortecimento** para "0%" e a **tensão** para "50%";
- selecione a opção **Cronômetro**;
- observe a imagem adiante como referência;



PHET SIMULAÇÕES INTERATIVAS [S.D.] PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM O GETTY IMAGES

- agora, coloque a **Amplitude** em 1.00 cm e aperte o **Play**;
- após observar a onda por alguns segundos, altere os valores de amplitude, de frequência e responda às questões.



PHET SIMULAÇÕES INTERATIVAS [S.O.], PRODUTORA PELA SEDUC-AP COM © GETTY IMAGES

O que acontece com a onda quando o valor da amplitude aumenta?

E o que acontece com a onda quando variamos a frequência?

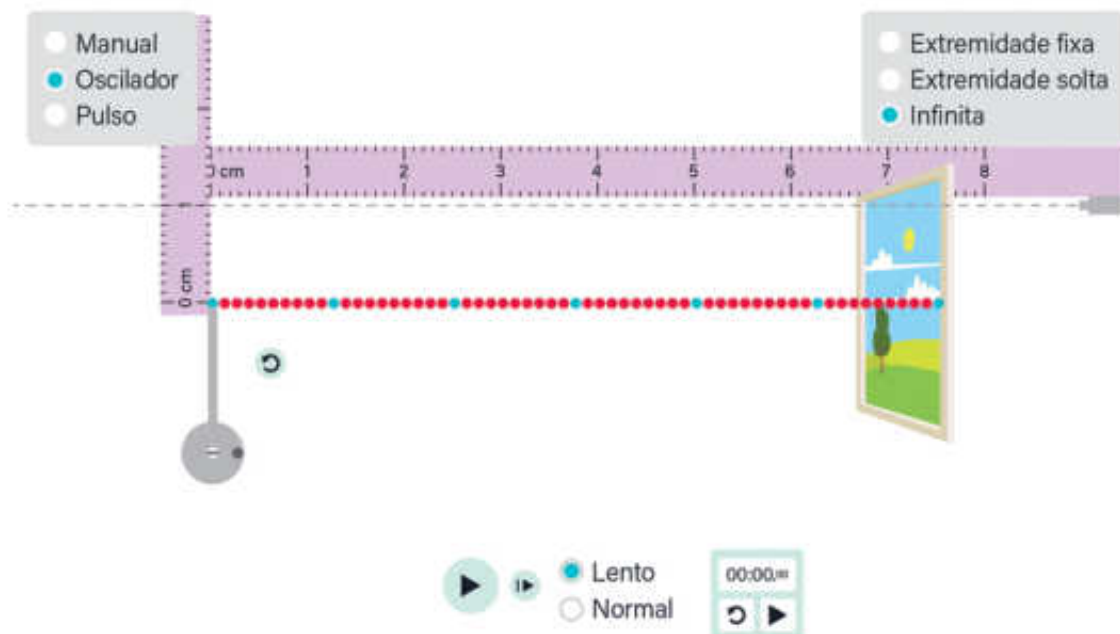
Ao aumentar o valor da amplitude no simulador, a distância entre os pontos mais altos da onda até a linha de referência que marca 0 cm aumenta. O mesmo ocorre com os pontos mais baixos: ao aumentar a frequência, a onda passa a oscilar mais rapidamente. Com isso a distância horizontal entre os pontos da onda diminui.

Atividade 2

Voltando ao simulador, siga as instruções a seguir:

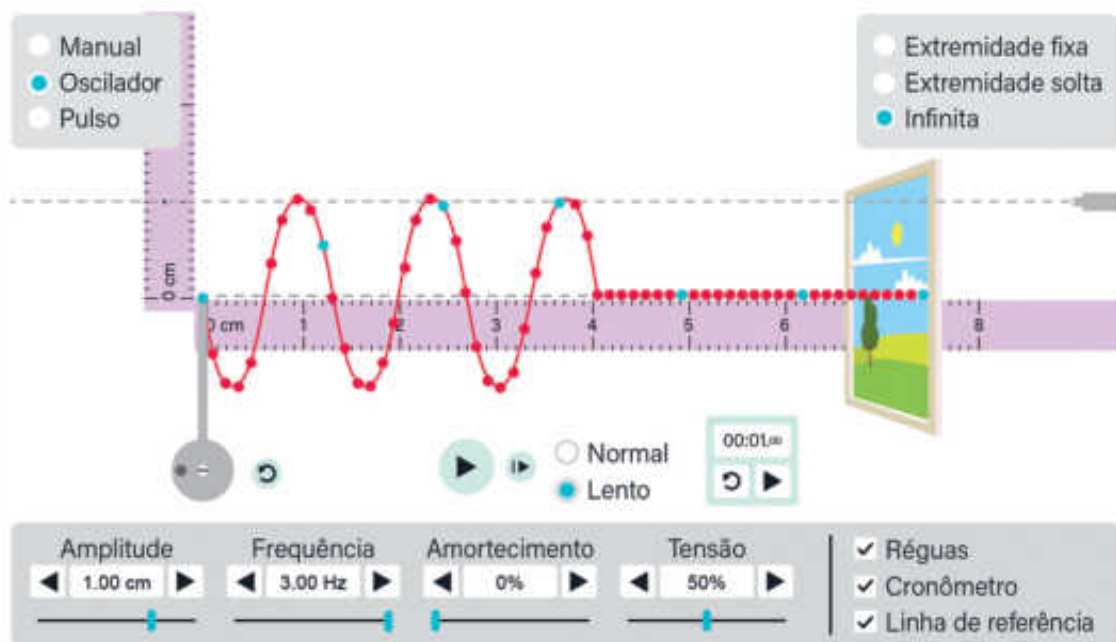
- pause e coloque a **Frequência** em 3.0 Hz e a **Amplitude** em 0.00 cm;
- dê o **Play** até que a onda “suma” e a corda esteja esticada;
- utilize o botão de **Avançar** até que a referência do oscilador (centro do oscilador) fique na horizontal;





PHET SIMULAÇÕES INTERATIVAS, [S.D.], PRODUTIDO PELA SEDUC-SP COM © GETTY IMAGES

- agora, coloque a **Amplitude** em 1.00 cm e aperte o **Play no Cronômetro**;
- utilize o botão de **Avançar** até que o cronômetro marque 1 segundo e, enquanto avança no tempo, conte quantas voltas o oscilador dará;
- anote o dado obtido e responda às questões.



PHET SIMULAÇÕES INTERATIVAS, [S.D.], PRODUTIDO PELA SEDUC-SP COM © GETTY IMAGES

Qual é o valor do período dessa onda?

Na situação proposta no simulador, o intervalo de tempo $\Delta t = 1$ s, como mostra o cronômetro. Se analisarmos a onda, podemos notar que ocorreram 3 oscilações completas. Portanto, o período desta onda pode ser definido por:

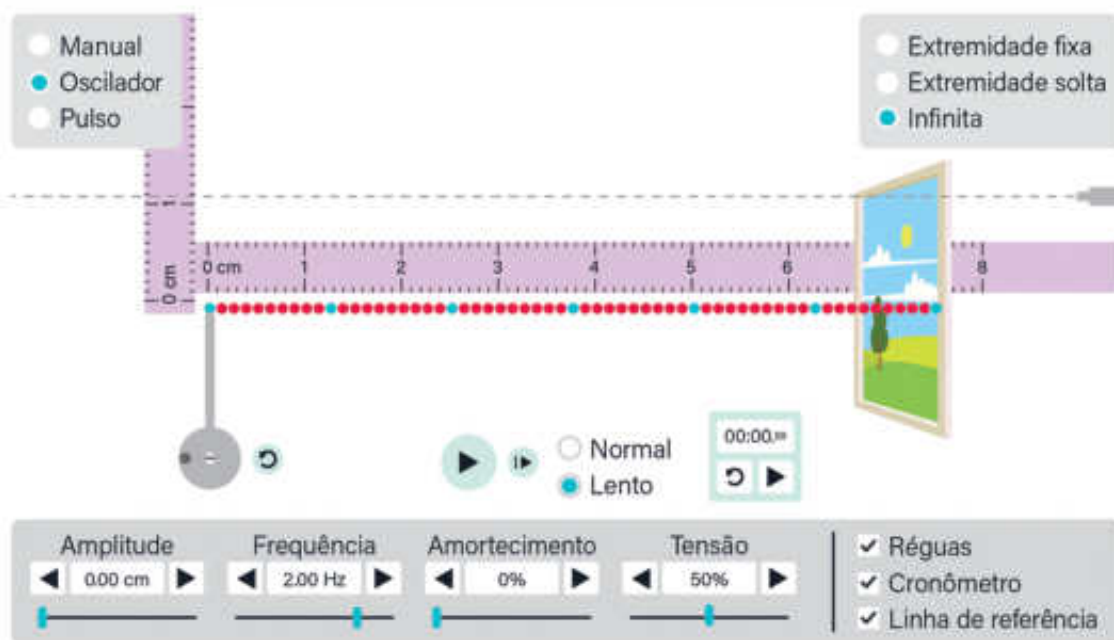
$$T = \frac{1}{3} \text{ s}$$

$$T = 0,333... \text{ s}$$

Atividade 3

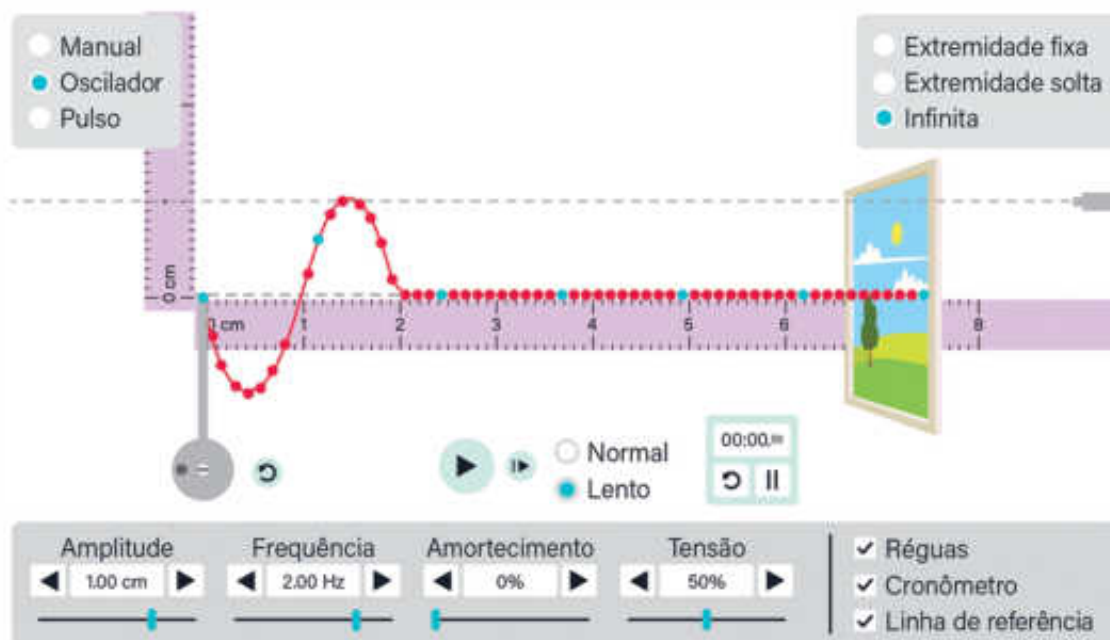
Voltando ao simulador, siga as instruções a seguir:

- pause e coloque a **Frequência** em 2.0 Hz e a **Amplitude** em 0.00 cm;
- dê o **Play** até que a onda "suma" e a corda esteja esticada;
- utilize o botão de **Avançar** até que a referência do oscilador (centro do oscilador) fique na horizontal, conforme a imagem adiante.



IMET SIMULAÇÕES INTERATIVAS (S.O.L.) PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM O GETTY IMAGES

- agora, coloque a **Amplitude** em 1.00 cm e aperte o **Play no Cronômetro**;
- utilize o botão de **Avançar** até que o oscilador complete uma volta completa;
- anote os dados obtidos, calcule e responda às questões.



PHET SIMULAÇÕES INTERATIVAS [15.1] PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM O GETTY IMAGES

Qual é o valor da velocidade dessa onda?

Sabemos, da cinemática, que a velocidade média escalar pode ser calculada através da relação: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$.

Pela imagem, podemos dizer que $\Delta s = \lambda = 2 \text{ cm}$ e que $\Delta t = T = 0,5 \text{ s}$. Substituindo os valores na relação, temos que:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$v = \frac{2 \text{ cm}}{0,5 \text{ s}} = 4 \text{ cm/s}$$

AULA

4

RESOLVENDO PROBLEMAS
COM A EQUAÇÃO
FUNDAMENTAL DA
ONDULATÓRIA

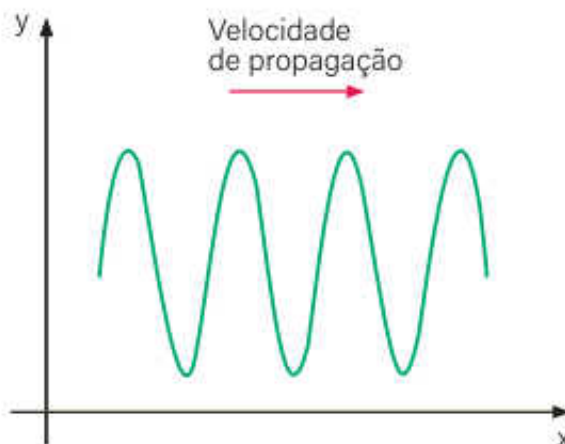
Na prática

Extra: Caderno de Exercícios – Ondas

Atividade 1

(VUNESP/EINSTEIN 2024) A figura mostra uma corda na qual se propaga uma onda transversal. As cristas e os vales dessa onda estão todos contidos no plano xy e a velocidade de propagação da onda tem a mesma direção e o mesmo sentido do eixo x .

A propagação de ondas envolve o transporte de energia sem transferência de matéria. No caso de uma onda transversal, a perturbação dos pontos do meio ocorre em direção perpendicular à direção de propagação. Assim, na corda, os pontos oscilam apenas no eixo y , enquanto a onda avança, sem transportar matéria ao longo do meio.

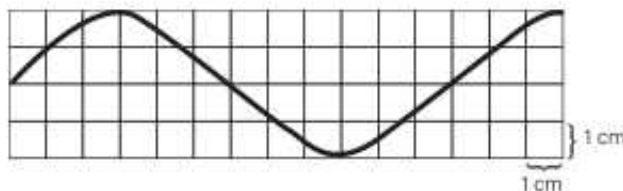


Com relação à direção de oscilação dos pontos dessa corda e à matéria transportada pela onda, tem-se que todos os pontos da corda, atingidos pela onda, oscilam:

- a) nas direções x e y e, enquanto se propaga, a onda não transporta matéria.
- b) apenas na direção y e, enquanto se propaga, a onda transporta matéria.
- c) nas direções x e y e, enquanto se propaga, a onda transporta matéria.
- d) apenas na direção x e, enquanto se propaga, a onda não transporta matéria.
- e) apenas na direção y e, enquanto se propaga, a onda não transporta matéria.**

Atividade 2

(PUC/RS 2019 - Adaptada) O gráfico a seguir apresenta a forma de uma corda, em um determinado instante, por onde se propaga uma onda cuja velocidade de propagação é 12 cm/s.



O comprimento de onda, a frequência e a amplitude da onda valem, respectivamente:

- a) 12 cm – 1,0 Hz – 2,0 cm
- b) 12 cm – 2,0 Hz – 4,0 cm
- c) 24 cm – 4,0 Hz – 2,0 cm
- d) 24 cm – 4,0 Hz – 4,0 cm

Pela imagem, obtemos o valor do comprimento de onda $\lambda = 12$ cm e de sua amplitude $A = 2,0$ cm, do enunciado temos o valor da velocidade $v = 12$ cm/s.

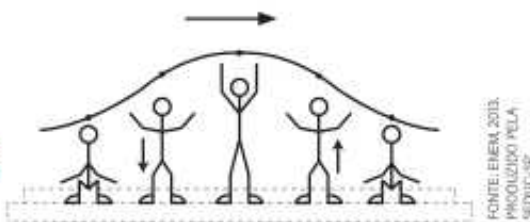
Aplicando a equação fundamental da ondulatória, temos que:

$$v = \lambda \cdot f \Rightarrow 12 = 12 \cdot f \Rightarrow f = 1,0 \text{ Hz}$$

Atividade 3

(ENEM 2013) Uma manifestação comum das torcidas em estádios de futebol é a *ola mexicana*. Os espectadores de uma linha, sem sair do lugar e sem se deslocar lateralmente, ficam de pé e se sentam, sincronizados com os da linha adjacente. O efeito coletivo se propaga pelos espectadores do estádio, formando uma onda progressiva, conforme ilustração.

De acordo com o enunciado, na *ola mexicana* 16 pessoas ficam de pé e se sentam de forma sincronizada, criando um efeito de onda que se propaga pelo estádio. Entre essas 16 pessoas, há 15 espaços, cada um medindo 0,8 m.



Assim, o comprimento de onda (λ) é calculado da seguinte maneira:

$$\lambda = 15 \cdot 0,8 = 12 \text{ m}$$

Convertendo km/h para m/s, temos:

$$45 \text{ km/h} \div 3,6 = 12,5 \text{ m/s}$$

Calcula-se que a velocidade de propagação dessa "onda humana" é 45 km/h, e que cada período de oscilação contém 16 pessoas, que se levantam e se sentam organizadamente e distanciadas entre si por 80 cm. Nessa *ola mexicana*, a frequência da onda, em hertz, é um valor mais próximo de:

- a) 0,3
- b) 0,5
- c) 1,0
- d) 1,9

Aplicando a equação fundamental da ondulatória, obtemos:

$$v = \lambda \cdot f \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda}$$

$$f = \frac{12,5}{12} \approx 1,0 \text{ Hz}$$

Atividade 4

(UFPR 2024) Uma fonte de ondas produz, em um dado meio, uma onda propagante periódica com velocidade de propagação v e frequência f . Sabe-se que, para ondas em que $f = 25,0$ Hz, a distância entre duas cristas sucessivas da onda produzida vale $d = 4,00$ m.

Com base nessas informações, assinale a alternativa que apresenta corretamente o valor da velocidade de propagação v da onda produzida para a frequência indicada.

- a) $v = 6,25$ m/s
- b) $v = 12,5$ m/s
- c) $v = 50,0$ m/s
- ☒ d) $v = 100$ m/s
- e) $v = 200$ m/s

Pelo enunciado, temos a distância entre duas cristas sucessivas $d = 4$ m, que corresponde ao comprimento de onda $\lambda = 4$ m e a frequência $f = 25$ Hz. Aplicando a equação fundamental da ondulatória, temos que:

$$v = \lambda \cdot f$$

$$v = 4 \cdot 25$$

$$v = 100 \text{ m/s}$$



AULA

5

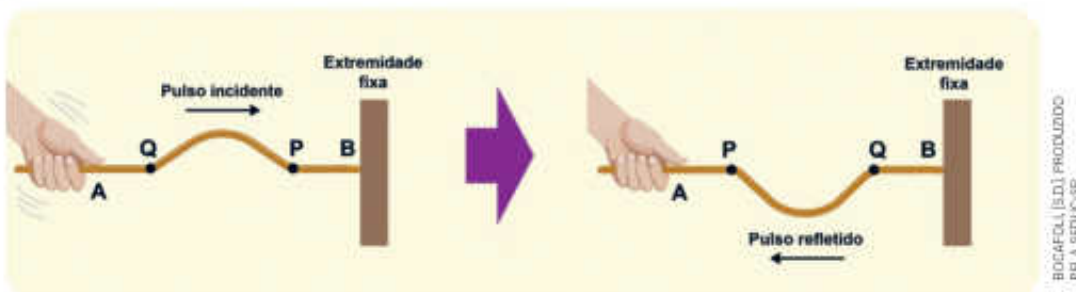
QUANDO AS ONDAS SE ENCONTRAM: INTERFERÊNCIA E REFLEXÃO

Resumo

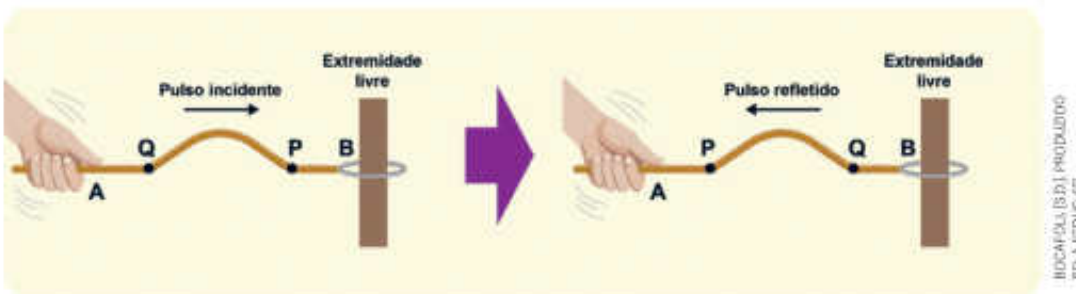
Extra: Caderno de Exercícios – Ondas

Quando uma onda se desloca por um meio e encontra outro com propriedades diferentes, pode (parcial ou totalmente) **retornar** e continuar a se propagar no meio original. Esse fenômeno é chamado de **reflexão**.

A seguir, veremos dois casos: reflexão com inversão de fase e reflexão sem inversão de fase.



Admitindo que a corda esteja presa a uma parede, portanto uma extremidade fixa, o pulso incidente sobre o ponto B sofre **reflexão**, gerando um pulso refletido. Note que o pulso incidente, à medida que se propaga, produz nos pontos da corda deslocamentos "para cima". Já o pulso refletido produz deslocamentos "para baixo". Eles estão em **oposição de fase**. Nesse caso, ocorre uma **reflexão com inversão de fase**.

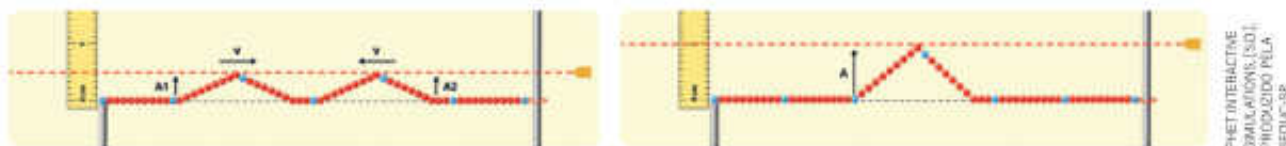


Admitindo agora que a corda esteja presa a uma extremidade livre, o pulso incidente sobre o ponto B sofre **reflexão**, gerando um pulso refletido. Note que o pulso incidente, à medida que se propaga, produz nos pontos da corda deslocamentos "**para cima**". E o pulso refletido também produz deslocamentos "**para cima**". Eles estão em **fase**. Nesse caso, ocorre uma **reflexão sem inversão de fase**.

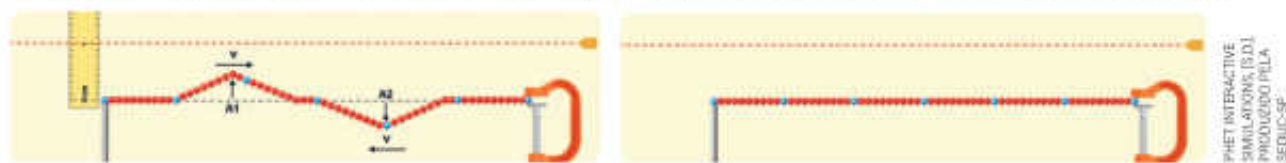
Interferência de ondas

O encontro dos dois pulsos resulta em um fenômeno chamado **interferência**. A superposição desses pulsos, ou seja, quando eles "se sobrepõem", resulta em um único pulso que se dá enquanto estiverem superpostos.

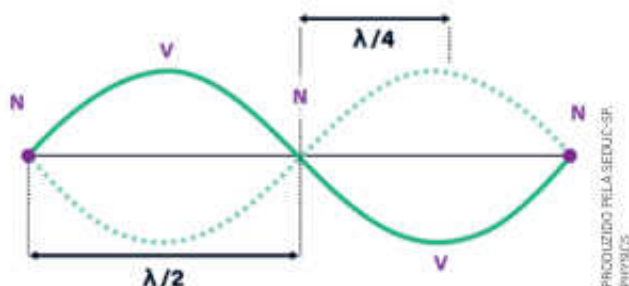
Na figura abaixo, temos um exemplo de **interferência construtiva**, em que a amplitude do pulso resultante é a soma das amplitudes dos dois pulsos iniciais ($A = A_1 + A_2$).



A seguir, podemos observar um exemplo de **interferência destrutiva total**, em que a amplitude da onda resultante é **nula** porque os pulsos iniciais têm a mesma amplitude.



Quando ocorre a **interferência** de duas ondas de mesma frequência e mesma amplitude, que se propagam ao longo de uma mesma direção, mas em **sentidos opostos**, há a **superposição** delas, resultando em uma onda denominada **estacionária**.



Representação de onda estacionária com as indicações dos pontos V (ventres) e dos pontos N (nós).

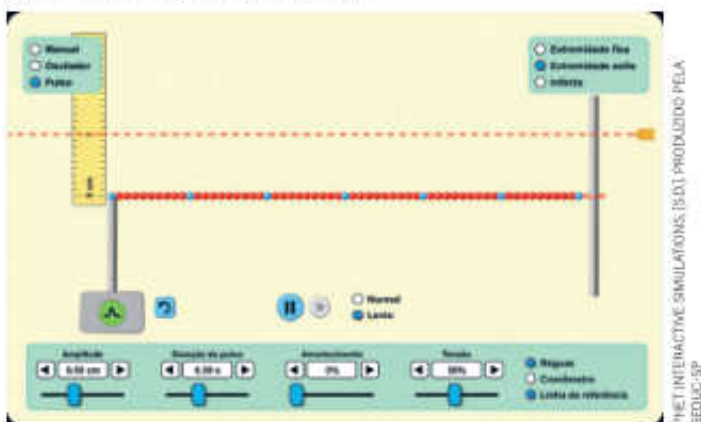
A imagem acima representa um trecho de uma onda estacionária em dois instantes diferentes, e podemos notar que a distância entre dois nós (N) consecutivos ou dois ventres (V) consecutivos corresponde à metade do comprimento de onda. Já a distância entre um nó e um ventre consecutivo corresponde a um quarto do comprimento de onda.

Na prática

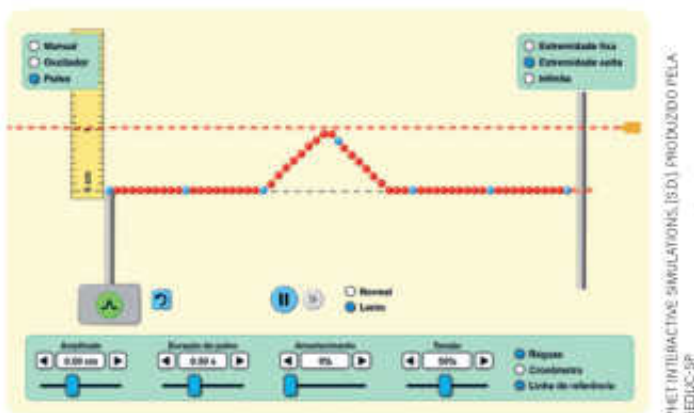
Atividade 1

No simulador PhET, siga as instruções abaixo:

- escolha as opções **Pulso** e **Extremidade Solta**;
- ajuste os valores de **Amplitude** para 0,5 cm e a **Duração do Pulso** para 0,50 s;
- selecione a opção **Régua**;
- ajuste a régua vertical para que o marcador do zero fique no centro da primeira ponta azul;
- selecione a opção **Linha de Referência** e coloque-a na altura de 1 cm;
- mantenha o **Amortecimento** em 0 e a **Tensão** na corda em 50%;
- marque a opção **lento**;
- observe a imagem abaixo como referência;



- agora, clique no botão verde do pulso para gerar o primeiro pulso e, quando este estiver quase chegando à haste à direita, solte o segundo pulso;
- pause a simulação quando as ondas se encontrarem, no meio da corda.



Qual é o valor da amplitude quando os pulsos se encontram?

O primeiro pulso (incidente) sofrerá reflexão ao chegar na extremidade livre, retornando sem inversão de fase. Ao retornar, encontrará o segundo pulso (em fase), resultando em **interferência construtiva**. Assim, o valor da amplitude resultante será a soma das amplitudes dos dois pulsos, ou seja, $0,5 + 0,5 = 1 \text{ cm}$.

Atividade 2

No simulador PhET, siga as instruções abaixo:

- ao final do Experimento 1, clique em **Reiniciar**;
- ajuste a amplitude para 1 cm;
- repita os passos anteriores.

O que ocorreu com a amplitude dos pulsos no encontro?

O primeiro pulso (incidente) sofrerá reflexão ao chegar na extremidade livre, retornando sem inversão de fase. Ao retornar, encontrará o segundo pulso (em fase), resultando em **interferência construtiva**. Assim, o valor da amplitude resultante será a soma das amplitudes dos dois pulsos, ou seja, $1 + 1 = 2 \text{ cm}$.

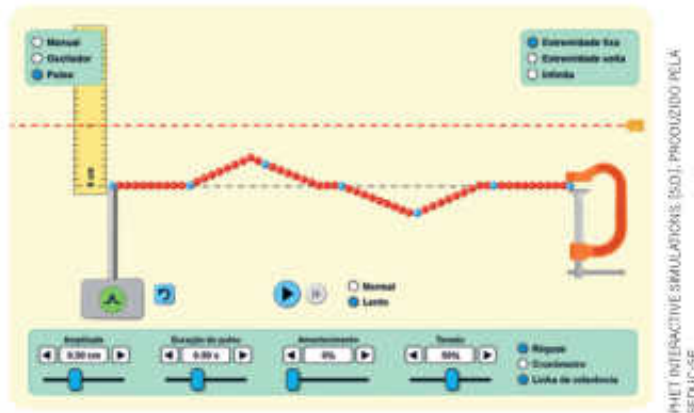
Atividade 3

No simulador PhET, siga as instruções a seguir:

- clique em **Reiniciar**;
- ajuste a amplitude para 0,5 cm;
- altere a opção da extremidade para **Extremidade Fixa**;



- observe a imagem abaixo como referência;



- solte um pulso e deixe que ele percorra a corda até atingir a extremidade fixa;
- novamente, libere um segundo pulso. Pause a simulação quando os pulsos estiverem para se encontrar.

O que ocorreu com a amplitude dos pulsos?

O primeiro pulso (incidente) sofrerá reflexão ao chegar na extremidade fixa, retornando com inversão de fase. Ao retornar, encontrará o segundo pulso (em oposição de fase), resultando em interferência destrutiva. Como as amplitudes do primeiro e do segundo pulso são iguais, a amplitude resultante é nula.

EXERCÍCIOS SOBRE INTERFERÊNCIA E REFLEXÃO DE ONDAS

Na prática

Extra: Caderno de Exercícios – Ondas

Atividade 1

O pulso A, ao incidir em uma parede (extremidade fixa), sofrerá reflexão e retornará em oposição de fase, assim, a interferência será destrutiva. Independentemente do tipo de interferência, como os dois pulsos se propagam no mesmo meio, após o encontro, eles seguirão mantendo as características.

(UFSCAR 2002) Dois pulsos, A e B, são produzidos em uma corda esticada, que tem uma extremidade fixada numa parede, conforme mostra a figura.



Quando os dois pulsos se superpuserem, após o pulso A ter sofrido reflexão na parede, ocorrerá interferência:

- a) construtiva e, em seguida, os dois pulsos seguirão juntos no sentido do pulso de maior energia.
- b) construtiva e, em seguida, cada pulso seguirá seu caminho, mantendo suas características originais.
- c) destrutiva e, em seguida, os pulsos deixarão de existir, devido à absorção da energia durante a interação.
- d) destrutiva e, em seguida, os dois pulsos seguirão juntos no sentido do pulso de maior energia.
- e) destrutiva e, em seguida, cada pulso seguirá seu caminho, mantendo suas características originais.**

Atividade 2 Pela figura II, é possível observar que o ponto de máxima amplitude do pulso P, deslocou-se de 30 para 60. Como os módulos das velocidades são iguais, podemos concluir que o ponto de máxima amplitude do pulso Q deslocará de 110 para 80. No instante t, teremos a sobreposição dos pulsos P e Q, entre os

(UFMG 2010) Na Figura I, estão representados os pulsos P e Q, que estão se propagando em uma corda e se aproximam um do outro com velocidades de mesmo módulo.

Na Figura II, está representado o pulso P, em um instante t, posterior, caso ele estivesse se propagando sozinho. espaços 60 e 80. Considerando a soma das amplitudes dos pulsos, ponto a ponto, teremos como resultado a forma descrita pela alternativa D.

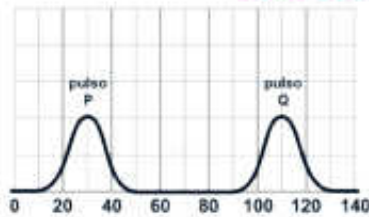


Figura I

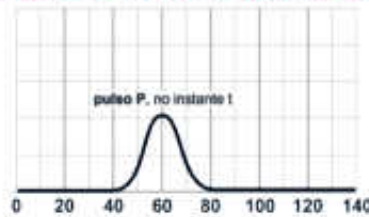
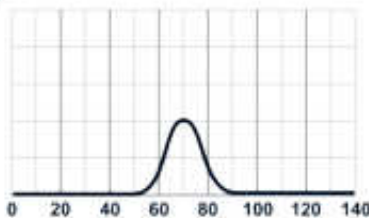


Figura II

UFMG, 2008. PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

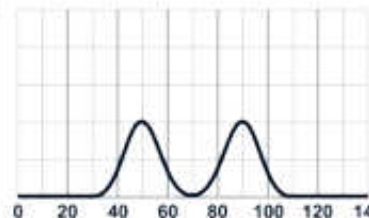
A partir da análise dessas informações, assinale a alternativa em que a forma da corda no instante t está CORRETAMENTE representada.

a)



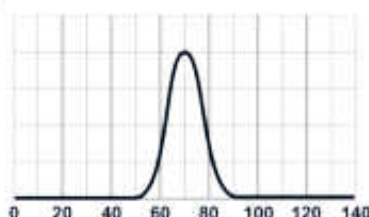
UFMG, 2008. PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

c)



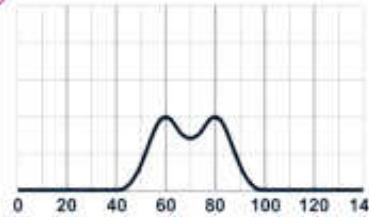
UFMG, 2008. PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

b)



UFMG, 2008. PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

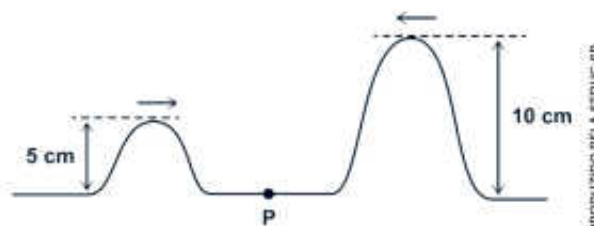
d)



UFMG, 2008. PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Atividade 3

Os pulsos representados na figura propagam-se ao longo de uma corda tensa, com velocidade 5 m/s e apresentam as amplitudes indicadas.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

- a) Qual é a amplitude do pulso resultante no ponto P quando os pulsos iniciais estiverem totalmente superpostos?

A amplitude do pulso resultante em P será a soma das amplitudes dos dois pulsos, pois a interferência é construtiva, já que os pulsos estão em fase.

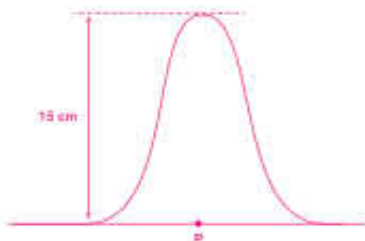
$$A = A_1 + A_2$$

$$A = 5 \text{ cm} + 10 \text{ cm} = 15 \text{ cm}$$

- b) Qual é a velocidade dos pulsos após a superposição?

A velocidade dos pulsos após a superposição continua sendo a mesma, pois as características do meio foram conservadas.

- c) Faça uma figura representando o pulso resultante no ponto P.



Atividade 3

(UFPR 2021) Uma onda é produzida numa corda de modo que a velocidade de propagação vale $v = 5 \text{ m/s}$. Sabe-se que a distância entre dois nós sucessivos dessa onda é de 5 mm . Considerando as informações apresentadas, assinale a alternativa que apresenta corretamente o período T da onda na corda.

- a) $T = 1 \text{ ms}$ **b) $T = 2 \text{ ms}$** c) $T = 5 \text{ ms}$ d) $T = 10 \text{ ms}$ e) $T = 20 \text{ ms}$

Pelo enunciado, temos que: $v = 5 \text{ m/s}$

Sabendo que:

$$\frac{\lambda}{2} = 5 \text{ mm} \Rightarrow \lambda = 10 \text{ mm} = 0,01 \text{ m}$$

Substituindo esse valor e o da velocidade da onda ($v = 5 \text{ m/s}$) na equação fundamental da ondulatória, obtemos:

$$v = \lambda \cdot f$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{5}{0,01} = 500 \text{ Hz}$$

Como $T = \frac{1}{f}$, temos:

$$T = \frac{1}{500} = 2 \cdot 10^{-3} = 2 \text{ ms}$$

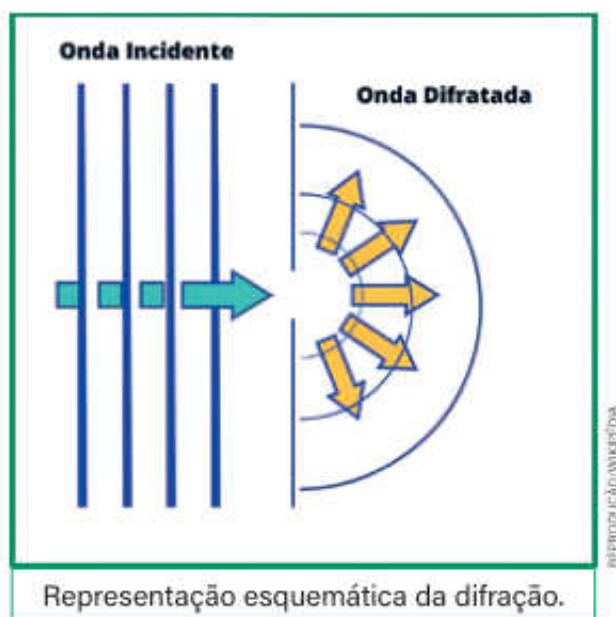
AULA 7

CONTORNANDO OBSTÁCULOS: QUANDO AS ONDAS SE CURVAM

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Ondas

O fenômeno observado na imagem abaixo é denominado **difração** e ocorre quando há o encurvamento da onda ao passar por obstáculos que tenham dimensões compatíveis ao comprimento de onda.



Representação esquemática da difração.

A **difração** pode acontecer com todos os tipos de ondas: **mecânicas** (ex.: som e ondas na superfície da água) ou **não-mecânicas** (ex.: luz visível e ondas de rádio).

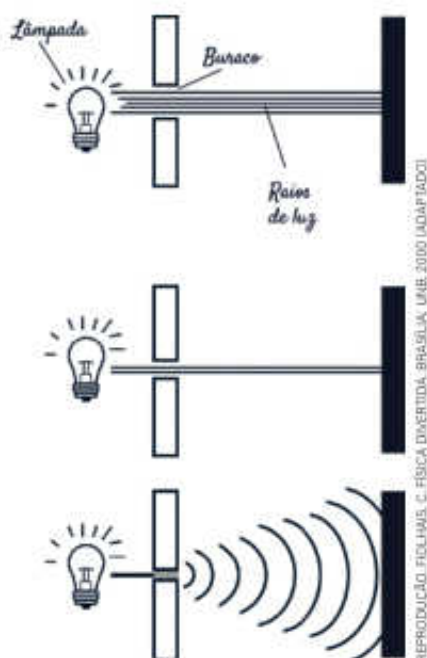
O **som** possui comprimentos de onda relativamente grandes, variando de 2 cm a 20 m, para sons audíveis no ar. Em razão disso, apresenta **difração** com certa facilidade, conseguindo contornar obstáculos como muros. Já a **luz visível** tem comprimentos de onda extremamente pequenos (da ordem de 10^{-7} m). Dessa forma, a **difração da luz** pode ser observada quando ela atravessa aberturas muito estreitas, por exemplo: o orifício de uma agulha ou o fio de uma lâmina.



Na prática

Atividade 1

(ENEM 2011) Ao diminuir o tamanho de um orifício atravessado por um feixe de luz, passa menos luz por intervalo de tempo, e próximo da situação de completo fechamento do orifício, verifica-se que a luz apresenta um comportamento como o ilustrado nas figuras. Sabe-se que o som, dentro de suas particularidades, também pode se comportar dessa forma.



- a) Correta. A onda sonora "contorna" o obstáculo, muro, por meio do fenômeno da difração.
- b) Incorreta. Esta situação retrata a reflexão do som, nesse caso, gerando um "eco".
- c) Incorreta. Ondas mecânicas se propagam com diferentes velocidades em diferentes meios materiais; não se trata de difração.
- d) Incorreta. Este é o fenômeno do efeito Doppler.
- e) Incorreta. Essa situação retrata o fenômeno da ressonância.

Em qual das situações a seguir está representado o fenômeno descrito no texto?

- a)** Ao se esconder atrás de um muro, um menino ouve a conversa de seus colegas.
- b) Ao gritar diante de um desfiladeiro, uma pessoa ouve a repetição do seu próprio grito.
- c) Ao encostar o ouvido no chão, um homem percebe o som de uma locomotiva antes de ouvi-lo pelo ar.
- d) Ao ouvir uma ambulância se aproximando, uma pessoa percebe o som mais agudo do que quando aquela se afasta.
- e) Ao emitir uma nota musical muito aguda, uma cantora de ópera faz com que uma taça de cristal se despedace.

Atividade 2

(ENEM PPL - 2010) Ao contrário dos rádios comuns (AM ou FM), em que uma única antena transmissora é capaz de alcançar toda a cidade, os celulares necessitam de várias antenas para cobrir um vasto território. No caso dos rádios FM, a frequência de transmissão está na faixa dos MHz (ondas de rádio), enquanto, para os celulares, a frequência está na casa dos GHz (micro-ondas). Quando comparado aos rádios comuns, o alcance de um celular é muito menor.

Considerando-se as informações do texto, o fator que possibilita essa diferença entre propagação das ondas de rádio e as de micro-ondas é que as ondas de rádio são:

- a) facilmente absorvidas na camada da atmosfera superior conhecida como ionosfera.
- b) capazes de contornar uma diversidade de obstáculos como árvores, edifícios e pequenas elevações.**
- c) mais refratadas pela atmosfera terrestre, que apresenta maior índice de refração para as ondas de rádio.
- d) menos atenuadas por interferência, pois o número de aparelhos que utilizam ondas de rádio é menor.
- e) constituídas por pequenos comprimentos de onda que lhes conferem um alto poder de penetração em materiais de baixa densidade.

Esta alternativa está correta porque as ondas de rádio, por possuírem um grande comprimento de onda, são capazes de difratar (contornar) obstáculos como edifícios e elevações, o que lhes confere um maior alcance em comparação com as micro-ondas dos celulares.

AULA

8

QUANDO AS ONDAS CONTORNAM OBSTÁCULOS: EXERCÍCIOS SOBRE DIFRAÇÃO

Na prática

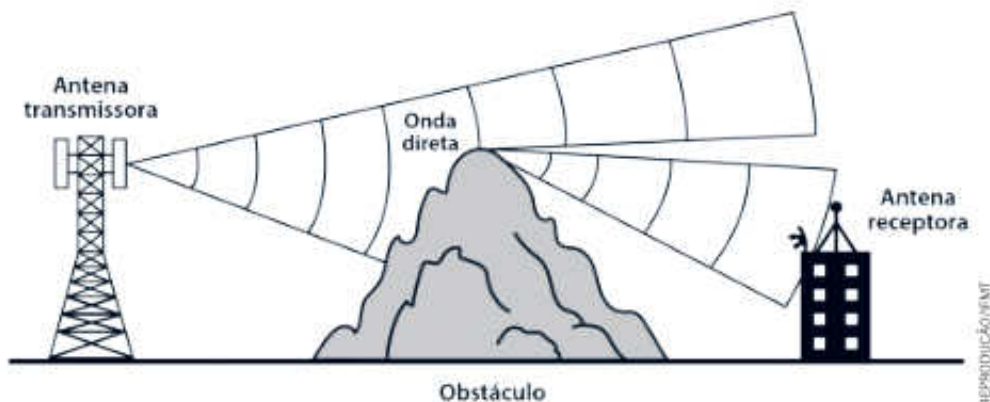
Extra: Caderno de Exercícios – Ondas

Atividade 1

(IFMT 2018) O nosso cotidiano é repleto de fenômenos físicos que nos auxiliam nas mais diversas atividades. Dentre eles, destacam-se as ondas, que surgem quando um sistema é deslocado de sua posição de equilíbrio e a perturbação se propaga de uma região para outra do sistema transportando apenas energia.

Quando uma onda que se propaga muda de meio ou encontra um obstáculo, ela interage com o meio, o que gera alguns comportamentos específicos, chamados de fenômenos ondulatórios. Os fenômenos ondulatórios estão presentes nas ondulações em um lago, nos sons musicais que você pode ouvir, na transmissão dos jogos de futebol e até nas mensagens enviadas via redes sociais.

O fenômeno ondulatório melhor representado no esquema da figura abaixo é o da:



a) reflexão.

c) refração.

e) polarização.

b) dispersão.

d) difração.

a) Reflexão: **Incorreta!** Ocorreria se a onda encontrasse um obstáculo e retornasse ao meio.

b) Dispersão: **Incorreta!** Trata-se de um fenômeno que ainda estudaremos, em que há mudança de meio, onde a onda se separa em suas frequências componentes.

c) Refração: **Incorreta!** Trata-se de um fenômeno que ainda estudaremos. Ocorre quando a onda muda de meio, alterando sua velocidade e direção.

d) Difração: **Correta!** O desvio, que permitiu que a onda contornasse o obstáculo, ocorreu devido à difração da onda.

e) Polarização: **Incorreta!** É o processo que filtra a onda para que ela apresente vibrações em um único plano. Trata-se de um fenômeno que ainda estudaremos.

Atividade 2

(UNCISAL 2020) Leia a seguinte situação descrita por um aluno ao seu professor de física. Professor, a minha casa fica próxima a um morro. Do outro lado do morro, existe uma antena de rádio e, próximo a ela, um holofote. Não tenho nenhuma dificuldade em sintonizar o sinal da emissora de rádio, mas não consigo ver a luz emitida pelo holofote. Sei que as ondas emitidas pela antena e pelo holofote são ambas eletromagnéticas; sei também que diversos fenômenos que ocorrem com as ondas eletromagnéticas dependem da frequência da onda.



Figura I: emissora de rádio

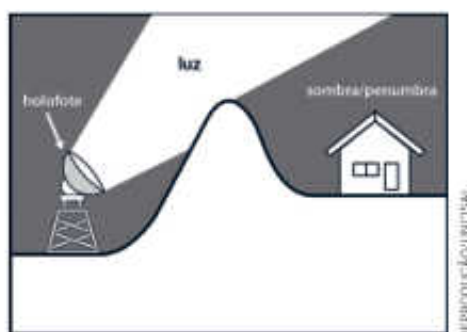


Figura II: holofote

Considerando-se as figuras I e II, que ilustram a situação descrita pelo aluno, qual é a propriedade ondulatória que explica o fenômeno descrito?

a) Refração, que ocorre quando há mudança na direção de propagação de uma onda sonora.

b) Ressonância, que relaciona a frequência da onda às dimensões físicas da região de propagação.

c) Interferência, que ocorre quando ondas eletromagnéticas de diferentes frequências se sobrepõem.

- d)** Linearidade, que é capacidade de uma onda se propagar sempre em linha reta em meios homogêneos.
- e)** Difração, que explica a capacidade de uma onda contornar obstáculos conforme seu comprimento de onda.

a) Refração: Incorreta! Envolve mudança de meio e alteração de velocidade. Trata-se de um fenômeno que ainda estudaremos.

b) Ressonância: Incorreta! Ocorre quando um sistema oscila na mesma frequência de uma fonte externa, aumentando sua amplitude.

c) Interferência: Incorreta! É a superposição de duas ou mais ondas, resultando em um reforço (construtiva) ou anulação (destrutiva) do sinal.

d) Linearidade: Incorreta! Embora a luz viaje em linha reta em meios homogêneos, o termo não explica por que uma onda eletromagnética passa e a outra não em uma situação de contorno.

e) Difração: Correta! Tanto a luz como as ondas de rádio sofrem difração. No entanto a intensidade da difração depende da relação entre o comprimento de onda e o tamanho do obstáculo. Como o comprimento de onda das ondas de rádio é da ordem de metros (comparável ao tamanho do morro), elas sofrem difração significativa e conseguem contorná-lo. Já o comprimento de onda da luz é da ordem de centenas de nanômetros, muito menor que o tamanho do obstáculo, tornando a difração desprezível.

Atividade 3

(FATEC 2025) Uma onda plana é gerada em um tanque de água e se propaga até encontrar um obstáculo com uma pequena abertura central. Após passar pela abertura, observa-se que a onda se espalha em diversas direções, formando um padrão circular. Esse fenômeno observado é um exemplo de

- a)** reflexão. **b)** refração. **c)** interferência. **d)** difração. **e)** polarização.

A figura demonstra a situação proposta no enunciado, em que o fenômeno ocorrido é a difração da onda.



- a) Reflexão: Incorreta! Ocorreria se a onda encontrasse um obstáculo e retornasse ao meio.
- b) Refração: Incorreta! Trata-se de um fenômeno que ainda estudaremos. Ocorre quando a onda muda de meio, alterando sua velocidade.
- c) Interferência: Incorreta! Ocorre quando duas ou mais ondas se encontram. Embora a difração através de duas fendas gere interferência, o enunciado descreve apenas uma abertura e o espalhamento da onda.
- d) Difração: Correta! A difração ocorre quando uma onda encontra um obstáculo ou passa por uma pequena abertura e se espalha. Esse é o fenômeno descrito no enunciado, pois a onda de água, ao passar pela abertura, se espalha em várias direções, formando assim um padrão circular.
- e) Polarização: Incorreta! É o processo que filtra a onda para que ela apresente vibrações em um único plano. Trata-se de um fenômeno que ainda estudaremos.

Atividade 4

(UFSCAR 2008) Você já sabe que as ondas sonoras têm origem mecânica. Sobre essas ondas, é certo afirmar que:

- a) em meio ao ar, todas as ondas sonoras têm igual comprimento de onda.
- b) a velocidade da onda sonora no ar é próxima à da velocidade da luz nesse meio.
- c) por resultarem de vibrações do meio na direção de sua propagação, são chamadas transversais.
- d) assim como as ondas eletromagnéticas, as sonoras propagam-se no vácuo.
- e) assim como as ondas eletromagnéticas, as sonoras também sofrem difração.**

Gabarito: Alternativa E

Resolução:

- a) em meio ao ar, **todas** as ondas sonoras têm igual comprimento de onda. **Incorreta! O comprimento de onda varia inversamente proporcional à frequência.**
- b) a velocidade da onda sonora no ar é próxima à da velocidade da luz nesse meio. **Incorreta! A velocidade do som no ar é de aproximadamente 340 m/s enquanto a velocidade da luz é de cerca de 300 000 000 m/s.**
- c) por resultarem de vibrações do meio na direção de sua propagação, são chamadas **transversais**.

Incorreta! As ondas sonoras nos fluidos (como o ar) são chamadas de longitudinais, pois a vibração ocorre na mesma direção da propagação.

d) assim como as ondas eletromagnéticas, as sonoras propagam-se no vácuo. **Incorreta! Ondas sonoras são mecânicas e necessitam de um meio material (sólido, líquido ou gasoso) para se propagar. Elas não se propagam no vácuo.**

e) assim como as ondas eletromagnéticas, as sonoras também sofrem difração. **Correta! A difração é um fenômeno comum a todos os tipos de ondas, sejam elas mecânicas (som, ondas na água) ou eletromagnéticas (luz, rádio, micro-ondas).**

ALTURA, TIMBRE E INTENSIDADE: A IDENTIDADE DAS ONDAS SONORAS

Resumo

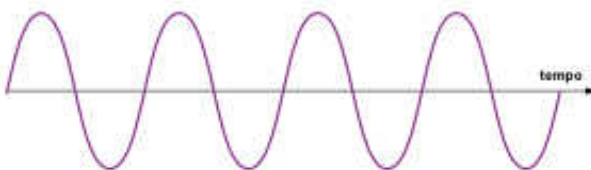
Extra: Caderno de Exercícios – Ondas Sonoras

Vamos abordar nas próximas aulas uma parte da ondulatória denominada **acústica**, que se refere ao estudo das ondas sonoras.

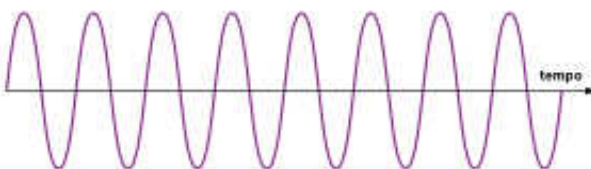
O som que chega aos nossos ouvidos pode ser caracterizado por três qualidades fisiológicas: a altura, a intensidade e o timbre.

- **Altura:** é a sensação de um som ser **grave** ou **agudo**, estando relacionada com a **frequência** da onda. Quanto **menor a frequência**, mais **grave** ("grosso" ou "baixo") é o som. O inverso é válido: quanto **maior a frequência**, mais **agudo** ("fino" ou "alto") é o som. Observe a representação gráfica das ondas sonoras a seguir.

Som grave (baixo)



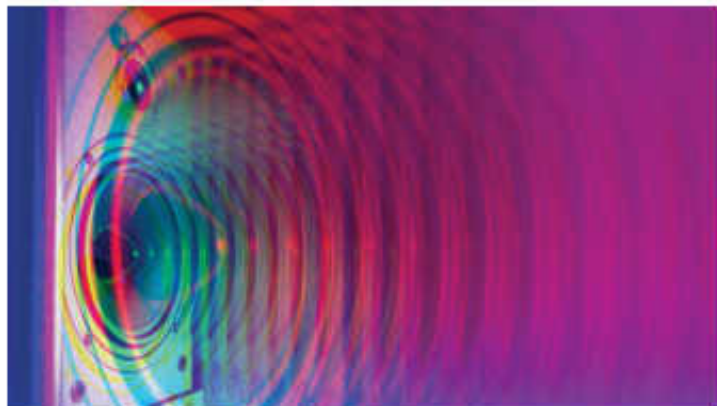
Som agudo (alto)



Note que, para um dado intervalo de tempo, a frequência de um som grave é menor que a frequência de um som agudo. **Não confundir** a qualidade de altura **alto** e **baixo** com **forte** e **fraco**, que se relaciona com outra qualidade que veremos a seguir.

DIAZ, 2018. PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

- a) **Intensidade:** está relacionada à **energia** do som que atinge o ouvinte por unidade de área e de tempo e com a **amplitude** da onda sonora. No SI, a unidade de intensidade sonora é de $\frac{J}{m^2 \cdot s}$. Quanto **maior** a intensidade, mais **forte** é o som, e quanto **menor** a intensidade, mais **fraco** ele é.



- **Timbre:** é a propriedade sonora que torna cada **som único**. O timbre possibilita diferenciar duas ondas sonoras de mesma altura e mesma intensidade quando emitidas por **fontes distintas**. Uma mesma nota tocada em um violão e em um saxofone, por exemplo, produz sensações diferentes, devido ao **timbre**.



Exercícios resolvidos

- 1 Um músico estava afinando seu violão e, ao tocar uma corda, percebeu que o som estava muito mais "baixo" do que o esperado. Para corrigir, ele apertou a tarraxa,

aumentando a tensão na corda, fazendo vibrá-la em uma frequência maior. Qual qualidade fisiológica do som o músico alterou ao apertar a tarraxa?



- a) Intensidade, pois o som ficará mais forte, com volume maior.
- b) Timbre, pois a forma da onda será alterada pela tensão na corda.
- ☒ c) Altura, pois o som irá de mais grave para mais agudo à medida que a frequência aumentar.
- d) Volume, pois a amplitude da onda aumentará proporcionalmente à tensão.

a) Incorreta: a **intensidade** refere-se à energia da onda, associada ao volume. No cotidiano usamos "abaixar o som" para diminuir o volume; na física, "baixar o som" significa torná-lo mais grave.

b) Incorreta: o **timbre** é como a assinatura sonora; ele nos possibilita diferenciar instrumentos musicais que estão tocando a mesma nota.

c) Correta: a **altura** é a qualidade fisiológica do som que possibilita ao ouvido humano diferenciar sons graves (baixos) de sons agudos (altos). Ela está relacionada à frequência da vibração.

d) Incorreta: o **volume** é um sinônimo de intensidade. Ao apertar a tarraxa, a frequência é alterada.

- I A percepção de um som mais grave ou mais agudo está associada à frequência da onda sonora produzida. **Correta!**
- II Todos os animais têm a "faixa audível" das ondas sonoras na mesma frequência, que é entre 20 e 20 000 Hz, aproximadamente. **Incorreta, pois a faixa de frequências audíveis varia entre os animais.**
- III Dois instrumentos diferentes podem produzir ondas sonoras com a mesma frequência, mas nunca com a mesma intensidade sonora. **Incorreta. Além de ondas de mesma frequência, também podem produzir sons de mesma intensidade.**

Na prática

IV A qualidade fisiológica que nos possibilita diferenciar a voz de duas pessoas sem vê-las é o timbre. **Correta! O timbre é como uma "assinatura sonora".**

Atividade 1 V As ondas sonoras podem ser difratadas. **Correta!**

(PUC-PR 2013) A respeito das qualidades fisiológicas do som, são feitas algumas afirmações.

- I A percepção de um som mais grave ou mais agudo está associada à frequência da onda sonora produzida.
- II Todos os animais têm a "faixa audível" das ondas sonoras na mesma frequência, que é entre 20 e 20 000 Hz, aproximadamente.
- III Dois instrumentos diferentes podem produzir ondas sonoras com a mesma frequência, mas nunca com a mesma intensidade sonora.
- IV A qualidade fisiológica que nos possibilita diferenciar a voz de duas pessoas sem vê-las é o timbre.
- V As ondas sonoras podem ser difratadas.

Das afirmações acima, estão **CORRETAS** apenas:

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

2.

a) Intensidade sonora do som de cada instrumento musical.

Incorreta! Refere-se ao volume, isto é, se o som é forte ou fraco.

b) Potência sonora do som emitido pelos diferentes instrumentos musicais.

Incorreta! Está relacionada à energia emitida pela fonte por unidade de tempo, influenciando a intensidade e não o timbre.

Atividade 2

(ENEM 2015) Ao ouvir uma flauta e um piano emitindo a mesma nota musical, consegue-se diferenciar esses instrumentos um do outro.

Essa diferenciação se deve principalmente ao(à):

- a) intensidade sonora do som de cada instrumento musical. **c) Diferente velocidade de propagação do som emitido por cada instrumento musical.**
- b) potência sonora do som emitido pelos diferentes instrumentos musicais. **Incorreta! A velocidade depende do meio de propagação e da temperatura. Por exemplo, em um mesmo meio, à mesma temperatura, o som do violão e da flauta propagam-se com a mesma velocidade.**
- c) diferente velocidade de propagação do som emitido por cada instrumento musical.
- d) timbre do som, que faz com que os formatos das ondas de cada instrumento sejam diferentes.** **d) Timbre do som, o que se faz com que os formatos das ondas de cada instrumento sejam diferentes. Correta! Mesmo que uma flauta e um piano toquem a mesma nota (ou seja, a mesma frequência) com o mesmo volume (mesma intensidade), nossos ouvidos conseguem distinguir os dois. Isso acontece por causa do timbre.**
- e) altura do som, que possui diferentes frequências para diferentes instrumentos musicais. **e) Altura do som, que possui diferentes frequências para diferentes instrumentos musicais. Incorreta! A altura (ou tom) está relacionada com a frequência, indica se o som é grave ou agudo. Se a nota tocada é a mesma, a altura será a mesma.**



AULA 10

EXERCÍCIOS SOBRE ALTURA, TIMBRE E INTENSIDADE DO SOM

Na prática

Extra: Caderno de Exercícios – Ondas sonoras

I A altura de um som é a propriedade que permite distinguir sons agudos dos graves.
Atividade 1 Correta! Quanto menor a frequência, mais grave ("grosso" ou "baixo") é o som, e quanto maior a frequência, mais agudo ("fino" ou "alto") é o som.

(EAM 2013) Em relação às qualidades fisiológicas do som, analise as afirmativas abaixo.

- I A altura de um som é a propriedade que permite distinguir sons agudos dos graves.
- II A intensidade de um som é a propriedade que permite distinguir se um som está muito alto ou muito baixo.
- III O timbre é a propriedade do som que permite distinguir as fontes sonoras que emitem sons de mesmas frequência e intensidade.

Assinale a opção correta.

- a) Apenas a afirmativa I é verdadeira.
- b) Apenas a afirmativa II é verdadeira.
- c) Apenas as afirmativas I e II são verdadeiras.
- d) Apenas as afirmativas I e III são verdadeiras.**
- e) Apenas as afirmativas II e III são verdadeiras.

II A intensidade de um som é a propriedade que permite distinguir se um som está muito alto ou muito baixo.

Incorreta! A intensidade permite distinguir se o som é forte ou fraco.

III O timbre é a propriedade do som que permite distinguir as fontes sonoras que emitem sons de mesma frequência e intensidade.

Correta! O timbre é a "assinatura" do som, está relacionado com o formato da onda.

Atividade 2

Faça a associação das colunas corretamente:

- a) Altura do som.
- b) Intensidade sonora.
- c) Timbre.
- d) Onda sonora.
- (d)** É uma vibração longitudinal que se propaga em meio material.
- (b)** Depende da amplitude da onda sonora.
- (a)** Depende da frequência da onda sonora.
- (c)** Distingue sons de mesma frequência de diferentes fontes sonoras (por exemplo, violão e piano).

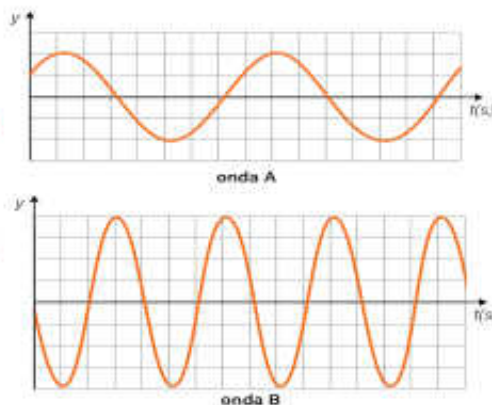


Atividade 3

(IFSUL 2017 – Adaptada) Nos gráficos abaixo são representadas duas ondas sonoras. Cada quadradinho vale 1 unidade.

Resolução:

A partir das indicações das setas e do quadriculado, e pela informação do enunciado de que cada quadradinho vale 1 unidade, podemos determinar o período das ondas A e B e as frequências.



$$T_A = 8 \text{ s} \Rightarrow f_A = \frac{1}{8} \text{ Hz} = 0,125 \text{ Hz}$$

$$T_B = 4 \text{ s} \Rightarrow f_B = \frac{1}{4} \text{ Hz} = 0,25 \text{ Hz}$$

Como a frequência da onda B é maior que a frequência da onda A, podemos concluir que o gráfico da onda B representa um som agudo e o da onda A um som grave.

IFSUL, 2017. PRODUZIDO PELA SEMEUL-SP

Analisando cada um dos gráficos, conclui-se que o:

- a) gráfico da onda A representa um som agudo e o da onda B um som grave.
- b) gráfico da onda B representa um som agudo e o da onda A um som grave.**
- c) período e a frequência da onda B são respectivamente 8s e 0,25 Hz.
- d) período e a frequência da onda A são respectivamente 4s e 0,125 Hz.

QUANTO VALE O SOM? CONHECENDO OS DECIBÉIS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Ondas sonoras

Já vimos que **intensidade sonora** é a quantidade de **energia sonora** que atravessa uma **unidade de área** disposta perpendicularmente à direção de propagação, por **unidade de tempo**. Em outras palavras, é a potência sonora por unidade de área da superfície.

$$I = \frac{\text{Potência}}{\text{Área}}$$

No Sistema Internacional (SI), a unidade de medida da intensidade sonora é $\frac{\text{J}}{\text{m}^2\text{s}}$ ou $\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$.

Essa relação matemática pode ser reescrita da seguinte maneira:

$$I = \frac{\text{Potência}}{4\pi \cdot r^2}$$

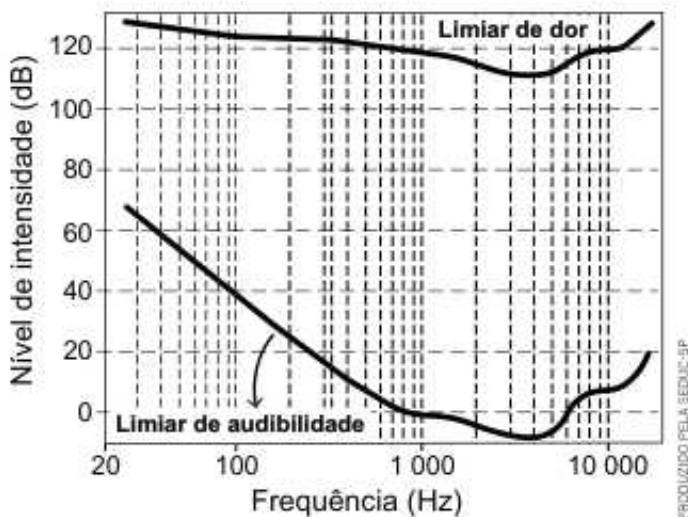
Considerando uma fonte sonora puntiforme, emitindo som em meio homogêneo, no qual a velocidade de propagação é a mesma em todas as direções, nota-se que a intensidade sonora será inversamente proporcional ao quadrado da distância fonte-receptor.

Nível relativo de intensidade

A intensidade sonora mínima necessária para que o sistema auditivo humano processe um estímulo sonoro é denominada **limiar de audibilidade**. Ele depende da frequência, o que significa que a sensibilidade do ouvido humano não é linear em todo o espectro audível.

O aumento da intensidade sonora pode levar ao **limiar de dor**, ponto em que o som provoca dor física. Esse limiar é pouco influenciado pela frequência.

A partir de dados empíricos, é possível construir a **curva de audibilidade** ou **audiograma**, conforme a figura, sendo que a curva varia de acordo com o ouvinte.



O **nível relativo de intensidade sonora (N)** é definido pela expressão matemática:

$$N = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

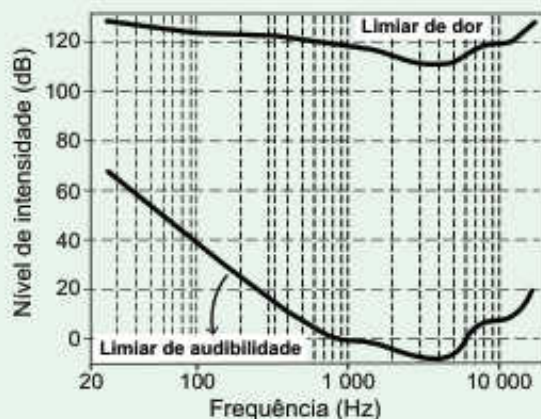
em que I_0 é a intensidade sonora mais baixa da faixa audível, geralmente adotado o valor de $10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$. No SI, a unidade de medida de N é o decibel (dB).

Exercícios resolvidos

- 1 (UFT 2020) O ouvido humano possui algumas características interessantes. Uma delas é a capacidade de captar ondas sonoras com uma intensidade mínima, ou limiar de audibilidade, I_0 , abaixo da qual o som não é audível. Outra é a capacidade máxima, ou limiar de dor, I_m , acima da qual o som produz uma sensação de dor ou desconforto. O nível de intensidade sonora é expresso em decibéis (dB), sendo obtido pela expressão $\beta = 10 \log_{10} (I/I_0)$, tendo como valor de referência $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$, em que I representa a intensidade sonora. O gráfico com a relação entre o nível de intensidade sonora e a frequência pode ser observado na figura que segue.

De acordo com o texto e o gráfico, são feitas as seguintes afirmações:

- I Para uma frequência de 90 Hz, o ouvido humano somente capta o som se o nível de intensidade sonora for no mínimo 40 dB.
- II A curva que representa o limiar da audibilidade, na região de baixa frequência ($f < 1\,000$ Hz), mostra uma diminuição da nossa sensibilidade auditiva, para as frequências mais graves.
- III No limite de audibilidade, um som a 90 Hz deve ter intensidade (I) cerca de 10 000 vezes maior do que a intensidade na frequência de 1 000 Hz.



UFT, 2020. PRODUZIDO PELA BEDIUC-SP

Assinale a alternativa **CORRETA**.

- a) Apenas as afirmativas II e III estão corretas.
- b) Apenas as afirmativas I e III estão corretas.
- c) Apenas as afirmativas I e II estão corretas.
- d) Todas as afirmações estão corretas.**

Resolução comentada

I. Para uma frequência de 90 Hz, o ouvido humano somente capta o som se o nível de intensidade sonora for, no mínimo, 40 dB.

Correta. Olhando o gráfico, para 90 Hz (eixo X), a curva do limiar de audibilidade indica um nível de intensidade sonora (eixo Y) próximo a 40 dB. Sons abaixo disso não são audíveis nessa frequência.

II. A curva que representa o limiar da audibilidade, na região de baixa frequência ($f < 1\,000$ Hz), mostra uma diminuição da nossa sensibilidade auditiva, para as frequências mais graves.

Correta. O gráfico mostra que, para frequências menores que 1 000 Hz (indo para a esquerda), a curva do limiar sobe (isto é, são necessários mais decibéis para ouvir), indicando que nossa sensibilidade é menor para sons graves (frequências baixas).

III. No limite de audibilidade, um som a 90 Hz deve ter intensidade (I) cerca de 10 000 vezes maior do que a intensidade na frequência de 1 000 Hz.

Correta. A diferença de 40 dB (entre 90 Hz e 1 000 Hz no limiar) significa uma intensidade 10 000 vezes maior.

Portanto, as três afirmações estão corretas.



Na prática

Atividade 1

(UFRGS 2017 – Adaptada) A tabela a seguir apresenta a frequência (f) de três diapasões.

Diapasão	f (Hz)
d_1	264
d_2	352
d_3	440

PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Considere as afirmações.

- I A onda sonora que tem o maior período é a produzida pelo diapasão d_1 .
- II As ondas produzidas pelos três diapasons, no ar, têm velocidades iguais.
- III O som mais grave é o produzido pelo diapasão d_3 .

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- ☒ d) Apenas I e II.
- e) I, II e III.

I. Correta. O período de uma onda é inversamente proporcional à frequência, portanto, a onda que terá o maior período é a que apresenta a menor frequência, sendo assim produzida pelo diapasão 1.

II. Correta. A velocidade de propagação da onda sonora depende do meio, como o meio é o mesmo nos três casos (ar), as velocidades são iguais.

III. Incorreta. Quanto mais grave o som, menor será a frequência. O som mais grave, portanto, seria o produzido pelo diapasão 1.

Atividade 2

(UNESP 2018) Define-se a intensidade de uma onda (I) como potência transmitida por unidade de área disposta perpendicularmente à direção de propagação da onda. Porém, essa definição não é adequada para medir nossa percepção de sons, pois nosso sistema auditivo não responde de forma linear à intensidade das ondas incidentes, mas de forma logarítmica. Define-se, então, nível sonoro (β) como $\beta = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$,

sendo β dado em decibéis (dB) e $I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$.



Supondo que uma pessoa, posicionada de forma que a área de $6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$ de um de seus tímpanos esteja perpendicular à direção de propagação da onda, ouça um som contínuo de nível sonoro igual a 60 dB durante 5 s, a quantidade de energia que atingiu seu tímpano nesse intervalo de tempo foi:

- a) $1,8 \cdot 10^{-8} \text{ J}$
- b) $3,0 \cdot 10^{-12} \text{ J}$
- c) $3,0 \cdot 10^{-10} \text{ J}$**
- d) $1,8 \cdot 10^{-14} \text{ J}$
- e) $6,0 \cdot 10^{-9} \text{ J}$

Do enunciado, temos que:

$$\beta = 60 \text{ dB}$$

$$I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Substituindo os valores na expressão:

$$\beta = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

$$60 = 10 \cdot \log \frac{I}{10^{-12}}$$

Logo:

$$I = 10^{-6} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Sabendo que:

$$I = \frac{\text{Potência}}{\text{Área}}$$

Do enunciado, temos:

$$\text{Área} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2.$$

Substituindo os valores:

$$10^{-6} = \frac{\text{Potência}}{6 \cdot 10^{-5}}$$

$$\text{Potência} = 6 \cdot 10^{-11} \text{ W}$$

E sabendo que:

$$\text{Potência} = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

$$6 \cdot 10^{-11} = \frac{\Delta E}{5}$$

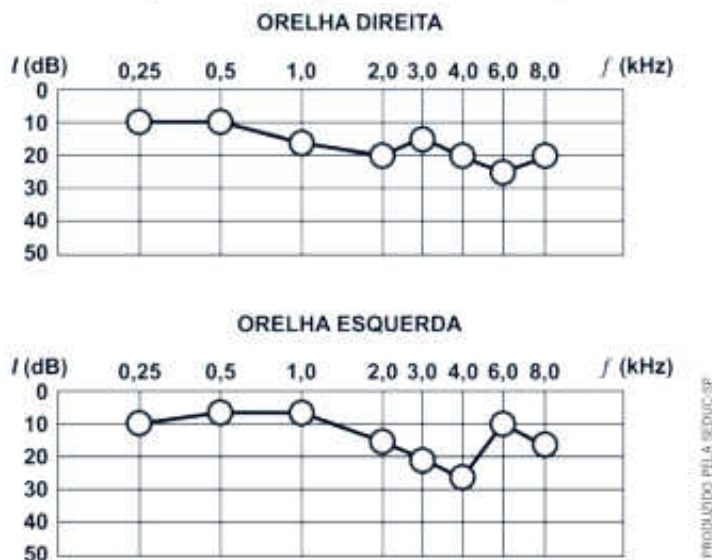
$$\Delta E = 3 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

Atividade 3

(FUVEST 2014 — Adaptada) O resultado do exame de audiometria de uma pessoa é mostrado nas figuras abaixo. Os gráficos representam o nível de intensidade sonora mínima I , em decibéis (dB), audível por suas orelhas direita e esquerda, em função da frequência f do som, em kHz. A comparação desse resultado com o de exames anteriores mostrou que, com o passar dos anos, ela teve perda auditiva. Com base nessas informações, foram feitas as seguintes afirmações sobre a audição da pessoa:



- I ela ouve sons de frequência de 6 kHz e intensidade de 20 dB com a orelha direita, mas não com a esquerda.
- II um sussurro de 15 dB e frequência de 0,25 kHz é ouvido por ambas as orelhas.



Analise se as afirmativas são verdadeiras ou falsas. Justifique.

I. **Falsa.** A partir dos gráficos, na frequência de 6 kHz, temos:

- na orelha direita, sons são ouvidos a partir de **aproximadamente 25 dB**;
- na orelha esquerda, sons são percebidos a partir de **10 dB**.

II. **Verdadeira.** A partir dos gráficos, na frequência de 0,25 kHz, observa-se que o limiar de intensidade é de 10 dB em ambas as orelhas, ou seja, sons que tenham **intensidade maior** que esse valor são escutados. Um sussurro de 15 dB é, portanto, ouvido em ambas as orelhas.

Atividade 4

(ENEM 2025) O nível sonoro, em decibel (dB), é calculado pela expressão:

$$N = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

Uma conversa normal entre duas pessoas gera sons de níveis sonoros entre 50 e 60 dB, enquanto pessoas gritando podem gerar sons de níveis superiores a 100 dB. Supondo que, no centro de um estádio de futebol, foram realizadas medidas para avaliar o ruído médio de uma pessoa gritando a palavra "gol" em diferentes posições das arquibancadas. O valor médio obtido, considerando um grande número de medidas, foi de 100 dB. Com esse dado, estimou-se o ruído sonoro produzido por 10 000 pessoas, distribuídas aleatoriamente nas arquibancadas, enquanto gritavam, simultaneamente, a palavra "gol".

O valor médio estimado para o ruído produzido por essas pessoas, na posição central desse estádio hipotético, foi de:

- a) 60 dB
- b) 104 dB
- c) 140 dB**
- d) 400 dB
- e) 800 dB

Do enunciado, temos o valor do nível sonoro de uma pessoa gritando "gol" de **100 dB**. Substituindo na relação matemática:

$$N = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

$$100 = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

$$\frac{I}{I_0} = 10^{10} \Rightarrow I = 10^{10} \cdot I_0$$

Considerando o número de pessoas no estádio (**n = 10 000 pessoas**), a intensidade sonora total será de:

$$I_{\text{total}} = n \cdot I$$

sendo **I** o valor da intensidade por pessoa.

$$I_{\text{total}} = 10\,000 \cdot I \Rightarrow I_{\text{total}} = 10^{14} \cdot I_0$$

Para calcular o nível sonoro total no centro do estádio, devemos utilizar novamente a expressão matemática:

$$N_{\text{total}} = 10 \cdot \log \frac{I_{\text{total}}}{I_0}$$

$$N_{\text{total}} = 10 \cdot \log \frac{10^{14} \cdot I_0}{I_0}$$

$$N_{\text{total}} = 10 \cdot \log 10^{14}$$

$$N_{\text{total}} = 10 \cdot 14$$

$$N_{\text{total}} = 140 \text{ dB}$$

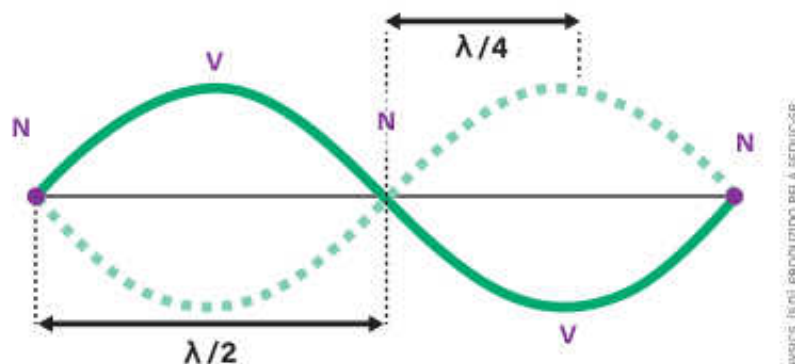


ONDAS ESTACIONÁRIAS E HARMÔNICOS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Ondas Sonoras

Para compreender a formação de harmônicos na acústica, relembremos que a formação de ondas estacionárias ocorre devido à interferência de ondas.



Título: Esquema - Representações de ondas e fenômenos de interferência - Parte 1.

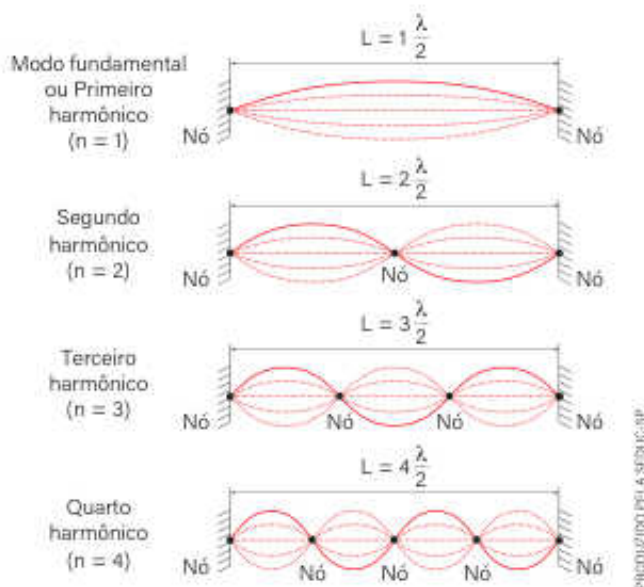
Na imagem acima, vemos um exemplo de uma corda vibrando, formando uma onda estacionária. Note que alguns pontos permanecem em **repouso**, a eles damos o nome de **nós (N)**. Nesses pontos, podemos dizer que há uma **interferência destrutiva total**.

Também podemos observar que existem pontos em que a **amplitude é máxima**, a estes damos o nome de **ventres (V)**. Há **interferência construtiva** nesses pontos.

Harmônicos

Quando uma corda elástica é fixada em ambas as extremidades e submetida a uma tensão, ela passa a apresentar **frequências naturais de vibração**. Esses padrões são conhecidos como **modos normais** ou **harmônicos**.

Conhecendo o modo de vibração, podemos obter o comprimento da onda (λ) por meio do comprimento da corda L .



Observe que, para o primeiro harmônico ou harmônico fundamental ($n = 1$), temos:

$$\frac{\lambda_1}{2} = L \Rightarrow \lambda_1 = 2 \cdot L$$

Para o segundo harmônico:

$$2 \cdot \frac{\lambda_2}{2} = L \Rightarrow \lambda_2 = \frac{2 \cdot L}{2}$$

No caso geral, temos:

$$\lambda_n = \frac{2 \cdot L}{n}$$

sendo n o número do harmônico.

Na prática

Atividade 1

(UECE 2017) Uma corda de 60 cm, em um violão, vibra a uma determinada frequência. É correto afirmar que o maior comprimento de onda dessa vibração, em cm, é:

a) 60

c) 30

b) 120

d) 240

Resolução:

O maior comprimento de onda possível em uma corda presa em ambas as extremidades (violão) ocorre no primeiro harmônico, também chamado de frequência fundamental.

Portanto, temos que:

$$\frac{\lambda}{2} = L = 60 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 120 \text{ cm}$$

Atividade 2

(ENEM PPL 2013) Em um violão afinado, quando se toca a corda Lá com seu comprimento efetivo (harmônico fundamental), o som produzido tem frequência de 440 Hz. Se a mesma corda do violão é comprimida na metade do seu comprimento, a nova frequência do harmônico fundamental:

- a) se reduz à metade, porque o comprimento de onda dobrou.
- b) dobra, porque o comprimento de onda foi reduzido à metade.**
- c) quadruplica, porque o comprimento de onda foi reduzido à metade.
- d) quadruplica, porque o comprimento de onda foi reduzido à quarta parte.
- e) não se modifica, porque é uma característica independente do comprimento da corda que vibra.

Resolução:

a) se reduz à metade, porque o comprimento de onda dobrou.

Incorreta. A frequência **não se reduz**, ela **aumenta**. Além disso, o comprimento de onda **diminui**, não aumenta.

b) **dobra**, porque o comprimento de onda foi reduzido à metade.

Correta. Com o comprimento de onda reduzido à metade, a frequência **dobra**.

c) quadruplica, porque o comprimento de onda foi reduzido à metade.

Incorreta. Se a onda foi reduzida à metade, a frequência **dobra**, e não quadruplica.

d) quadruplica, porque o comprimento de onda foi reduzido à quarta parte.

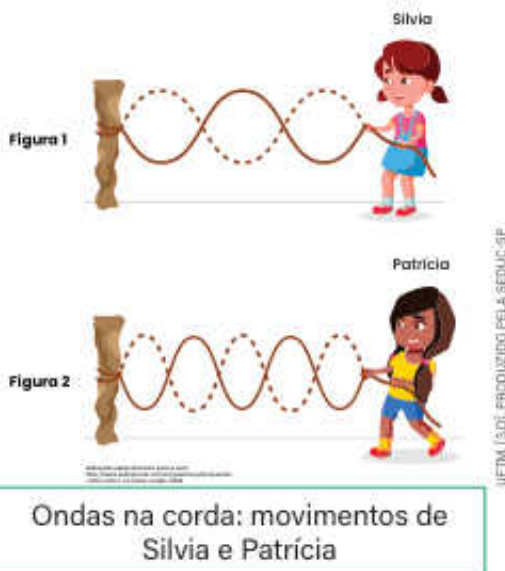
Errada. O enunciado fala em **redução à metade**, e não à **quarta parte**.

e) não se modifica, porque é uma característica independente do comprimento da corda que vibra.

Incorreta. A frequência **depende** do comprimento da corda.

Atividade 3

(UFTM 2011 – Adaptada) Sílvia e Patrícia brincavam com uma corda quando perceberam que, prendendo uma das pontas num pequeno poste e agitando a outra ponta em um mesmo plano, faziam com que a corda oscilasse de forma que alguns de seus pontos permaneciam parados, ou seja, se estabelecia na corda uma onda estacionária. A figura 1 mostra a configuração da corda quando Sílvia está brincando e a figura 2 mostra a configuração da mesma corda quando Patrícia está brincando.



Considerando-se iguais, nas duas situações, as velocidades de propagação das ondas na corda, e chamando de f_s e f_p as frequências com que Sílvia e Patrícia, respectivamente, estão fazendo a corda oscilar, pode-se afirmar corretamente que a relação $\frac{f_s}{f_p}$ é igual a:

- a) 1,6 b) 1,2 c) 0,8 **d) 0,6** e) 0,4

Resolução:

Considerando a extensão da corda L igual para as duas, pela figura 1, Sílvia gerou 3 ventres, portanto 3 metades de comprimentos de onda. Já, pela figura 2, Patrícia gerou 5 ventres. Assim, podemos escrever:

$$L_s = L_p$$

$$3 \cdot \frac{\lambda_s}{2} = 5 \cdot \frac{\lambda_p}{2} \Rightarrow \lambda_p = \frac{3}{5} \lambda_s$$

Do enunciado, temos que as velocidades de propagação das ondas são iguais, então $v_s = v_p$

Aplicando a equação fundamental da ondulatória,

$$\lambda_s \cdot f_s = \lambda_p \cdot f_p$$

Mas sabemos quanto vale λ_p em termos de λ_s , substituindo temos:

$$\lambda_s \cdot f_s = \frac{3}{5} \lambda_s \cdot f_p$$

Logo:

$$\frac{f_s}{f_p} = \frac{3}{5} = 0,6$$



BIOLOGIA



AULA

1

CÉLULAS HELA: A IMPORTÂNCIA DA BIOÉTICA EM BIOTECNOLOGIA

Resumo

Henrietta Lacks morreu em 1951 devido a um tumor maligno no útero causado pelo HPV.



Henrietta Lacks

Durante o tratamento, células cancerígenas de seu corpo foram coletadas, **sem o seu consentimento**, para o desenvolvimento de pesquisas.

Essas células, conhecidas como **HeLa**, têm a capacidade de se multiplicar em laboratório e estão ligadas a diversos avanços científicos.

Comitês de ética têm o objetivo de defender os interesses das pessoas que participam de pesquisas, em sua integridade e dignidade, à medida que ocorre o desenvolvimento científico.

Atualmente, pesquisas científicas que envolvem seres humanos devem ser feitas seguindo padrões legais e submetidas a comitês de ética.

O modo como a pesquisa se desenvolveu e o uso de dados confidenciais, mesmo depois da morte da paciente, não levaram em consideração os princípios da bioética, especialmente o da **confidenciabilidade**.

O caso das células HeLa é um exemplo de como o desenvolvimento científico está atrelado a questões raciais e sociais, por isso a importância de estar alinhado aos **princípios da bioética**.

Na prática

Atividade 1

Leia o texto a seguir e explique por que, neste caso fictício, o princípio da confidencialidade na bioética foi violado.

Durante uma pesquisa médica em uma comunidade rural, foram coletadas informações sobre o histórico de saúde dos participantes, incluindo diagnósticos de doenças transmissíveis e condições genéticas. Ao final desse estudo, os pesquisadores divulgaram os dados em um congresso científico sem anonimizar os participantes.

Como resultado, os moradores da comunidade passaram a enfrentar estigmatização, discriminação em suas relações sociais e dificuldades para obter empregos, uma vez que seus dados de saúde podiam ser acessados publicamente. Alguns participantes questionaram os pesquisadores sobre essa violação, mas foram informados de que o compartilhamento dos dados era necessário para o avanço científico.

Palavras-chave: anonimato, autonomia, dados sensíveis, sigilo.

Esse caso exemplifica a violação do princípio da confidencialidade, pois os pesquisadores não protegeram informações privadas. Os participantes não tiveram a chance de decidir sobre a divulgação ou não dos seus dados compartilhados. Esse tipo de procedimento acabou por ferir os direitos dos participantes da pesquisa, trazendo danos à sua dignidade.



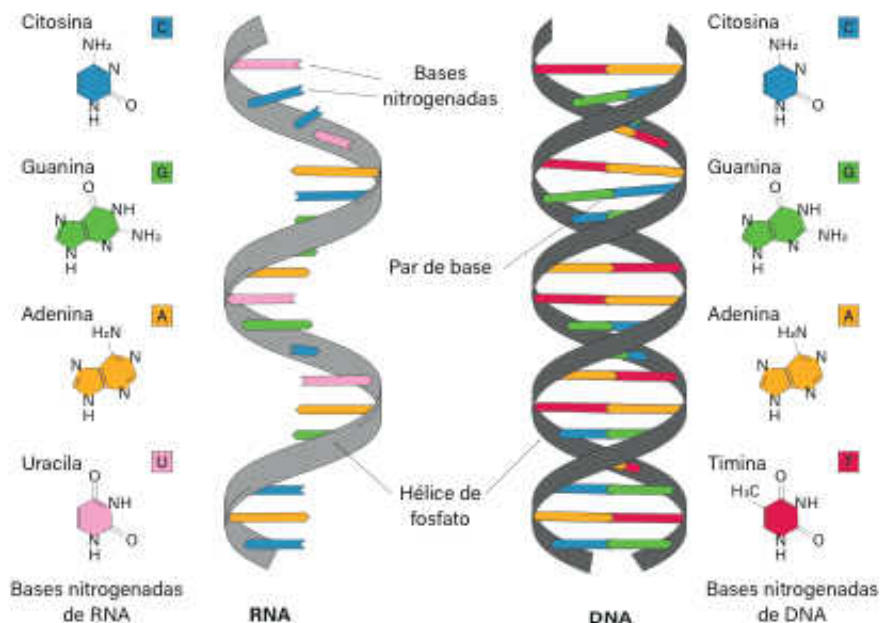
AULA

2

DNA E RNA

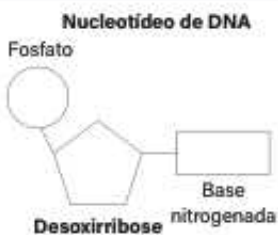
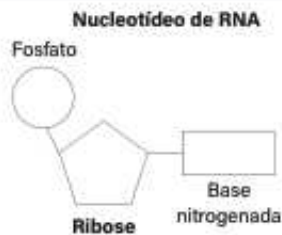
Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Bioética, genética e biotecnologia



O DNA funciona como um banco de dados biológico, no qual os genes representam as informações armazenadas e o **genoma** engloba todas essas informações em um único conjunto.

As descobertas científicas relacionadas ao genoma têm possibilitado avanços importantes sobre o entendimento de doenças de base hereditária e atendimento à população que inclui serviço de testes e aconselhamento genético.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM ©GETTY IMAGES

Na prática

Atividade 1

Os nucleotídeos de cada fita do DNA contêm bases nitrogenadas, que formam pares. Considere uma molécula de DNA que possui a seguinte sequência de bases nitrogenadas em uma de suas fitas: **ATGCCATAGGCTACG**.

- 1 Escreva a sequência de bases nitrogenadas da fita complementar de DNA gerada durante o processo de replicação.

TACGGTATCCGATGC (adenina vai sempre se ligar à timina e a citosina, à guanina).

- 2 Explique por que o processo de replicação do DNA é chamado semiconservativo.

Durante o processo de replicação, uma das fitas do DNA serve como base para a formação da nova fita; sendo assim, a nova molécula de DNA formada terá uma fita antiga e uma fita nova, por isso o processo é denominado semiconservativo.

- 3 Quais os nomes das duas principais enzimas envolvidas no processo de replicação?

As duas principais enzimas envolvidas na replicação do DNA são a helicase e a DNA polimerase.



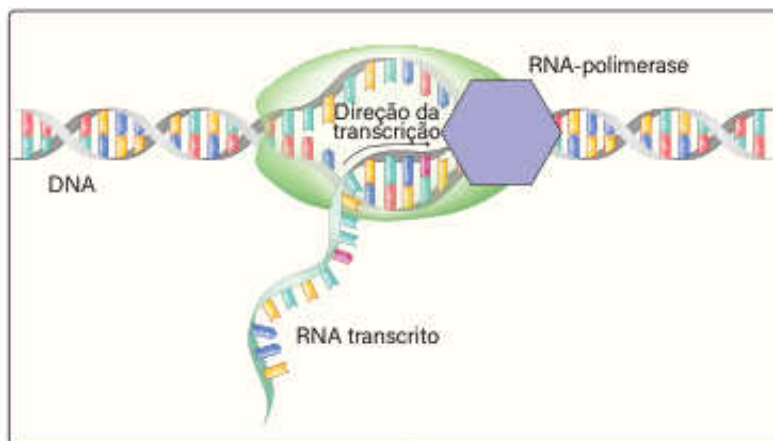
AULA

3

TRANSCRIÇÃO

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Bioética, genética e biotecnologia



RNA mensageiro (mRNA)

Formado a partir da transcrição, contém a sequência de bases nitrogenadas (códon) que orienta a ordem de aminoácidos correta para compor uma proteína. Serve de molde para a ligação do tRNA.



O RNA participa da síntese de proteínas nas células, ou seja, da fabricação de proteínas responsáveis pela expressão (fenótipo) das informações contidas nos genes. A transcrição é uma etapa intermediária desse processo.

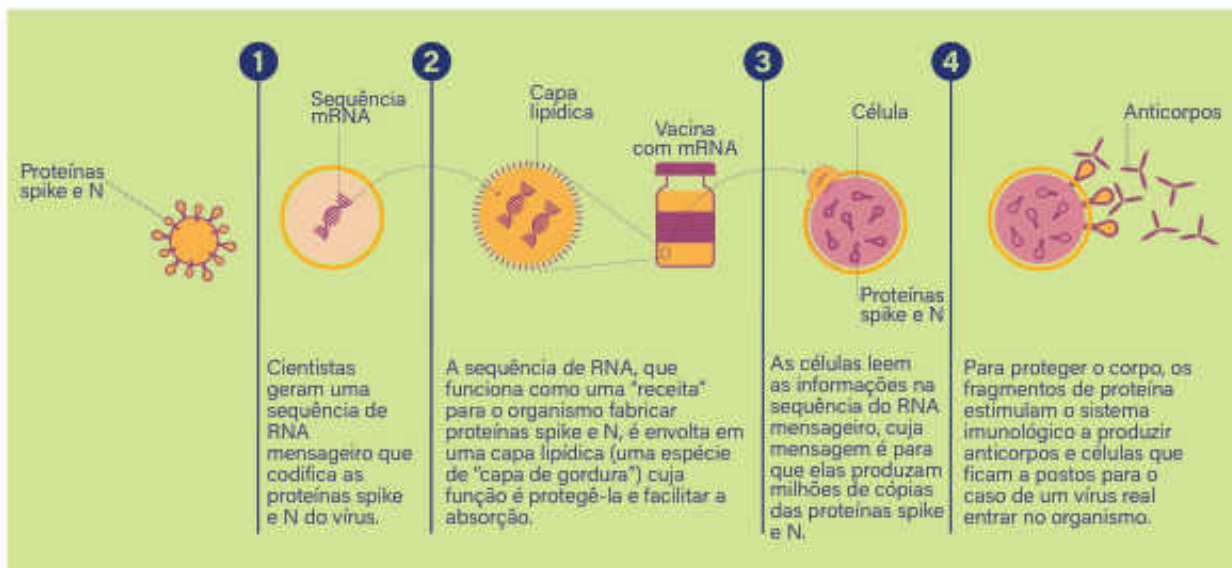
PRODUTO PELA SEDUC-SP COM ©GETTY IMAGES



Na prática

Atividade 1

Observe a imagem que mostra como o mRNA pode ser usado para a fabricação de vacinas. Leia o texto e responda à pergunta.



FIOCRUZ, 2023. REPRODUZIDO PELA SEDUC-SF

A tecnologia de RNA mensageiro foi utilizada para a produção de uma vacina contra o SARS-Cov-2, o vírus causador da Covid-19, e teve grande importância na luta contra essa doença durante a pandemia. Quem toma a vacina, recebe um modelo de RNA mensageiro sintético que contém a codificação de uma determinada proteína do agente infeccioso (vírus). **Isso faz com que as células produzam essa proteína** e, como ela é uma substância estranha ao nosso organismo, acaba por **induzir uma resposta imunológica** pelo nosso corpo.

O desenvolvimento de vacinas utilizando mRNA é um bom exemplo de como os cientistas podem usar processos biológicos aplicados para o tratamento e, como no caso descrito, prevenção de doenças.

O que são as vacinas de RNA mensageiro e como essa tecnologia também pode tratar doenças? **Pfizer**, 3 nov. 2022. Disponível em: <https://www.pfizer.com.br/noticias/ultimas-noticias/o-que-s%C3%A3o-vacinas-de-rna-mensageiro>. Acesso em: 23 dez. 2024.



Explique, de forma resumida, quais processos levam à formação do mRNA em uma célula.

Palavras-chave: núcleo, RNA-polimerase, RNA mensageiro.

A transcrição ocorre no núcleo celular, a partir de uma sequência de DNA que vai dar origem a uma fita de RNA mensageiro. A enzima RNA polimerase liga-se ao DNA, criando uma bolha de transcrição, onde as duas cadeias do DNA são separadas. A RNA polimerase adiciona nucleotídeos de RNA complementares a uma das cadeias do DNA, formando a fita de RNA mensageiro, que deixa o núcleo da célula e migra para o citoplasma.



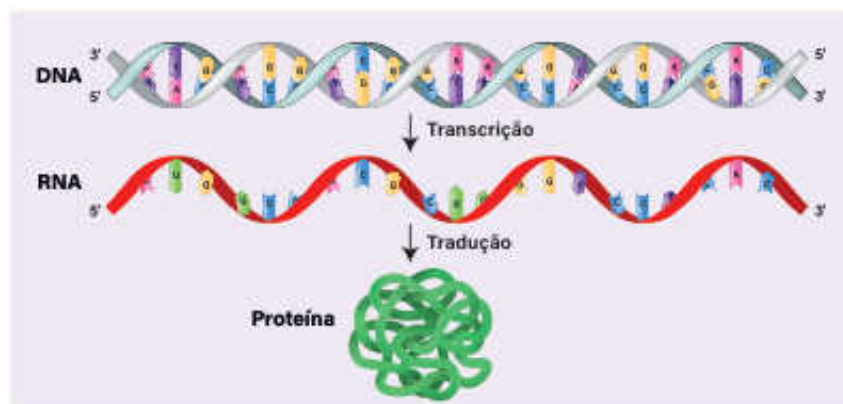
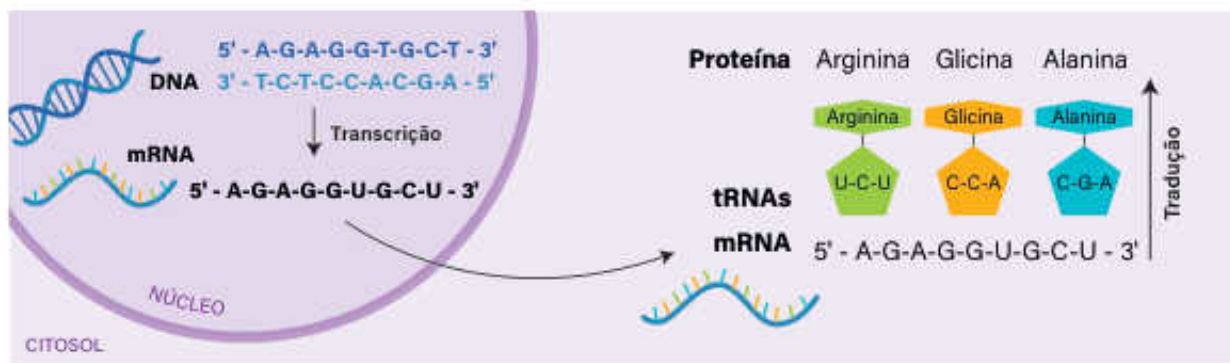
AULA

4

TRADUÇÃO

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Bioética, genética e biotecnologia



A tradução corresponde à última etapa do processo de expressão gênica, em que as informações genéticas contidas no DNA serão traduzidas em proteínas, responsáveis por funções essenciais das células.

PRODUZIDO PELA SEDUC-SP COM © GETTY IMAGES



Tabela de códons

		2ª base				
		U	C	A	G	
1ª base	U	UUU Fenilalanina (Fen) UUC UUA Leucina (Leu) UUG Códon de início	UCU UCC Serina (Ser) UCA UCG	UAU Tirosina (Tir) UAC UAA Códon de parada UAG Códon de parada	UGU Cisteína (Cis) UGC UGA Códon de parada UGG Triptofano (Trp)	U C A G
	C	CUU Leucina (Leu) CUC CUA CUG	CCU CCC Prolina (Pro) CCA CCG	CAU Histidina (His) CAC CAA Glutamina (Gln) CAG	CGU Arginina (Arg) CGC CGA CGG	U C A G
	A	AUU Isoleucina (Ile) AUC AUA AUG Metionina (Met)	ACU ACC Treonina (Tre) ACA ACG	AAU Asparagina (Asn) AAC AAA Lisina (Lis) AAG	AGU Serina (Ser) AGC AGA Arginina (Arg) AGG	U C A G
	G	GUU Valina (Val) GUC GUA GUG	GCU Alanina (Ala) GCC GCA GCG	GAU Ácido aspártico (Asp) GAC GAA Ácido glutâmico (Glu) GAG	GGU Glicina (Gli) GGC GGA GGG	U C A G

Na prática

Atividade 1

Conheça um pouco sobre uma doença genética rara chamada fibrose cística.

A fibrose cística é uma doença genética hereditária causada por alterações nos genes que regulam a proteína mediadora dos canais de cloro da célula, resultando em secreções espessas que afetam principalmente os pulmões, trato digestivo e o pâncreas. Seus sintomas incluem tosse persistente, infecções respiratórias recorrentes, desnutrição, suor salgado e obstruções intestinais. O diagnóstico precoce é realizado pelo Teste do Pezinho, confirmado pelo teste do suor, e é essencial para iniciar o tratamento, que envolve manejo de complicações pulmonares e digestivas, fisioterapia respiratória, suplementação nutricional e acompanhamento multidisciplinar em centros especializados. Essa abordagem melhora significativamente a qualidade de vida e o prognóstico dos pacientes.

SÃO PAULO (Estado). **Fibrose cística** – mucoviscidose. Secretaria de Estado da Saúde, [s.d.]. Disponível em: <https://saude.sp.gov.br/ses/perfil/profissional-da-saude/homepage/outros-destaques/fibrose-cistica-mucoviscidose>. Acesso em: 26 dez. 2024.



Explique a relação entre o código genético e a síntese de proteínas e por que mutações podem afetar o funcionamento das células, como no caso da fibrose cística.

O código genético é um conjunto universal de regras que relaciona a sequência de bases nitrogenadas do DNA, transcritas em mRNA, com os aminoácidos que compõem as proteínas. Cada trinca de nucleotídeos (códon) do mRNA codifica um aminoácido específico. O RNA transportador (tRNA) entrega os aminoácidos correspondentes, que são ligados em uma cadeia que forma a proteína funcional. Mutações no DNA podem alterar a sequência de códon do mRNA, levando à substituição, inserção ou deleção de aminoácidos na proteína. Essas alterações podem comprometer a estrutura e a função da proteína, como ocorre na fibrose cística. Nesse caso, uma mutação no gene CFTR afeta a proteína que regula os canais de cloro nas células, comprometendo o funcionamento delas.



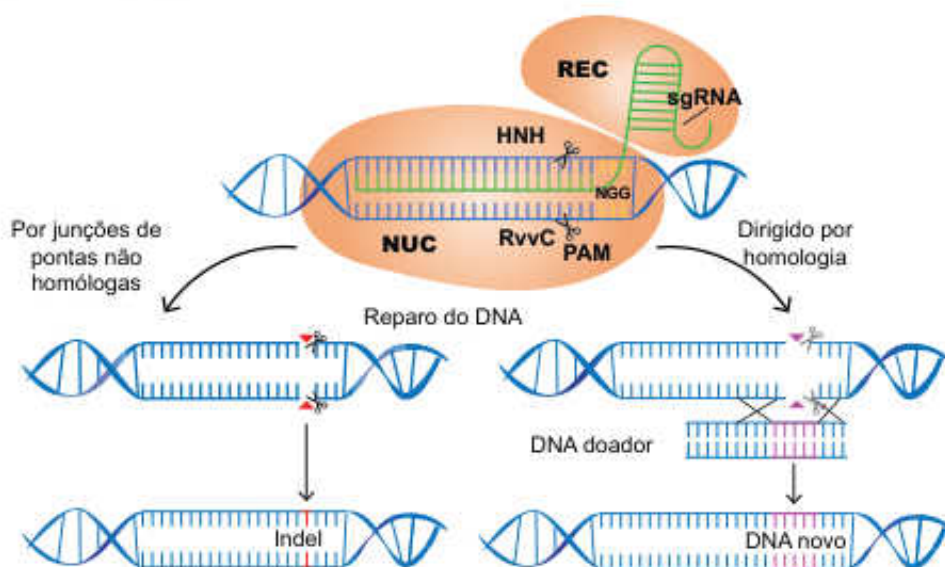
AULA

5

ENGENHARIA GENÉTICA: CRISPR/CAS9

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Aplicações da biotecnologia



A Cas9 é uma enzima que corta o DNA, e o CRISPR guia a Cas9 para o local certo de corte. Com isso, os cientistas podem editar precisamente sequências específicas do DNA.

A engenharia genética é uma ferramenta que permite modificar o DNA de organismos, trazendo avanços significativos para a saúde, como o tratamento de doenças genéticas e o desenvolvimento de vacinas, além de avanços na agricultura e pecuária. Seus desafios, no entanto, incluem questões éticas, como a manipulação do genoma humano e os impactos em gerações futuras. Para garantir que seus benefícios superem os riscos, é essencial que seu uso seja acompanhado de rigor científico, debates éticos e regulamentações responsáveis.

PROFESSÃO BIOTEC, 2018. PRODUTOS PELA SEDUC/SP



Na prática

Atividade 1

Os avanços tecnológicos e o desenvolvimento de novas técnicas trazem debates sobre riscos, vantagens, aplicações e ética.

Leia o texto adaptado do artigo "Edição genética: riscos e benefícios da modificação do DNA humano" (2019) .

Técnicas de edição genética têm sido desenvolvidas desde a década de 1990, configurando, para alguns autores, verdadeira revolução no campo da biotecnologia. O procedimento recebe esse nome pois é capaz de "deletar" trechos específicos do DNA e inserir novos genes no local – tanto células germinativas quanto somáticas podem ser editadas.

O desenvolvimento de técnicas de edição abre caminho para a modificação do genoma de qualquer espécie de ser vivo. Essas técnicas afetam áreas diversas, como tratamento de doenças, pesquisa biomédica de base, agropecuária e ciências ambientais. Poderiam ser também usadas para personalizar características humanas para fins de melhoramento.

[...] avanços no campo das ciências da vida conferem o poder de não somente tratar doenças, mas potencializar capacidades humanas, como cognição, performance física e longevidade. Em teoria, técnicas de edição permitiriam manipular genes de modo a dar a indivíduos traços cognitivos e físicos sob demanda.

Entre os riscos da edição genética [...], destacam-se mutações aleatórias que ocorreriam no genoma modificado, consequências danosas às gerações futuras, extrapolação do procedimento para fins não terapêuticos e impacto negativo na percepção social acerca da edição de células somáticas.

[...] ainda que essas tecnologias tenham passado por importantes avanços, *persistem argumentos contrários ao engajamento nesta atividade. Entre eles estão sérias e imensuráveis questões de segurança, questões éticas envolvendo alterações da linhagem germinativa que afetem as próximas gerações sem seu consentimento e a atual falta de aplicações médicas que justifiquem o uso da tecnologia em embriões.*

[...] técnicas de edição genética contribuem para pesquisas biomédicas de base, assim como para a criação de terapias. A alteração do DNA de células somáticas e germinativas traria doenças como anemia falciforme, hepatite, imunodeficiências, infertilidade, cânceres, fibrose cística, entre outras. Porém, [...] os genes têm múltiplas funções, de maneira que modificar um gene causador de patologia poderia provocar consequências adversas.



Por exemplo, uma mutação do gene CCR5 reduz as chances de infecção pelo HIV, mas torna a pessoa mais suscetível a contrair o vírus da febre do Nilo Ocidental.

Para a Unesco, *o genoma humano baseia a unidade fundamental de todos os membros da família humana, configurando a herança da humanidade. Como consequência, intervenções devem ser admitidas apenas por razões preventivas, diagnósticas e terapêuticas e sem realizar modificações para os descendentes.*

As controvérsias [...] evidenciam que juízos acerca da edição genética devem se basear no balanço entre possíveis danos e benefícios.

FURTADO, R. N. Edição genética: riscos e benefícios da modificação do DNA humano. **Revista Bioética**, v. 27, n. 2, p. 223-233, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bioet/a/jFptVvKR7RJHWXwmsKpZFrh/?format=pdf>. Acesso em: 3 jan. 2025.

Com base no texto adaptado, escreva:

1 Um parágrafo com os pontos a favor da edição gênica.

A engenharia genética pode auxiliar no tratamento de doenças genéticas graves, como anemia falciforme, câncer e imunodeficiências, por meio da modificação de células somáticas e germinativas. Essa tecnologia também oferece possibilidades de intervenção em características humanas determinadas, em parte, geneticamente, como desempenho físico e longevidade, abrindo caminhos para avanços que podem melhorar significativamente a qualidade de vida. Além disso, a edição genética pode trazer benefícios preventivos e terapêuticos, demonstrando um potencial transformador no combate a problemas de saúde e na melhora da qualidade de vida.

2 Um parágrafo com os pontos contrários à edição gênica.

Apesar dos avanços, a engenharia genética levanta preocupações éticas, sociais e de segurança. Entre os riscos estão as mutações aleatórias que podem causar consequências imprevisíveis às gerações futuras, especialmente em células germinativas, afetando indivíduos sem seu consentimento. A extrapolação dessas técnicas para fins não terapêuticos, como a manipulação de características físicas, pode gerar desigualdade social e impactos negativos na percepção pública da ciência, além de efeitos colaterais adversos.

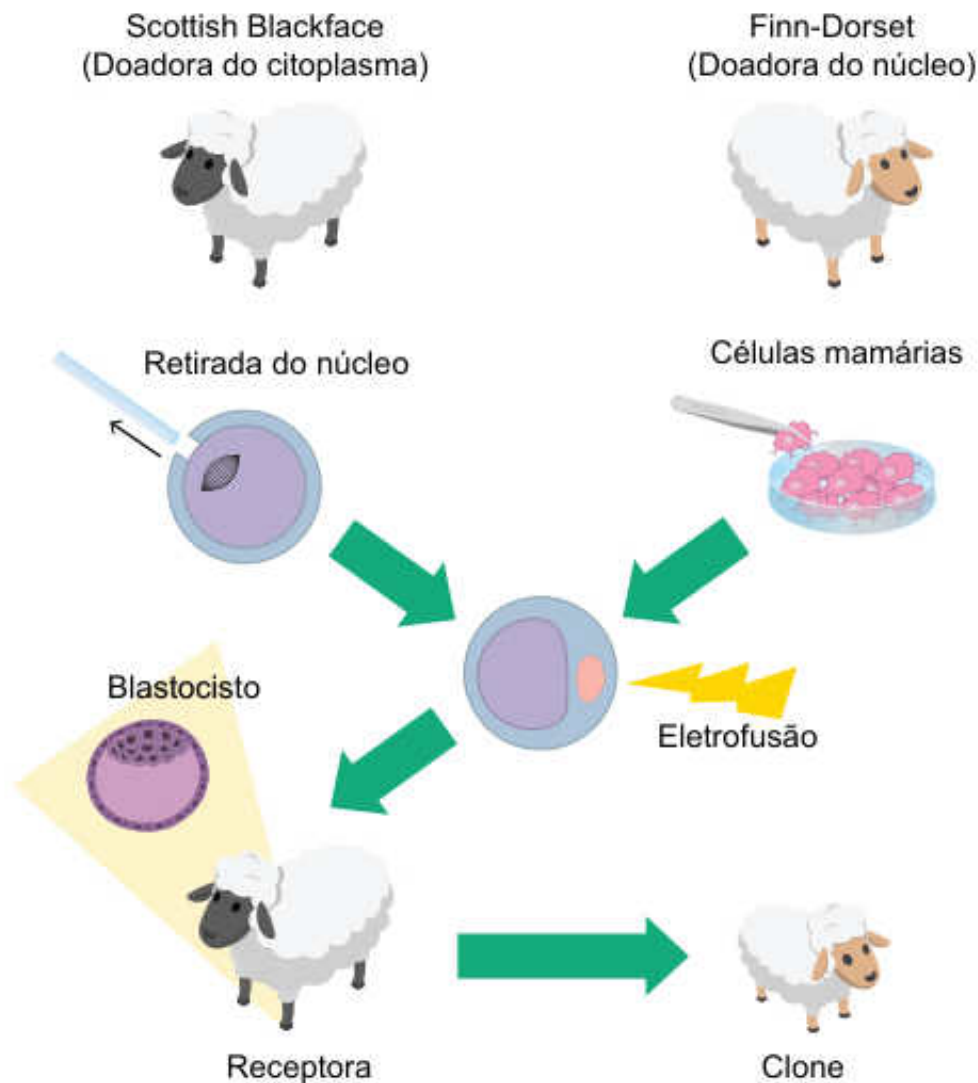
AULA

6

CLONAGEM

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Aplicações da biotecnologia



SOUNDONJUS/IMAGEMEDIA.COM/INFORMES, 2008. PRODUZIDO PELA SEDUC-SP



Na prática

Atividade 1

Leia o trecho a seguir sobre clonagem reprodutiva e terapêutica.

[...] existe uma distinção importante entre a "clonagem reprodutiva", que visa à geração de um indivíduo inteiro a partir de uma célula por reprodução assexuada, e a "clonagem terapêutica", ou seja, a clonagem com fins terapêuticos, com o objetivo de gerar tecidos para transplantes.

[...] As **células-tronco (CT)** embrionárias humanas são derivadas de embriões de cinco dias, expandidas no laboratório, e lá podem ser induzidas a se transformar em células sanguíneas, musculares, hepáticas, de pele, células secretoras de insulina, e até em neurônios! Desta forma, as CT embrionárias possuem um imenso potencial terapêutico para as mais diversas doenças humanas. Porém, em qualquer transplante de órgãos, é preciso analisar a genética do doador e do receptor para saber se eles são imunologicamente compatíveis. [...] Com o desenvolvimento das técnicas de clonagem, tornou-se possível a criação de CT embrionárias "sob medida", ou seja, CT embrionárias geneticamente idênticas às do paciente. [...] Os embriões clonados serão uma fonte de CT embrionárias imunocompatíveis com aquela pessoa da qual foram retiradas as células somáticas.

[...]

[...] Vamos utilizar de forma responsável os novos poderes da clonagem, com fins exclusivamente terapêuticos, para que possamos viver as reais maravilhas deste admirável mundo novo.

PEREIRA, L. V. Clonagem: reprodutiva ou terapêutica? **Fiocruz**, 30 nov. 2021. Disponível em: <https://www.invivo.fiocruz.br/cienciaetecnologia/clonagem-reprodutiva-ou-terapeutica/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

Células-tronco totipotentes são derivadas do zigoto, que vai se desenvolver no embrião, e são capazes de se diferenciar em qualquer tipo de célula.

- a) Qual é a principal diferença entre clonagem reprodutiva e clonagem terapêutica, conforme o texto?

A clonagem reprodutiva tem como objetivo gerar um indivíduo inteiro, enquanto a clonagem terapêutica busca criar tecidos para fins médicos.



- b) Por que as células-tronco embrionárias "sob medida" são consideradas uma inovação importante no campo dos transplantes?

Porque essas células são geneticamente idênticas às do paciente, reduzindo os riscos de rejeição imunológica.

- c) Qual é o potencial terapêutico das células-tronco embrionárias humanas, conforme descrito no texto?

As células-tronco embrionárias podem ser transformadas em diversos tipos de células, como sanguíneas, musculares, hepáticas e até neurônios, oferecendo tratamento para várias doenças.



AULA

7

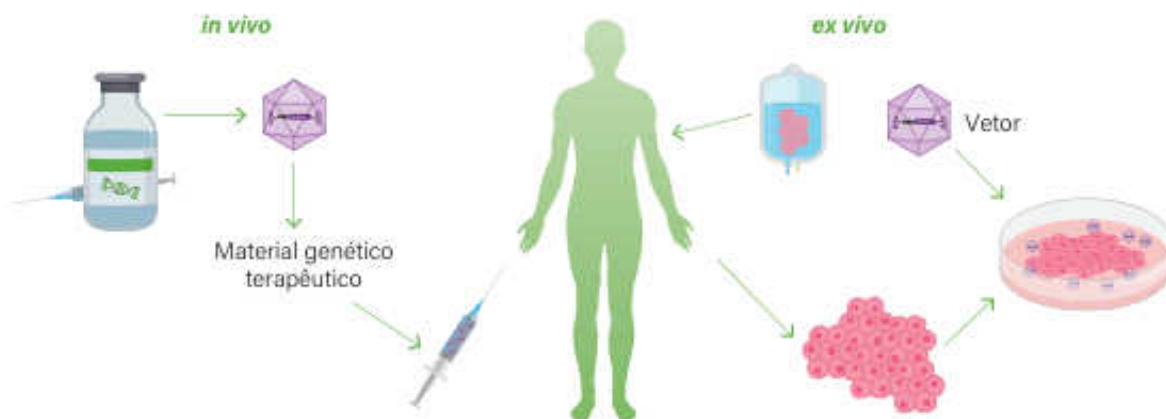
TERAPIA GÊNICA

Resumo

A terapia gênica é uma biotecnologia que visa tratar ou prevenir doenças por meio da **alteração do material genético** de algumas células para **corrigir mutações que causem doenças**. Pode ocorrer por **inativação** de um gene defeituoso, sua substituição por um gene funcional ou, ainda, pela **introdução** de um novo gene.

Na terapia gênica *in vivo*, o gene desejado é colocado na célula-alvo diretamente pela infusão de um vetor no corpo do paciente. Na terapia gênica *ex vivo*, células são retiradas do corpo do(a) paciente, postas em cultura, processadas em laboratório e, então, retornam para o(a) paciente.

Os tratamentos com terapia gênica devem considerar posturas éticas. A adoção do modelo participativo, em que médico e paciente compartilham informações e decisões, é vista como ideal, aumentando a satisfação do paciente e a qualidade do tratamento.



RENETA, 2021. PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Na prática

Atividade 1

Estudo de caso: terapia gênica no tratamento da fibrose cística

Organizem-se em duplas para analisar o caso e responder às perguntas.

Um jovem de 16 anos foi diagnosticado com fibrose cística, uma doença genética causada por mutações no gene CFTR. Essa condição afeta principalmente os pulmões, o sistema digestório e outras partes do corpo, tornando difíceis a respiração e a digestão. Apesar de usar medicamentos e realizar fisioterapia pulmonar diariamente, ele ainda enfrenta infecções frequentes e dificuldade em manter peso adequado.

Recentemente, os médicos informaram à família do jovem que ele pode ser candidato para um tratamento experimental de terapia gênica. Essa abordagem visa inserir uma cópia funcional do gene CFTR nas células afetadas, restaurando a função normal da proteína e, potencialmente, melhorando a qualidade de vida do paciente. O médico indicou um grupo de cientistas para esclarecer alguns pontos sobre o tratamento experimental.

Os cientistas apresentaram à família os seguintes critérios a serem considerados em relação ao tratamento.

Critérios científicos

- I **Eficácia esperada:** embora os estudos iniciais sejam promissores, não há garantia de sucesso completo.
- II **Segurança:** nesse caso, a terapia gênica envolve riscos, como reações adversas ou a possibilidade de o gene funcional não se integrar corretamente.
- III **Alternativas:** atualmente, os tratamentos disponíveis apenas aliviam os sintomas, mas não tratam a causa da doença.

Critérios éticos

- I **Consentimento informado:** o paciente e sua família devem ser informados claramente sobre os benefícios, riscos e incertezas do tratamento.
- II **Equidade:** o acesso à terapia pode ser limitado devido ao alto custo, o que levanta questões sobre justiça no uso dessa tecnologia.
- III **Saúde mental:** considerar a pressão emocional e as expectativas do paciente e de sua família ao optar por uma terapia experimental.



Imagine que você e sua dupla são membros de um comitê de ética responsável por avaliar tratamentos experimentais. Respondam às perguntas, considerando as dúvidas apresentadas pela família ao comitê.

- a)** Quais seriam os benefícios e os riscos para o paciente ao participar da terapia gênica?

O paciente poderia se beneficiar do tratamento da causa da fibrose cística, algo que os métodos atuais não proporcionam, pois atuam apenas nos sintomas. A terapia convencional tem como focos a redução das infecções recorrentes e a melhora na função pulmonar e digestiva, no entanto não consegue atacar a causa desses problemas, ou seja, a própria fibrose cística.

A terapia gênica, ao combater a causa, resulta em qualidade de vida superior e expectativa de vida mais longa. Por outro lado, a natureza experimental dessa terapia traz incertezas ao paciente, que poderá enfrentar reações adversas ainda desconhecidas, tanto imediatas como de longo prazo. Deve-se considerar também que o gene funcional talvez não se integre corretamente, tornando o tratamento ineficaz. Todo esse quadro pode impactar a saúde mental do paciente e da família ao gerar expectativas que talvez não se concretizem.

- b)** Como garantir que o paciente e sua família sejam informados e sua decisão respeitada?

O consentimento e a orientação para o paciente e sua família devem ocorrer por meio de reuniões detalhadas com as equipes médica e científica que expliquem os objetivos, benefícios, riscos e limitações do tratamento. Além disso, é essencial oferecer materiais informativos acessíveis e garantir apoio psicológico com acompanhamento profissional, ajudando o jovem e a família a lidar com as emoções. A opinião do paciente deve ser sempre considerada, assegurando que suas decisões sejam respeitadas.

c) Quais soluções podem ser trazidas em relação ao custo do tratamento?

As soluções em relação aos custos do tratamento devem vir de um esforço conjunto de governos, indústria farmacêutica e instituições de pesquisa e de saúde para encontrá-las. Em muitos casos, os pacientes convidados a participar de pesquisas em instituições e hospitais públicos recebem o tratamento de forma gratuita.



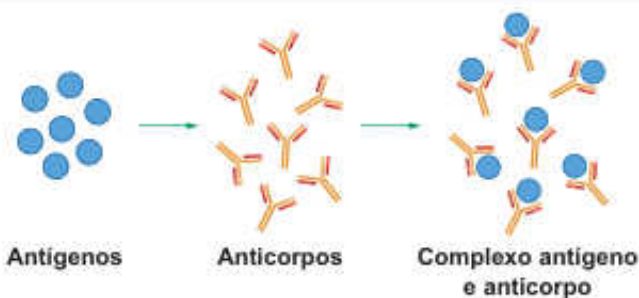
AULA

8

SOROS IMUNOLÓGICOS

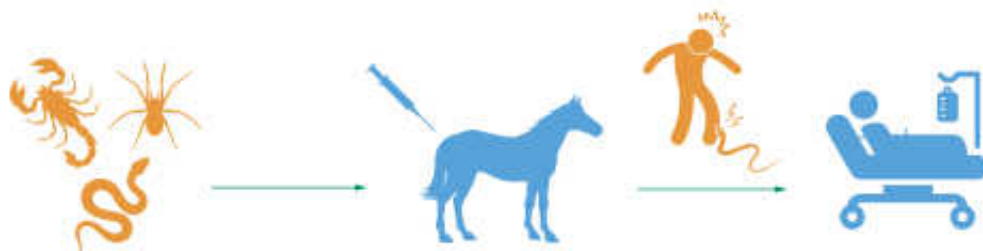
Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Soros e vacinas



A interação entre um anticorpo e um antígeno é altamente específica. A resposta imunológica acontece quando os anticorpos reconhecem os antígenos para combatê-los.

PRODUZIDO PELA IEDUC-IP COM O BETTY IMAGES



Para a produção de soros, toxinas/venenos de animais são isolados e purificados. Esses elementos são os **antígenos** utilizados na imunização de cavalos.

Os **antígenos** são diluídos e injetados em cavalos, de modo a estimular o sistema imune dos animais a produzir **anticorpos específicos**.

O paciente que necessitar recebe o **soro**, que contém os **anticorpos prontos** contra os antígenos. O soro confere uma resposta temporária ao paciente, também chamada **imunização passiva**.



Na prática

Atividade 1

O Instituto Butantan é uma referência na produção de soros contra veneno de serpentes, aranhas, lagartas e escorpiões. A produção envolve um processo meticuloso e instalações de alta tecnologia, que garantem que os soros produzidos sejam seguros e eficazes, desempenhando um importante papel na saúde pública. Uma das etapas dessa produção é o processo de diluição para os antígenos serem injetados em cavalos, em doses intercaladas que variam de acordo com o tipo de soro a ser produzido.

Considerando esse processo, qual é o motivo de os antígenos serem injetados em outros mamíferos (no caso, cavalos) para que os soros sejam produzidos?

Os soros contêm anticorpos específicos previamente produzidos por outros animais e são utilizados para conferir imunidade passiva a pacientes que necessitam. A escolha por mamíferos é devida à proximidade biológica com os humanos, o que favorece uma resposta imune semelhante. Entre esses animais, os cavalos são amplamente utilizados devido a seu porte e grande volume sanguíneo, possibilitando a obtenção de uma alta quantidade de soro sem comprometer sua saúde.

O processo de produção envolve a inoculação controlada de antígenos (toxina/veneno) nesses animais, estimulando seu sistema imunológico a gerar anticorpos específicos. Posteriormente, o sangue coletado passa por diversas etapas de purificação para isolar os anticorpos e garantir a produção de soros seguros e eficazes.



AULA

9

VACINAS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Soros e vacinas

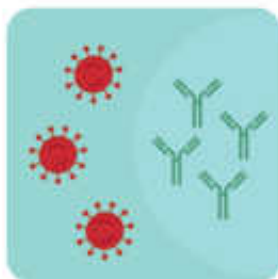


A vacina contém um antígeno. Os antígenos podem ser microrganismos inativados ou atenuados, componentes desses microrganismos, como proteínas, ou, ainda, toxinas (inativadas ou atenuadas) produzidas por eles.

Algumas vacinas contêm instruções genéticas para que as células produzam proteínas que atuam como antígenos.



Quando uma pessoa é vacinada, seu sistema imunológico reage ao antígeno para combatê-lo, a partir da produção de anticorpos específicos, que criam uma memória imunológica.



Se essa pessoa entrar em contato com o patógeno, estará protegida, pois seu sistema imunológico será capaz de produzir anticorpos contra os antígenos, gerando uma resposta efetiva à doença.

As vacinas são de extrema importância para a saúde pública, pois atuam na prevenção e na erradicação de doenças infectocontagiosas.



BRASIL, ISOTM. PRODUZIDO PELA SEDUC-SP



Na prática

Atividade 1

Identifique os termos adequados que preenchem as lacunas numeradas no texto.

As vacinas são ferramentas, seguras e eficazes, que protegem as pessoas de contrair doenças infecciosas por meio do estímulo da produção das nossas defesas, os (1) anticorpos. As vacinas ajudam também a impedir a transmissão destas doenças na comunidade, representando por isso uma das conquistas mais significativas para a saúde pública. Os (2) patógenos / agentes infecciosos / agentes causadores da doença como os vírus e bactérias, desencadeiam uma resposta específica no nosso sistema (3) imunológico, que culmina na produção de anticorpos que apoiam a eliminação do agente (4) infeccioso / causador da doença. As vacinas contêm partes enfraquecidas ou inativas de um determinado organismo que queremos combater, ou instruções para a produção destes antígenos pelas nossas próprias células, desencadeando a produção de anticorpos e um sistema de (5) memória. Se no futuro a pessoa entrar em contato com o verdadeiro vírus ou bactéria causadores de doença, o sistema imunológico “lembrará” deles e atuará rapidamente, protegendo a pessoa da doença – a pessoa fica (6) imune. A imunidade geralmente dura anos e, por vezes, toda a vida. Mas a duração da imunidade varia de acordo com a doença e a vacina.

O QUE são vacinas? **Ciência Viva** [s.d.]. Disponível em: <https://www.cienciaviva.pt/divulgacao-cientifica/vacinas-covid19>. Acesso em: 4 fev. 2025.



AULA 10

DARWINISMO SOCIAL E EUGENIA

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Bioética

Origem e conceito da eugenia

Desenvolvimento histórico

A eugenia foi desenvolvida por Francis Galton em meados de 1883.

Propostas de Galton

Galton sugeriu a procriação consciente entre indivíduos considerados "bem-dotados biologicamente".

Tipos de eugenia

Eugenia positiva

Envolvia incentivos financeiros para casamentos considerados favoráveis.

Eugenia negativa

Incluía ações como esterilização e restrições à imigração.

Darwinismo social

Interpretação errônea da evolução

O darwinismo social afirmava que apenas os mais fortes sobreviveriam.

Impactos na sociedade

Queria justificar a superioridade de uma raça e divisões sociais.

Implicações éticas e sociais

Reflexões atuais

A história da eugenia serve como alerta sobre o uso da genética em políticas sociais.

PRODUZIDO PELA SEDUC-SP



Na prática

Atividade 1



É comum observarmos a "Marcha do Progresso", uma imagem da evolução, como determinista linear.

Analise os aspectos imagéticos que esta ilustração apresenta, respondendo às questões que se seguem.

1 Há uma conotação de melhoramento linear e crescente das espécies?

A ilustração representa o processo evolutivo de um ser inferior para um ser superior, ou seja, está inadequada. A "Marcha do Progresso" não representa linhagens reais de ancestralidade, mas um artefato cultural do século XX. Isso pode antecipar interpretações errôneas por parte dos estudantes.

2 É possível relacionar essa visão com uma interpretação errônea do determinismo biológico?

Sim, ao se desconsiderar a interação entre os fatores biológicos e ambientais para se obter uma compreensão completa da diversidade e da complexidade dos organismos.

O PAPEL DA BIOÉTICA DIANTE DA POSTURA EUGENISTA

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Bioética

Racismo científico

Está associado à eugenia, buscava justificar hierarquias raciais com base em supostas diferenças biológicas, intelectuais e morais. Uma das bases do racismo científico era a relação incorreta de características físicas perceptíveis (cor, forma do rosto, cabelo, entre outras) com comportamentos e graus de cognição. Posteriormente, essas supostas relações ganharam um "verniz científico", proporcionado pelos índices de medição. Por fim, no século XX, a genética também serviu para justificar as supostas hierarquias raciais.

Racismo estrutural

Refere-se à forma como a desigualdade racial está enraizada nas instituições e na sociedade e perpetua a subalternidade de grupos étnicos historicamente marginalizados.

Educação antirracista

É uma abordagem pedagógica e social que visa combater o racismo em suas diversas formas para promover a igualdade racial, o respeito à diversidade e a conscientização sobre as estruturas de opressão que perpetuam desigualdades. Não se restringe à inclusão de conteúdos sobre culturas africanas, indígenas e afrodescendentes, mas busca também transformar práticas, discursos e mentalidades para construir uma sociedade mais justa e equitativa.



PRODUZIDO PELA SEMUS-SP COM O GETTY IMAGES

Na prática

Atividade 1

Educação antirracista

Em grupos, após a leitura dos trechos selecionados, elaborem um **plano de ação** com foco na importância de uma educação antirracista e apresentem para a gestão escolar e gremistas.

Trecho I

No Brasil, racismo é crime.

Em São Paulo, é um crime punido administrativamente.

A Constituição Federal de 1988 estabelece entre os seus princípios a "dignidade da pessoa humana." Determina, entre os objetivos fundamentais, "promover o bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade ou outras formas de discriminação".

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Justiça e Cidadania. **São Paulo contra o racismo:** aspectos legais e ações afirmativas. São Paulo: SJC, 2022. Disponível em: <https://justica.sp.gov.br/wp-content/uploads/2022/02/Cartilha-Sao-Paulo-contr-o-Racismo-1.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2025.

Trecho II

É dever do Estado e da sociedade garantir a igualdade de oportunidades, reconhecendo a todo cidadão brasileiro, independentemente da etnia ou da cor da pele, o direito à participação na comunidade, especialmente nas atividades políticas, econômicas, empresariais, educacionais, culturais e esportivas, defendendo sua dignidade e seus valores religiosos e culturais.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Justiça e Cidadania. **São Paulo contra o racismo:** aspectos legais e ações afirmativas. São Paulo: SJC, 2022. Disponível em: <https://justica.sp.gov.br/wp-content/uploads/2022/02/Cartilha-Sao-Paulo-contr-o-Racismo-1.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2025.



Trecho III

Art. 4º A participação da população negra, em condição de igualdade de oportunidade, na vida econômica, social, política e cultural do País será promovida, prioritariamente, por meio de:

[...] implementação de programas de ação afirmativa destinados ao enfrentamento das desigualdades étnicas no tocante a educação, cultura, esporte e lazer, saúde, segurança, trabalho, moradia, meios de comunicação de massa, financiamentos públicos, acesso à terra, à Justiça, e outros.

Parágrafo único. Os programas de ação afirmativa constituir-se-ão em políticas públicas destinadas a reparar as distorções e desigualdades sociais e demais práticas discriminatórias adotadas, nas esferas pública e privada, durante o processo de formação social do País.

BRASIL. **Lei no 12.288, de 20 de julho de 2010.** Institui o Estatuto da Igualdade Racial; altera as Leis nos 7.716, de 5 de janeiro de 1989, 9.029, de 13 de abril de 1995, 7.347, de 24 de julho de 1985, e 10.778, de 24 de novembro de 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12288.htm. Acesso em: 18 fev. 2025.

O plano de ação visa transformar a escola em um ambiente inclusivo e antirracista, alinhado aos princípios constitucionais de igualdade e dignidade humana. Com a participação de todos, é possível construir uma educação que valorize a diversidade e combata o racismo em todas as suas formas.

Sugestão de projetos e atividades antirracistas:

- organizar semanas culturais com foco na diversidade étnico-racial, incluindo apresentações de música, dança, literatura e arte;
- promover debates e rodas de conversa sobre racismo, privilégio branco e ações afirmativas;
- realizar concursos de redação, arte e vídeo com temas relacionados à igualdade racial;
- convidar lideranças comunitárias, artistas e acadêmicos negros e indígenas para palestras e atividades na escola;
- promover parcerias com organizações antirracistas e movimentos sociais;
- criar um comitê antirracista formado por professores, estudantes, gestores e familiares para monitorar as ações;
- realizar pesquisas periódicas para avaliar o clima escolar e identificar casos de discriminação racial;
- envolver os gremistas na organização de atividades e na divulgação das ações antirracistas.

AULA 12

HEREDOGRAMAS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Heredogramas

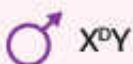
- **daltônismo é uma condição genética, hereditária e recessiva ligada ao cromossomo X.** Indivíduos afetados por essa condição têm dificuldade de enxergar/distinguir algumas cores, especialmente o verde e o vermelho.

Daltônico



X^dY

Não daltônico



X^DY

Daltônica



X^dX^d

Não daltônica



X^DX^d ou X^DX^D

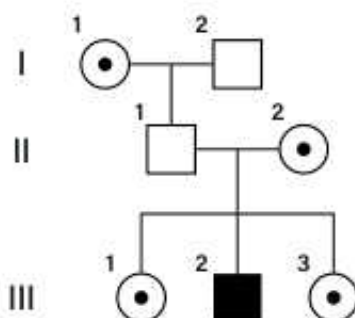


Sexo biológico masculino



Sexo biológico feminino

Heredogramas são representações que utilizam símbolos definidos para fazer o estudo genético de um conjunto de indivíduos relacionados.



= homem não afetado



= homem afetado



= mulher não afetada



= mulher afetada



= mulher portadora

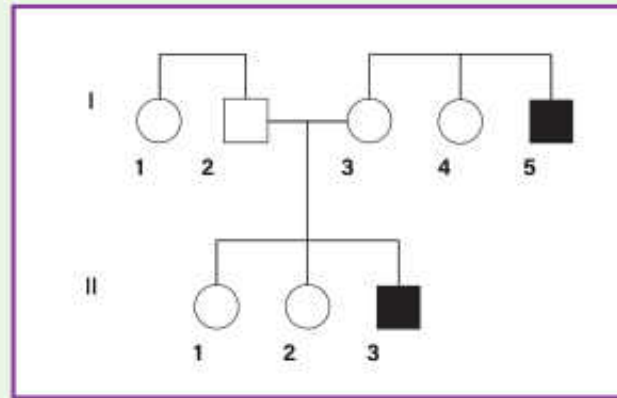
PRICOLIZADO PELA SEDUC-SP

Mulheres portadoras apresentam dois alelos diferentes para o gene (**heterozigose**). Elas não manifestam a condição, mas podem transmitir o alelo recessivo aos descendentes.



Exercícios resolvidos

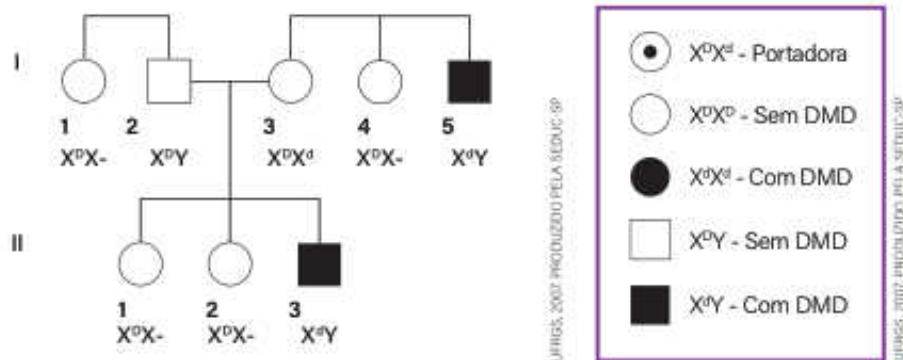
- 1** A distrofia muscular de Duchenne (DMD) é uma doença caracterizada pela degeneração progressiva das fibras musculares estriadas, resultando em grave paralisia muscular. Geralmente, ocorre também lesão do miocárdio, levando à morte por insuficiência cardíaca. Raramente, uma pessoa com a doença vive além dos 20 ou 25 anos. Essa doença é de herança recessiva e está ligada ao cromossomo X.



UFPA, 2007. PRODUTO PELA SEDUC-PA

O heredograma adiante representa uma família com indivíduos afetados pela DMD.

- a)** Identifique o genótipo dos indivíduos utilizando os alelos D e d.



UFPA, 2007. PRODUTO PELA SEDUC-PA

UFPA, 2007. PRODUTO PELA SEDUC-PA

- Comece a identificação dos genótipo pelos indivíduos do sexo masculino afetados: I. 5 e II. 3. Sabemos que a DMD é uma doença recessiva ligada ao cromossomo X, portanto indivíduos do sexo biológico masculino afetados (I. 3 e I. 5) são sempre X^dY , e os não afetados (I.2) têm genótipo X^DY .
- O casal I. 2 e 3 tem um filho afetado, portanto o X^d só pode ter sido doado pela mãe no momento da formação do zigoto. Isso indica que a mulher I. 3 é portadora, ou seja, tem o genótipo X^DX^d (heterozigoto).
- As outras pessoas de sexo biológico feminino indicadas no heredograma não podem ter o seu genótipo definido sem investigação genética, mas sabemos que elas têm pelo menos um alelo dominante, já que não manifestam a doença.

b) Qual deve ser o genótipo da mãe dos indivíduos I. 3, 4, 5?

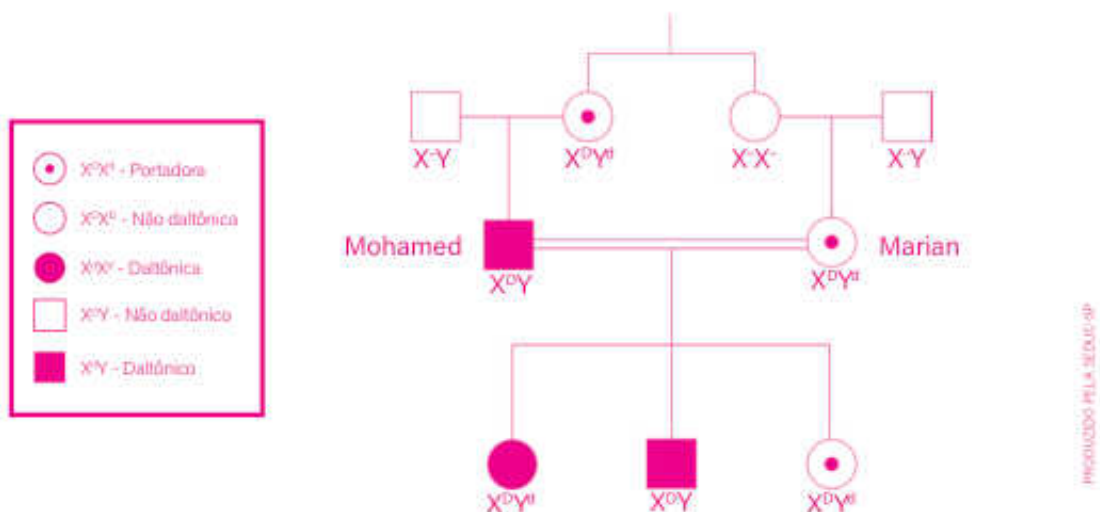
Os irmãos I. 3, 4 e 5 certamente têm mãe portadora do alelo recessivo para DMD, uma vez que o indivíduo 5 é do sexo biológico masculino e é afetado pela doença, de modo que o cromossomo X^d foi doado pela mãe no momento da formação do zigoto. Podemos concluir que a mãe é portadora ($X^D X^d$), pois o filho afetado recebeu dela o cromossomo X com o alelo recessivo. Como mulheres precisam possuir dois alelos recessivos para manifestar a doença e a mãe não apresenta o fenótipo, ela deve ser heterozigota.

Na prática

Atividade 1

Mohamed e Marian são primos de primeiro grau, porque suas mães são irmãs. Mohamed tem daltonismo e Marian, visão normal. O casal teve três filhos: uma menina e um menino daltônicos e uma terceira filha não daltônica. Você já viu que o gene que causa essa doença é recessivo, ligado ao cromossomo X.

1 Construa um heredograma dessa família e indique os genótipos de cada indivíduo.



- 2 Existe uma correlação entre casamentos entre parentes de primeiro grau e a ocorrência do daltonismo. Justifique essa afirmação com base no heredograma construído na questão anterior.

No heredograma, observa-se que Mohamed, daltônico, possui o gene recessivo ligado ao cromossomo X. Sendo Marian portadora (heterozigota), a proximidade genética aumenta a chance de ambos transmitirem o gene recessivo aos filhos, resultando em dois filhos daltônicos.



QUÍMICA



CONDIÇÕES FUNDAMENTAIS PARA A OCORRÊNCIA DAS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Cinética química

Condições básicas de ocorrência de uma reação química

1

Contato entre reagentes

As moléculas ou átomos dos reagentes precisam estar em proximidade física para que as colisões possam ocorrer.

2

Afinidade química

Deve existir uma afinidade química entre as substâncias que estão a reagir.

3

Colisões eficazes

Não basta as partículas colidirem; a colisão deve ocorrer com a orientação correta e a energia adequada, para que ligações se quebrem e novas se formem.

4

Energia de ativação

É necessária energia suficiente, conhecida como energia de ativação, para superar barreiras energéticas e dar início à transformação química.

PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Misturas perigosas de produtos de limpeza

**VINAGRE + ÁGUA SANITÁRIA****QUAL É O PERIGO DESSA MISTURA?**

Ela favorece a liberação de gás cloro (Cl_2), uma substância altamente tóxica que pode ocasionar diversos efeitos tóxicos, mesmo que em pequenas quantidades.



Ardência
nos olhos



Queimaduras,
principalmente nos olhos
e nas vias respiratórias



Problemas
de respiração

UFFRS | SEDUC-SP | PRODUTOS DE LIMPEZA | PRODUTOS DE LIMPEZA



DESINFETANTE + ÁGUA SANITÁRIA

QUAL É O PERIGO DESSA MISTURA?

Vale salientar que os vapores produzidos são de cloroaminas – substâncias tóxicas ao serem inaladas.

As cloroaminas são perigosas e podem causar, em contato com o corpo humano:



Alergia



Intoxicação



Queimaduras
na garganta



Danos
respiratórios

A alta reatividade entre o hipoclorito de sódio (água sanitária) e o ácido (vinagre) ou a amônia/aminas (presentes em desinfetantes) resulta em reações químicas rápidas e espontâneas. Essas reações liberam gás cloro ou cloroaminas, produtos gasosos que são altamente tóxicos quando inalados, e causam efeitos nocivos à saúde.

UPFM (S.O.) PRODUTOS PARA REDUC-SP COM © GETTY IMAGES

OS SEQUINTE PRODUTOS NUNCA DEVEM SER MISTURADOS DURANTE AS LIMPEZAS DOMÉSTICAS

Produtos que não devem ser misturados	O que produzem	Efeitos tóxicos
Água sanitária + vinagre	Gás tóxico de cloro	Queimaduras químicas, principalmente nos olhos e nas vias respiratórias, do nariz até os pulmões.
Amônia + água sanitária	Vapores tóxicos de cloramina	A inalação desses vapores pode causar danos respiratórios e queimaduras na garganta.
Álcool + água sanitária	Pode produzir clorofórmio	Danos ao sistema nervoso, olhos, pulmões, pele, fígado e rins. Níveis extremamente altos de exposição ao clorofórmio podem ser fatais, enquanto níveis mais baixos podem causar tonturas e náuseas.



OS SEGUINTE PRODUTOS NUNCA DEVEM SER MISTURADOS DURANTE AS LIMPEZAS DOMÉSTICAS

Produtos que não devem ser misturados	O que produzem	Efeitos tóxicos
Peróxido de hidrogênio + vinagre	Ácido peracético (ácido peroxiacético)	Potencialmente corrosivos e irritantes para a pele, olhos, nariz, garganta e pulmões, com potencial para causar cicatrizes permanentes na pele, córnea e garganta.
Bicarbonato de sódio + vinagre	É ineficaz como solução de limpeza	Não é tóxico, não é eficaz como solução de limpeza.
Água sanitária e potássio (carbonato de potássio)	Ingrediente presente em alguns detergentes e amaciantes	Pode liberar gases tóxicos, que causam irritação e queimaduras nas vias respiratórias. Além do risco de intoxicação, a reação entre eles pode anular o efeito desinfetante dos produtos, tornando a limpeza ineficiente.

Na prática

Atividade 1

Segurança química no cotidiano e na escola

A prefeitura de Cidade Nova lançou o projeto Vida Sem Risco. Sua escola foi convidada a analisar trechos do guia oficial de rotulagem de saneantes de risco I e a transformar essa análise em conteúdo educativo para redes sociais, voltado à segurança química em casa e no laboratório escolar.



© FREEPIK



Regras gerais do guia

- I LEIA ATENTAMENTE O RÓTULO ANTES DE USAR O PRODUTO.
- II Armazenar em local fresco, arejado e longe da luz solar direta.
- III Manter longe de fontes de calor.
- IV Não armazenar com produtos inflamáveis ou redutores.
- V Evitar contato direto com metais reativos.
- VI Manter fora do alcance de crianças.
- VII Produto oxidante: pode reagir violentamente com certas substâncias.

Regras específicas para determinados produtos

- I Produtos à base de amoníaco: Cuidado: irritante para os olhos e pele.
- II Não misture com produtos à base de cloro.
- III Produtos à base de cloro (p. ex.: hipoclorito de sódio – água sanitária).
- IV Cuidado: irritante para os olhos e pele.
- V Não misture com produtos à base de amoníaco.

1 Analise as orientações anteriores e explique o que se pede.

- a) Por que produtos à base de cloro não devem ser misturados com produtos à base de amônia?

O guia alerta que nenhum desses produtos deve ser misturado entre si. Isso ocorre porque o hipoclorito de sódio (composto de muitos produtos à base de cloro) reage com amônia formando cloraminas e, em algumas condições, gás cloro, ambos tóxicos. A reação ocorre rapidamente porque ambos são reagentes adequados e a energia de ativação é baixa. Uma vez em contato, há colisões eficazes suficientes para produzir substâncias gasosas perigosas, sendo um exemplo clássico de incompatibilidade química. A irritação mencionada nos rótulos já ocorre por contato direto com os produtos, pois quando misturados o risco aumenta devido aos gases liberados.



b) Por que certos produtos precisam ser armazenados longe de calor, luz e substâncias incompatíveis?

A luz e o calor aumentam a energia das moléculas, possibilitando que atinjam mais facilmente a energia de ativação, decomponham produtos como água sanitária (liberando gás), aumentem a taxa de reação e gerem pressão ou vazamento em frascos fechados. Guardá-los perto de combustíveis, redutores ou metais reativos pode causar: reações exotérmicas, formação de gases, aceleração do processo químico. Isso mostra que o controle das condições externas é parte essencial da prevenção de reações indesejadas.

c) Como tudo isso se relaciona com o conteúdo da aula?

Colisões eficazes: contato físico entre reagentes pode iniciar reações perigosas.

Natureza dos reagentes: cloro → forte oxidante; amônia → base fraca, mas muito reativa com oxidantes.

Energia de ativação: muitas dessas reações exigem pouca energia para ocorrer.

Incompatibilidade química: quando dois produtos não devem se encontrar porque podem reagir violentamente ou liberar gases tóxicos.

2 Crie dois esboços de posts para conscientização nas redes sociais.

MISTURAS PERIGOSAS DE PRODUTOS DE LIMPEZA

VINAGRE + ÁGUA SANITÁRIA

QUAL É O PERIGO DESSA MISTURA?

Ela favorece a liberação de gás cloro (Cl_2), uma substância altamente tóxica que pode ocasionar diversos efeitos tóxicos, mesmo que em pequenas quantidades.



Ardeência
nos olhos



Queimaduras,
principalmente nos olhos
e nas vias respiratórias



Problemas
de respiração

DESINFETANTE + ÁGUA SANITÁRIA

QUAL É O PERIGO DESSA MISTURA?

Produz vapores de cloroaminas – substâncias tóxicas ao serem inaladas.

As cloroaminas são perigosas e podem causar, em contato com o corpo humano:



Alergia



Intoxicação



Queimaduras
na garganta



Danos
respiratórios

A alta reatividade entre o hipoclorito de sódio (água sanitária) e o ácido (vinagre) ou a amônia/aminas (presentes em desinfetantes) resulta em reações químicas rápidas e espontâneas. Essas reações liberam gás cloro ou cloroaminas, produtos gasosos que são altamente tóxicos quando inalados, e causam efeitos nocivos à saúde.

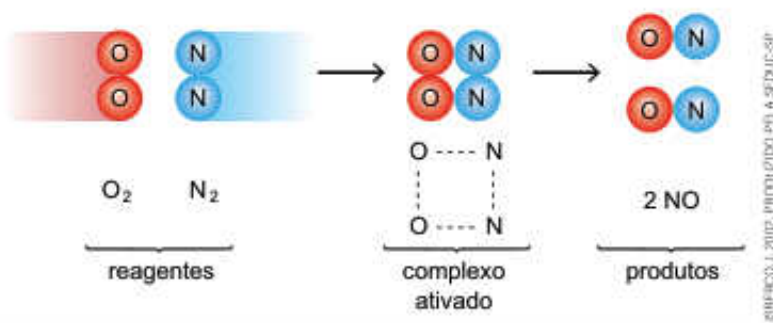
IMAGEM ILUSTRADA PELA ILLUSTRACON.COM E GETTY IMAGES

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Cinética química

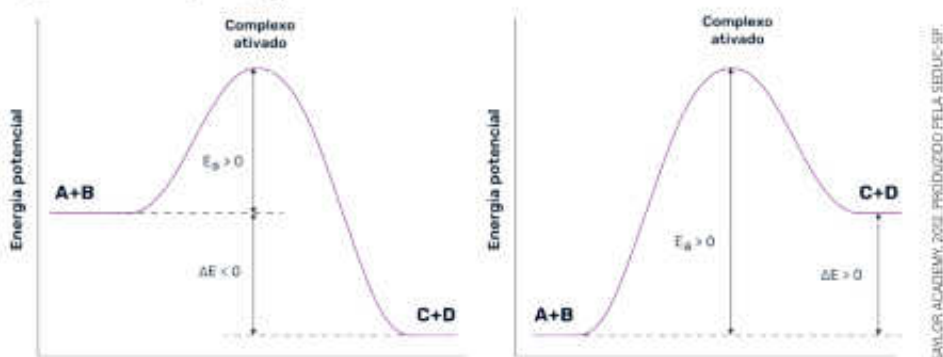
Complexo ativado

É uma estrutura intermediária, altamente instável, correspondente ao estado de transição da reação química, na qual as ligações dos reagentes encontram-se parcialmente rompidas e as ligações dos produtos, parcialmente formadas.



Energia de ativação

Para que ocorra a formação do complexo ativado, as moléculas dos reagentes devem colidir com energia suficiente e orientação adequada. A energia mínima necessária para que os reagentes atinjam esse estado de transição e possam formar os produtos é denominada energia de ativação (E_a).



Na prática

Atividade 1

Energia de ativação

O monóxido de nitrogênio (NO) é um poluente atmosférico proveniente da reação entre o gás nitrogênio (N_2) e o gás oxigênio (O_2).

Esses gases existem naturalmente no ar, mas essa reação somente ocorre em condições específicas, como dentro dos motores dos carros ou em fornos industriais.

Junto aos seus colegas, assista ao vídeo sobre energia de ativação e elabore, em um parágrafo, uma explicação para esse fato com base na Teoria das Colisões.

Seguindo a lógica da Teoria das Colisões, podemos explicar por que a reação entre N_2 e O_2 para formar NO ocorre apenas em condições extremas, como dentro de motores ou fornos industriais: embora as moléculas de N_2 e O_2 colidam constantemente no ar, para que haja a reação, duas condições-chave devem ser atendidas: primeiro, a colisão deve ocorrer com orientação propícia, de forma que os átomos possam reorganizar-se para formar novas ligações; segundo, a colisão deve ter energia suficiente (chamada energia de ativação) para romper as fortes ligações do N_2 e do O_2 , possibilitando, então, a formação de NO.

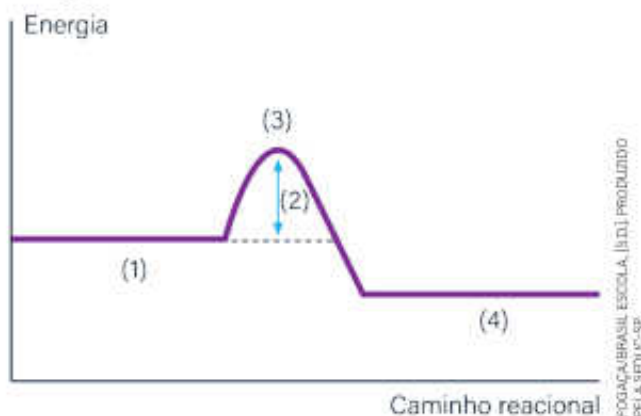
Em condições normais de temperatura e pressão, embora as colisões sejam numerosas, poucas têm energia alta o bastante – por isso, a reação praticamente não ocorre no ar ambiente. Já em motores ou fornos, a temperatura e a energia aumentadas elevam a fração de moléculas com energia superior à barreira de ativação, tornando a produção de NO possível.



Atividade 2

Energia de ativação

Observe a representação gráfica do desenvolvimento de uma reação química hipotética, que relaciona a energia e o caminho reacional.



Qual alternativa corresponde corretamente (1), (2), (3) e (4), respectivamente? Justifique sua resposta.

- a) Substratos, calor liberado, estado máximo de energia e final da reação.
- ☒ b) Reagentes, energia de ativação, complexo ativado e produtos.
- c) Reagentes, energia cinética, catalisador e substratos.
- d) Reagentes, calor absorvido, energia térmica e produtos.

O gráfico apresentado é de uma reação exotérmica, ou seja, há liberação de energia para que a reação ocorra.

Os reagentes (1) estão no início do gráfico e a energia de ativação (2) corresponde à diferença entre a energia armazenada nos reagentes e no complexo ativado (3). Por fim, após passado o estado intermediário, tem-se a formação dos produtos (4).

Os reagentes precisam vencer a energia de ativação para rearranjar seus átomos em uma estrutura intermediária chamada complexo ativado para que haja a formação dos produtos.

FATORES QUE INFLUENCIAM A RAPIDEZ DE UMA TRANSFORMAÇÃO

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Cinética química

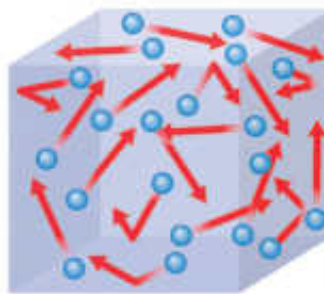
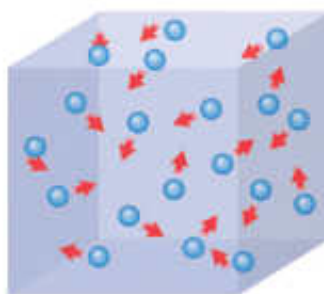
Fatores que influenciam a rapidez de uma transformação

Superfície de contato: a rapidez de um processo químico depende da superfície de contato entre as fases que reagirão. Uma mesma massa de determinada substância possui maior área de superfície disponível para reagir quando se encontra finamente dividida ou triturada, em comparação a quando está na forma de um grande pedaço.

Quanto maior a superfície de contato, maior a rapidez da reação.



Temperatura: o aumento da temperatura favorece uma maior rapidez, pois fornece mais energia cinética às partículas, aumentando a frequência e a intensidade das colisões.

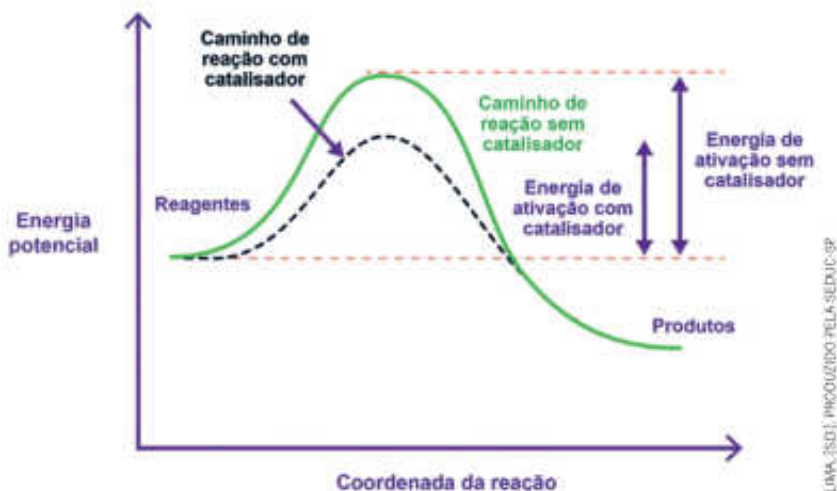


BRAGA, [S.D.] PRODUTOS PELA SEDUC-SP

Concentração dos reagentes: o aumento da concentração dos reagentes, geralmente, acelera a rapidez, pois eleva a frequência de colisões entre as partículas reagentes.



Catalisadores: a adição de um catalisador reduz a energia de ativação necessária, promovendo um aumento na rapidez da ocorrência sem ser consumida no processo.



Na prática

Atividade 1

Atividade experimental: fatores que influenciam a rapidez das transformações

Para investigar os fatores que aumentam ou diminuem a rapidez de reação, vamos realizar quatro experimentos.

Siga as orientações do seu professor em todas as etapas.

1 Investigando a temperatura nas transformações químicas

Materiais e reagentes:

- 3 comprimidos efervescentes;
- 3 copos ou béqueres numerados (1, 2 e 3);

- água gelada, em temperatura ambiente e quente;
- cronômetro.

Procedimento:

- adicione, nos copos 1, 2 e 3, quantidades iguais de água, respectivamente: gelada, em temperatura ambiente e quente;
- adicione simultaneamente 1 comprimido efervescente em cada copo;
- cronometre o tempo de dissolução do comprimido em cada amostra. Registre na tabela.

Água	Tempo para a dissolução do comprimido (s)
1. Gelada	Espera-se que o tempo para a dissolução do comprimido em água gelada seja maior do que em água em temperatura ambiente e que, em água quente, seja a mais rápida. Os estudantes devem relacionar o aumento da temperatura com o aumento da rapidez de reação.
2. Temperatura ambiente	
3. Quente	

2 Investigando a superfície de contato

Materiais e reagentes:

- 2 comprimidos efervescentes;
- 2 copos ou béqueres numerados (1 e 2);
- 100 mL de água em temperatura ambiente;
- 1 pires e 1 colher (espátula);
- cronômetro.

Procedimento:

- adicione quantidades iguais de água nos copos 1 e 2;
- com a colher ou espátula, triture um dos comprimidos no pires;
- adicione simultaneamente o comprimido inteiro no copo 1 e o triturado no copo 2;
- cronometre o tempo de dissolução de cada comprimido. Registre na tabela.

Comprimido	Tempo para a dissolução do comprimido (s)
1. Inteiro	Espera-se que o tempo para a dissolução do comprimido inteiro seja maior do que o triturado. Os estudantes devem relacionar o aumento da superfície de contato com o aumento da rapidez de reação.
2. Triturado	



3 Investigando a concentração dos reagentes

Materiais e reagentes:

- 100 mL de vinagre (ácido acético);
- 100 mL de água (temperatura ambiente);
- 50 g de bicarbonato de sódio;
- 2 copos ou béqueres numerados (1 e 2);
- colher de sopa;
- cronômetro.

Procedimento:

- no copo 1, adicione 2 colheres de vinagre (30 mL) e 50 mL de água. No copo 2, adicione 4 colheres de vinagre (60 mL) e 50 mL de água;
- separe uma colher de bicarbonato de sódio (15 g) para cada copo;
- adicione simultaneamente uma colher em cada amostra;
- cronometre o tempo de efervescência e registre na tabela.

Quantidade de vinagre/50 ml água	Tempo de efervescência (s)
1. 30 mL	Espera-se que a rapidez seja maior no copo com quatro colheres de vinagre. Os estudantes devem relacionar o aumento da concentração com o aumento da rapidez de reação, pois ela está relacionada com o aumento do número de choques efetivos entre as partículas.
2. 60 mL	

4 Investigando a presença de catalisador

Materiais e reagentes:

- 1 frasco de água oxigenada 20 vol (peróxido de hidrogênio);
- pedaços pequenos de batata crua (enzima catalase);
- 2 copos ou béqueres numerados (1 e 2);

Procedimento:

- divida o conteúdo do frasco de água oxigenada em 2 copos;
- observe o aspecto da solução;
- adicione pedaços de batata no copo 1;
- observe o aspecto das duas soluções após alguns segundos. Registre na tabela.

Partindo-se do conhecimento de que a batata apresenta uma enzima chamada catalase, que é um catalisador biológico, espera-se que a reação ocorra somente com

Amostra	Ocorre reação? Qual a evidência?
1	a adição da batata. Os estudantes devem relacionar a presença do catalisador observando a formação de bolhas do gás oxigênio (efervescência). O catalisador é uma substância que aumenta a rapidez de uma reação química, pois diminui a energia de ativação, que é a energia mínima necessária para a ocorrência da reação, sem ser consumido no processo.
2	

Questões experimentais

Analisando os resultados obtidos nas **Etapas 1, 2, 3 e 4**, responda ao que se pede.

- a)** Em qual béquer a reação ocorreu com maior rapidez? Justifique tendo como base a teoria das colisões.

A reação aconteceu com maior rapidez no béquer 3 (água quente). O aumento da temperatura acelera a reação porque ocorre o aumento da energia cinética, aumento da frequência de colisões e aumento das colisões efetivas.

- b)** De acordo com a Etapa 2, em qual béquer a reação ocorreu com maior rapidez? Justifique.

A reação aconteceu com maior rapidez no béquer 2. A rapidez de uma reação química é diretamente influenciada pela superfície de contato entre os reagentes. O comprimido triturado apresenta uma área de superfície de contato muito maior em comparação com o comprimido inteiro, acelerando drasticamente o processo.

- c)** Que incêndio deve se propagar mais rapidamente: o de um depósito de 1 tonelada de carvão em pó ou de 1 tonelada de carvão em pedaços? Justifique.

Carvão em pó. A rapidez de uma reação química, como a combustão (queima), é diretamente influenciada pela superfície de contato entre os reagentes. O carvão em pó apresenta uma área de superfície de contato muito maior com o oxigênio (comburente) presente no ar em comparação com o carvão em pedaços, acelerando drasticamente o processo de combustão.

- d)** Na **Etapa 3**, em qual caso a reação se processou mais rapidamente? Justifique.

A reação aconteceu com maior rapidez no béquer 2. Aumentando a concentração, a rapidez da reação também aumenta, pois se eleva a quantidade de colisões efetivas.

- e)** Na **Etapa 4**, qual é a reação que ocorre com a água oxigenada (H_2O_2)? Equacione essa reação e diga qual é o gás liberado.

A água oxigenada (peróxido de hidrogênio, H_2O_2) sofre uma reação de decomposição, transformando-se em

água e gás oxigênio, conforme equação química: $2 \text{H}_2\text{O}_{2(l)} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{O}_{2(g)}$



AULA

4

LEI DA RAPIDEZ E AS CONCENTRAÇÕES

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Cinética química

Para uma reação elementar genérica $aA + bB \rightarrow cC$, temos a seguinte expressão da lei da rapidez:

$$v = k [A]^a \cdot [B]^b$$

v = rapidez da reação;

k = constante da rapidez (a uma dada temperatura);

$[A]$ e $[B]$ = concentrações em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ dos reagentes;

a e b = coeficientes estequiométricos da equação química, que coincidem com os expoentes da lei da rapidez.

Lei da rapidez em reações de mais de uma etapa	
Reações elementares	Reações não elementares
Ocorrem em um único passo	Ocorrem em múltiplas etapas
A lei da rapidez pode ser deduzida diretamente da equação química	A lei da rapidez não pode ser deduzida da equação
Os expoentes da lei da rapidez são iguais aos coeficientes estequiométricos	As ordens da reação devem ser determinadas experimentalmente

Importantes termos quantitativos:

- constante de rapidez (k): varia com a temperatura;
- há unidades que dependem da ordem da reação;
- ordem da reação: soma dos expoentes da lei da rapidez, indicando a dependência da rapidez em relação às concentrações;

- reações em múltiplas etapas: a lei da rapidez é determinada pela etapa lenta e por dados experimentais.

Na prática

Atividade 1

Uma empresa de tratamento de água utiliza uma solução aquosa de hipoclorito de sódio (NaClO) para desinfecção. Em um dos tanques, a concentração de NaClO diminui ao longo do dia devido à decomposição lenta do reagente, reduzindo a eficácia da desinfecção. Para compensar, a equipe decide ajustar a concentração inicial.

Com base na lei da rapidez, responda às questões.

- a) Explique por que a decomposição do NaClO ocorre mais lentamente quando sua concentração diminui.

A decomposição se torna mais lenta porque há menos partículas de NaClO por volume, reduzindo a frequência de colisões eficazes.

- b) Considerando que a rapidez é proporcional à concentração, qual seria o impacto de iniciar o processo com uma concentração maior?

Uma concentração inicial maior aumenta a rapidez da reação no início do processo, compensando parcialmente a decomposição ao longo do tempo, porém isso deve ser calculado com base em dados experimentais para que as quantidades fiquem dentro de limites seguros e eficientes.

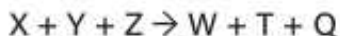
- c) Como esse caso ilustra a importância de interpretar resultados experimentais e lidar com incertezas?

O caso mostra que a previsão da rapidez depende de medições experimentais (lei da rapidez) e envolve incertezas relacionadas à temperatura, à pureza do reagente e às condições operacionais.



Atividade 2

(ESPCEX 2021 - Adaptada) Considere a equação da reação hipotética:



São conhecidos os seguintes resultados do estudo cinético desta reação, obtidos nas mesmas condições experimentais:

Experimento	[X] _{inicial}	[Y] _{inicial}	[Z] _{inicial}	Rapidez (mol · L ⁻¹ s ⁻¹)
1	0,01	0,01	0,01	1,2 x 10 ⁻²
2	0,02	0,01	0,01	2,4 x 10 ⁻²
3	0,02	0,03	0,01	7,2 x 10 ⁻²
4	0,01	0,01	0,02	4,8 x 10 ⁻²

Considere [] = concentração mol · L⁻¹.

A partir das observações experimentais, qual é a equação da rapidez para a reação?

Vamos começar comparando os experimentos 1 e 2. Observamos que as concentrações de Y e Z permanecem constantes, enquanto a concentração de X é duplicada. Como a rapidez da reação também dobra, concluímos que a ordem em relação a X é 1.

Comparando agora os experimentos 2 e 3, verificamos que X e Z permanecem constantes, enquanto a concentração de Y é triplicada. A rapidez também é triplicada, indicando que a ordem em relação a Y é 1.

Por fim, analisando os experimentos 1 e 4, notamos que X e Y permanecem constantes, enquanto a concentração de Z é duplicada. A rapidez, entretanto, quadruplica. Assim, concluímos que Z influencia a rapidez da reação com ordem 2.

Reunindo essas informações, a lei de rapidez para essa reação é:

$$v = k [X] \cdot [Y] \cdot [Z]^2$$

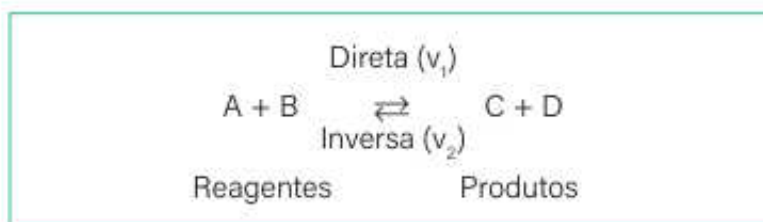
Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Equilíbrio químico

Equilíbrio químico

Todo sistema que reage **reversivelmente** procura o equilíbrio espontaneamente. As **reações reversíveis** são indicadas por $\rightleftharpoons$.

Seja a reação:

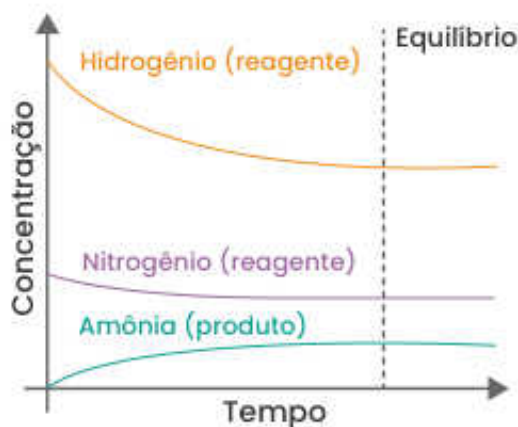
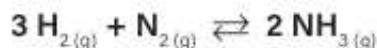


As concentrações de **A e B** vão **diminuindo** e, conseqüentemente, **diminui a velocidade** da reação direta (v_1). As concentrações dos produtos **C e D** vão **aumentando** e **aumenta a velocidade** da reação inversa (v_2). Quando $v_1 = v_2$, dizemos que foi atingido o **equilíbrio**.

Características do equilíbrio químico

- A velocidade da reação direta é igual à velocidade da reação inversa.
- O equilíbrio é dinâmico, as reações continuam ocorrendo.
- As **concentrações** de todas as substâncias ficam **constantes**.
- As propriedades macroscópicas do sistema não mais se alteram.
- A energia livre de Gibbs do sistema é mínima nas condições dadas.
- O equilíbrio existe, portanto, em um **sistema fechado**.

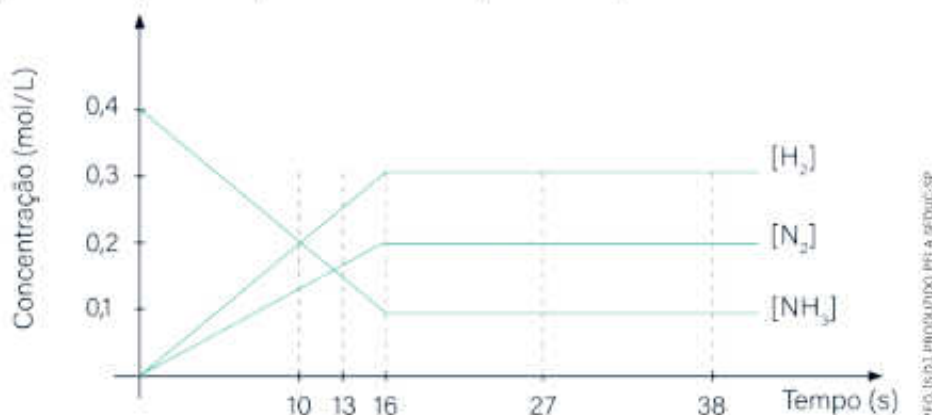
Gráficos do equilíbrio químico (produção da amônia)



Na prática

Atividade 1

- 1 Analise especificamente no gráfico os valores de concentração das espécies que participam do equilíbrio químico e o tempo da reação.



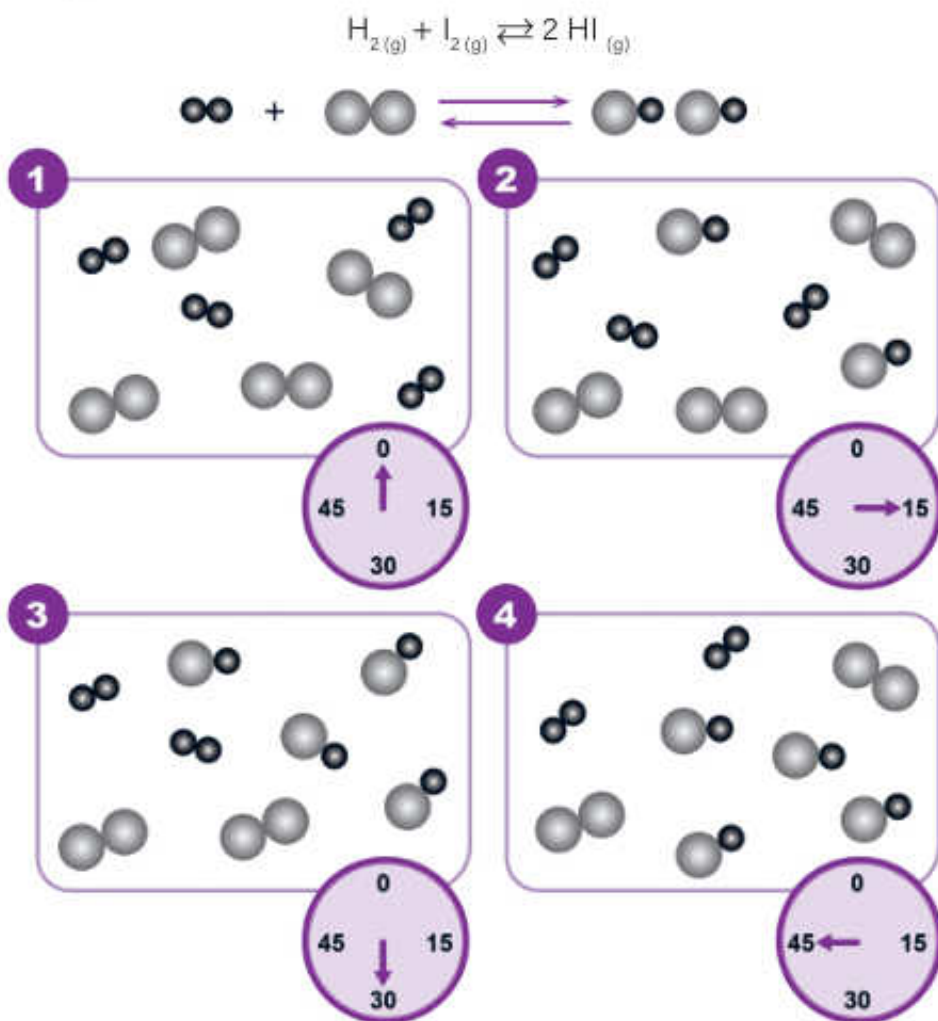
- a) Determine o tempo em que o equilíbrio é inicialmente estabelecido.

Conforme análise gráfica, o equilíbrio é inicialmente estabelecido no tempo de 16 segundos, quando as concentrações de NH₃, H₂ e N₂ ficam constantes.

b) Durante o equilíbrio químico, as concentrações das substâncias são iguais? Justifique.

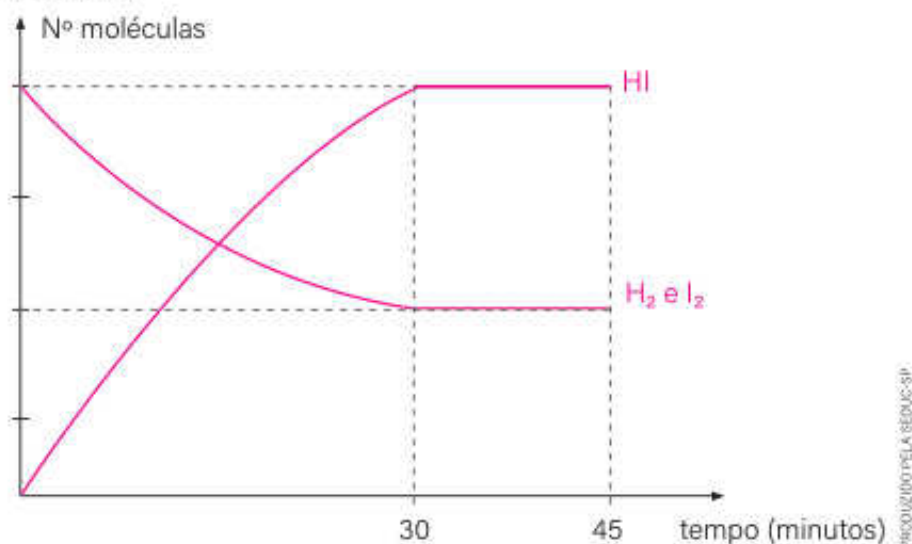
Não. O que define o estado de equilíbrio químico é a igualdade entre a velocidade da reação direta (formação de produtos) e a velocidade da reação inversa (reforma dos reagentes).

2 Analise a reação química e as imagens envolvendo o tempo, em minutos, os quatro sistemas e a quantidade de moléculas dos reagentes e produtos. A seguir, responda às questões.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP.COM © GETTY IMAGES

- a) Construa o gráfico a seguir indicando o número de moléculas de todos os participantes nas ordenadas e o tempo, em minutos, do início até 45 minutos nas abscissas.



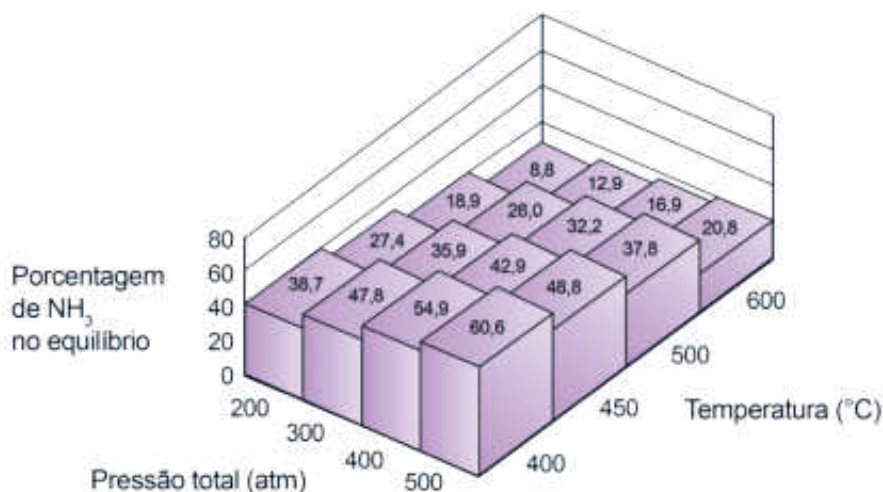
- b) Analisando o tempo e a quantidade de moléculas nos sistemas, complete o quadro com os valores observados:

Sistema	Tempo (minutos)	H ₂ (moléculas)	I ₂ (moléculas)	HI (moléculas)
1	0	4	4	0
2	15	3	3	2
3	30	2	2	4
4	45	2	2	4

- c) A partir de que instante o sistema atingiu o equilíbrio? Justifique.

De acordo com o gráfico, observa-se que no tempo de 30 minutos a quantidade de moléculas de reagentes e produtos permanece constante.

3 Observe o diagrama e responda às questões.



SÃO PAULO, 2017. PRODUTIVO PELA SEDUC-SP

- a)** O dono de uma indústria de produção de amônia decidiu operá-la com pressões em torno de 300 atm e com temperaturas em torno de 450 °C. Qual é o rendimento de amônia esperado?

Analizando o gráfico, na pressão de 300 atm e temperatura de 450 °C, temos 35,9% de amônia.

- b)** Caso o compressor da indústria consiga obter pressões de, no máximo, 300 atm, em que faixa de temperatura você faria a síntese? Considere que o tempo gasto em qualquer uma das situações mostradas no diagrama é aceitável.

Caso o compressor da indústria consiga obter pressões de, no máximo, 300 atm, a faixa de

400 °C teria a maior porcentagem de amônia (47,8%).

- c)** De acordo com o gráfico, em qual temperatura e pressão obtêm-se maior porcentagem de amônia?

Analizando o gráfico, temos a maior porcentagem de amônia (60,6%) em pressão maior (500 atm)

e menor temperatura (400 °C).



EQUILÍBRIO HOMOGÊNEO E EQUILÍBRIO HETEROGÊNEO

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Equilíbrio químico

Equilíbrio químico

1 Condições para o equilíbrio:

- Reversibilidade

→ Direta →

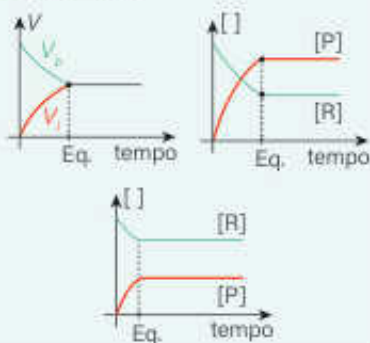


← Inversa ←

- Velocidades iguais

$$V_{\text{direta}} = V_{\text{inversa}}$$

2 Gráficos:

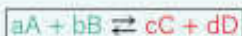


3 Concentrações constantes:

[Reagentes] e [produtos] = constantes

*Não necessariamente iguais!

4 Constante de equilíbrio:

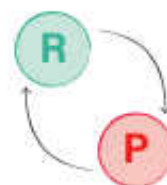


$$K_c = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

concentração

$$\text{ou } K_p = \frac{[P_c]^c \cdot [P_d]^d}{[P_a]^a \cdot [P_b]^b}$$

pressões parciais



- 5 Quanto maior for o valor de K_c , maior será a extensão da ocorrência da reação direta.

Quanto menor for o valor de K_c , maior será a extensão da ocorrência da reação inversa.

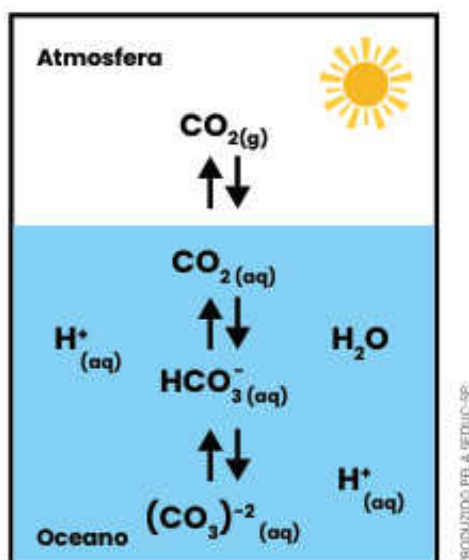
- 6 Na expressão de K_c não devem ser representados os componentes sólidos nem $H_2O_{(l)}$ para reações em meio aquoso.

DAS, (ED.) PRODUTOS PELA BÉNIC-SP COM © GETTY IMAGES

Na prática

Atividade 1

O equilíbrio do CO_2 dissolvido na água do mar influencia o pH dos oceanos e a vida marinha.



PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Como alterações na concentração de CO_2 atmosférico podem afetar esse equilíbrio?

Alterações na concentração de CO_2 atmosférico deslocam o equilíbrio químico, modificando as concentrações das espécies em equilíbrio, sem alterar o valor da constante K_c , que depende apenas da temperatura. Um aumento do CO_2 dissolvido na água aumenta a concentração de H_2CO_3 e, consequentemente, dos íons H^+ e HCO_3^- , o que reduz o pH da água. Por outro lado, uma diminuição da concentração de CO_2 atmosférico levaria a menores quantidades de H_2CO_3 e H^+ , elevando o pH.

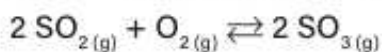
Assim, as alterações na concentração de CO_2 deslocam o equilíbrio químico, mantendo constante o valor de K_c para uma dada temperatura, impactando diretamente a acidez dos oceanos.



Atividade 2

Calcule a constante de equilíbrio em termos de concentração, para a reação representada pela equação química a seguir, sabendo que nas condições de temperatura e pressão em que se encontra o sistema existem as seguintes concentrações dos compostos presentes no equilíbrio:

$[\text{SO}_3] = 0,1 \text{ mol/L}$; $[\text{O}_2] = 1,5 \text{ mol/L}$; $[\text{SO}_2] = 1,0 \text{ mol/L}$.



$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]}$$

$$K_c = \frac{[0,1]^2}{[1,0]^2 [1,5]}$$

$$K_c \cong 6,7 \cdot 10^{-3}$$

AULA

7

PERTURBAÇÃO NO EQUILÍBRIO QUÍMICO

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Equilíbrio químico

O químico francês **Henri Louis Le Chatelier** criou uma das leis mais conhecidas da Química, que prevê a resposta do sistema químico em equilíbrio quando exposto a uma alteração. Sendo assim:

Quando um fator externo age sobre um sistema em equilíbrio, este se desloca, sempre no sentido de minimizar a ação do fator aplicado.

O sistema apresenta:

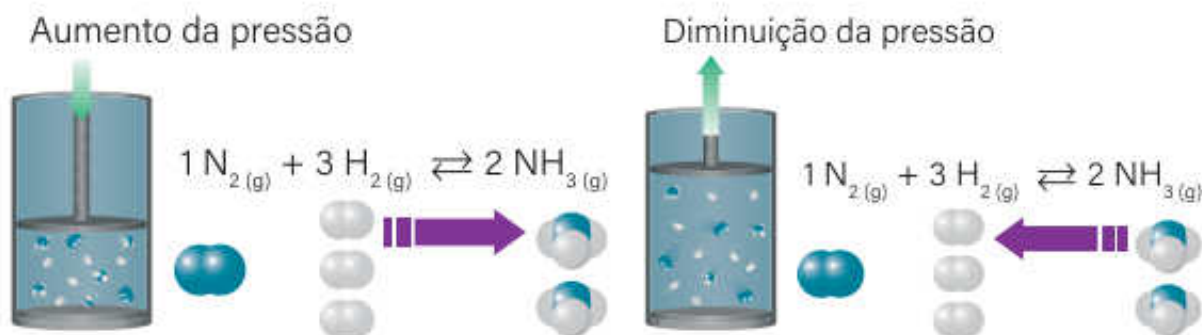
- um estado inicial de equilíbrio;
- um estado transitório fora do equilíbrio;
- um novo estado de equilíbrio que se opõe a mudança.

São exemplos de perturbações externas que podem afetar o equilíbrio químico:

Fator	Perturbação	Efeito
Concentração	Aumento	Aumento da concentração de um componente → o equilíbrio se desloca no sentido de consumi-lo.
	Diminuição	Diminuição da concentração de um componente → o equilíbrio se desloca no sentido de produzi-lo.

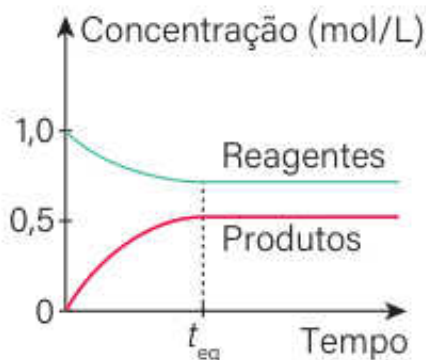


Fator	Perturbação	Efeito
Pressão	Aumento	Desloca o equilíbrio para o lado com menor número de mols gasosos.
	Diminuição	Desloca o equilíbrio para o lado com maior número de mols gasosos.
	- Só se aplica a equilíbrios com gases. - Se o número de mols gasosos for igual nos dois lados, não há deslocamento.	
Temperatura	Aumento	Favorece o sentido endotérmico ($\Delta H > 0$).
	Diminuição	Favorece o sentido exotérmico ($\Delta H < 0$).
Catalisador	Presença	Aumenta a rapidez da reação (não altera o deslocamento do equilíbrio químico).

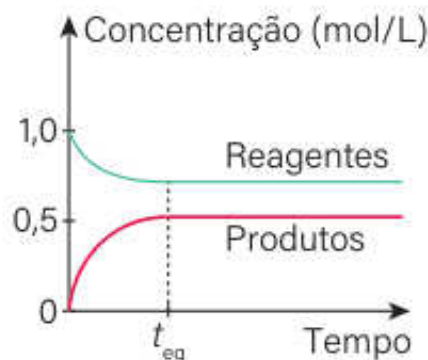


TRQ, 2008. PRODUZIDO PELA SEDUC-SP
COM O GETTY IMAGES

Aumenta a rapidez da reação (**não altera** o deslocamento do equilíbrio químico)



100 °C
Sem catalisador



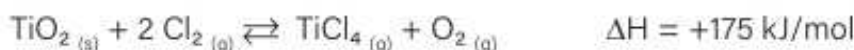
100 °C
Com catalisador

BATISTA, [S.D.]. PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Na prática

Atividade 1

(ENEM 2025) Para a produção de titânio metálico ou dióxido de titânio puros, é necessário fazer a cloração do minério que contém dióxido de titânio, com o objetivo de separar esse óxido de outras substâncias presentes no minério. A principal reação química de cloração é representada por:



Depois da cloração, o tetracloreto de titânio é condensado e convertido, novamente, a dióxido de titânio.

Após o sistema atingir o equilíbrio químico, como a formação do TiCl_4 pode ser favorecida?

- a) Aumentando a pressão total do sistema.
- b) Diminuindo a temperatura do sistema.
- c) Aumentando a pressão parcial de O_2 .
- d) Aumentando a pressão parcial de Cl_2 .**
- e) Variando a quantidade de TiO_2 .

- a) A variação da pressão total não afeta o deslocamento do equilíbrio, pois há o mesmo número de mols de gases nos reagentes (2) e nos produtos (2).
- b) Com a diminuição da temperatura, o equilíbrio é deslocado no sentido exotérmico. Como o ΔH é positivo, a reação direta é endotérmica, ocorrendo, portanto, o favorecimento da formação dos reagentes.
- c) O aumento da pressão parcial de O_2 desloca o equilíbrio no sentido inverso, favorecendo a formação dos reagentes.
- d) Correta. O aumento da pressão parcial de Cl_2 desloca o equilíbrio no sentido da reação direta, consumindo o excesso de cloro e aumentando a concentração de $\text{TiCl}_{4(g)}$.
- e) O TiO_2 encontra-se no estado sólido; substâncias sólidas e líquidas não influenciam o deslocamento do equilíbrio químico e não aparecem nas expressões de K_c e K_p .

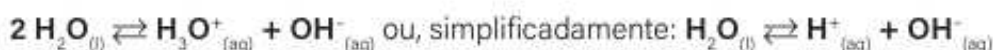


PRODUTO IÔNICO DA ÁGUA

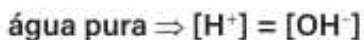
Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Equilíbrio químico

Autoionização da água

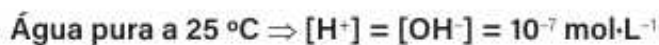


As concentrações de íons H^+ e OH^- presentes no equilíbrio variam com a temperatura, mas serão sempre iguais entre si:



Quanto maior a $[\text{H}^+] \Rightarrow$ mais ácida é a solução.

Quanto maior a $[\text{OH}^-] \Rightarrow$ mais básica (alcalina) é a solução.

Produto iônico da água (K_w)

$$\text{pH} = \text{pOH} = 7 \text{ e } \text{pH} + \text{pOH} = 14$$

Considerando o equilíbrio da água $\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$, sua constante de ionização corresponde ao K_w e é expressa por:

$$K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] \text{ a } 25^\circ\text{C}$$

$$K_w = (10^{-7}) \cdot (10^{-7}) \Rightarrow K_w = 10^{-14}$$

O cálculo do pH pode ser realizado por meio das seguintes expressões:

$$\text{pH} = \text{colog} [\text{H}^+] \text{ ou } \text{pH} = -\log [\text{H}^+] \text{ ou } \text{pH} = \log \cdot \frac{1}{[\text{H}^+]}$$

De maneira semelhante, podemos determinar o pOH (potencial hidroxiliônico) de uma solução:

$$\text{pOH} = \text{colog} [\text{OH}^-] \text{ ou } \text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] \text{ ou } \text{pOH} = \log \cdot \frac{1}{[\text{OH}^-]}$$

Na prática

Atividade 1

Vamos investigar

Um grupo de jovens cientistas foi chamado para investigar a qualidade da água em uma cidade após reclamações da população. Três amostras de água foram coletadas em pontos diferentes e analisadas em laboratório. As concentrações de íons hidrogênio $[\text{H}^+]$ encontradas foram:

- amostra A: $1,0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$;
- amostra B: $1,0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$;
- amostra C: $1,0 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$.

Para esta investigação, considera-se potável apenas a água com pH entre 6,0 e 9,5, determine o pH de cada amostra e identifique qual(is) pode(m) ser considerada(s) potável(is).

Amostra A: $1,0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log 10^{-6}$$

$$\text{pH} = -(-6) \log 10$$

$$\text{pH} = 6$$

Amostra B: $1,0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log 10^{-4}$$

$$\text{pH} = -(-4) \log 10$$

$$\text{pH} = 4$$

Amostra C: $1,0 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log 10^{-8}$$

$$\text{pH} = -(-8) \log 10$$

$$\text{pH} = 8$$

As amostras A (pH = 6) e C (pH = 8) estão dentro do intervalo considerado potável.

A amostra B (pH = 4) é ácida e não potável segundo esse critério.



Atividade 2

Vamos investigar

Durante uma estiagem prolongada, um reservatório que abastece uma cidade apresentou alterações químicas devido ao aumento da evaporação e à menor renovação da água. Para avaliar se essas mudanças afetaram o equilíbrio químico da água, uma equipe de cientistas analisou uma amostra do reservatório, determinando a concentração de íons hidroxila $[\text{OH}^-]$ igual a $1,0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$, a 25°C .

Sabendo que, nessa temperatura, o produto iônico da água é dado por:

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-14},$$

determine a concentração de íons hidrogênio $[\text{H}^+]$, calcule o pH da amostra e classifique o meio como ácido, neutro ou básico.

$$[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1 \cdot 10^{-6}}$$

$$[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-8} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log(1 \times 10^{-8})$$

$$\text{pH} = 8$$

A água do reservatório apresenta pH igual a 8, sendo classificada como **ligeiramente básica**.

EQUILÍBRIO QUÍMICO NOS OCEANOS

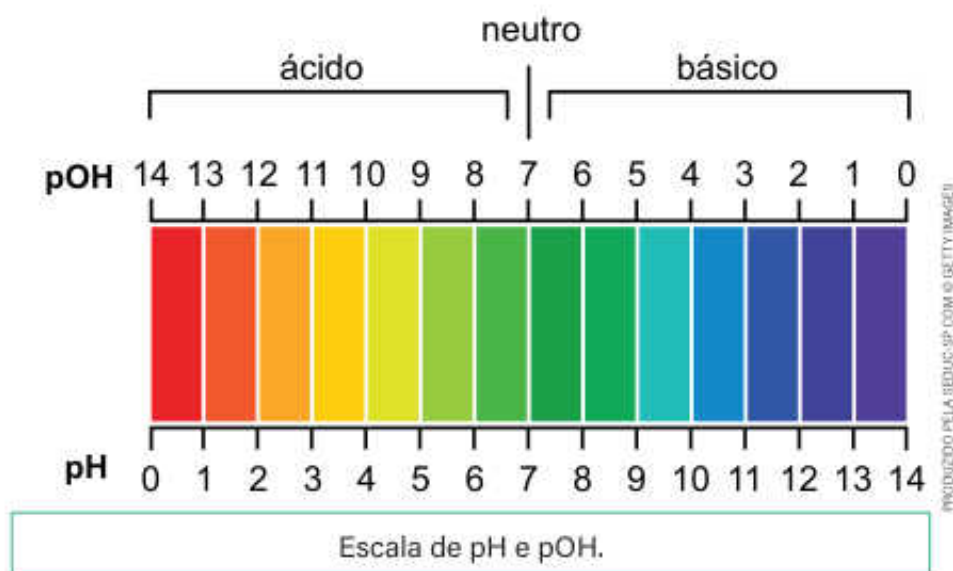
Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Equilíbrio químico

Escala de pH

O pH (potencial hidrogeniônico) é uma escala logarítmica que varia de 0 a 14 para soluções aquosas diluídas a 25 °C e indica o grau de acidez ou basicidade de uma solução.

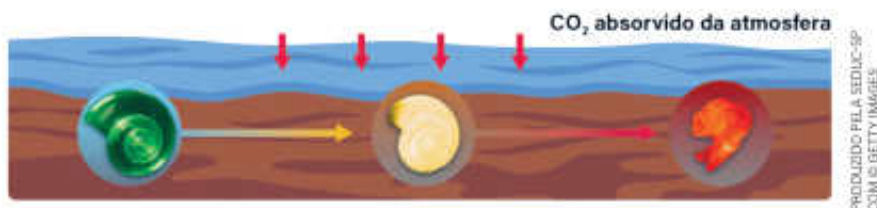
- **Ácido** ($\text{pH} < 7$): concentração de H^+ maior do que a de OH^- .
- **Básico ou alcalino** ($\text{pH} > 7$): concentração de OH^- maior do que a de H^+ .
- **Neutro** ($\text{pH} = 7$): iguais concentrações de H^+ e de OH^- .



Acidificação nos oceanos

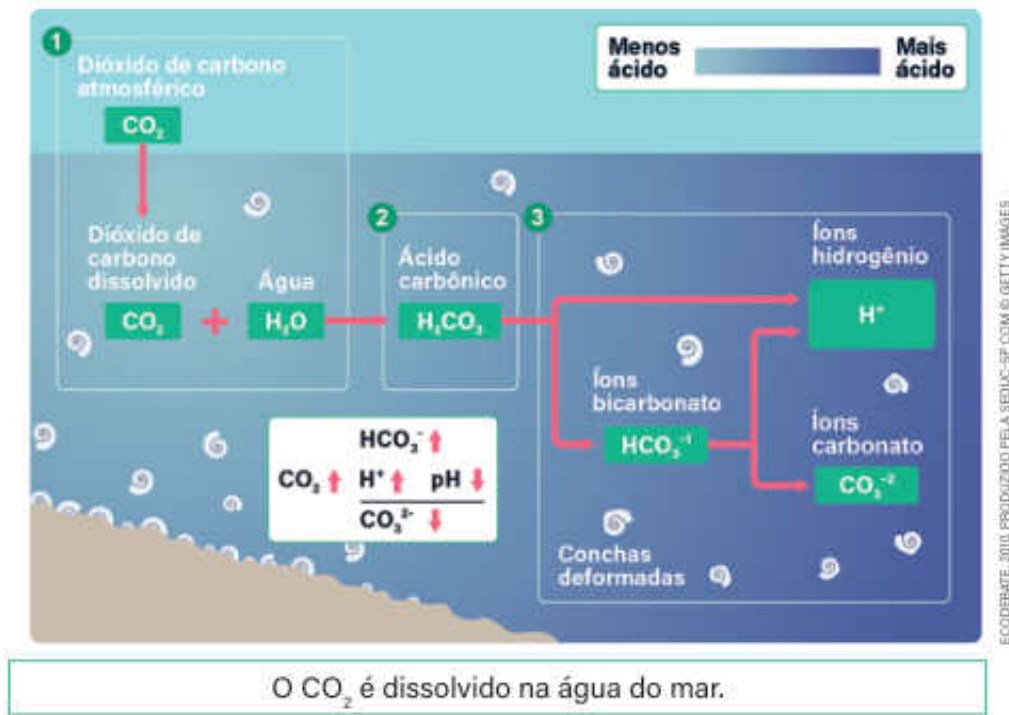
Desde a Revolução Industrial, os oceanos tornaram-se cerca de 30% mais ácidos devido ao **aumento da concentração** de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera e à sua dissolução na água do mar. Esse processo tem **reduzido o pH** oceânico ao longo de décadas, afetando organismos que dependem do **carbonato de cálcio** (CaCO_3) e outros seres aquáticos.

Em condições naturais, o sistema carbonato-bicarbonato da água do mar mantém a disponibilidade de íons carbonato (CO_3^{2-}), que são utilizados por diversos organismos marinhos na formação de estruturas calcárias, como conchas e esqueletos.



A imagem mostra a concha (carapaça) de um molusco dissolvendo ao longo do tempo em água do mar com pH mais baixo.

Diagrama de acidificação oceânica



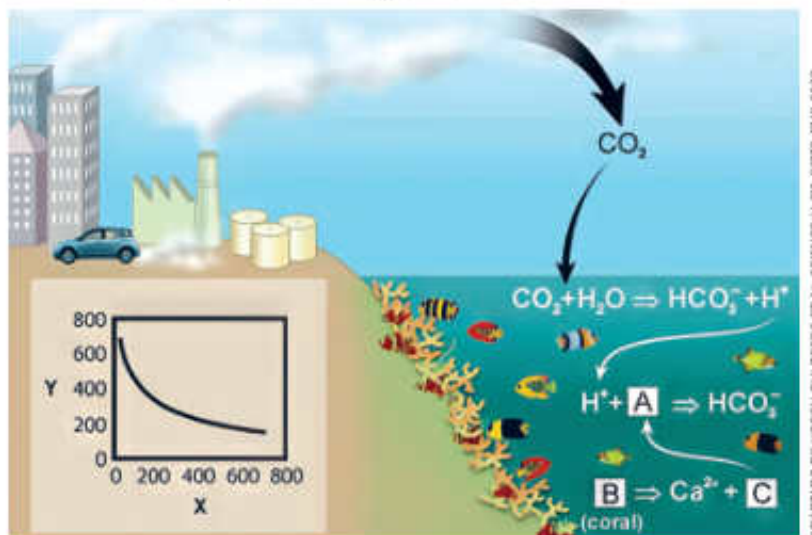
- 1 O CO_2 reage para formar ácido carbônico ($\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$). A água fica mais ácida.
- 2 O ácido carbônico decompõe-se em íons de bicarbonato e íons de hidrogênio ($\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$). Ocorre a redução da quantidade de íons carbonato existentes na água ($\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$), essencial para as conchas e os esqueletos de carbonato de cálcio ($\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+}$).

Na prática

Atividade 1

(UNICAMP 2026) Os recifes de corais são ecossistemas ricos em biodiversidade, sendo essenciais para a pesca e proteção costeira. Essas estruturas são formadas por pólipos com esqueleto externo de carbonato de cálcio e sofrem degradação nas últimas décadas devido às atividades humanas no meio ambiente. O infográfico representa o efeito da ação humana sobre um dos equilíbrios químicos da água dos oceanos pela emissão de CO_2 atmosférico (CO_2 atm).

Dados: $[\text{CO}_2]$ atm = concentração de CO_2 atmosférico.



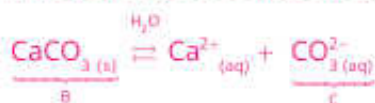
Com base nas informações do enunciado e do infográfico apresentado, é correto afirmar que as espécies A, B e C são, respectivamente:

- a) CO_2 , CO_3^{2-} e CaCO_3 , enquanto os eixos X e Y no infográfico representam, respectivamente, $[\text{CO}_3^{2-}]$ e $[\text{CO}_2]$ atm. Globalmente, o aumento da $[\text{CO}_2]$ atm provoca um aumento do pH dos oceanos e, conseqüentemente, uma maior degradação dos corais.
- b) CO_3^{2-} , CaCO_3 e CO_3^{2-} , enquanto os eixos X e Y no infográfico representam, respectivamente, $[\text{CO}_2]$ atm e $[\text{CO}_3^{2-}]$. Globalmente, o aumento da $[\text{CO}_2]$ atm provoca uma diminuição do pH dos oceanos e, conseqüentemente, uma maior degradação dos corais.
- c) CO_2 , CaCO_3 e CO_3^{2-} , enquanto os eixos X e Y no infográfico representam, respectivamente, $[\text{CO}_3^{2-}]$ e $[\text{CO}_2]$ atm. Globalmente, o aumento da $[\text{CO}_2]$ atm provoca uma diminuição do pH dos oceanos e, conseqüentemente, uma menor degradação dos corais.
- d) CO_3^{2-} , CaCO_3 e CO_3^{2-} , enquanto os eixos X e Y no infográfico representam, respectivamente, $[\text{CO}_3^{2-}]$ e $[\text{CO}_2]$ atm. Globalmente, o aumento da $[\text{CO}_2]$ atm provoca um aumento do pH dos oceanos e, conseqüentemente, uma menor degradação dos corais.

Os íons H^+ reagem com CO_3^{2-} produzindo HCO_3^- :



A decomposição do exoesqueleto do coral (CaCO_3) gera íons Ca^{2+} e CO_3^{2-} .



Assim, $A = \text{CO}_3^{2-}$, $B = \text{CaCO}_3$ e $C = \text{CO}_3^{2-}$

O aumento da concentração de CO_2 atmosférico desloca o equilíbrio para a direita, diminuindo o pH (aumenta a concentração de H^+):



O aumento da $[H^+]$ diminui a concentração de CO_3^{2-} , pois o equilíbrio abaixo é deslocado para a direita:



Dessa forma, ocorre uma diminuição na concentração de CO_3^{2-} , ou seja, X corresponde ao CO_2 e Y corresponde ao CO_3^{2-} .

Atividade 2

Branqueamento de corais

Leia a notícia e assista ao vídeo sobre "Branqueamento de corais". Registre na tabela as principais informações e compartilhe suas respostas.

Branqueamento severo: entenda como o aquecimento dos oceanos está acabando com corais no Brasil e no mundo

A morte de corais significa problemas para a pesca, para o turismo e riscos maiores de tempestade nas áreas costeiras. Os recordes de calor estão tendo efeito devastador nos mares.

Por Fantástico

21/04/2024 13h45 - Atualizado há 10h 45m

Nunca na história tantos corais no mundo todo perderam a cor por causa do aquecimento da água dos oceanos. Pelo menos 54 países em todas as regiões do planeta têm corais passando pelo que a ciência chama de branqueamento severo.

A morte de corais significa problemas para a pesca, para o turismo e riscos maiores de tempestade nas áreas costeiras. Os recordes de calor que vivemos desde o ano passado ainda estão tendo efeito devastador nos mares. Os quatro primeiros meses de 2024 estão sendo o período mais quente para os oceanos de toda a história.

Ilustração: J. G. M.



Pelo menos 54 países em todas as regiões do planeta têm corais passando pelo que a ciência chama de branqueamento severo.

Questões	Respostas
1 Quais fatores do equilíbrio químico estão associados ao fenômeno do branqueamento dos corais?	Os fatores do equilíbrio químico e ambiental associados ao branqueamento dos corais são, principalmente, o aumento da temperatura da água do mar e a acidificação dos oceanos, ambos resultantes do aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera.

2 Quais são os impactos ambientais relacionados ao processo de branqueamento de corais?

O branqueamento de corais causa perda drástica de biodiversidade marinha, destrói habitats essenciais, reduz populações de peixes e aumenta a erosão costeira. Esse fenômeno enfraquece os recifes, levando à mortalidade em massa, às doenças e ao colapso de cadeias alimentares inteiras.

3 Quais ações deverão ser tomadas para diminuir esse processo?

Redução drástica na emissão de gases de efeito estufa (GEE), diminuindo o uso de combustíveis fósseis. Adoção de energias renováveis e práticas industriais mais limpas. Criação de Áreas Marinhas Protegidas (AMPs): estabelecer reservas que limitam atividades humanas destrutivas, permitindo a regeneração dos corais. Evitar tocar, pisar ou quebrar corais durante mergulhos. Reduzir o escoamento de nutrientes (fertilizantes), esgoto e lixo plástico para o mar. Evitar a sobrepesca, que desequilibra o ecossistema. Plantio de corais em viveiros e áreas degradadas, incluindo o uso de espécies mais resistentes ao calor.

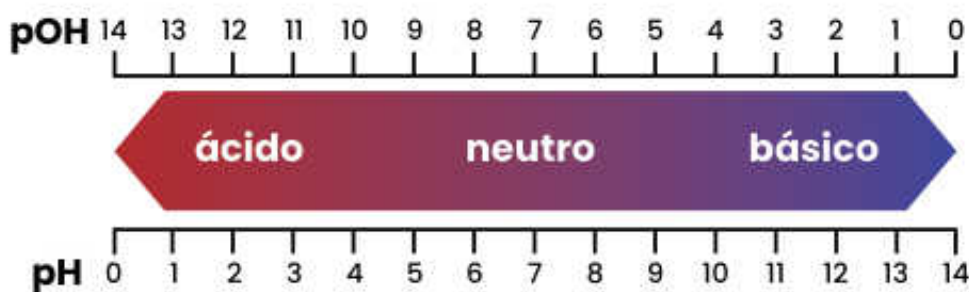
AULA 10

O PH E POH EM SOLUÇÕES TAMPONADAS E NÃO TAMPONADAS

Resumo

O que é pH?

O potencial hidrogeniônico (pH) é uma grandeza que expressa a acidez ou basicidade de uma solução, estando relacionado à concentração de íons hidrogênio (H^+ ou H_3O^+) presentes no meio.



WIKIPÉDIA, 2024. PRODUZIDO PELA SEDUC-SP

Solução-tampão

Uma solução-tampão (ou tamponada) é uma solução que **resiste a variações significativas de pH** quando pequenas quantidades de ácido ou base são adicionadas. Essa resistência ocorre devido ao estabelecimento de equilíbrios químicos que neutralizam parcialmente as espécies adicionadas.

As soluções-tampão podem ser preparadas de duas formas principais, pela mistura de:

- um **ácido fraco** com um **sal que contenha o mesmo ânion** desse ácido (sua base conjugada);



- uma **base fraca** com um **sal que contenha o mesmo cátion** dessa base (seu ácido conjugado).

Exemplos de soluções-tampão	
Ácido fraco	Sal desse ácido
Ácido acético (H_3CCOOH)	Acetato de sódio (H_3CCOONa)
Base fraca	Sal dessa base
Hidróxido de amônio (NH_4OH)	Cloreto de amônio (NH_4Cl)

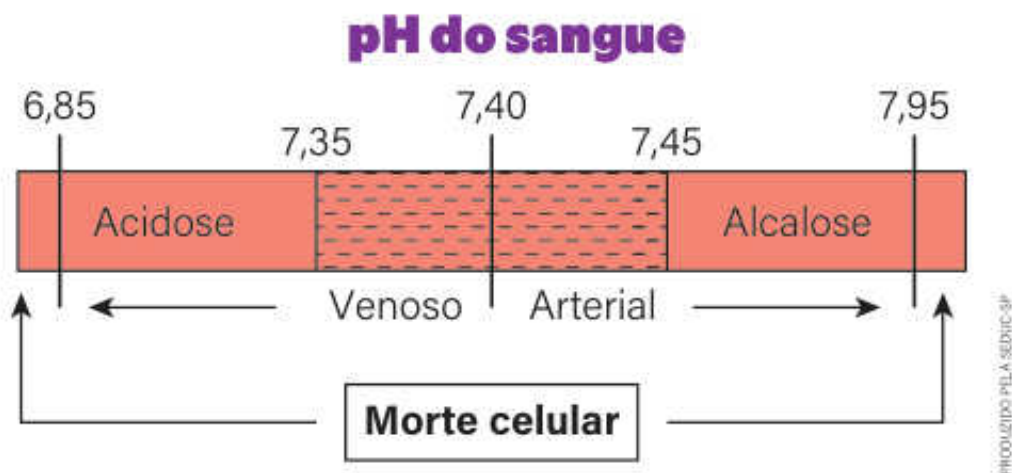
O sangue e a solução-tampão

O sangue é um exemplo de solução tamponada, mantendo seu pH em torno de **7,35 a 7,45**, valor essencial para o funcionamento adequado das enzimas e processos metabólicos.

Quando ocorre uma variação no pH sanguíneo, os equilíbrios químicos do sistema tampão se deslocam, podendo provocar:

- **acidose sanguínea**, quando o pH diminui;
- **alcalose sanguínea**, quando o pH aumenta.

Variações significativas no pH sanguíneo (acima de aproximadamente 0,3 unidades) podem comprometer funções vitais e, se não corrigidas, levam a quadros graves ou fatais.



Cálculo do pH de uma solução-tampão

A equação de **Henderson-Hasselbalch** permite calcular o pH de uma solução-tampão de forma prática, relacionando o **pH ao valor de pK_a** do ácido fraco e à razão entre as concentrações da base conjugada e do ácido. Essa equação também possibilita determinar as proporções adequadas dos componentes para a obtenção do pH desejado.

$$pH = pK_a + \log \frac{[sal]}{[ácido]}$$

Na prática

Atividade 1

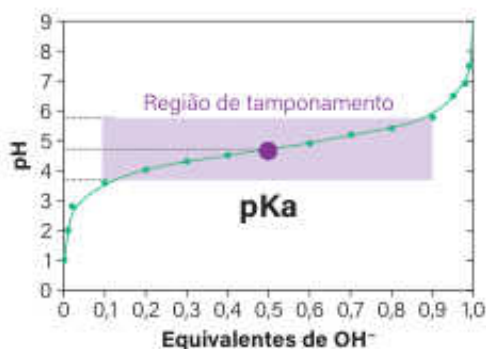
Agora é com você!

Com base nos seus conhecimentos sobre sistema tampão responda aos itens presentes na tabela.

Questões	Respostas
1 Em uma solução aquosa diluída, o ácido fraco (HA) se dissocia em água em H^+ e A^- . Escreva a equação de equilíbrio químico.	$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$
2 Relacione a constante de equilíbrio com a força dos ácidos.	Quanto mais forte é o ácido, maior é a constante de dissociação (K_a), e menor é o pK_a .
3 O que acontece com o pH de uma solução com ácido fraco quando adiciono H^+ ?	Os íons H^+ adicionados reagem com a base conjugada (A^-), formando mais ácido fraco (HA). Enquanto as duas formas de ionização estiverem presentes, a adição de H^+ pouco alterará o pH. O equilíbrio se reestabelece, e há uma pequena diminuição do pH. Se a quantidade de A^- se reduzir ao mínimo, contudo, o pH cairá drasticamente.
4 O que acontece quando adicionamos OH^- na solução?	Parte dos íons OH^- liga-se a H^+ formando H_2O . Para compensar, o ácido (HA) se dissocia liberando prótons (H^+) para a solução, e o aumento do pH é pequeno. Isso acontece até que não existam mais ácidos para compensar a adição de íons hidroxila, o que leva ao aumento do pH.



- 5 Analise o gráfico e responda às questões.



PRODUTO DA REDUC 19

- a) Explique a região de tamponamento.
- b) Um tampão mantém constante o pH de um meio indefinidamente?

a) A região (ou faixa) de tamponamento ou faixa tamponante refere-se a uma região formada por um ácido e sua base conjugada que mantém a solução estável, sendo crucial em sistemas biológicos como o sangue. Também representa a alteração de uma unidade de pH abaixo do pK_a e uma unidade de pH acima do pK_a .

b) Fora da região de tamponamento, a solução não atua como sistema-tampão, portanto o pH sofre alterações drásticas.

Atividade 2

(UEM 2016 - Adaptada) Qual é o pH aproximado de uma solução obtida por meio da mistura de 100 mL de uma solução aquosa de HCN 1×10^{-2} mol/L com 100 mL de uma solução aquosa de KCN 5×10^{-2} mol/L, sabendo-se que o K_a do HCN é $4,9 \times 10^{-10}$?

Dados: $\log 4,9 = 0,69$ e $\log 5 = 0,7$.

Dados:

[ácido] = 1×10^{-2} mol/L

[sal] = 5×10^{-2} mol/L

$\log 4,9 = 0,69$

$\log 5 = 0,7$

$K_a = 4,9 \times 10^{-10}$

1º passo: Determinar as novas concentrações

Ao misturar volumes iguais (100 mL + 100 mL), o volume total dobra, o que reduz as concentrações iniciais pela metade:

Ácido = 5×10^{-2} mol/L

Sal/base conjugada = $2,5 \times 10^{-2}$ mol/L

2º passo: cálculo do pK_a

$$pK_a = -\log K_a = -\log 4,9 \times 10^{-10}$$

$$pK_a = -\log 4,9 + 10$$

$$pK_a = -0,69 + 10$$

$$pK_a = 9,31$$

3º passo: cálculo do pH

Substituindo os valores na equação, temos:

$$pH = pK_a + \log \frac{[Sal]}{[ácido]}$$

$$pH = 9,31 + \log \frac{5 \cdot 10^{-2}}{1 \cdot 10^{-2}}$$

$$pH = 9,31 + \log 5$$

$$pH = 9,31 + 0,7$$

$$pH = 10,01$$

Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Equilíbrio químico

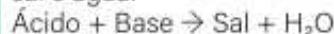
Definição

A hidrólise salina é um processo de equilíbrio químico no qual íons de um sal reagem com a água, podendo alterar o pH da solução.

Hidrólise salina

Hidrólise do sal vs. Neutralização

Neutralização: ocorre quando um ácido reage com uma base, formando sal e água:



Neutralização é, em geral, uma reação praticamente completa.

Hidrólise é um equilíbrio químico que ocorre após a dissolução do sal.

Tipos de hidrólise

Hidrólise de cátion

Ocorre quando o cátion é proveniente de uma base fraca.
→ O cátion reage com a água e produz H^+ (ou H_3O^+).
Resultado: **solução ácida**.

Sal sem hidrólise

Ocorre quando o sal vem de ácido forte + base forte.
→ Não há hidrólise relevante.
Resultado: **solução neutra**.

Hidrólise de ânion

Ocorre quando o ânion é proveniente de um ácido fraco.
→ O ânion reage com a água e produz OH^- .
Resultado: **solução básica**.

Hidrólise de cátion e ânion

Ocorre quando tanto o ácido quanto a base que originaram o sal são fracos.

→ Pode gerar **solução ácida, neutra ou básica**, dependendo de K_a e K_b .

Se $K_a > K_b \rightarrow$ solução ácida

Se $K_b > K_a \rightarrow$ solução básica

Se $K_a \approx K_b \rightarrow$ aproximadamente neutra

Na prática

Atividade 1

- 1 Um aquário de água doce apresentou mortalidade de peixes após a adição excessiva de um sal comercial utilizado para "corrigir" características da água. O rótulo do produto informa que o sal é derivado da reação entre uma base forte, o hidróxido de sódio (NaOH), e um ácido fraco, o ácido carbônico (H_2CO_3), sendo amplamente utilizado para ajuste químico da água em aquários.

Após a adição do produto, observou-se alteração significativa nas condições do meio aquático, coincidindo com o aparecimento de sinais de estresse e morte dos organismos.

Considerando esse contexto, responda ao que se pede.



- a) Identifique o tipo de sal e preveja o efeito da hidrólise no pH da água.

O sal formado é o carbonato de sódio (Na_2CO_3), resultante da reação entre uma base forte (hidróxido de sódio) e um ácido fraco (ácido carbônico).

Por ser um sal de base forte + ácido fraco, ele sofre hidrólise básica, liberando íons que aumentam a concentração de OH^- no meio, tornando a solução básica ($\text{pH} > 7$).

A hidrólise do íon carbonato ocorre conforme a reação ($\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$)

b) Relacione a alteração do pH às condições limitantes para a vida aquática.



A formação de íons OH^{-} aumenta a basicidade da solução.

O equilíbrio químico é deslocado no sentido de formação de OH^{-} , elevando o pH da água do aquário.

A solução torna-se básica ($\text{pH} > 7$).

Quanto maior a concentração de CO_3^{2-} adicionada, maior será a produção de OH^{-} e mais elevado será o pH. Peixes de água doce geralmente vivem em uma faixa de pH relativamente estreita; variações bruscas ou valores muito altos podem levar à morte.

c) Discuta como o equilíbrio químico poderia ser restabelecido.

A forma mais eficaz de restabelecer o equilíbrio é reduzir a concentração de OH^{-} e de CO_3^{2-} . Isso pode ser feito por meio da adição controlada de uma fonte de ácido fraco, como:

- dióxido de carbono dissolvido (CO_2);
- ou um ácido fraco apropriado para sistemas aquáticos.

O CO_2 dissolvido reage com a água formando ácido carbônico:



O ácido carbônico reage com o excesso de base:



Esse processo consome OH^{-} , deslocando o equilíbrio da hidrólise do carbonato para a esquerda, diminuindo o pH.



Resumo

Extra: Caderno de Exercícios – Equilíbrio químico

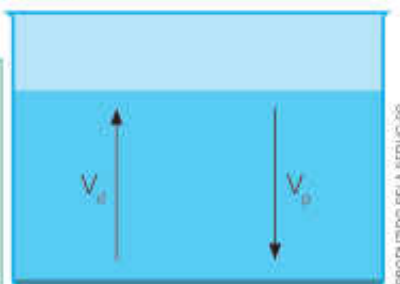
A **constante do produto de solubilidade** (K_{ps}) é uma constante termodinâmica que expressa o equilíbrio de dissolução de um sólido pouco solúvel em solução aquosa.

Para um sal genérico:



Ela depende da temperatura e representa o valor máximo do produto das concentrações dos íons na solução saturada. Quando o produto iônico no sistema excede o K_{ps} , o sólido precipita; quando é menor, o sólido dissolve.

No equilíbrio, a rapidez de dissolução (reação direta) é igual à rapidez de precipitação (reação inversa) e, assim, a quantidade de corpo de fundo não se altera.

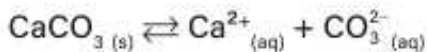


- Para sais que liberam o mesmo número de íons em solução, quanto menor o K_{ps} , menor a solubilidade.
- A formação de precipitado (PPT) ocorre quando o produto iônico (PI) é maior que o K_{ps} .
- Se $PI = K_{ps}$, a solução está saturada e em equilíbrio com o sólido.
- Se $PI < K_{ps}$, não ocorre precipitação e a solução é insaturada.
- Se $PI > K_{ps}$, a solução está supersaturada e ocorre precipitação (PPT) até que o sistema atinja $PI = K_{ps}$.

Na prática

Atividade 1

Em um lago de água doce, ocorre a presença natural de carbonato de cálcio (CaCO_3) no sedimento. Esse sal é pouco solúvel e estabelece equilíbrio com a água do lago.



O valor do K_{ps} do CaCO_3 é baixo, o que limita a concentração desses íons na água.



1 Identifique os íons liberados pelo CaCO_3 em solução aquosa.

O carbonato de cálcio é um sal iônico pouco solúvel em água. Quando uma pequena quantidade se dissolve, ocorre o seguinte equilíbrio:



Portanto, os íons liberados na solução aquosa são:

Ca^{2+} (ion cálcio)

CO_3^{2-} (ion carbonato)

Como a solubilidade é baixa, apenas pequenas concentrações desses íons permanecem dissolvidas na água do lago.



2 Escreva a expressão da constante do produto de solubilidade.

Para equilíbrios de solubilidade, substâncias sólidas não entram na expressão da constante, pois sua atividade é considerada constante.

Assim, a expressão do produto de solubilidade do CaCO_3 é:

$$K_{ps} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}]$$

Como o valor do K_{ps} é baixo, o produto das concentrações dos íons Ca^{2+} e CO_3^{2-} também deve ser pequeno, limitando a quantidade desses íons dissolvidos na água.

3 Discuta e registre como a baixa solubilidade do CaCO_3 influencia a dureza da água e a disponibilidade de íons cálcio para organismos aquáticos.

A dureza da água está relacionada, principalmente, à presença de íons Ca^{2+} e Mg^{2+} . Como o CaCO_3 é pouco solúvel, ele libera quantidades limitadas de Ca^{2+} na água. Isso significa que o lago tende a apresentar: dureza moderada ou baixa, dependendo da quantidade de outros sais dissolvidos. Em ambientes onde há maior dissolução de carbonatos, a água tende a ser mais dura.

O íon Ca^{2+} é essencial para muitos organismos aquáticos, sendo utilizado em:

- formação de conchas e carapaças (moluscos e crustáceos);
- processos fisiológicos celulares.

Como a solubilidade do CaCO_3 é baixa:

- a liberação de Ca^{2+} ocorre de forma lenta e controlada;
- o sedimento atua como um reservatório natural de cálcio, garantindo uma disponibilidade contínua, porém limitada;
- isso ajuda a manter o equilíbrio biológico do ecossistema, evitando tanto a escassez quanto o excesso de cálcio.



- 4 Analise e registre como alterações ambientais (como aumento de CO_2 dissolvido) podem deslocar esse equilíbrio.

O aumento de CO_2 dissolvido na água pode ocorrer, por exemplo, devido à respiração dos organismos ou à poluição. O CO_2 reage com a água formando ácido carbônico:



O ácido carbônico pode se ionizar, liberando H^+ , que reage com o íon carbonato:



Consequência no equilíbrio do CaCO_3

A remoção do íon CO_3^{2-} da solução desloca o equilíbrio da dissolução do CaCO_3 para a direita

(Princípio de Le Chatelier).

Isso provoca maior dissolução do CaCO_3 sólido e o aumento da concentração de Ca^{2+} na água.

Implicações ambientais: aumento da dureza da água, maior disponibilidade de cálcio para os organismos, possível alteração do pH tornando a água mais ácida.





CADERNO DE EXERCÍCIOS

Física



Ondas

Aula 1

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 1** (UFSM 2006 – Adaptada) Quando o badalo bate num sino e o faz vibrar, comprimindo e rarefazendo o ar nas suas proximidades, produz-se uma onda sonora. As ondas sonoras no ar são mecânicas e longitudinais.

Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas:

- a) eletromagnéticas – transversais.
- b) mecânicas – longitudinais.**
- c) mecânicas – transversais.
- d) eletromagnéticas – longitudinais.

Aula 2

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 2** O som é uma perturbação que se propaga através de meios materiais, como sólidos, líquidos ou gasosos. Ao analisar as características de uma onda sonora propagando-se num tubo cheio de ar, como podemos classificar a sua natureza e a sua direção de vibração em relação à direção de propagação?
- a) Natureza mecânica e direção transversal.
 - b) Natureza eletromagnética e direção longitudinal.
 - c) Natureza mecânica e direção longitudinal.**

- d) Natureza eletromagnética e direção transversal.

Aula 3

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 3** Uma rádio FM transmite sinais na frequência de 100 MHz. Sabendo-se que as ondas eletromagnéticas se propagam no ar com velocidade aproximadamente igual à da luz no vácuo ($3 \cdot 10^8$ m/s), qual é o comprimento de onda dessa transmissão?
- a) $3 \cdot 10^{16}$ m
 - b) 0,33 m
 - c) 30 m
 - d) 3 m**

Aula 4

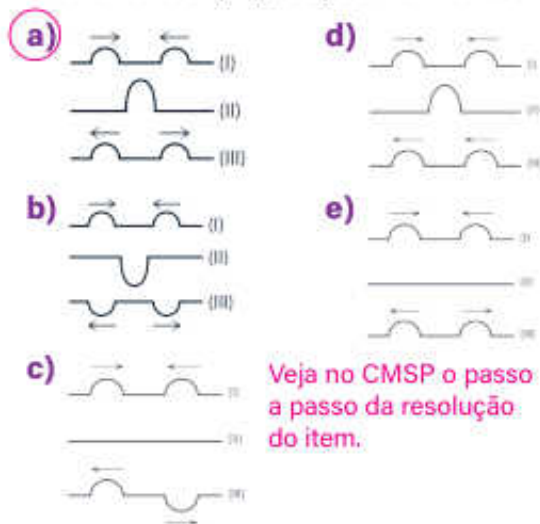
- 4** (UFPR 2024) Deseja-se produzir uma onda sonora num dado meio onde a velocidade do som vale $v = 350$ m/s. A frequência f dessa onda sonora deve ser $f = 50$ kHz. Considerando as informações apresentadas, assinale a alternativa que apresenta corretamente o valor do comprimento de onda λ dessa onda.
- a) $\lambda = 7$ m
 - b) $\lambda = 175$ m
 - c) $\lambda = 155$ mm
 - d) $\lambda = 7$ mm**
 - e) $\lambda = 7$ km
- Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Aula 5

- 5** (UDESC 2014) Em uma corda, dois pulsos de onda propagam-se em

sentidos opostos, conforme mostra a figura.

Assinale a alternativa que representa corretamente a propagação dos pulsos de onda, nos seguintes momentos: antes da interferência (I), durante a interferência (II) e após a interferência (III), respectivamente.



Aula 6

6 (ENEM PPL 2020) Alguns modelos mais modernos de fones de ouvido têm um recurso, denominado “cancelador de ruídos ativo”, constituído de um circuito eletrônico que gera um sinal sonoro semelhante ao sinal externo (ruído), exceto pela sua fase oposta.

Qual fenômeno físico é responsável pela diminuição do ruído nesses fones de ouvido?

- a) Difração. **d) Interferência.**
 b) Reflexão. **e) Efeito Doppler.**
 c) Refração. **Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.**

Aula 7

7 (UFRGS 2019) Considere as afirmações a seguir sobre o fenômeno da difração.

- I A difração é um fenômeno ondulatório que ocorre apenas com ondas sonoras.
 II A difração que ocorre quando uma onda atravessa uma fenda é tanto mais acentuada quanto menor for a largura da fenda.
 III A difração que ocorre quando uma onda atravessa uma fenda é tanto mais acentuada quanto maior for o comprimento de onda da onda.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I. **d) Apenas II e III.**
 b) Apenas II. **e) I, II e III.**
 c) Apenas I e III. **Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.**

Aula 8

8 (UEA 2017) O som emitido por uma fonte sonora (por exemplo, uma sirene) pode ser ouvido mesmo que o ouvinte esteja atrás de um obstáculo que se interponha entre ele e a fonte sonora. A propriedade do som que o permite contornar obstáculos é conhecida como:

- a) absorção. **d) reflexão.**
b) difração. **e) refração.**
 c) polarização.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.



Ondas sonoras

Aula 9

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 1** (EEAR 2018) Um professor de música esbraveja com seu discípulo: "Você não é capaz de distinguir a mesma nota musical emitida por uma viola e por um violino!". A qualidade do som que permite essa distinção à que se refere o professor é a(o):

- a) altura.
- b) timbre.**
- c) intensidade.
- d) velocidade de propagação.

Aula 10

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 2** A tabela a seguir apresenta os valores de amplitude e frequência de três ondas sonoras.

Onda sonora	Frequência (Hz)	Amplitude (cm)
A	1 000	0,5
B	500	0,5
C	500	1

Qual delas corresponde ao som mais alto? **Onda sonora A.**

Aula 11

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 3** (FUVEST 2016 – Adaptada) O nível de intensidade sonora β , em decibéis (dB),

é definido pela expressão $\beta = 10 \log_{10} (I / I_0)$, na qual I é a intensidade do som em W/m^2 e $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ é um valor de referência. Os valores de nível de intensidade sonora $\beta = 0$ e $\beta = 120 \text{ dB}$ correspondem, respectivamente, aos limiares de audição e de dor para o ser humano. Como exposições prolongadas a níveis de intensidade sonora elevados podem acarretar danos auditivos, há uma norma regulamentadora (NR-15) do Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil que estabelece o tempo máximo de 8 horas para exposição ininterrupta a sons de 85 dB e especifica que, a cada acréscimo de 5 dB no nível da intensidade sonora, deve-se dividir por dois o tempo máximo de exposição. A partir dessas informações, determine:

- a) a intensidade sonora I_0 correspondente ao limiar de dor para o ser humano; **a) $I_0 = 1 \text{ W/m}^2$**
- b) **b) $\beta_{\text{máximo}} = 90 \text{ dB}$** o valor máximo do nível de intensidade sonora β , em dB, a que um trabalhador pode permanecer exposto por 4 horas seguidas.

Aula 12

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 4** (FUVEST 2018 – Adaptada) Uma corda de violão, de 50 cm de comprimento, é posta a vibrar no modo fundamental. Sabendo que a velocidade de propagação da onda nessa corda é de 500 m/s, calcule sua frequência fundamental.
- f = 500 Hz**



CADERNO DE EXERCÍCIOS

Biologia



Aula 2

- 1** (UEMA 2024 — Adaptada) A representação do DNA é uma das imagens mais conhecidas produzidas pela ciência do século XX. A descoberta da estrutura da molécula ocorreu em 1953, em boa parte graças ao trabalho da biofísica Rosalind Franklin, que usou a técnica de difração de raios X para obter a imagem. A história ficou conhecida quando Francis Crick e James Watson utilizaram os dados de Rosalind — sem o conhecimento e a aprovação dela — e escreveram o artigo pioneiro em 1953 sobre a estrutura da molécula do DNA, publicado na revista **Nature**, revelando mais um caso de invisibilidade feminina na ciência. O DNA tem função de armazenamento do material genético nas células dos seres vivos e serve de molde para o RNA, o qual atua na produção de proteínas.

Analise o quadro a seguir, que apresenta características das moléculas do DNA e do RNA.

	Características	DNA	RNA
I	Pentose	Desoxirribose	Ribose
II	Bases nitrogenadas	Adenina, guanina, citosina e timina	Adenina, guanina, citosina e uracila
III	Estrutura	Tem dois filamentos de nucleotídeos	Tem um filamentos de nucleotídeos

Está correta a caracterização indicada:

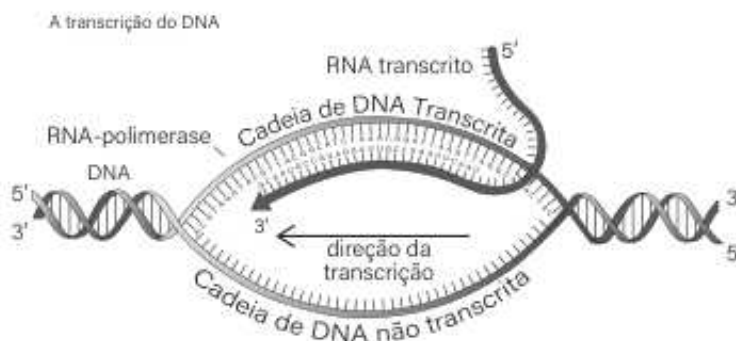
- a) apenas em I. **c) em I, II e III.** e) apenas em III.
b) apenas em II e III. d) apenas em II.

As três afirmações apresentam características corretas do DNA e do RNA, com foco nas diferenças fundamentais entre as duas moléculas.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Aula 3

- 2** (UNEB 2017 — Adaptada)



Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Observando a imagem, e com base nos conhecimentos acerca do processo de transcrição em uma célula eucariótica, analise as afirmativas e marque com V as verdadeiras e com F as falsas.

- (F) O processo em destaque é iniciado, invariavelmente, no citosol e depende de enzimas específicas, a partir da expressão gênica.
- (F) O RNA transcrito irá participar da síntese proteica no mesmo compartimento em que ele foi formado.
- (V) A direção da transcrição é a mesma observada no processo de replicação do DNA e só ocorrerá, em condições normais, em uma das fitas do DNA.

Está correta a caracterização indicada:

- ☒ a) F, F, V. Tanto a replicação quanto a transcrição ocorrem no sentido 5' → 3', adicionando nucleotídeos na extremidade 3'. Na transcrição, a RNA polimerase utiliza apenas uma das fitas como molde: a fita molde (ou fita antissenso). A outra fita não é transcrita.
- ☐ b) F, V, F.
- ☐ c) F, V, V.
- ☐ d) V, F, V.
- ☐ e) V, V, V.

Aula 4

3 (UNIFESP 2008) Com a finalidade de bloquear certas funções celulares, um pesquisador utilizou alguns antibióticos em uma cultura de células de camundongo. Entre os antibióticos usados, a tetraciclina atua diretamente na síntese de proteína, a mitomicina inibe a ação das polimerases do DNA e a estreptomicina introduz erros na leitura dos códons do RNA mensageiro. Esses antibióticos atuam, respectivamente, no:

- a) ribossomo, ribossomo, núcleo.
- ☒ b) ribossomo, núcleo, ribossomo.
- c) núcleo, ribossomo, ribossomo.
- d) ribossomo, núcleo, núcleo.
- e) núcleo, núcleo, ribossomo.

A tetraciclina interfere diretamente na síntese proteica, impedindo a ligação adequada dos tRNAs ao ribossomo (local onde ocorre a tradução); já a mitomicina age inibindo a DNA polimerase, que atua na replicação do DNA (no núcleo das células eucarióticas); por fim, a estreptomicina provoca erros na leitura dos códons do RNA mensageiro durante a tradução, etapa que também ocorre nos ribossomos.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Aplicações da biotecnologia

Aula 5

A técnica descrita se refere a ferramentas de edição gênica como o sistema CRISPR/Cas9, que reconhecem um local específico no DNA e promovem um corte preciso nas duas fitas da molécula. Durante o reparo da quebra, é possível corrigir mutações ao se inserir, remover ou substituir sequências de nucleotídeos. Por essa razão, uma das aplicações mais relevantes dessa tecnologia consiste na correção de distúrbios genéticos. Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

1 (ENEM 2020) Uma nova e revolucionária técnica foi desenvolvida para a edição de genomas. O mecanismo consiste em um sistema de reconhecimento do sítio onde haverá a mudança do gene combinado com um mecanismo de corte e reparo do



2. A clonagem reprodutiva gera indivíduos geneticamente idênticos ao doador do núcleo, sem introdução de novas variantes genéticas. Para espécies ameaçadas, cuja variabilidade já é reduzida, produzir mais indivíduos clonados não aumenta a diversidade genética da população. A baixa variabilidade genética

DNA. Assim, após o reconhecimento do local onde será realizada a edição, uma nuclease corta as duas fitas de DNA. Uma vez cortadas, mecanismos de reparação do genoma tendem a juntar as fitas novamente e, nesse processo, um pedaço de DNA pode ser removido, adicionado ou até mesmo trocado por outro pedaço de DNA.

Nesse contexto, uma aplicação biotecnológica dessa técnica envolveria o(a):

- a) diagnóstico de doenças.
- b) identificação de proteínas.
- c) rearranjo de cromossomos.
- d) modificação do código genético.
- e) correção de distúrbios genéticos.**

Aula 6

2 (ENEM 2020)

Em 2012, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) divulgou sua intenção de trabalhar na clonagem de espécies ameaçadas de extinção no Brasil, como é o caso do lobo-guará, da onça-pintada e do veado-catingueiro. Para tal, células desses animais seriam coletadas e mantidas em bancos de germoplasma para posterior uso. Dessas células seriam retirados os núcleos e inseridos em óvulos anucleados. Após um desenvolvimento inicial *in vitro*, os embriões seriam transferidos para úteros de fêmeas da mesma espécie.

Com a técnica da clonagem, espera-se contribuir para a conservação da fauna do Cerrado e, se der certo, essa aplicação pode expandir-se para outros biomas brasileiros.

Disponível em: www.bbc.co.uk. Acesso em: 8 mar. 2013. AdaptadA.

A limitação dessa técnica no que se refere à conservação de espécies é que ela:

- a) gera clones haploides inférteis.
- b) aumenta a possibilidade de mutantes.
- c) leva a uma diminuição da variabilidade genética.**
- d) acarreta numa perda completa da variabilidade fenotípica.
- e) amplia o número de indivíduos sem capacidade de realizar diferenciação celular.

3 (ENEM 2014)

Panayiotis Zavos “quebrou” o último tabu da clonagem humana – transferiu embriões para o útero de mulheres, que os gerariam. Esse procedimento é crime em inúmeros países. Aparentemente, o médico possuía um laboratório secreto, no qual fazia seus experimentos. “Não tenho nenhuma dúvida de que uma criança clonada irá aparecer em breve. Posso não ser eu o médico que irá criá-la, mas vai acontecer”, declarou Zavos. “Se nos esforçarmos, podemos ter um bebê clonado daqui a um ano, ou dois, mas não sei se é o caso. Não sofremos pressão para entregar um bebê clonado

diminui a capacidade adaptativa das espécies, reduz a resistência a doenças e compromete sua sobrevivência em longo prazo.



ao mundo. Sofremos pressão para entregar um bebê clonado saudável ao mundo.”

CONNOR, S. Disponível em: www.independent.co.uk. Acesso em: 14 ago. 2012. Adaptada.

A clonagem humana é um importante assunto de reflexão no campo da bioética, que, entre outras questões, dedica-se a:

a) refletir sobre as relações entre o conhecimento da vida e os valores éticos do homem.

- b)** legitimar o predomínio da espécie humana sobre as demais espécies animais no planeta.
- c)** relativizar, no caso da clonagem humana, o uso dos valores de certo e errado, de bem e mal.
- d)** legalizar, pelo uso das técnicas de clonagem, os processos de reprodução humana e animal.
- e)** fundamentar técnica e economicamente as pesquisas sobre células-tronco para uso em seres humanos.

No caso da clonagem humana, esse campo busca avaliar riscos, implicações morais, direitos dos envolvidos e limites éticos da intervenção na vida.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Soros e vacinas

Aula 8

- 1** (ENEM 2011) Os sintomas mais sérios da Gripe A, causada pelo vírus H1N1, foram apresentados por pessoas mais idosas e por gestantes. O motivo aparente é a menor imunidade desses grupos contra o vírus. Para aumentar a imunidade populacional relativa ao vírus da gripe A, o governo brasileiro distribuiu vacinas para os grupos mais suscetíveis. A vacina contra o H1N1, assim como qualquer outra vacina contra agentes causadores de doenças infectocontagiosas, aumenta a imunidade das pessoas porque:

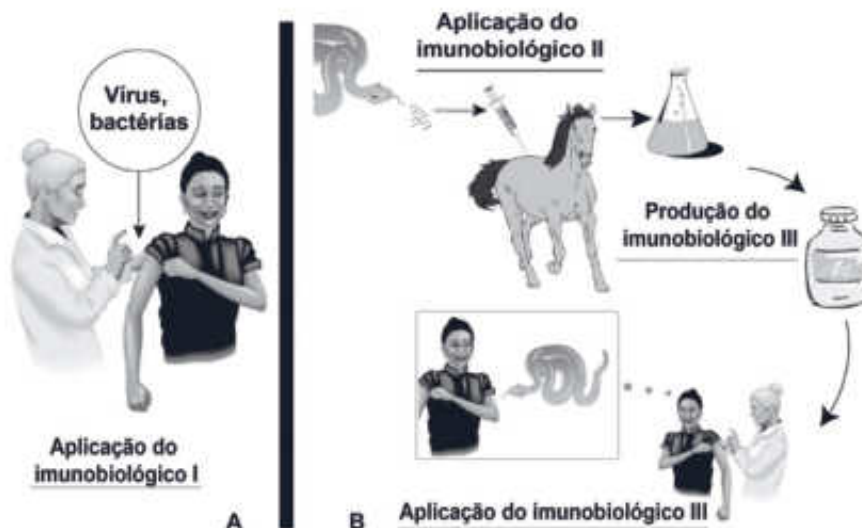
- a)** possui anticorpos contra o agente causador da doença.
- b)** possui proteínas que eliminam o agente causador da doença.
- c)** estimula a produção de glóbulos vermelhos pela medula óssea.
- d)** possui linfócitos B e T que neutralizam o agente causador da doença.
- e)** estimula a produção de anticorpos contra o agente causador da doença.

A vacina contém antígenos do vírus (inativados, atenuados ou fragmentos), que induzem uma resposta imune ativa, levando à produção de anticorpos e à formação de memória imunológica. Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.



2 (ENEM 2014)

Imunobiológicos: diferentes formas de produção, diferentes aplicações



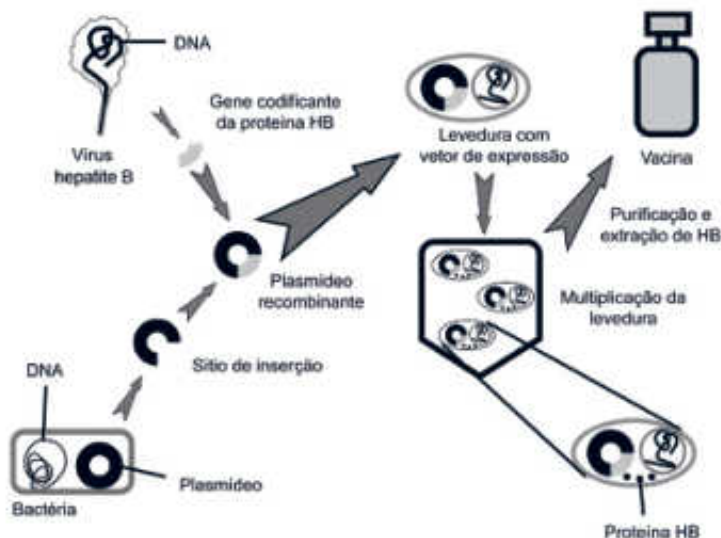
Embora sejam produzidos e utilizados em situações distintas, os imunobiológicos I e II atuam de forma semelhante nos humanos e equinos, pois:

- a) conferem imunidade passiva.
- b) transferem células de defesa.
- c) suprimem a resposta imunológica.
- d) estimulam a produção de anticorpos.
- e) desencadeiam a produção de antígenos.

Aula 9

3 (ENEM 2020)

Analise o esquema de uma metodologia utilizada na produção de vacinas contra a hepatite B.



Disponível em: www.ied.edu.hk. Acesso em: 15 out. 2015 (adaptado).

O RNAm sintético fornece instruções ao organismo para a produção da proteína spike do SARS-CoV-2, a qual atua como antígeno, estimulando a produção de anticorpos pelo sistema imune. Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Nessa vacina, a resposta imune será induzida por um(a):

- a) vírus.
- b) bactéria.
- c) proteína.
- d) levedura.
- e) ácido nucleico.

A resposta imune é induzida pela proteína HB, produzida por leveduras geneticamente modificadas. Essa proteína funciona como antígeno, estimulando o sistema imunológico sem causar a doença. Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 4** (UNICAMP 2022) Vacinar-se é um ato necessário para proteção individual e coletiva. Até o momento, quatro vacinas contra o novo coronavírus (SARS-CoV-2) receberam autorização da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) para uso no Brasil e podem apresentar biotecnologia distinta para promover a resposta imune do organismo.

Assinale a alternativa que apresenta corretamente a relação entre o princípio tecnológico da vacina e a resposta imune induzida no organismo vacinado.

- a) O DNA sintético induz a produção da proteína spike do SARS-CoV-2, o que estimula a produção de antígenos pelo sistema imune.
- b) O adenovírus, como um vetor viral replicante, carrega o gene da proteína spike do SARS-CoV-2 e induz a produção de anticorpos pelo sistema imune.
- c) A partícula viral ativa do SARS-CoV-2 possui no capsídeo a proteína spike, que induz a produção de antígenos pelo sistema imune.
- d) O RNAm sintético fornece instruções ao organismo para a produção da proteína spike do SARS-CoV-2, o que estimula a produção de anticorpos pelo sistema imune.

Bioética

Aula 10

1 (ENEM 2016)

A eugenia, tal como proposta por Francis Galton e disseminada a partir da segunda metade do século XIX, teve como um de seus resultados práticos a implementação de políticas que visavam controlar a reprodução de indivíduos considerados "inferiores". Isso incluía medidas como a esterilização forçada, a segregação e, em casos extremos, a eutanásia.

A eugenia, tal como originalmente concebida, era a aplicação de "boas práticas de melhoramento" ao aprimoramento da espécie humana. Francis Galton foi o primeiro a sugerir com destaque o valor da reprodução humana controlada, considerando-a produtora do aperfeiçoamento da espécie.

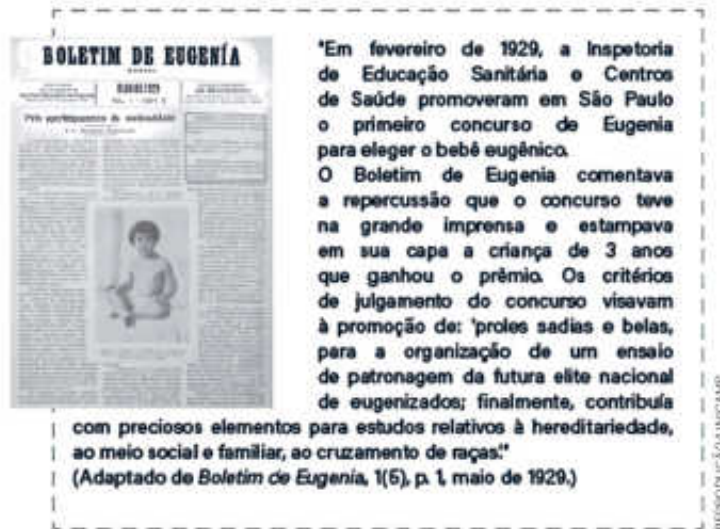
ROSE, M. *O espectro de Darwin*. Rio de Janeiro: Zahar, 2000. Adaptado.



Um resultado da aplicação dessa teoria, disseminada a partir da segunda metade do século XIX, foi o(a):

- a) aprovação de medidas de inclusão social.
- b) adoção de crianças com diferentes características físicas.
- c) estabelecimento de legislação que combatia as divisões sociais.
- d) prisão e esterilização de pessoas com características consideradas inferiores.**
- e) desenvolvimento de próteses que possibilitavam a reabilitação de pessoas com deficiência.

2 (UNICAMP 2025)



A figura é a reprodução de uma capa do **Boletim de Eugenia**, de onde foi extraído o excerto transcrito a seguir.

Com base em seus conhecimentos sobre o ideário eugênico e seu contexto, e tendo em vista elementos do excerto, assinale a alternativa correta.

- a) Uma criança considerada saudável seria branca e oriunda de uma família numerosa, o que atestaria a pureza racial da família e a superioridade reprodutiva da mulher.**
 - b) A ideologia do “aperfeiçoamento da raça” demandava políticas públicas para superação das desigualdades entre negros e brancos nas grandes cidades.
 - c) Em sua busca por tratamentos alternativos ao “robustecimento” do corpo e “aperfeiçoamento racial”, a medicina eugênica opunha-se às práticas científicas.
 - d) Tanto o autoritarismo contra os pobres quanto a obrigatoriedade das vacinas criadas pelo serviço sanitário eugênico provocaram grandes revoltas populares na década de 1930.
- O ideário eugênico associava saúde, beleza e “boa hereditariedade” a critérios raciais, sociais e morais, privilegiando determinados padrões familiares. O concurso descrito no excerto reflete essa visão hierarquizante e excludente, vinculando saúde infantil à ideia de pureza racial e elite nacional. Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Aula 11

O genocídio promovido pelo regime nazista, justificado por teorias raciais pseudocientíficas, evidenciou as consequências extremas do racismo científico, motivando a Unesco a publicar estudos que desqualificavam essa doutrina e promoviam a unidade do gênero humano.

3 (ENEM 2017)

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Após a Declaração Universal dos Direitos Humanos pela ONU, em 1948, a Unesco publicou estudos de cientistas de todo o mundo que desqualificaram as doutrinas racistas e demonstraram a unidade do gênero humano. Desde então, a maioria dos próprios cientistas europeus passou a reconhecer o caráter discriminatório da pretensa superioridade racial do homem branco e a condenar as aberrações cometidas em seu nome.

SILVEIRA, R. Os selvagens e a massa: papel do racismo científico na montagem da hegemonia ocidental. *Afro-Ásia*, n. 23, 1999. Adaptado.

A posição assumida pela Unesco, a partir de 1948, foi motivada por acontecimentos então recentes, entre os quais se destacava o(a):

- a) ataque feito pelos japoneses à base militar americana de Pearl Harbor.
- b) desencadeamento da Guerra Fria e de novas rivalidades entre nações.
- c) morte de milhões de soldados nos combates da Segunda Guerra Mundial.
- d) execução de judeus e eslavos presos em guetos e campos de concentração nazistas.
- e) lançamento de bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki pelas forças norte-americanas.

Heredogramas

Aula 12

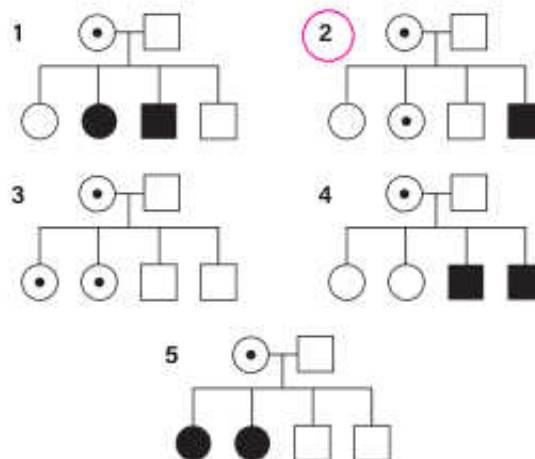
- 1 (ENEM 2024 – Adaptada) Um dos exemplos mais conhecidos de herança recessiva ligada ao cromossomo X é o daltonismo. Como em qualquer distúrbio recessivo ligado ao cromossomo X, existem muito mais homens apresentando o fenótipo com esse tipo de daltonismo do que mulheres. Um casal formado por um homem não daltônico e por uma mulher gestante também não daltônica, mas portadora do gene recessivo para esse tipo de daltonismo, está esperando um bebê. Em uma das consultas de pré-natal, o casal recebeu um heredograma que contém todas as possibilidades de genótipo para esse bebê. Considere a legenda:

GRIFFITHS, A. et al. *Introdução à genética*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016 (adaptado).

-  Mulher heterozigota portadora do gene para daltonismo
-  Mulher não daltônica
-  Mulher daltônica
-  Homem não daltônico
-  Homem daltônico



Qual dos heredogramas o casal recebeu:



O heredograma representa corretamente o cruzamento entre um homem não daltônico ($X^D Y$) e uma mulher não daltônica portadora ($X^D X^d$). As possibilidades são: filhas não daltônicas (podendo ser portadoras); filhos não daltônicos; filhos daltônicos. Não aparecem mulheres daltônicas, o que está de acordo com a herança recessiva ligada ao X nesse cruzamento.

- 2** A hemofilia é uma doença hereditária determinada por um gene de caráter recessivo ligado ao cromossomo X.

Supondo que um homem não hemofílico se case com uma mulher portadora, qual a probabilidade de esse casal gerar uma menina hemofílica?

- a) 100% de chance.
b) 75% de chance.
c) 25% de chance.
d) 0% de chance.
e) Não é possível determinar.

Não há chance de nascer uma menina hemofílica, pois o pai não tem o gene responsável pela doença, que só se manifesta em homozigose em mulheres. Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 3** (ENEM 2016) Os indivíduos de uma população de uma pequena cidade, fundada por uma família de europeus, são, frequentemente, frutos de casamentos consanguíneos. Grande parte dos grupos familiares dessa localidade apresenta membros acometidos por uma doença rara, identificada por fraqueza muscular progressiva, com início aos 30 anos de idade. Em famílias com presença dessa doença, quando os pais são saudáveis, somente os filhos do sexo masculino podem ser afetados. Mas em famílias cujo pai é acometido pela doença e a mãe é portadora do gene, 50% da descendência, independentemente do sexo, é afetada.

Considerando as características populacionais, o sexo e a proporção dos indivíduos afetados, qual é o tipo de herança da doença descrita no texto?

- a) Recessiva, ligada ao cromossomo X.**
b) Dominante, ligada ao cromossomo X.
c) Recessiva, ligada ao cromossomo Y.
d) Recessiva autossômica.
e) Dominante autossômica.

A doença se manifesta preferencialmente em homens quando os pais são fenotipicamente saudáveis, indicando herança recessiva ligada ao X. Além disso, quando o pai é acometido pela doença e a mãe é portadora, metade da descendência é acometida, independentemente do sexo, o que é compatível com esse tipo de herança. Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

CADERNO DE EXERCÍCIOS

Química



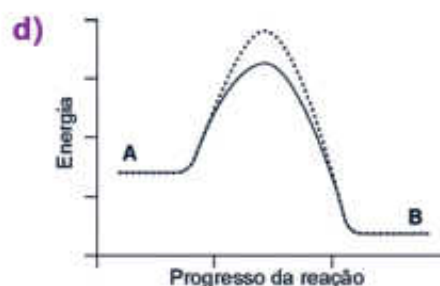
Cinética química

Aula 1

1. A função de uma enzima é diminuir a energia de ativação de uma reação, acelerando sua ocorrência sem alterar o ΔH . No gráfico correto, a linha pontilhada (reação com enzima) deve apresentar pico menor,

- 1** (ENEM 2025) Nos processos de transformação e reciclagem de recursos naturais, as velocidades das reações químicas são estudadas pela cinética química. Uma reação $A \rightarrow B$ é realizada na presença e na ausência de uma enzima, com todas as demais condições permanecendo inalteradas. Considere que, no gráfico da variação de energia ao longo dessa reação, a linha contínua representa o avanço da reação na ausência da enzima, e a linha pontilhada, na presença da enzima.

O gráfico que representa a situação descrita é:



indicando menor energia de ativação, enquanto a linha contínua (sem enzima) deve apresentar o pico mais alto.

Aula 2

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- 2** (ENEM 2022) Os riscos apresentados pelos produtos dependem de suas propriedades e da reatividade quando em contato com outras substâncias. Para prevenir os riscos devido à natureza química dos produtos, devemos conhecer a lista de substâncias incompatíveis e de uso cotidiano em



fábricas, hospitais e laboratórios, a fim de observar cuidados na estocagem, manipulação e descarte. O quadro elenca algumas dessas incompatibilidades, que podem levar à ocorrência de acidentes.

Substância	Incompatibilidade	Riscos associados
Ácidos minerais fortes concentrados	Bases fortes Cianetos Hipoclorito de sódio	Reação enérgica, explosão, produção de oxidante forte e produto tóxico
Ácido nítrico concentrado	Matéria orgânica	Reação enérgica, explosão e produto tóxico

Disponível em: www.fiocruz.br. Acesso em: 6 dez. 2017. Adaptado.

Considere que houve o descarte indevido de dois conjuntos de substâncias:

- 1 Ácido clorídrico concentrado com cianeto de potássio.
- 2 Ácido nítrico concentrado com sacarose.

O descarte dos conjuntos (1) e (2) resultará, respectivamente, em:

- a) liberação de gás tóxico e reação oxidativa forte.
- b) reação oxidativa forte e liberação de gás tóxico.
- c) formação de sais tóxicos e reação oxidativa forte.
- d) liberação de gás tóxico e liberação de gás oxidante.
- e) formação de sais tóxicos e liberação de gás oxidante.

3. O aumento da velocidade das reações com nanomateriais (apresentam tamanho reduzido) ocorre devido à maior superfície de contato, que proporciona mais

Aula 3

loais para colisões entre as moléculas reagentes. Essa característica possibilita uma reação mais rápida e eficiente sem a

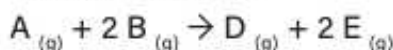
3 (ENEM 2020) A nanotecnologia pode ser caracterizada quando os compostos estão na ordem de milionésimos de milímetros, como na utilização de nanomateriais catalíticos nos processos industriais. O uso desses materiais aumenta a eficiência da produção, consome menos energia e gera menores quantidades de resíduos. O sucesso dessa aplicação tecnológica muitas vezes está relacionado ao aumento da velocidade da reação química envolvida.

O êxito da aplicação dessa tecnologia é por causa da realização de reações químicas que ocorrem em condições de:

- a) alta pressão.
- b) alta temperatura.
- c) excesso de reagentes.
- d) maior superfície de contato.
- e) elevada energia de ativação.

Aula 4

4 (FMABC 2024) A velocidade de uma reação química pode ser determinada pela aplicação da Lei de Guldberg-Waage à etapa elementar dessa reação. A etapa elementar de uma reação química genérica é dada pela equação química:



2. A reação entre o ácido clorídrico e o cianeto de potássio forma HCN, um gás tóxico. A reação entre a sacarose (matéria orgânica) e o ácido nítrico é uma reação oxidativa forte, pois o ácido nítrico é um composto oxidante. Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.



4. Como a equação apresentada é uma etapa elementar de uma reação química, as ordens da reação para cada um dos reagentes correspondem aos seus coeficientes estequiométricos. Assim, a Lei de Guldberg-Waage (Lei de ação das massas) para esse processo fica: $v = k \cdot [A] \cdot [B]^2$.

Ao dobrar as concentrações de A e reduzir pela metade a concentração de B, a velocidade da reação será:

- a) seis vezes mais lenta.
- b) duas vezes mais lenta.**

- c) oito vezes mais rápida.
- d) seis vezes mais rápida.
- e) duas vezes mais rápida.

Equilíbrio químico

Aula 5

1. No equilíbrio químico de um processo reversível, as concentrações de reagentes e produtos se tornam constantes, mas não precisam ser iguais entre si; as velocidades das reações direta e in-

- 1** (IFMA 2023) As reações químicas podem ser reversíveis ou irreversíveis e apresentar certas características específicas que geram um sistema em equilíbrio. Sobre os sistemas químicos e as propriedades de reagentes e de produtos, assinale a alternativa correta.

- a)** Um processo químico reversível que atinge o estado de equilíbrio apresenta as concentrações de reagentes e de produtos constantes, mas não necessariamente iguais entre si.
- b) Se um sistema atinge o estado de equilíbrio, significa que as reações direta e inversa não estão ocorrendo.
- c) Os processos reversíveis só atingirão o estado de equilíbrio químico quando as concentrações dos produtos se igualarem às concentrações dos reagentes.
- d)** Reações irreversíveis são as que podem ocorrer tanto no sentido

direto, da esquerda para a direita, como também no sentido inverso.

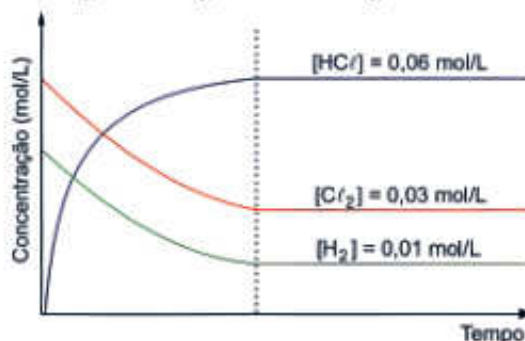
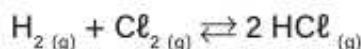
- e)** No estado de equilíbrio, os reagentes e os produtos coexistem e precisam estar em quantidades idênticas.

versa são iguais, e as reações continuam ocorrendo (equilíbrio dinâmico).

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Aula 6

- 2** (UEA 2019) Considere a reação química que ocorre dentro de um recipiente fechado, a temperatura constante, e o gráfico com os valores das concentrações de estado de equilíbrio químico das espécies participantes.



Ao se dobrar a concentração de A e dividir por 2 a concentração de B, tem-se uma nova velocidade, v' :

$$v' = k \cdot 2 \cdot [A] \cdot (\frac{1}{2} \cdot [B])^2$$

$$v' = k \cdot 2 \cdot [A] \cdot \frac{1}{4} \cdot [B]^2$$

$$v' = \frac{1}{2} \cdot k \cdot [A] \cdot [B]^2$$

Logo, tem-se que: $v' = \frac{1}{2} \cdot v$.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Considerando os dados da reação e do gráfico, pode-se concluir que o valor da constante de equilíbrio químico (K_c) para essa reação é:

- a) $2,0 \times 10^{-2}$
 b) $2,0 \times 10^{-4}$
 c) $1,2 \times 10^{-1}$
d) $1,2 \times 10^1$
 e) $2,0 \times 10^2$
- Para a reação $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HCl}(\text{g})$ temos:

$$K_c = \frac{[\text{HCl}]^2}{[\text{H}_2] \cdot [\text{Cl}_2]}$$

 Cálculo da constante de equilíbrio:

$$K_c = \frac{(0,06)^2}{(0,01) \cdot (0,03)}$$

 $K_c = 12 \text{ ou } 1,2 \cdot 10^1$
 Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Aula 7

3 (ENEM 2015)

Hipoxia ou mal das alturas consiste na diminuição de oxigênio (O_2) no sangue arterial do organismo. Por essa razão, muitos atletas apresentam mal-estar (dores de cabeça, tontura, falta de ar etc.) ao praticarem atividade física em altitudes elevadas. Nessas condições, ocorrerá uma diminuição na concentração de hemoglobina oxigenada (HbO_2) em equilíbrio no sangue, conforme a relação:



Mal da montanha. Disponível em: www.feng.pucrs.br. Acesso em: 11 fev. 2015 (adaptado).

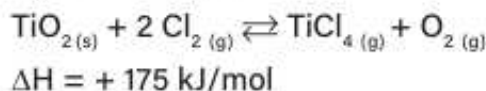
A alteração da concentração de hemoglobina oxigenada no sangue ocorre por causa do(a):

- a) elevação da pressão arterial.
 b) aumento da temperatura corporal.
 c) redução da temperatura do ambiente.

3. Em altitudes elevadas, a pressão parcial de O_2 no ar atmosférico fica menor, diminuindo a concentração de O_2 no equilíbrio, deslocando para a esquerda e alterando (diminuindo) a concentração de hemoglobina oxigenada. Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

- d) queda da pressão parcial de oxigênio.
 e) diminuição da quantidade de hemácias.

4 (ENEM 2025) Para a produção de titânio metálico ou dióxido de titânio puros, é necessário fazer a cloração do minério que contém dióxido de titânio, com o objetivo de separar esse óxido de outras substâncias presentes no minério. A principal reação química de cloração é representada por:



Depois da cloração, o tetracloreto de titânio é condensado e convertido, novamente, a dióxido de titânio.

Após o sistema atingir o equilíbrio químico, como a formação do TiCl_4 pode ser favorecida?

- a) Aumentando a pressão total do sistema.
 b) Diminuindo a temperatura do sistema.
 c) Aumentando a pressão parcial de O_2 .
d) Aumentando a pressão parcial de Cl_2 .
 e) Variando a quantidade de TiO_2 .

Aula 8

5. Dados:

$$[\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-10,8} \text{ mol/L}$$

Utilizando a expressão: $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$, temos:

5 (UEA 2022) O controle de pH para a manutenção da qualidade da água de uma piscina é essencial, pois

$$\text{pOH} = -\log [10^{-10,8}]$$

$$\text{pOH} = 10,8$$

Sabemos que:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pH} + 10,8 = 14$$

$$\text{pH} = 3,2$$



4. A reação é: $\text{TiO}_{2(\text{s})} + 2 \text{Cl}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons \text{TiCl}_{4(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})}$. Para deslocar o equilíbrio para a direita (formar mais TiCl_4), segundo Le Chatelier, deve-se aumentar um reagente gasoso. O único reagente gasoso é Cl_2 ; aumentar sua pressão parcial favorece a formação do produto. Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

5. Conclui-se que a água da piscina está ácida com o pH = 3,2. Veja no CMSP o passo da resolução do item.

quando a água fica muito ácida ou muito básica pode ocorrer irritação dos olhos e das mucosas, além de ressecamento da pele e dos cabelos.

Considere o produto iônico da água (K_w) a 25 °C igual a 1×10^{-14} (mol/L)².

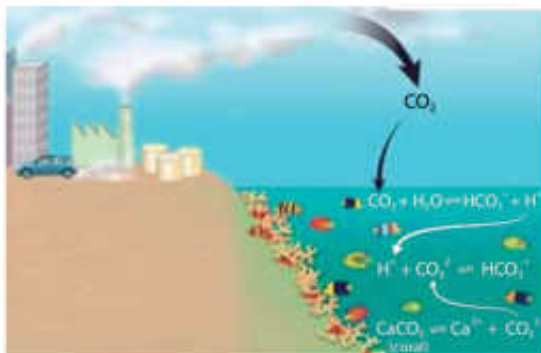
A análise de uma amostra de água de uma piscina a 25 °C encontrou uma concentração de íons OH^- igual a $1 \times 10^{-10,8}$ mol/L.

Nessas condições, a água dessa piscina está:

- a) neutra e o pH = 7
- b) básica e o pOH = 10,8
- c) básica e o pH < 7
- d) ácida e o pH = 3,2**
- e) ácida e o pOH = 3,2

Aula 9

- 6 (PROVÃO PAULISTA 2023)** Os corais são animais marinhos que possuem um esqueleto de carbonato de cálcio (CaCO_3). Esse esqueleto tem sua formação a partir da dissolução de dióxido do carbono gasoso (CO_2) em água, conforme representada nos equilíbrios químicos apresentados na figura.



6. Quanto maior a temperatura, menor a solubilidade dos gases em líquidos. Um aumento da temperatura das águas oceânicas desloca o equilíbrio global, obtido a partir da figura, para a esquerda, devido à liberação de CO_2 para a atmosfera. A concentração

Considerando o efeito da temperatura sobre a solubilidade de gases em água, um aumento da temperatura das águas oceânicas deve provocar:

- a) aumento da concentração de CO_2 dissolvido e, conseqüentemente, aumento do pH e dissolução dos corais existentes.
- b) aumento da concentração de CO_2 dissolvido e, conseqüentemente, diminuição do pH e favorecimento da formação de novos corais.
- c) diminuição da concentração de CO_2 dissolvido e, conseqüentemente, aumento do pH e dissolução dos corais existentes.**
- d) diminuição da concentração de CO_2 dissolvido e, conseqüentemente, aumento do pH e favorecimento da formação de novos corais.
- e) diminuição da concentração de CO_2 dissolvido e, conseqüentemente, diminuição do pH e favorecimento da formação de novos corais.

Aula 10

- 7 (ESPCEX 2025)** A acidose respiratória é uma condição em que ocorre o aumento da concentração de dióxido de carbono (CO_2) no sangue, ocasionando a diminuição do pH sanguíneo. Esse quadro pode ser causado por doenças respiratórias, em que a eliminação de CO_2 é inadequada. O equilíbrio químico

de íons H^+ diminui e, conseqüentemente, o pH aumenta o favorecimento da dissolução dos corais existentes. Veja no CMSP o passo da resolução do item.

representado na equação a seguir desempenha um papel crucial no controle do pH sanguíneo.



Considerando a equação acima e o princípio de Le Chatelier nos efeitos da acidose respiratória sobre o equilíbrio químico, pode-se afirmar que:

- a) o aumento da concentração de CO_2 no sangue desloca o equilíbrio da reação no sentido de formação de H^+ e HCO_3^- , diminuindo a acidez do sangue.
- b) a acidose respiratória leva ao acúmulo de HCO_3^- no sangue, mas o equilíbrio da reação não é alterado em momento algum.
- c) a constante de equilíbrio da reação não é alterada pela variação da temperatura.
- d) a acidose respiratória corresponde ao aumento da concentração de H^+ , causado pelo deslocamento do equilíbrio no sentido de formação de H^+ e HCO_3^- .
- e) a acidose respiratória provoca uma diminuição na concentração de H^+ no sangue, pois ocorre um acúmulo de CO_2 .

Aula 11

- 8 (URCA 2020) A hidrólise salina ocorre quando há reação entre um sal e água, produzindo o ácido e a base correspondente. A hidrólise do sal é a reação inversa da neutra-

lização. Um sal formado por base forte e ácido fraco hidrolisa ao se dissolver em água, produzindo uma solução básica.

Esta é uma característica do:

- a) Na_2S
- b) NaCl
- c) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- d) KNO_3
- e) NH_4Br

A questão informa que um sal formado por base forte e ácido fraco sofre hidrólise, produzindo solução básica. Dessa forma, basta identificar qual sal apresenta essa origem.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Aula 12

- 9 (FUVEST 2022) Cálculos renais, conhecidos popularmente por “pedras nos rins”, consistem principalmente em oxalato de cálcio, CaC_2O_4 , espécie cuja constante de solubilidade (K_{ps}) é de aproximadamente $2 \cdot 10^{-9}$. Os íons oxalato, presentes em muitos vegetais, reagem com os íons cálcio para formar oxalato de cálcio, que pode gradualmente se acumular nos rins. Supondo que a concentração de íons cálcio no plasma sanguíneo seja de cerca de $5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$, qual seria a concentração mínima, em mol/L , de íons oxalato para que CaC_2O_4 precipitasse? Desconsidere a presença de quaisquer outros íons e considere que a concentração no plasma é determinante para a precipitação do oxalato.

- a) $4 \cdot 10^{-13}$
- b) $10 \cdot 10^{-12}$
- c) $4 \cdot 10^{-7}$
- d) $2,5 \cdot 10^{-5}$
- e) $1 \cdot 10^{-5}$

$$[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = 4 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$$

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.

Veja no CMSP o passo a passo da resolução do item.





ANEXOS



Tabela Periódica

GRUPO

PERÍODO

1	H																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3
Li
lítio
6.9
número atômico
símbolo químico
nome
massa atômica

- Não metais
- Metais alcalinos
- Semimetais
- Outros metais
- Lantanídeos
- Metais alcalinoterrosos
- Halogênios
- Metais de transição
- Actinídeos
- Gases nobres

Anotações

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

FÍSICA – BIOLOGIA – QUÍMICA
LIVRO DO ESTUDANTE
ENSINO MÉDIO – 3º BIMESTRE

SUBSECRETARIA PEDAGÓGICA (SUPED)

Subsecretário: Daniel Barros

DIRETORIA DE MATERIAIS DIDÁTICOS (DIMAD)

Diretora: Camila De Pieri Fernandes

Assessor: Vitor Ferreira

COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO EDITORIAL (COPLANE)

Coordenadora: Jaqueline Rocha dos Anjos

Equipe: Ana Gomes de Almeida

COORDENADORIA DE ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL (COAFIN)

Coordenadora: Carla Fernanda Nascimento

COORDENADORIA DE ENSINO MÉDIO – FORMAÇÃO GERAL BÁSICA (COEM-FGB)

Coordenador: Wellington Santos

Equipe pedagógica Física: Marcelo Peres Vio

Equipe pedagógica Biologia: Beatriz Felice Ponzio,
Luciano Moreira da Silva, Tatiana Rossi Alvarez

Equipe pedagógica Química: Alexandra Fraga Vazquez,
Rodrigo Fernandes de Lima

CONCEPÇÃO DO MATERIAL

Secretaria da Educação do Estado de São Paulo

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Caixa de Design

ILUSTRAÇÃO DA CAPA

Diogo Ladeira





**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**

