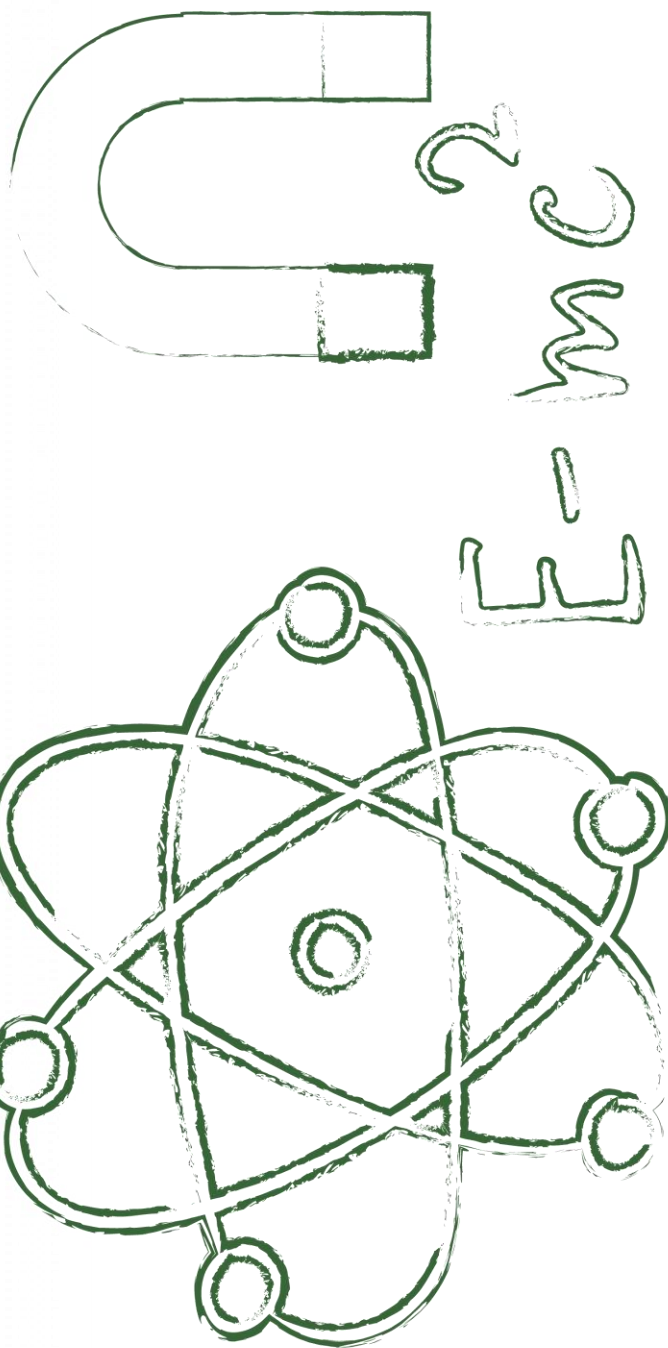


**MATERIAL
DIDÁTICO
ESTRUTURADO**

FÍSICA

#foco
na Aprendizagem

2025



Todos os direitos reservados à
Secretaria da Educação do Estado do Ceará - Centro Administrativo Governador
Virgílio Távora.

Av. General Afonso Albuquerque Lima, S/N – Cambéba, Fortaleza/CE –
CEP: 60.822-325. Ano de Publicação: 2025.

Elmano de Freitas
Governador

Jade Afonso Romero
Vice-Governadora

Eliana Nunes Estrela
Secretária da Educação

Maria Jucineide da Costa Fernandes
**Secretária Executiva de Ensino
Médio e Profissional**

Emanuele Grace Kelly Santos Ferreira
**Secretária Executiva de Cooperação
com os Municípios**

Helder Nogueira Andrade
**Secretário Executivo de Equidade,
Direitos Humanos, Educação
Complementar e Protagonismo
Estudantil**

Francisca de Assis Viana Moreira
**Secretária Executiva de Gestão da
Rede Escolar**

José Iran da Silva
**Secretário Executivo de
Planejamento e Gestão Interna**

Ana Paula Nogueira
**Coordenadora de Educação em
Tempo Integral – Coeti**

Francisco Tadeu Valente Celedônio
**Coordenador da Educação
Profissional – Coedp**

Ideigiane Terceiro Nobre
**Coordenadora de Gestão
Pedagógica do Ensino Médio - Cogem**

Kelem Carla Santos de Freitas
**Coordenadora de Avaliação e
Desenvolvimento Escolar para
Resultados na Aprendizagem – Coade**

Vagna Brito de Lima
**Coordenadora Estadual de
Formação Docente e Educação a
Distância – Coded/CED**

Jorge Herbert Soares de Lira
Cientista Chefe da Educação

FICHA TÉCNICA

Ideigiane Terceiro Nobre
Maria da Conceição Alexandre Souza
Dóris Sandra Silva Leão
Coordenadoras da Elaboração

Zaide Cunha Maia Lima
Consultora da Área de Ciências da Natureza

Mauricélio Bezerra Da Silva
Mikaele Pereira Medeiros De Menez
Professoras/es elaboradoras/es de Física

Dóris Sandra SilvaLeão
Victor Martins Gomes
Márcio Roberto da Silva Lira
Renata Paula de Oliveira Leite
Tatiana Maria Silva Coelho Lemson
Antônia Varele da Silva Gama
Zeneida Elaine Ribeiro Holanda
Revisão e organização de texto

Vagna Brito de Lima
Jacqueline Rodrigues Moraes
Diagramação e Organização Didática

Carmen Mikaele Barros Marciel
Sâmia Luvanice Ferreira Soares
Thaissa Martins Lima
Transposição Didática

Lindemberg Souza Correia
Design Gráfico

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C387m Ceará, Secretaria da Educação do
Material Didático Estruturado (MDE) de Física [recurso
eletrônico] / Secretaria da Educação do Ceará.
–Fortaleza: SEDUC, 2025.

Livro eletrônico
ISBN 978-85-8171-616-9 (E-book)

1. Física. 2. Ensino médio. 3. Material didático. I.
Coordenadoria de Gestão Pedagógica do Ensino Médio -
Cogem. II. Título.

CDD: 530.07

Apresentação

Apresentamos o Material Didático Estruturado (MDE) de Física, 2025, desenvolvido no âmbito da iniciativa Foco na Aprendizagem, da área de Ciências da Natureza. Este material integra um conjunto de ações articuladas voltadas à recomposição das aprendizagens e à formação continuada de professoras e professores, com o propósito de contribuir para a qualificação do ensino na rede pública estadual.

O Foco na Aprendizagem é uma das estratégias do programa Ceará Educa Mais, promovido pela Secretaria da Educação do Ceará (Seduc), com a finalidade de fortalecer e aprimorar os processos de ensino e aprendizagem nas escolas da rede estadual.

Nesse cenário, a Coordenadoria de Gestão Pedagógica do Ensino Médio (COGEM) oferece suporte técnico e pedagógico às ações de recomposição e fortalecimento das aprendizagens, propondo o uso do MDE como mais uma ferramenta didática entre os recursos disponíveis nas unidades escolares. O material é concebido como um apoio complementar às práticas pedagógicas, respeitando a autonomia docente e as especificidades de cada realidade escolar.

O MDE de Física está estruturado em seções organizadas pelas competências e habilidades do Enem para a recomposição desse componente curricular, como também pelos descritores do Saeb¹ de Língua Portuguesa e Matemática, com propostas que dialogam com o cotidiano e os interesses dos estudantes. A padronização da estrutura das seções permite às professoras e aos professores explorar diferentes estratégias de ensino, adaptando o material às necessidades de cada turma e aos objetivos pedagógicos das escolas.

*Equipe de Consultoria e Elaboradoras/es
Ciências da Natureza – Foco na
Aprendizagem 2025*

¹ Os descritores do Saeb trabalhados neste MDE foram selecionados pela Seduc por apresentarem conteúdos essenciais ao aprofundamento das aprendizagens em geral.

Sumário

Aula 01: TEMPERATURA E ESCALAS TERMOMÉTRICAS	8
Aula 02: MUDANÇAS DE FASE: TRANSFORMAÇÕES DA MATÉRIA PELO CALOR	22
Aula 03: FLUIDOS EM MOVIMENTO	40
Aula 04: TRANSFORMAÇÕES GASOSAS	57
Aula 05: ONDA E SUAS PROPRIEDADES	71
Aula 06: LUZ E OS PRINCÍPIOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA	89

Olá, prezada/o estudante!

Este **Material Didático Estruturado (MDE)** de **Física**, integrante da área de **Ciências da Natureza**, foi cuidadosamente elaborado para apoiar você no aprofundamento dos seus conhecimentos e no fortalecimento da sua aprendizagem, além de ajudar na recomposição de Língua Portuguesa e Matemática.

Nossa equipe de Ciências da Natureza e suas Tecnologias convida você a embarcar conosco nessa trajetória de estudos. Propomos uma experiência pedagógica dinâmica e envolvente, que valoriza o uso de tecnologias, recursos audiovisuais e materiais desenvolvidos de forma criativa, com o objetivo de estimular sua curiosidade, inteligência e motivação ao longo do processo de aprendizagem.

O conteúdo deste guia foi construído por professoras e professores que vivem, diariamente, os desafios e as conquistas da sala de aula. A experiência prática de quem está no chão da escola fortalece a proposta deste material, tornando-o mais próximo da sua realidade e mais conectado às suas necessidades como estudante.

Como está organizado este material?

O MDE de Física está estruturado em **06 (seis) aulas**, cada uma composta por diversas seções, pensadas para tornar o aprendizado mais significativo. Veja como funciona:

- **Nesta aula, você aprenderá...** – Apresenta os conteúdos a serem estudados e os eixos cognitivos relacionados.
- **Conceituando** – Traz um texto introdutório que contextualiza o tema central da aula.
- **Conversando com o texto** – Propõe leituras e reflexões com o objetivo de desenvolver o senso crítico e a capacidade interpretativa.
- **ENEM** – Apresenta questões que dialogam com o estilo do Exame Nacional do Ensino Médio, desafiando e aprofundando seus conhecimentos.
- **Aulas práticas** – Sugerem experimentos e atividades que conectam teoria e prática, facilitando a compreensão de conceitos científicos.
- **Desafie-se** – Um desafio extra que estimula você a ir além, superando limites e desenvolvendo novas habilidades.
- **Nesta aula eu...** – Um espaço de autoavaliação para que você reflita sobre sua aprendizagem e seu progresso.

- **Para saber mais** – Indica links e QR Codes com conteúdos complementares, curiosidades e exercícios adicionais.
- **Referências** – Apresenta as fontes utilizadas na construção do material.
- **Gabarito** – Disponibiliza as respostas das questões trabalhadas, facilitando a verificação de seus resultados.

Este material tem como foco o componente curricular de **Física**, mas dialoga com a proposta mais ampla das Ciências da Natureza, prezando pela interdisciplinaridade e contextualização dos saberes e pela construção de uma aprendizagem significativa.

A orientação didático-pedagógica deste guia tem como objetivo subsidiar suas práticas de estudo, apoiando uma educação de qualidade que promova o desenvolvimento integral. Esperamos que este recurso contribua efetivamente com sua jornada escolar e ajuda você a alcançar excelentes resultados.

Então, bons estudos a todas/os!

Equipe de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – Física– Foco na Aprendizagem 2025.

AULA 01: TEMPERATURA E ESCALAS TERMOMÉTRICAS

FS05H01_22 - Reconhecer a temperatura como propriedade da matéria.

FS05H07_22 - Identificar e reconhecer as principais escalas de temperatura.

LP-D1 - Localizar informações explícitas em um texto.

LP-D3 - Inferir o sentido de uma palavra ou expressão.

LP-D4 - Identificar o tema de um texto.

LP-D14 - Distinguir um fato da opinião relativa a esse fato no texto.

MT-D15 - Resolver problema que envolva variação proporcional, direta ou inversa, entre grandezas.

MT-D34 - Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos.

NESTA AULA, VOCÊ APRENDERÁ...

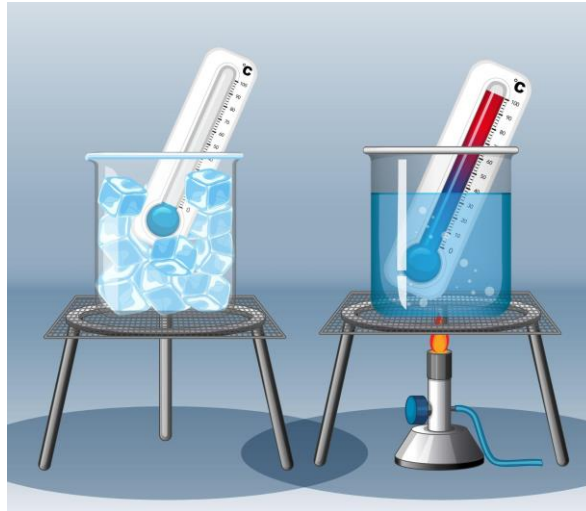
- Compreender a temperatura como uma propriedade física da matéria, relacionada ao nível de agitação das partículas.
- Reconhecer as principais escalas termométricas (Celsius, Fahrenheit e Kelvin) e suas aplicações no cotidiano e na ciência.
- Comparar e converter temperaturas entre diferentes escalas, desenvolvendo o raciocínio matemático e científico.
- Interpretar leituras de termômetros e gráficos relacionados à variação de temperatura em diferentes contextos físicos.

CONCEITUANDO

O QUE É TEMPERATURA?

A temperatura é uma grandeza física que mede a energia cinética média das partículas de um corpo ou sistema. Quanto maior essa energia, maior é a temperatura registrada. Em termos simples, ela nos indica quão quente ou frio está algo. A figura 1 mostra dois experimentos simples, mas muito eficazes para visualizar o que é temperatura: no primeiro, temos um recipiente com gelo. Ali, a energia cinética das partículas é muito baixa, pois o sistema está resfriado. O termômetro registra uma temperatura baixa, o que indica que a agitação das partículas é reduzida.

Figura 1 – Representação comparativa de dois sistemas com diferentes temperaturas: um em contato com gelo e outro sendo aquecido por uma chama



Fonte: Disponível em brgfx / Freepik.

No segundo, há um recipiente sendo aquecido por uma chama. À medida que a temperatura aumenta, as partículas do líquido se agitam cada vez mais, demonstrando um aumento da energia cinética.

CONVERSANDO COM O TEXTO

É #FAKE que novo coronavírus não resiste ao calor e à temperatura de 26°C ou 27°C

Circula pelas redes sociais uma mensagem que diz que o novo coronavírus não resiste ao calor e que "temperaturas de 26°C ou 27°C já matam o dito cujo". É #FAKE.

A diretora do Instituto de Medicina Tropical (IMT-USP), Ester Sabino, uma das responsáveis pelo sequenciamento do genoma do novo coronavírus, afirma: "A temperatura do corpo humano é 36°C. Portanto, esta afirmativa é falsa".

O Ministério da Saúde também classifica a mensagem como "falsa" e reitera que não é possível afirmar que o vírus morre a uma temperatura de 26°C ou 27°C "uma vez que no corpo humano o vírus tolera uma temperatura de pelo menos 36°C". O órgão pede que ela não seja compartilhada.

A virologista Camila Malta Romano, também do IMT-USP, explica por que a afirmação não se sustenta. "O vírus (assim como outros vírus envelopados) sofre com temperaturas mais quentes, mas temperaturas acima de 45°C. E isso depende do tempo em que é exposto também. Uma temperatura de 27°C não faz menor diferença pra ele."

A médica Tânia Vergara, presidente da Sociedade de Infectologia do Rio de Janeiro e membro da Sociedade Brasileira de Infectologia, também diz que essa afirmação sobre a temperatura não é verdadeira. O médico Leonardo Weissmann, consultor da Sociedade Brasileira de Infectologia, concorda e diz que a temperatura ambiente não tem nenhuma relação com o vírus.

A Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) informa que a mensagem é completamente falsa. A entidade reforça a importância de compartilhar informações de fontes confiáveis e seguras.

Uma revisão de 22 estudos sobre vários tipos de coronavírus publicada no Journal of Hospital Infection indica que, quanto maior a temperatura, menor o tempo de permanência do vírus em algumas superfícies. Ainda assim, os dados mostram que mesmo em temperaturas elevadas como 30°C ou 40°C os vírus resistem, às vezes por dias.

O Instituto Adolfo Lutz reforça: "Em teoria, apenas temperaturas entre 30°C e 40°C conseguem reduzir significativamente a permanência do SARS-CoV-2 no ambiente, ainda a depender do tipo de superfície".

A Organização Mundial da Saúde (OMS) faz o alerta de que o vírus pode, sim, ser transmitido em áreas mais quentes. "Segundo as evidências obtidas até agora, o vírus responsável pela Covid-19 pode ser transmitido em todas as áreas, incluindo áreas com clima quente e úmido", diz a entidade.

Disponível em: > G1. *É #FAKE que novo coronavírus não resiste ao calor e à temperatura de 26 °C ou 27 °C.* 18 mar. 2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/fato-ou-fake/noticia/2020/03/18/e-fake-que-novo-coronavirus-nao-resiste-ao-calor-e-a-temperatura-de-26oc-ou-27oc.ghtml>>. Acesso em: 21 jun. 2025.

No texto apresentado, você teve a oportunidade de conhecer sobre a resistência do coronavírus ao calor. Em relação ao texto responda os itens a seguir:

1. Segundo o texto, qual é a temperatura média do corpo humano citada pela diretora do Instituto de Medicina Tropical?
2. O que a expressão “não faz menor diferença pra ele” significa no contexto da fala da virologista?
3. Por que a informação de que o vírus resiste dentro do corpo humano contradiz a mensagem compartilhada nas redes sociais?
4. Qual é o principal assunto tratado no texto?
 - a) O clima no Brasil
 - b) A resistência do corpo humano
 - c) A falsa ideia de que o coronavírus não sobrevive ao calor
 - d) A descoberta de um novo vírus
5. Identifique um trecho em que aparece uma opinião popular e outro onde há uma informação científica. Qual é a diferença entre eles?

ESCALAS TERMOMÉTRICAS

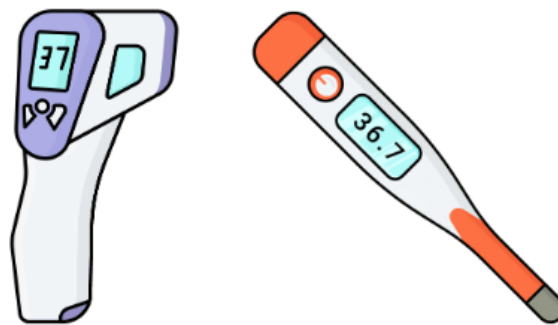
As escalas termométricas são ferramentas fundamentais na Física para quantificar a temperatura, uma grandeza que expressa o nível de agitação térmica das partículas de um corpo. Elas são utilizadas em diversas situações, desde medições meteorológicas até experimentos em laboratórios científicos.

Embora o tato humano possa perceber variações térmicas, essa percepção é subjetiva e influenciada por fatores externos, como a umidade, a adaptação térmica da pele e a diferença de temperatura entre os corpos em contato. Por essa razão, o tato não é um método confiável para aferir a temperatura de forma precisa.

No contexto da medição de temperatura, utilizamos instrumentos como o termômetro, que mensura a temperatura de forma objetiva. Isso é feito com base na variação de uma propriedade física, como a dilatação de líquidos, resistência elétrica ou radiação, em função da energia térmica presente no sistema.

Para medir a temperatura corporal, diferentes tipos de termômetros podem ser utilizados, como ilustrado na figura 2. Destacam-se o termômetro infravermelho, que mede a radiação emitida pela pele sem a necessidade de contato físico, e o termômetro digital de contato, geralmente utilizado por via oral ou axilar, que opera por meio do equilíbrio térmico com o corpo.

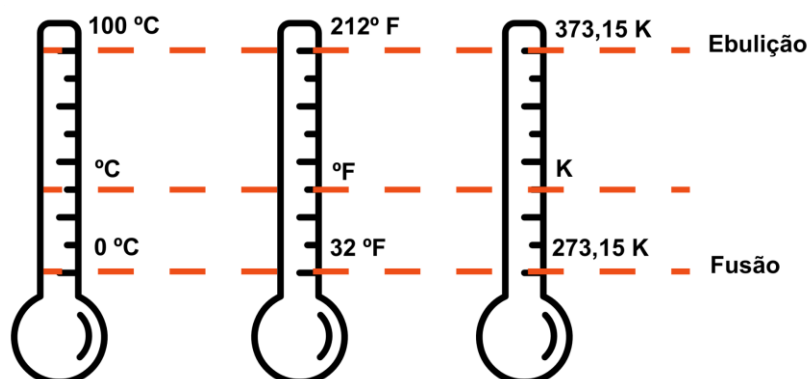
Figura 2- Exemplos de termômetros digitais utilizados para medir a temperatura corporal: termômetro infravermelho de testa e termômetro digital oral



Fonte: Imagem elaborada pela autora.CANVA. *Imagem elaborada pela autora.* Disponível em: <https://www.canva.com>. Acesso em: 22 jun. 2025.

Existem três escalas termométricas mais utilizadas no mundo: a Celsius ($^{\circ}\text{C}$), adotada oficialmente no Brasil e em muitos países; a Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), comum nos Estados Unidos; e a Kelvin (K), que é a escala do Sistema Internacional de Unidades e amplamente usada na ciência.

Figura 3 - Comparação das escalas termométricas Celsius, Fahrenheit e Kelvin, com destaque para os pontos de fusão e ebulição da água.



Fonte: Imagem elaborada pela autora.

A figura 3 ilustra os pontos de fusão e ebulição da água representados em três escalas termométricas distintas: Celsius (°C), Fahrenheit (°F) e Kelvin (K). Esses dois marcos físicos são fundamentais para a definição de cada escala:

Tabela 1 – Pontos de congelamento e ebulição da água nas escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin.

Propriedade	Celsius (°C)	Fahrenheit (°F)	Kelvin (K)
Ponto de Congelamento da Água	0 °C	32 °F	273,15 K
Ponto de Ebulição da Água	100 °C	212 °F	373,15 K

Fonte: Elaborada pela autora.

Para medir temperaturas em diferentes contextos, como os científicos, meteorológicos ou do cotidiano, utilizamos diversas escalas. É essencial saber como converter corretamente os valores entre elas. A seguir, apresentamos as principais equações utilizadas para essas conversões.

Equações de Conversão

$$T_K = T_C + 273,15 \quad (1)$$

A equação (1) permite converter a temperatura de Celsius para Kelvin. Onde:

T_K - Temperatura em Kelvin (K)

T_C – Temperatura em Celsius (°C)

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} \quad (2)$$

Já a equação (2) representa a relação entre Celsius e Fahrenheit.

Onde:

T_C – Temperatura em Celsius ($^{\circ}\text{C}$)

T_F – Temperatura em Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$)

Exemplos:

- 25 $^{\circ}\text{C}$ para Kelvin

$$T_K = T_C + 273,15$$

$$T_K = 25 + 273,15 \rightarrow T_K = 298,15 \text{ K}$$

- 30 $^{\circ}\text{C}$ para Fahrenheit

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

$$\frac{30}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

$$T_F = 6 \times 9 + 32 \rightarrow T_F = 86^{\circ}\text{F}$$

- 50 $^{\circ}\text{F}$ para Celsius

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

$$\frac{T_C}{5} = \frac{50 - 32}{9}$$

$$T_C = 2 \times 5 \rightarrow T_C = 10^{\circ}\text{C}$$

- 310 K para Celsius

$$310 = T_C + 273,15$$

$$T_C = 36,85^{\circ}\text{C}$$

Variação da temperatura

A variação da temperatura é um fenômeno observado diariamente em nosso ambiente. Ela pode ocorrer de várias formas e ser influenciada por fatores como a estação do ano, a hora do dia, a localização geográfica, entre outros. Para entender melhor como essas variações ocorrem, é importante conhecer algumas fórmulas básicas que nos ajudam a quantificar e prever mudanças na temperatura.

A Figura 4 ilustra a variação de temperatura entre condições de calor e frio. O lado esquerdo representa um ambiente quente, com sol e céu parcialmente nublado, enquanto o lado direito exibe um ambiente frio, com a presença de flocos de neve. Os termômetros na parte inferior reforçam visualmente essa diferença térmica, destacando o contraste entre altas e baixas temperaturas.



Figura 4- Ilustração da variação de temperatura: do calor intenso ao frio extremo. Imagem criada com Canva.

Disponível em: <https://www.canva.com> (Acesso em: 22/06/2025).

A diferença de temperatura (ΔT) entre dois pontos ou momentos pode ser calculada pela fórmula:

$$\Delta T = T_f - T_i \quad (3)$$

Onde:

T_f é a temperatura final

T_i é a temperatura inicial

Exemplo: Durante o dia, a temperatura chegou a 38°C (como representado pelo lado com sol e termômetro alto). À noite, caiu para 18°C (lado com flocos de neve e termômetro baixo). Assim, temos:

$$\Delta T = 18 - 38 = 20^\circ\text{C}$$

Relação entre variações nas escalas

A variação de temperatura ocorre quando há uma diferença entre dois estados térmicos de um sistema. As variações de temperatura têm um impacto significativo em nosso cotidiano, afetando desde o clima até o funcionamento de dispositivos e sistemas que usamos todos os dias. A seguir, apresentamos as equações que permitem converter e analisar essas variações.

A variação de temperatura em Celsius (ΔT_C) e em Kelvin (ΔT_K) é numericamente igual, pois ambas as escalas têm o mesmo tamanho de grau. Isso significa que um aumento de 1°C corresponde a um aumento de 1 K .

$$\Delta T_C = \Delta T_K \quad (3)$$

Para converter entre Celsius e Fahrenheit quando estamos lidando com variação (e não temperatura absoluta), usamos:

$$\frac{\Delta T_C}{5} = \frac{\Delta T_F}{9} \quad (4)$$

Exemplos:

- $\Delta T = 15^\circ\text{C}$ para Kelvin

$$\Delta T_C = \Delta T_K$$

$$\Delta T_K = 15\text{ K}$$

- $\Delta T = 10^\circ\text{C}$ para Fahrenheit

$$\frac{\Delta T_C}{5} = \frac{\Delta T_F}{9}$$

$$\frac{10}{5} = \frac{\Delta T_F}{9} \rightarrow \Delta T_F = 18^\circ F$$

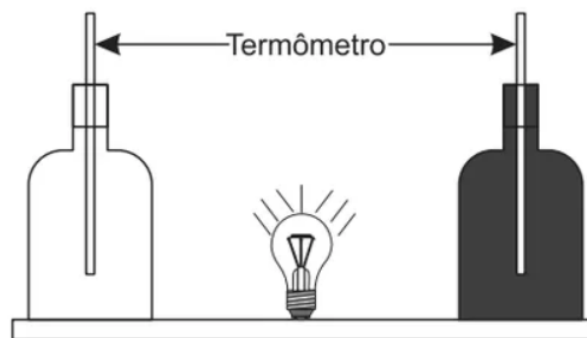
ENEM E OUTROS VESTIBULARES

1. (Enem 2020- digital): Um fabricante de termômetros orienta, em seu manual de instruções, que o instrumento deve ficar três minutos em contato com o corpo para aferir a temperatura. Esses termômetros são feitos com o bulbo preenchido com mercúrio conectado a um tubo capilar de vidro.

De acordo com a termodinâmica, esse procedimento se justifica, pois é necessário que

- a) o termômetro e o corpo tenham a mesma energia interna.
- b) a temperatura do corpo passe para o termômetro.
- c) o equilíbrio térmico entre os corpos seja atingido.
- d) a quantidade de calor dos corpos seja a mesma.
- e) o calor do termômetro passe para o corpo.

2. (Enem 2013): Em um experimento foram utilizadas duas garrafas PET, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as garrafas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida a lâmpada foi desligada. Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das garrafas: a) enquanto a lâmpada permaneceu acesa e b) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.



A taxa de variação da temperatura da garrafa preta, em comparação à da branca, durante todo experimento, foi

- a) igual no aquecimento e igual no resfriamento.
- b) maior no aquecimento e igual no resfriamento.
- c) menor no aquecimento e igual no resfriamento.
- d) maior no aquecimento e menor no resfriamento.
- e) maior no aquecimento e maior no resfriamento.

3. (Elaborada pelo autor do material-2025) O aquecimento global é uma preocupação constante da humanidade. Com o aumento progressivo da temperatura

média da Terra, os efeitos sobre o meio ambiente e a vida humana são cada vez mais palpáveis. Os cientistas preveem que a temperatura média da Terra pode aumentar até 3 °C nos próximos anos. Esse aumento pode parecer pequeno à primeira vista, mas suas consequências podem ser catastróficas, incluindo o derretimento de geleiras, aumento do nível do mar, e eventos climáticos extremos. Considerando o aumento previsto de temperatura mencionado no texto e a relação entre as escalas termométricas Celsius (°C) e Fahrenheit (°F), determine qual seria esse acréscimo em graus Fahrenheit.

- a) 3,2 °F
- b) 5,4 °F
- c) 8,0 °F
- d) 9,0 °F
- e) 37,4 °F

4. (Elaborada pelo autor do material-2025) Em junho de 2024, cidades do hemisfério norte experimentaram temperaturas recordes, destacando a severidade das ondas de calor. Em Phoenix, nos Estados Unidos, os termômetros marcaram impressionantes 113 °F, um nível de calor que desafia a infraestrutura urbana e a saúde pública.

No mesmo período, no hemisfério sul, uma cidade brasileira também enfrentou temperaturas elevadas, mas não tão extremas quanto as de Phoenix. A temperatura máxima registrada foi de 36 °C, o que, embora inferior à de Phoenix, ainda representa um desafio significativo para a região, considerando os padrões climáticos locais típicos.

Com base nas informações apresentadas, determine qual foi a diferença de temperatura entre Phoenix, nos Estados Unidos, e a cidade brasileira, em graus Celsius:

- a) 3,0 °C
- b) 7,7 °C
- c) 9,0 °C
- d) 77 °C
- e) 90 °C

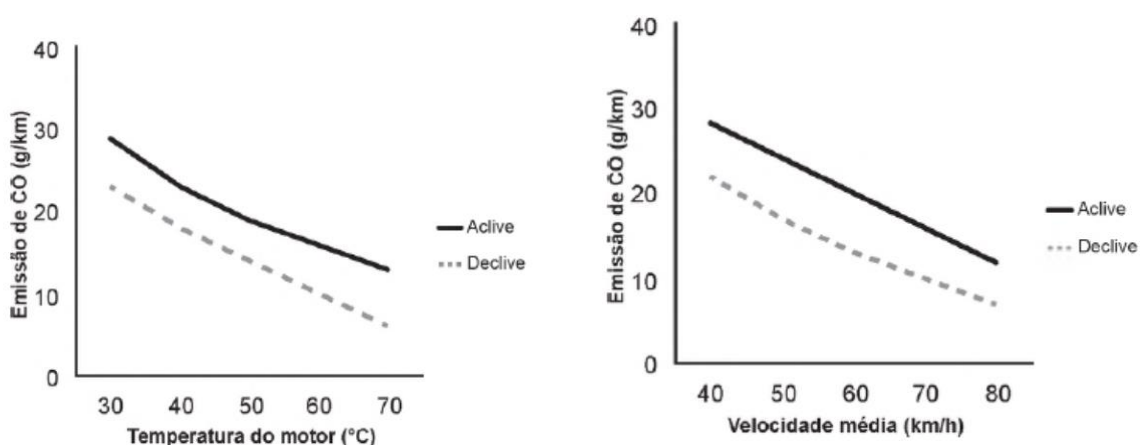
5. (Enem-2021) A fritura de alimentos é um processo térmico que ocorre a temperaturas altas, aproximadamente a 170 °C. Nessa condição, alimentos ricos em carboidratos e proteínas sofrem uma rápida desidratação em sua superfície, tornando-a crocante. Uma pessoa quer fritar todas as unidades de frango empanado congelado de uma caixa. Para tanto, ela adiciona todo o conteúdo de uma vez em uma panela com óleo vegetal a 170 °C, cujo volume é suficiente para cobrir todas as unidades. Mas, para sua frustração, ao final do processo elas se mostram encharcadas de óleo e sem crocância.

As unidades ficaram fora da aparência desejada em razão da

- a) evaporação parcial do óleo.

- b) diminuição da temperatura do óleo.
- c) desidratação excessiva das unidades.
- d) barreira térmica causada pelo empanamento.
- e) ausência de proteínas e carboidratos nas unidades.

6. (Enem-2014) Um pesquisador avaliou o efeito da temperatura do motor (em velocidade constante) e da velocidade média de um veículo (com temperatura do motor constante) sobre a emissão de monóxido de carbono (CO) em dois tipos de percurso, aplane e declive, com iguais distâncias percorridas em linha reta. Os resultados são apresentados nas duas figuras.



Disponível em: www.producao.ufrgs.br. Acesso em: 3 ago. 2012 (adaptado).

A partir dos resultados, a situação em que ocorre maior emissão de poluentes é aquela na qual o percurso é feito com o motor

- a) aquecido, em menores velocidades médias e em pista em declive.
- b) aquecido, em maiores velocidades médias e em pista em aplane.
- c) frio, em menores velocidades médias e em pista em declive.
- d) frio, em menores velocidades médias e em pista em aplane.
- e) frio, em maiores velocidades médias e em pista em aplane.

AULAS PRÁTICAS

Nesta seção, você encontrará uma proposta de aula prática que visa aproximar os conceitos teóricos estudados à realidade por meio da experimentação. A proposta é desenvolver habilidades investigativas, estimular o pensamento científico e ampliar a compreensão dos fenômenos biológicos observáveis no cotidiano.

A aula prática é uma ferramenta importante no processo de aprendizagem, pois permite que você vivencie, de forma ativa, os conteúdos trabalhados, promovendo o envolvimento, a autonomia e o protagonismo no seu percurso formativo.

1. Título da prática:

Explorando Termômetros e Escalas Termométricas

2. Objetivo da atividade:

- Compreender o funcionamento de diferentes tipos de termômetros.
- Identificar e converter entre as escalas termométricas: Celsius, Fahrenheit e Kelvin.
- Relacionar a temperatura com fenômenos do cotidiano.
- Estimular habilidades experimentais e investigativas na medição e análise de dados.

3. Materiais necessários:

- Termômetros variados: clínico, de álcool, digital, infravermelho (se disponível).
- Recipientes com água em diferentes temperaturas:
- Gelo ou água com gelo (0 °C)
- Água à temperatura ambiente
- Água quente (~70–90 °C, com cuidado)
- Calculadoras e tabelas de conversão de temperatura
- Papel milimetrado ou quadriculado para gráficos
- Folhas para registro de dados e observações

4. Procedimentos:

- Divida as/os estudantes em grupos.
- Cada grupo mede a temperatura dos mesmos recipientes com diferentes termômetros.
- Registre os valores observados e discuta pequenas diferenças entre os dispositivos.
- Com base nos valores obtidos, as/os estudantes aplicam as fórmulas aprendidas sobre a conversão de temperatura:
- Oriente para que preencham tabelas com as conversões e comparem os resultados entre as escalas.
- Utilizando a água gelada e a água quente como pontos fixos, as/os estudantes devem criar uma escala própria (como Galileu fez).
- Devem também marcar a dilatação de um líquido em um canudo transparente (se quiser ampliar a atividade).
- Solicite que comparem sua escala com as escalas padronizadas.

- Questione: Qual escala é usada em contextos como culinária, ciência, medicina e meteorologia.
- Por que diferentes escalas existem e como são escolhidas. A importância da precisão em medições.

5. Registro e análise dos resultados:

- Participação nas atividades práticas em grupo, respeitando as etapas do experimento e colaborando com os colegas.
- Clareza e exatidão nos registros das temperaturas coletadas com diferentes tipos de termômetros.
- Correção nas conversões realizadas entre as escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin.
- Produção de tabelas e/ou gráficos comparativos, destacando diferenças entre os tipos de termômetros e as variações entre as escalas.
- Elaboração de um relato final com reflexões sobre: Como as escalas são utilizadas no cotidiano.
- A importância da medição correta da temperatura em diferentes contextos (saúde, cozinha, ciência, clima, etc.).

6. Questões para reflexão:

1. Por que diferentes escalas de temperatura são usadas em distintos contextos, como na meteorologia, na ciência e na medicina?
2. Como a escolha de um termômetro adequado pode influenciar na precisão da medição de temperatura?
3. Quais seriam as consequências de uma medição incorreta da temperatura em situações como febre alta ou conservação de alimentos?

7. Relação com o conteúdo teórico:

Esta atividade prática complementa o estudo sobre temperatura e escalas termométricas, ao permitir que os estudantes observem na prática como diferentes termômetros funcionam, como a dilatação térmica está presente nas medições, e como converter corretamente entre escalas. A experiência prática reforça o entendimento conceitual e demonstra a aplicabilidade desses conteúdos em situações do cotidiano.

DESAFIE-SE

1. (PUC-Rio ADAPTADA-2025): Durante uma expedição científica no Ártico, pesquisadores utilizaram dois tipos de termômetros para registrar a temperatura ambiente: um termômetro digital, calibrado na escala Celsius, e outro termômetro importado, com marcações apenas em Fahrenheit. Em certo momento, os dois

termômetros marcaram exatamente o mesmo valor numérico, apesar de estarem em escalas diferentes.

Com base nessa informação, determine qual foi esse valor de temperatura e justifique sua resposta com cálculos.

- a) 0
- b) -20
- c) -40
- d) 40
- e) 100

NESTA AULA, EU ...

Cara/o estudante, de acordo com os objetivos traçados para esta aula e com os conhecimentos construídos, marque as opções que melhor representam a avaliação referente ao seu aprendizado.

Atividade	Construído	Em Construção
Reconhecer a temperatura como uma propriedade física da matéria, relacionada à agitação das partículas.		
Identificar e compreender o uso das escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin.		
Realizar conversões corretas entre as diferentes escalas termométricas.		
Analisar situações cotidianas e científicas em que diferentes termômetros e escalas são usados.		
Compreender como a variação de temperatura afeta fenômenos físicos e ambientais.		
Interpretar informações de textos e gráficos relacionados à temperatura.		

PARA SABER MAIS

Acesse o QR CODE abaixo para um vídeo explicativo sobre como funciona o termômetro e a medição da temperatura, produzido pelo canal [Manual do Mundo](#). Esse material complementa os conhecimentos discutidos nesta aula, ajudando a visualizar, de forma prática e divertida, o funcionamento dos termômetros e a importância das escalas termométricas.



REFERÊNCIAS

CANVA. Elemento gráfico utilizado na criação de imagem sobre escalas termométricas. Disponível em: <https://www.canva.com>. Acesso em: jun. 2025.

G1. É fake que novo coronavírus não resiste ao calor e à temperatura de 26°C ou 27°C. Fato ou Fake, 18 mar. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/fato-ou-fake/noticia/2020/03/18/e-fake-que-novo-coronavirus-nao-resiste-ao-calor-e-a-temperatura-de-26oc-ou-27oc.ghtml>. Acesso em: 21 jun. 2025.

[HTTPS://WWW.FACEBOOK.COM/AUGUSTOBEROTTO](https://www.facebook.com/augustobertotto). “Plano de Aula: Termologia, Calorimetria e Termometria para o Ensino Médio” - Planejamentos de Aula - BNCC. Disponível em: <<https://planejamentosdeaula.com/plano-de-aula-termologia-calorimetria-e-termometria-para-o-ensino-medio/#gsc.tab=0>>. Acesso em: 25 jun. 2025.

MANUAL DO MUNDO. *Como funciona o termômetro?* YouTube, 13 jan. 2014. Disponível em: <https://youtu.be/RcQ9vxwWjcs>. Acesso em: 25 jun. 2025.

Plano de aula de Plano de Aula | Metodologia Ativa | Calorimetria: Mudanças de Escalas de Termômetro. Disponível em: <<https://www.teachy.com.br/planos-de-aula/ensino-medio/2ano/fisica/plano-de-aula-or-metodologia-ativa-or-calorimetria-mudancas-de-escalas-de-termometro-Ativa>>. Acesso em: 25 jun. 2025.

GABARITO

Dialogando com o texto

1. 36 °C, como mencionado por Ester Sabino no trecho: “A temperatura do corpo humano é 36 °C”.

2. Significa que temperaturas de 27 °C são irrelevantes para o vírus, ou seja, não têm efeito algum na sua resistência ou sobrevivência.
3. Porque o corpo humano tem temperatura de 36 °C e o vírus se mantém ativo nesse ambiente. Isso desmente a ideia de que ele morreria a 26 °C ou 27 °C, como afirma a mensagem falsa.
4. c) A falsa ideia de que o coronavírus não sobrevive ao calor.
5. Opinião popular (falsa): “Temperaturas de 26 °C ou 27 °C já matam o dito cujo.”
Informação científica: “O vírus tolera uma temperatura de pelo menos 36 °C no corpo humano.” A diferença está no fato de que a primeira é um boato não comprovado, enquanto a segunda é respaldada por dados científicos e especialistas.

ENEM

Questões					
1	2	3	4	5	6
C	E	B	C	B	D

DESAFIE-SE

1. Para descobrir em que temperatura os valores nas escalas Celsius (°C) e Fahrenheit (°F) são iguais, basta igualar as expressões das duas escalas. Chamando essa temperatura comum de x , temos:

$$T_C = T_F = X$$

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} \rightarrow \frac{X}{5} = \frac{X - 32}{9} \rightarrow 9x = 5x - 160 \rightarrow 4x = -160 \rightarrow x = \frac{-160}{4} \rightarrow x = -40$$

Assim, -40°C e -40 °F, alternativa C)

AULA 02: MUDANÇAS DE FASE: TRANSFORMAÇÕES DA MATÉRIA PELO CALOR

FS05H09_22 – Elencar as mudanças de fase da matéria como transformações físicas, motivadas pela troca de calor.

LP-D1 - Localizar informações explícitas em um texto.

LP-D3 - Inferir o sentido de uma palavra ou expressão.

LP-D4 - Identificar o tema de um texto.

LP-D14 - Distinguir um fato da opinião relativa a esse fato no texto.

MT-D15 - Resolver problema que envolva variação proporcional, direta ou inversa, entre grandezas.

MT-D34 - Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos.

NESTA AULA, VOCÊ APRENDERÁ...

- Compreender que as mudanças de fase são transformações físicas da matéria, provocadas pela troca de calor com o ambiente.
- Identificar os principais tipos de mudanças de fase (fusão, solidificação, vaporização, condensação, sublimação e ressublimação).
- Relacionar cada mudança de fase com o ganho ou a perda de calor, entendendo o papel da energia térmica nesses processos.
- Diferenciar transformações físicas de transformações químicas, com base nas mudanças de estado físico.
- Observar e descrever fenômenos do cotidiano que envolvem mudanças de fase, reconhecendo sua presença em situações comuns.

CONCEITUANDO

1. Mudanças de fase

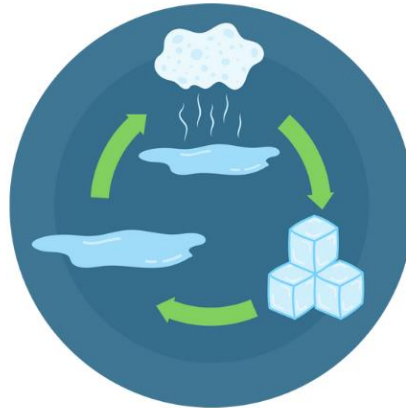
As mudanças de fase da matéria são fenômenos fascinantes que ocorrem constantemente ao nosso redor. Esses processos envolvem transformações físicas fundamentais, provocadas pela troca de calor entre um sistema e o ambiente. Neste capítulo, vamos conhecer as principais mudanças de fase, suas características e o papel essencial do calor como agente dessas transformações.

O que são mudanças de fase?

Mudanças de fase são as transições entre diferentes estados físicos da matéria: sólido, líquido, gasoso e, em condições específicas, o estado de plasma.

Essas transformações ocorrem quando há adição ou remoção de energia térmica no sistema, modificando a organização das partículas que compõem a substância.

Figura 1 – Mudanças de fase da água: representação gráfica das transformações físicas



Fonte: Elaborado pela autora

A figura 1 mostra o ciclo das transformações físicas da água entre os estados sólido, líquido e gasoso. Quando o gelo (sólido) recebe calor, ele derrete e se transforma em água líquida (fusão). Ao continuar recebendo calor, a água evapora e vira vapor (vaporização). Já quando o vapor perde calor, condensa-se em água líquida (condensação) e, ao perder ainda mais calor, solidifica-se novamente em gelo (solidificação). Essas mudanças ocorrem sem alteração da substância, a água continua sendo H_2O em todas as fases.

As transformações físicas, como as mudanças de fase, não alteram a composição química da matéria. Já as transformações químicas resultam na formação de novas substâncias com propriedades diferentes das originais. Por exemplo, a combustão da madeira é uma transformação química, enquanto o derretimento do ferro é uma transformação física.

Troca de Calor nas Mudanças de Fase

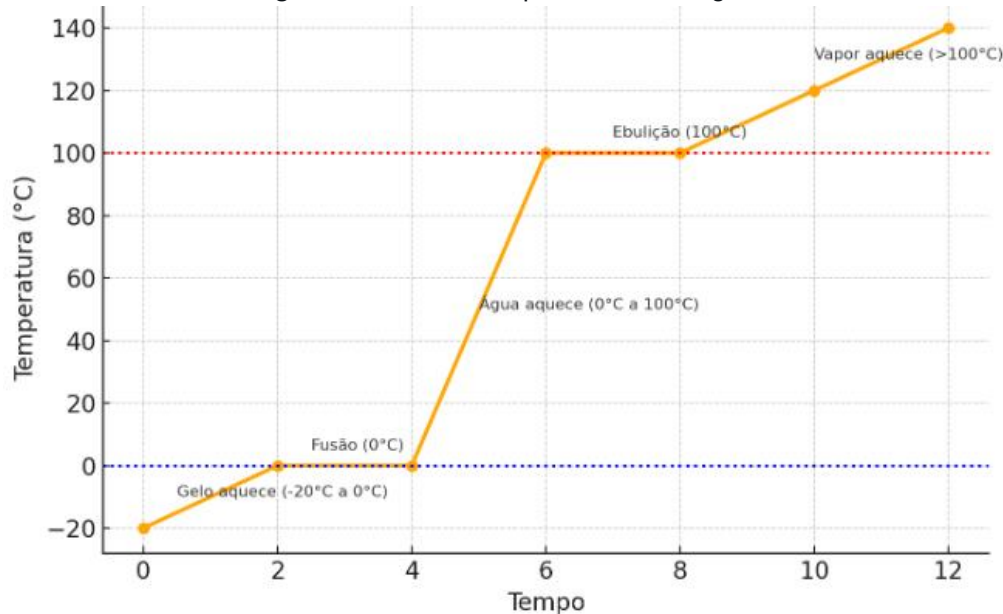
A troca de calor é o fator crucial que impulsiona as mudanças de fase. Durante esses processos, a temperatura de uma substância permanece constante enquanto a energia térmica é usada para alterar o estado físico. Por exemplo, quando o gelo derrete, a temperatura da água resultante permanece em $0^{\circ}C$ até que todo o gelo tenha se transformado em líquido, apesar da contínua adição de calor.

A curva de aquecimento e resfriamento mostra como a temperatura de uma substância varia com o tempo quando ela recebe ou perde calor. Essa curva é importante para entender os estágios das mudanças de fase (sólido ↔ líquido ↔ gasoso), sem variação de temperatura durante essas mudanças.

A figura 2 mostra o gráfico da curva de aquecimento da água. Ele mostra claramente os seguintes trechos:

1. **Gelo aquece:** a temperatura sobe de -20°C até 0°C .
2. **Fusão:** a temperatura fica constante em 0°C (gelo virando água).
3. **Água líquida aquece:** de 0°C até 100°C .
4. **Ebulição:** temperatura constante em 100°C (água virando vapor).
5. **Vapor aquece:** temperatura do gás continua subindo.

Figura 2 – Curva de aquecimento da água.



Fonte: Elaborado pela autora

A curva de aquecimento da água é uma representação gráfica que ilustra como a água absorve calor ao longo do tempo, demonstrando as mudanças de fase que ocorrem à medida que a temperatura varia. Este conceito é fundamental na física térmica, pois ajuda a entender o comportamento energético e térmico da substância.

A figura 3 mostra o gráfico da curva de resfriamento da água. Ela apresenta os seguintes trechos, evidenciando as mudanças de fase:

Vapor esfria: A temperatura do vapor de água diminui, partindo de valores acima de 100°C até atingir exatamente 100°C .

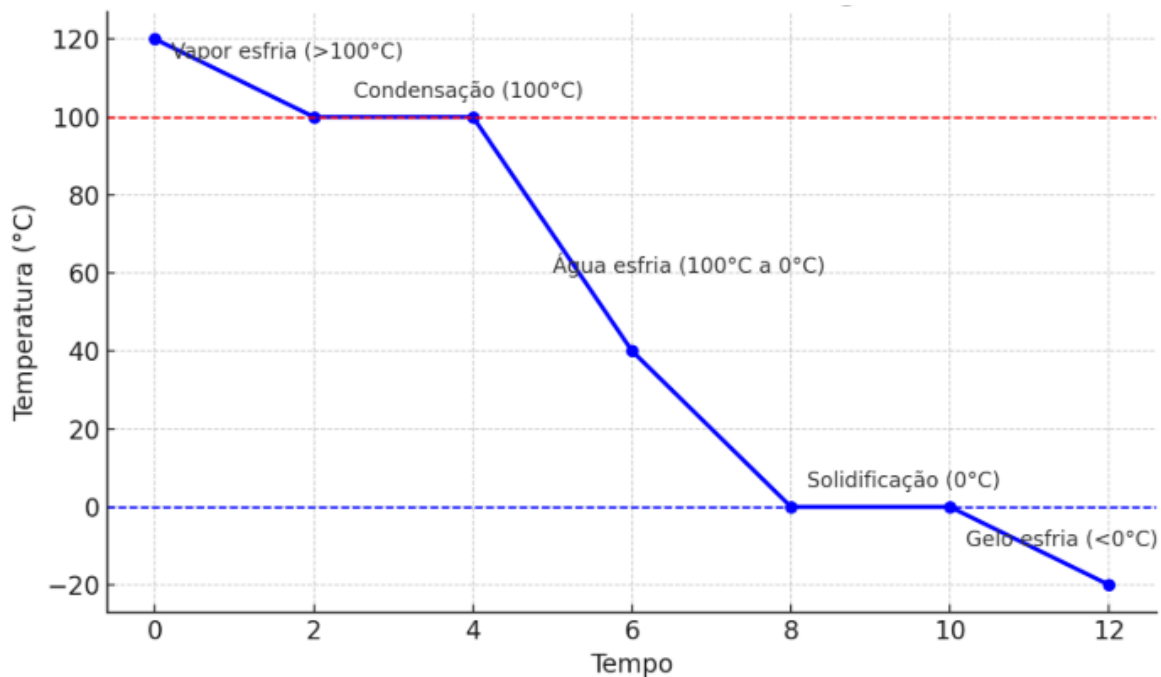
Condensação: A temperatura permanece constante em 100°C enquanto o vapor se transforma em água líquida (liberando calor latente de condensação).

Água líquida esfria: A temperatura da água diminui continuamente, de 100°C até 0°C .

Solidificação: A temperatura permanece constante em 0°C enquanto a água se transforma em gelo (liberando calor latente de fusão).

Gelo esfria: A temperatura do gelo continua a cair, partindo de 0°C até -20°C .

Figura 3 – Curva de aquecimento da água.



Fonte: Elaborado pela autora

A curva de resfriamento da água representa as mudanças de fase da substância ao perder calor, evidenciando os trechos em que a temperatura permanece constante durante as transformações de estado físico.

Nas substâncias puras, as mudanças de estado físico, como a fusão e a ebulição, ocorrem a temperaturas constantes e bem definidas. Isso significa que, ao fornecer calor, a temperatura da substância aumenta até atingir o ponto de mudança de fase. A partir desse momento, a temperatura permanece estável enquanto toda a substância passa de um estado físico para outro.

As temperaturas constantes durante as mudanças de estado são características fundamentais das substâncias puras. Elas são usadas para identificar e caracterizar substâncias em laboratórios e aplicações industriais, garantindo a pureza e a qualidade dos materiais.

CONVERSANDO COM O TEXTO

Mudanças climáticas: crise global exige ação urgente para preservar o futuro do planeta

As mudanças climáticas surgem como uma das maiores crises globais do século XXI, desafiando governos, empresas e sociedade civil a agirem de forma urgente. O aumento acelerado das temperaturas, causado pela emissão descontrolada de gases de efeito estufa, já desencadeia fenômenos climáticos extremos, como secas devastadoras, inundações catastróficas e furacões mais intensos. Se não forem tomadas medidas imediatas, os impactos podem se tornar

irreversíveis, comprometendo ecossistemas, economias e a qualidade de vida de milhões de pessoas em todo o mundo.

As mudanças climáticas são uma das maiores preocupações da atualidade. Elas representam transformações profundas e duradouras no clima da Terra, impulsionadas principalmente pelo aumento da temperatura média do planeta, fenômeno conhecido como aquecimento global. Embora o clima tenha variado naturalmente ao longo da história, a velocidade e a intensidade das mudanças atuais são alarmantes e estão diretamente ligadas às atividades humanas.

O principal vilão das mudanças climáticas é a emissão excessiva de gases de efeito estufa (GEE), como o dióxido de carbono (CO_2) e o metano (CH_4). Esses gases são liberados em grandes quantidades pela queima de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural) para gerar energia, pelos meios de transporte e pela indústria. Além disso, o desmatamento, especialmente de florestas tropicais como a Amazônia, reduz a capacidade do planeta de absorver CO_2 , agravando o problema. A agricultura e a pecuária também contribuem significativamente, principalmente pela emissão de metano durante a criação de gado.

Os efeitos das mudanças climáticas já são visíveis em todo o mundo. O aumento da temperatura global, que já subiu cerca de $1,1^\circ\text{C}$ desde a era pré-industrial, causa o derretimento das calotas polares e a elevação do nível do mar, ameaçando cidades costeiras e ilhas. Eventos climáticos extremos, como secas, furacões, enchentes e ondas de calor, tornaram-se mais frequentes e intensos, afetando milhões de pessoas. Além disso, a biodiversidade está sob risco, com muitas espécies enfrentando dificuldades para se adaptar às mudanças rápidas, o que pode levar a extinções em massa.

Em escala global, o planeta pode enfrentar aumentos de temperatura de até 4°C , elevação do nível do mar, extinção de espécies e eventos climáticos extremos mais frequentes, como furacões e secas. A boa notícia é que ainda há soluções viáveis para mitigar esses efeitos. A transição para energias renováveis (solar, eólica e hidrelétrica sustentável), o reflorestamento em larga escala e a adoção de técnicas agrícolas de baixo carbono são passos essenciais. Políticas públicas eficientes, como taxaço de carbono e incentivos à economia verde, devem ser priorizadas, enquanto cada cidadão pode contribuir com ações simples: reduzir o consumo de carne, optar por transporte sustentável e pressionar por mudanças sistêmicas. O cumprimento do Acordo de Paris e a cooperação internacional são fundamentais para limitar o aquecimento a $1,5^\circ\text{C}$, meta que exige cortes de 45% nas emissões até 2030. Ações individuais, como consumo consciente e redução de desperdício, também são fundamentais. O momento decisivo é agora, e o futuro que teremos depende diretamente do que fizermos (ou deixarmos de fazer) hoje.

Fonte: MUDANÇAS climáticas: crise global exige ação urgente para preservar o futuro do planeta. Clima ao Vivo, 2025. Disponível em: <https://www.climaaovivo.com.br/noticias/mudancas-climaticas-crise-global-exige-acao-urgente-para-preservar-o-futuro-do-planeta-27-03-25>. Acesso em: 26 jun. 2025.

No texto apresentado, você teve a oportunidade de conhecer sobre as mudanças climáticas no planeta. Em relação ao texto, responda os itens a seguir:

1. Quais são os principais gases do efeito estufa mencionados no texto?
2. Por que o texto afirma que o desmatamento agrava o problema das mudanças climáticas?
3. Qual é o tema central abordado no texto sobre o clima?
4. A frase “o momento decisivo é agora” expressa um fato ou uma opinião? Explique com base no texto.
5. O que quer dizer a expressão “ações simples”, citada no trecho que propõe mudanças de comportamento?
6. O texto menciona que o derretimento das calotas polares é uma das consequências do aquecimento global. Com base nisso, qual é o nome da transformação física que ocorre quando o gelo das calotas polares derrete?
7. Quando a água dos oceanos e lagos evapora devido ao aquecimento global, qual é a mudança de fase que está ocorrendo? Esse processo envolve ganho ou perda de calor?
8. Sabendo que as mudanças de fase são transformações físicas, explique por que o derretimento das calotas polares não é uma transformação química.
9. O texto enfatiza o papel da energia térmica no aumento da temperatura global. Como a energia térmica está relacionada com os processos de fusão e vaporização descritos?
10. Em dias muito quentes, observamos a formação de nuvens no céu. De acordo com os conceitos de mudanças de fase, qual transformação física ocorre quando o vapor de água se transforma novamente em gotículas líquidas?

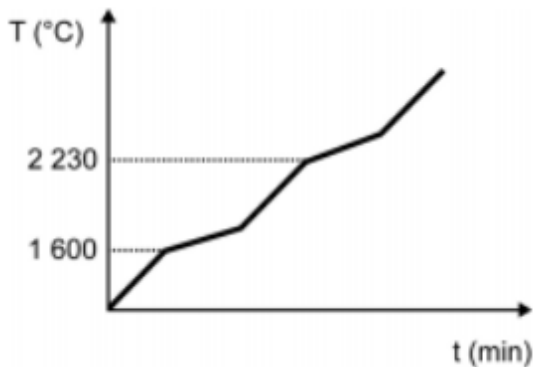
ENEM E OUTROS VESTIBULARES

1. (Enem 2021): Para assegurar a boa qualidade de seu produto, uma indústria de vidro analisou um lote de óxido de silício (SiO_2), principal componente do vidro. Para isso, submeteu uma amostra desse óxido ao aquecimento até sua completa fusão e ebulição, obtendo ao final um gráfico de temperatura T ($^{\circ}\text{C}$) *versus* tempo t (min). Após a obtenção do gráfico, o analista concluiu que a amostra encontrava-se pura.

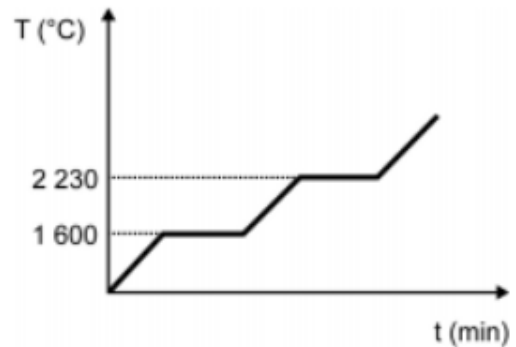
Dados do SiO_2 : $T_{\text{fusão}} = 1\,600\,^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{ebulição}} = 2\,230\,^{\circ}\text{C}$.

Qual foi o gráfico obtido pelo analista?

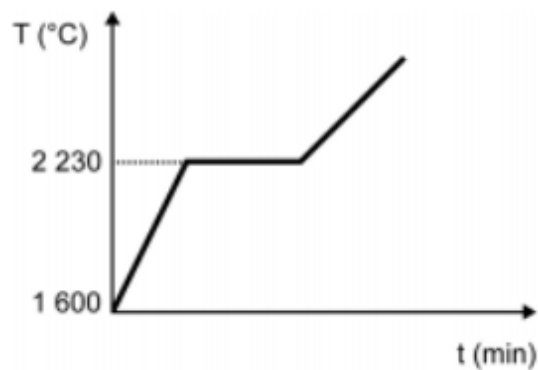
a)



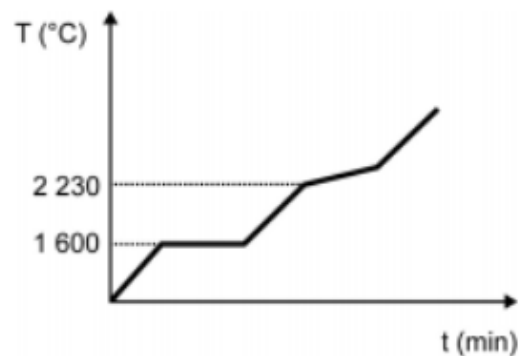
d)



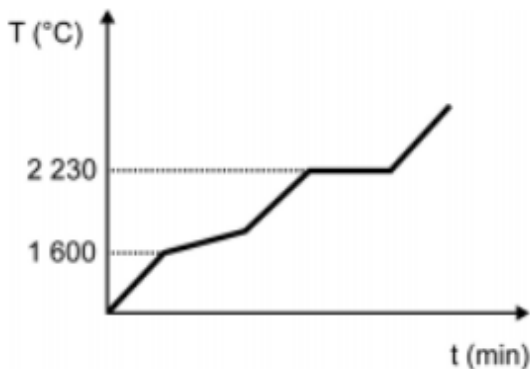
b)



e)



c)



2. (Enem 2006): O ciclo da água é fundamental para a preservação da vida no planeta. As condições climáticas da Terra permitem que a água sofra mudanças de fase, e a compreensão dessas transformações é fundamental para se entender o ciclo hidrológico. Numa dessas mudanças, a água ou a umidade da terra absorve o calor do sol e dos arredores. Quando já foi absorvido calor suficiente, algumas das moléculas do líquido podem ter energia necessária para começar a subir para a atmosfera.

A transformação mencionada no texto é a:

- a) fusão.
- b) liquefação.
- c) evaporação.
- d) solidificação.
- e) condensação.

3. (Enem 2021): Considere a tirinha na situação em que a temperatura do ambiente é inferior à temperatura corporal dos personagens.

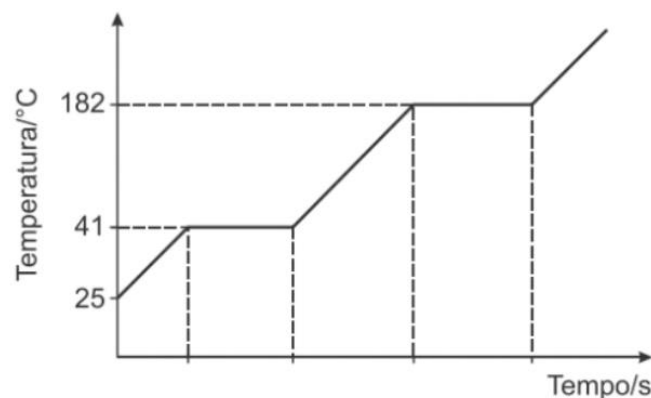


WATTERSON, B. Disponível em: <https://novaescola.org.br>. Acesso em: 11 ago. 2014.

O incômodo mencionado pelo personagem da tirinha deve-se ao fato de que, em dias úmidos,

- a) a temperatura do vapor d'água presente no ar é alta.
- b) o suor apresenta maior dificuldade para evaporar do corpo.
- c) a taxa de absorção de radiação pelo corpo torna-se maior.
- d) o ar torna-se mau condutor e dificulta o processo de liberação de calor.
- e) o vapor-d'água presente no ar condensa-se ao entrar em contato com a pele.

4. (UFJF/PISM1–2015) O gráfico abaixo apresenta a variação de temperatura observada ao se aquecer uma substância A, a partir de 25 °C, em função do tempo.



Assinale a alternativa CORRETA.

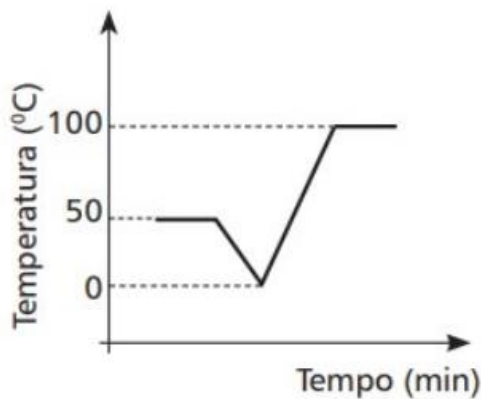
- a) A faixa de temperatura em que a substância permanece sólida é 25 – 41 °C.
- b) A substância A não é uma substância pura.
- c) A temperatura de ebulição da substância A é 41 °C.

- d) A faixa de temperatura em que a substância permanece líquida é $25 - 182\text{ }^{\circ}\text{C}$.
e) Em $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, a substância é um líquido.

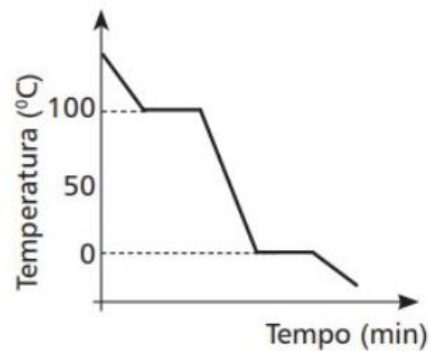
5. (CEFET-MG-2018) Um estudante recebeu uma amostra de água pura, sob pressão de 1 atm, inicialmente a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. A amostra foi submetida ao resfriamento até alcançar $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, permanecendo por alguns minutos, nessa temperatura. Posteriormente, foi aquecida e mantida a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Considerando-se que as temperaturas de fusão e ebulição da água pura, a 1 atm, são, respectivamente, 0 e $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, o gráfico da temperatura em função do tempo que esboça essa transformação é:

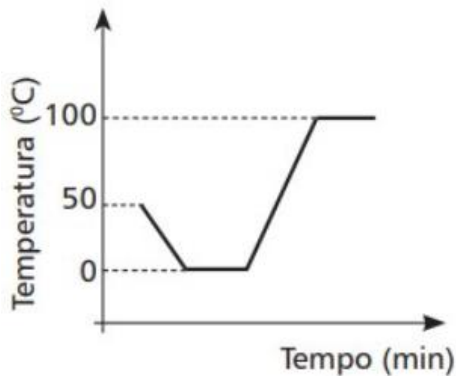
a)



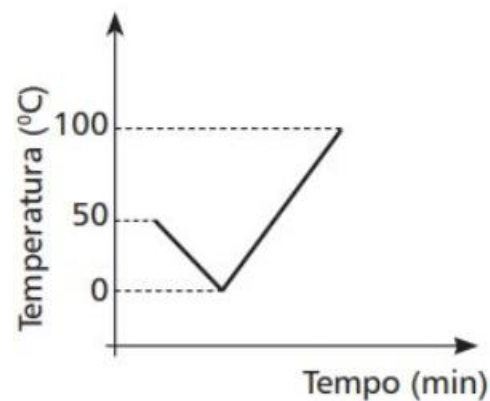
c)



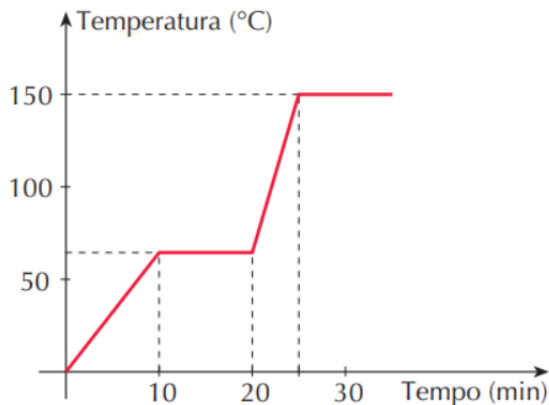
b)



d)



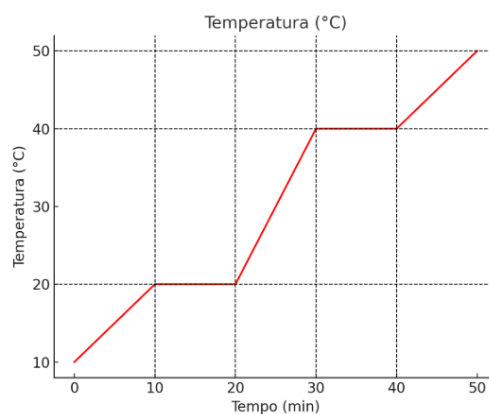
6. (UCDB-MS) Uma substância sólida é aquecida continuamente. O gráfico a seguir mostra a variação da temperatura (ordenada) com o tempo (abscissa):



O ponto de fusão, o ponto de ebulição e o tempo durante o qual a substância permanece no estado líquido são, respectivamente:

- a) 150, 65 e 5.
- b) 65, 150 e 25.
- c) 150, 65 e 25.
- d) 65, 150 e 5.
- e) 65, 150 e 10.

7. (Elaborada pelo autor do material, 2025) Com base no gráfico fornecido sobre as mudanças de estado físico de uma substância ao longo do tempo, relacione corretamente os itens da Coluna 1 com as alternativas da Coluna 2 e assinale a alternativa correta.



Coluna 1

- I. Temperatura em que a substância permanece no estado sólido
- II. Tempo em que ocorre a fusão
- III. Faixa de temperatura em que a substância está totalmente no estado líquido
- IV. Tempo necessário para a fusão ocorrer

V. Temperatura de ebulição da substância

Coluna 2

- () entre 10 °C e 20 °C
 - () 10 minutos
 - () entre 20 °C e 40 °C
 - () 40 °C
 - () entre 10 min e 20 min
-
- a) I, IV, III, V, II
 - b) II, IV, I, V, III
 - c) I, III, IV, II, V
 - d) III, II, I, IV, V
 - e) IV, I, III, V, II

AULAS PRÁTICAS

Nesta seção, você encontrará uma proposta de aula prática que visa aproximar os conceitos teóricos de mudanças de estado físico da matéria à realidade das/os estudantes, por meio da experimentação com materiais acessíveis, como vela e parafina. A proposta permite que as/os estudantes observem, de forma concreta e segura, transformações físicas, como a fusão e a solidificação, compreendendo o papel da troca de calor nesses processos.

Ao manipularem a parafina e observarem suas mudanças de estado, as/os estudantes são convidados a aplicar os conceitos aprendidos em sala de aula e a relacioná-los com situações do cotidiano.

A prática também possibilita a discussão sobre os limites da experimentação, como no caso da vaporização da parafina, que não é observada diretamente por motivos de segurança, mas pode ser abordada teoricamente, enriquecendo o diálogo entre teoria e prática. Essa reflexão favorece a diferenciação entre transformações físicas e químicas, ampliando a compreensão crítica dos processos materiais.

Com isso, esta aula prática contribui não apenas para o aprendizado conceitual, mas também para o engajamento, a autonomia e o protagonismo das/os estudantes no processo de aprendizagem, fortalecendo sua capacidade de observar, registrar, refletir e interpretar fenômenos naturais com base em evidências.

1. Título da prática:

Observação da mudança de estado físico da parafina (Fusão e Solidificação)

2. Objetivo da atividade:

- Observar, na prática, os processos de fusão (sólido → líquido) e solidificação (líquido → sólido), compreendendo que essas transformações são mudanças de estado físico da matéria provocadas pela troca de calor, sem alteração da composição química da substância.
- Desenvolver habilidades investigativas, estimular a curiosidade científica e favorecer a compreensão ativa dos fenômenos que envolvem os estados físicos da matéria.

3. Materiais necessários:

- 1 vela comum
- 1 caixa de fósforos ou isqueiro
- 1 colher de sopa (de metal)
- 1 estilete (para retirar a parafina da vela)
- 1 suporte seguro para a vela (pode ser um pires ou pedaço de madeira)
- 1 copo com água fria (opcional, para acelerar a solidificação)
- Folhas de papel e lápis (para anotações)

4. Procedimentos:

- Com o estilete, raspe um pedaço de parafina da vela e coloque sobre a colher de metal.
- Acenda a vela com o fósforo.
- Aproxime cuidadosamente a colher com parafina da chama da vela, segurando-a de modo seguro, para aquecer e derreter a parafina.
- Observe o momento em que a parafina sólida começa a derreter e se transforma em líquido (fusão).
- Após derretida, retire a colher do calor e aguarde o resfriamento da parafina.
- Observe a volta ao estado sólido (solidificação).
- (Opcional) Você pode acelerar esse processo mergulhando cuidadosamente o fundo da colher em um copo com água fria.

ATENÇÃO:

- Manusear a vela e o estilete com cautela.
- Essa prática deve ser realizada com supervisão da/o professora/or.

5. Registro e análise dos resultados:

Durante a atividade, a/o estudante deverá anotar:

- A temperatura (sensação) no momento da fusão e solidificação.
- O tempo aproximado que a parafina leva para mudar de estado.
- A aparência da substância antes, durante e depois do processo.
- Um pequeno desenho esquemático da colher com a parafina nos dois estados (líquido e sólido).

6. Questões para reflexão:

1. A parafina mudou sua composição química durante esse processo? Por quê?
2. Que tipo de transformação ocorreu: física ou química? Justifique.
3. O que aconteceria se a colher ficasse muito tempo na chama? O material ainda sofreria apenas uma mudança de estado?

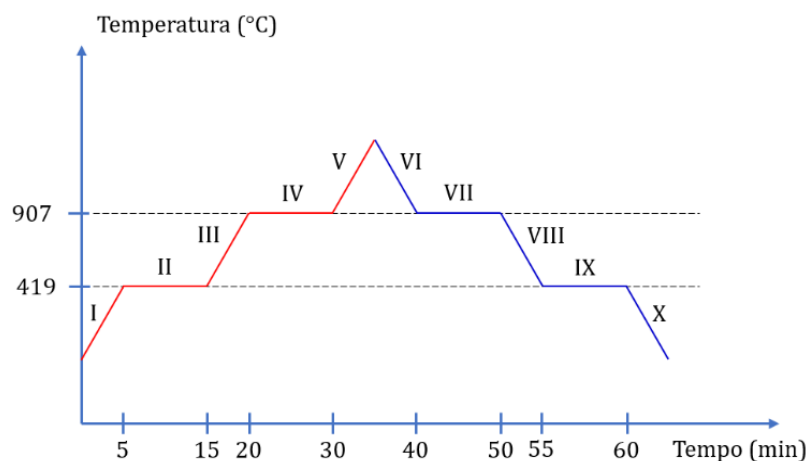
7. Relação com o conteúdo teórico:

Esta prática permite observar mudanças de estado físico (fusão e solidificação), reforçando a compreensão de que são transformações físicas provocadas pela troca de calor, sem alteração da substância. Também ajuda a entender os conceitos de energia térmica e como ela interfere nos estados físicos da matéria, conteúdos presentes nas curvas de aquecimento e resfriamento estudadas em sala.

DESAFIE-SE

1. (Blog Olhar Químico, 2025) Uma amostra de certo material é submetida ao aquecimento e depois é colocada em um congelador. Considere que a temperatura da amostra varie lentamente com o tempo e que seja idêntica em todos os seus pontos.

O gráfico abaixo indica a variação da temperatura em função do tempo e as mudanças de estado da amostra observadas experimentalmente.



Baseando-se no gráfico, responda às questões.

I. A amostra é uma substância pura ou uma mistura? Justifique.

II. Indique os trechos em que a amostra é encontrada somente nos estados:

- a) sólido.
- b) líquido.
- c) gasoso.
- d) sólido e líquido.
- e) líquido e gasoso.

III. Indique a:

- a) temperatura de fusão.
- b) temperatura de ebulição.
- c) temperatura de condensação.
- d) temperatura de solidificação.

IV. Qual o nome da transformação física que ocorre em:

- a) II. b) IV. c) VII. d) IX.

NESTA AULA, EU ...

Cara/o estudante, de acordo com os objetivos traçados para esta aula e com os conhecimentos construídos, marque as opções que melhor representam a avaliação referente ao seu aprendizado.

Atividade	Construído	Em Construção
Aplicar os conhecimentos sobre mudanças de estado físico na observação de fenômenos do cotidiano		
Identificar os estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso) e suas principais características		
Distinguir transformações físicas de químicas, com base na alteração (ou não) da composição da substância		
Compreender a curva de aquecimento e resfriamento, relacionando-a às mudanças de estado da matéria		

Localizar os pontos de fusão e ebulição nos gráficos, reconhecendo os momentos em que a temperatura se mantém estável		
Relacionar cada mudança de fase com ganho ou perda de calor, compreendendo o papel da energia térmica		

PARA SABER MAIS

Caso deseje ampliar a abordagem sobre os estados físicos da matéria e suas mudanças de fase, você pode utilizar a simulação interativa desenvolvida pela Universidade do Colorado, disponível gratuitamente em português.

Essa ferramenta permite que as/os estudantes visualizem partículas em diferentes estados físicos (sólido, líquido e gasoso), explorem os efeitos da temperatura e pressão, e observem como essas variáveis influenciam a mudança de estado da matéria de forma dinâmica e intuitiva.

Essa atividade pode ser utilizada como introdução ao conteúdo, como revisão após a prática ou até como uma atividade complementar em sala de informática ou laboratório de ciências, promovendo o uso de tecnologias no ensino.



REFERÊNCIAS

BORGES, D. Mudanças de estado físico - Quais são, características e exemplos. Disponível em: <https://conhecimentocientifico.r7.com/mudancas-de-estado-fisico/>. Acesso em: 2 jul. 2025.

ESTADOS DA MATÉRIA. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter/latest/states-of-matter_pt_BR.html. Acesso em: 2 jul. 2025.

MUDANÇAS climáticas: crise global exige ação urgente para preservar o futuro do planeta. Clima ao Vivo, 2025. Disponível em: <https://www.climaaovivo.com.br/noticias/mudancas-climaticas-crise-global-exige-acao-urgente-para-preservar-o-futuro-do-planeta-27-03-25>. Acesso em: 26 jun. 2025.

OLHAR QUÍMICO. Exercícios sobre gráficos de aquecimento e resfriamento – matéria. Disponível em: <https://olharquimico.com/grafico-de-aquecimento-e-resfriamento-de-substancia-pura/>. Acesso em: 2 jul. 2025.

ROCHA, J. Mudanças de estado físico. In: Mudanças de estado físico da matéria. Disponível em: <https://www.manualdaquimica.com/quimica-geral/mudancas-estado-fisico.htm>. Acesso em: 2 jul. 2025.

GABARITO

Dialogando com o texto

1. Dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4) são os principais gases do efeito estufa mencionados.
2. O desmatamento reduz a capacidade do planeta de absorver o CO_2 da atmosfera, pois as florestas — especialmente tropicais como a Amazônia — atuam como grandes “filtros” naturais. Sem elas, o gás permanece em maior quantidade na atmosfera, agravando o efeito estufa.
3. O tema central do texto é a urgência em combater as mudanças climáticas para preservar o futuro do planeta.
4. A frase expressa uma opinião fundamentada em dados e análises do texto. Ela reflete a urgência percebida pelos autores para que ações sejam tomadas imediatamente, mas não é um fato mensurável ou comprovável de forma direta.
5. “Ações simples” se refere a comportamentos acessíveis do dia a dia que qualquer pessoa pode adotar, como: reduzir o consumo de carne, usar transporte sustentável, evitar desperdícios e consumir de forma consciente.
6. O nome da transformação física é fusão, que é a mudança do estado sólido para o estado líquido (gelo derretendo).
7. A mudança de fase é a vaporização (mais especificamente, evaporação) e esse processo envolve ganho de calor, já que a água precisa absorver energia para passar ao estado gasoso.
8. Porque o derretimento (fusão) não altera a composição química da água. O H_2O continua sendo H_2O , apenas muda de estado físico — de sólido (gelo) para líquido (água).
9. A energia térmica é a responsável por promover as mudanças de fase: ela é absorvida para ocorrer a fusão (gelo derretendo) e a vaporização (água evaporando). Assim, ela impulsiona diretamente os efeitos do aquecimento global.
10. A transformação física é a condensação, que ocorre quando o vapor de água perde calor e se transforma em gotículas líquidas, formando nuvens.

ENEM E OUTROS VESTIBULARES

Questões						
1	2	3	4	5	6	7
D	C	B	A	B	D	A

DESAFIE-SE

I. A amostra em aquecimento e resfriamento é uma substância pura. Analisando o gráfico, é possível identificar que as temperaturas de fusão, ebulição, condensação e solidificação são fixas, ou seja, existem patamares, indicando que a temperatura, em cada um deles, permanece constante, caracterizando o comportamento de uma substância pura, ou simplesmente substância.

II. a) I e X. b) III e VIII. c) V e VI. d) II e IX. e) IV e VII.

III. a) 419 °C. b) 907 °C. c) 907 °C. d) 419 °C.

IV. a) Fusão. b) Ebulição. c) Condensação. d) Solidificação.

AULA 03 : FLUIDOS EM MOVIMENTO

FS04H03_22-Caracterizar o comportamento de um fluido em movimento.

LP-D1 - Localizar informações explícitas em um texto.

LP-D3 - Inferir o sentido de uma palavra ou expressão.

LP-D4 - Identificar o tema de um texto.

LP-D14 - Distinguir um fato da opinião relativa a esse fato no texto.

MT-D34 - Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos.

MT-D67 -Resolver problema envolvendo o cálculo da área de figuras planas.

MT-D15 Resolver problema que envolva variação proporcional, direta ou inversa, entre grandezas.

NESTA AULA, VOCÊ APRENDERÁ...

- Compreender o que é um fluido e como ele se comporta quando está em movimento.
- Identificar as diferenças entre escoamento laminar e turbulento.
- Observar exemplos práticos do comportamento dos fluidos em situações do cotidiano, como o movimento da água em canos ou do ar ao redor de asas de aviões.
- Reconhecer como a velocidade, a forma do conduto e a viscosidade afetam o escoamento de um fluido.

CONCEITUANDO

Você já reparou como a água sai do chuveiro, como o ar entra e sai do secador de cabelo, ou como o sangue circula no nosso corpo? Tudo isso tem a ver com o movimento dos fluidos!

Fluido é o nome que damos para substâncias que podem escoar, ou seja, se mover com facilidade. Isso inclui tanto líquidos (como a água) quanto gases (como o ar). Quando esses fluidos estão em movimento, podemos observar comportamentos diferentes — às vezes eles fluem suavemente (escoamento tranquilo, chamado de laminar), e outras vezes com turbulência (como num rio agitado).

Para entender esse movimento, usamos algumas grandezas importantes:

- **Velocidade:** o quão rápido o fluido está se movendo;
- **Pressão:** a força que o fluido exerce nas paredes do local por onde passa;
- **Área da passagem:** como a largura de um cano, por exemplo;
- **Vazão:** a quantidade de fluido que passa por um local em certo tempo;
- **Densidade:** o quanto de matéria existe em certo volume do fluido.

Estudando essas ideias, conseguimos entender fenômenos do dia a dia e também projetar coisas importantes, como torneiras, caixas d'água, aviões, sistemas de irrigação e até respiradores em hospitais.

1. Grandezas que descrevem o movimento dos fluidos

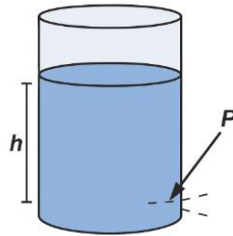
O movimento dos fluidos, como a água nos canos ou o ar em dutos de ventilação, pode ser descrito por várias grandezas físicas importantes. A seguir, veja os principais conceitos que nos ajudam a entender esse comportamento.

Velocidade do fluido: é a rapidez com que o fluido se move em determinado ponto do conduto (cano, tubo, etc.). Em escoamentos reais, a velocidade costuma ser maior no centro e menor nas bordas, devido ao atrito com as paredes. A velocidade influencia a energia cinética do fluido e está diretamente relacionada à vazão.

Pressão: é a força que o fluido exerce por unidade de área sobre as paredes do recipiente ou conduto.

No caso dos líquidos, a pressão aumenta com a profundidade, como mostra a Figura 1.

Figura 1- Representação da pressão em um líquido em repouso: quanto maior for a profundidade, maior a pressão exercida pelo líquido sobre o fundo do recipiente



Fonte: Elaborada pela autora.

Em gases: depende da compressão e da temperatura. É fundamental em sistemas hidráulicos e pneumáticos, além de estar presente no funcionamento de bombas, seringas e freios.

A fórmula que representa a pressão é:

$$P = \frac{F}{A} \quad (3)$$

Onde:

P = pressão (Pa ou N/m²)

F = força exercida perpendicularmente à superfície (N)

A = área da superfície onde a força é aplicada (m²)

Exemplo 1: Uma enfermeira aplica uma injeção usando uma seringa que exerce uma força de 30 N sobre o êmbolo. A área da extremidade da seringa em contato com o fluido é de 0,0015 m². Calcule a pressão exercida pelo êmbolo sobre o líquido dentro da seringa.

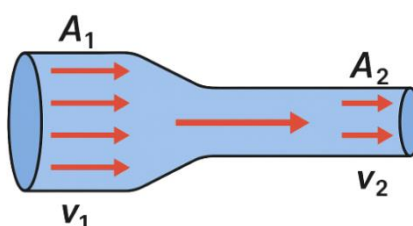
Resolução: Fórmula da pressão: $P = \frac{F}{A}$

Substituindo os valores: $P = \frac{30}{0,0015} = 20.000 \text{ Pa}$

Resposta: A pressão exercida pelo êmbolo é de 20.000 Pa (ou 20 kPa).

Área da Seção Transversal: corresponde à "abertura" pela qual o fluido passa (por exemplo, o diâmetro de um cano ou a boca de uma torneira). Quanto menor for a área, maior a velocidade, mantendo-se a vazão constante. A figura 2 traz a representação do princípio da continuidade, onde A_1 e v_1 são a área e a velocidade do fluido antes do estreitamento, e A_2 e v_2 após o estreitamento.

Figura 2 – Representação do Princípio da Continuidade



Fonte: Elaborada pela autora.

Esse princípio é descrito pela equação da continuidade:

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \quad (1)$$

Onde:

A = área da seção transversal do tubo (m^2)

v = velocidade do fluido naquele ponto (m/s)

Os índices 1 e 2 se referem a dois pontos diferentes do tubo

Se o tubo afunila (a área diminui), a velocidade do fluido aumenta para que a mesma quantidade de fluido passe por segundo. Se o tubo se alarga (a área aumenta), a velocidade do fluido diminui. Exemplo prático: imagine uma mangueira apertada com o dedo na ponta - a água sai mais rápido! Isso acontece porque você reduziu a área de saída, então a velocidade da água precisa aumentar para manter a vazão constante.

Exemplo 2: A água escoar por um tubo horizontal. Em uma parte mais larga do tubo, a área da seção transversal é de $0,10 \text{ m}^2$ e a velocidade da água é de 2 m/s . Qual será a velocidade da água em outra parte do tubo, onde a área é de $0,05 \text{ m}^2$?

Solução:

O Princípio da Continuidade afirma que, em um escoamento incompressível, a vazão se conserva:

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

Substituindo os valores:

$$0,1x2 = 0,05. v_2 \rightarrow 0,2 = 0,05. v_2 \rightarrow v_2 = \frac{0,2}{0,05} = 4$$

Resposta: A velocidade da água na parte mais estreita do tubo é 4 m/s.

Vazão: é a quantidade de fluido que atravessa uma área em um certo intervalo de tempo. Pode ser:

-Vazão volumétrica: volume por tempo (m³/s ou L/s).

-Vazão mássica: massa por tempo (kg/s).

A fórmula da vazão volumétrica é:

$$Q = A.v \quad (2)$$

Onde:

Q = vazão (m³/s)

A = área da seção (m²)

v = velocidade do fluido (m/s)

Exemplo 3: Um cano transporta água com uma velocidade média de 2 m/s e sua seção transversal tem área de 0,05m². Qual é a vazão volumétrica da água que passa por esse cano?

Solução: A vazão volumétrica (Q) é dada pela fórmula: $Q = A.v$

onde: A=0,05 m² e v=2 m/s

Calculando: $Q = A.v \rightarrow Q = 0,05.2 = 0,1$

Resposta: A vazão volumétrica da água é 0,1 metros cúbicos por segundo (m³/s).

Densidade: é a quantidade de massa por unidade de volume de um fluido. Representada por:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (3)$$

Onde:

ρ = densidade do fluido (kg/m³)

m = massa do fluido (kg)

V = volume ocupado pelo fluido (m³)

A densidade é a relação entre a massa de uma substância e o volume que ela ocupa. Quando dois líquidos não se misturam e possuem densidades diferentes, o mais denso (maior densidade) se posiciona embaixo, enquanto o menos denso fica acima, como mostrado na figura 3.

Figura 3– Representação da diferença de densidade entre dois líquidos. O líquido mais denso (azul) permanece no fundo do copo, enquanto o menos denso (amarelo) flutua sobre ele.



Fonte: Canva Educação. Design de Pepermpron. Acesso em: julho de 2025.

Exemplo 4: Um bloco de madeira tem uma massa de 500 gramas e um volume de 0,8 litros. Qual é a densidade da madeira?

Solução: Sabemos que a densidade (ρ) é dada pela fórmula: $\rho = \frac{m}{V}$

Convertendo as unidades para o SI, 500g = 0,5 kg e 0,8 litros = 0,0008m³ (1 litro = 0,001m³).

Agora calculamos:

$$\rho = \frac{0,5}{0,0008} = 625$$

Resposta: A densidade da madeira é 625 kg/m³.

Essa diferença de comportamento é o que permite, por exemplo, separar substâncias ou entender fenômenos como a flutuação de objetos. A densidade influencia diversos fenômenos nos fluidos, como: pressão hidrostática, empuxo e o comportamento de gases (pela equação dos gases ideais). A densidade representa o quanto de massa existe em um certo volume de uma substância. Por exemplo, se um líquido tem densidade de 1.000 kg/m³, significa que cada metro cúbico dele tem 1.000 kg de massa.

Essas grandezas ajudam a explicar e prever o comportamento de fluidos em diversas situações, desde o funcionamento de caixas d'água e encanamentos até a engenharia de aviões e respiradores hospitalares. Compreender esses conceitos é essencial para interpretar fenômenos naturais e projetar soluções tecnológicas eficientes.

2. Aplicações no cotidiano

Os fluidos estão presentes em quase tudo ao nosso redor — da água que bebemos até sistemas essenciais como freios de carro ou aparelhos de ar-condicionado. Mas você já parou para pensar por que o soro, nos hospitais, é sempre colocado num suporte elevado? Vamos entender isso e outras aplicações práticas dos fluidos, especialmente com foco no dia a dia e na área da saúde.

Por que o soro fica no alto?

Nos hospitais, quando um paciente precisa receber medicação diretamente na veia, o soro é pendurado em um suporte acima do nível do corpo. Isso não é por acaso: esse posicionamento aproveita a ação da gravidade, que faz o fluido descer naturalmente pelo tubo até chegar à corrente sanguínea do paciente.

A imagem 4 abaixo mostra um paciente recebendo soro por meio de um equipamento conectado a uma bolsa, posicionada acima do corpo.

Figura 4 – Paciente deitado em ambiente hospitalar, recebendo soro intravenoso



Fonte: SINANDO. Canva. Disponível em: <https://www.canva.com>. Acesso em: 9 jul. 2025.

Essa posição não é por acaso, pois a gravidade ajuda a movimentar o fluido, fazendo com que ele escoe naturalmente para dentro da veia. Esse processo é explicado pela diferença de pressão: o soro se desloca de uma região mais alta, onde há maior pressão, para uma região mais baixa, com menor pressão, como acontece com os fluidos em movimento em geral.

Para que o soro ou a medicação entrem na veia de forma segura e na velocidade certa, as/os profissionais de saúde usam uma válvula ou regulador de fluxo no tubo. Assim, é possível ajustar a vazão, ou seja, a quantidade de fluido que passa por segundo, de acordo com a necessidade do paciente.

Além dos hospitais, os fluidos estão presentes em muitas outras situações do nosso dia a dia.

Por exemplo, nos carros, o sistema de freio funciona com fluidos hidráulicos. Quando o motorista pisa no pedal, a pressão é transmitida por esse fluido até os freios das rodas, permitindo que o veículo pare. Isso acontece porque os líquidos são incompressíveis, ou seja, transmitem a força sem se deformar.

Já em geladeiras e aparelhos de ar-condicionado, utilizam-se fluidos refrigerantes que circulam por um sistema fechado. Esses fluidos retiram o calor de um ambiente e o liberam em outro, mantendo os espaços internos frescos e os alimentos conservados.

CONVERSANDO COM O TEXTO

Submarino Titan: investigação revela o que aconteceu; veja vídeo e imagem inédita

O incidente ocorreu em junho de 2023, durante uma expedição de cinco pessoas aos destroços do Titanic. O submersível sofreu uma implosão no percurso.

A guarda Costeira dos EUA revelou detalhes do que pode ter acontecido antes e depois da implosão do **Submarino Titan**, da OceanGate. O incidente aconteceu em junho de 2023 enquanto cinco pessoas faziam uma expedição aos destroços do Titanic.

As perícias revelaram, também, a conversa entre a tripulação do navio de apoio, que levou o submarino no local do mergulho, e os homens dentro do submersível.

- O que aconteceu no submarino da OceanGate?

Segundo investigação da Guarda Costeira, o submersível Titan trocava mensagens simples, de localização, com seu navio de apoio durante a descida, até perder contato.

Pouco depois, o submersível, a 3.300 metros de profundidade, sofreu uma implosão catastrófica devido à pressão extrema, causando a morte dos cinco tripulantes.

Quatro dias depois, destroços foram encontrados, com a cauda parcialmente preservada. A fibra de carbono usada na construção pode ter contribuído para a tragédia, pois não era amplamente testada nessas profundidades. As informações são do Jornal The Guardian.

Alertas ignorados

Nos depoimentos seguintes, o ex-diretor de engenharia, da Ocean Gate, afirmou que existia pressa para que o submarino fosse lançado e que não houve o cuidado com alguns materiais que foram usados.

Além da precipitação no lançamento do submersível, um ex-funcionário da empresa informou ao jornal The New York Times que engenheiros da Ocean Gate tinham preocupações sobre a segurança da embarcação.

Relembre o caso

O submersível Titan sofreu uma "implosão catastrófica" enquanto fazia uma viagem com destino aos destroços do Titanic, em 18 de junho de 2023. O incidente ocorreu devido à esmagadora pressão da água exercida no fundo do oceano.

Os destroços do Titanic se encontram no leito do mar no Atlântico Norte, a uma profundidade de cerca de 3.800 metros. Ao nível do mar, a pressão atmosférica é de aproximadamente um bar, conhecido como uma atmosfera.

Na profundidade em que se encontra o transatlântico, a pressão da água é multiplicada por 400 em relação aos valores da superfície marinha. Para efeito de comparação, a mordida de um grande tubarão-branco exerce uma força de quase 275 bares, de acordo com a revista Scientific American.

Fonte: NASCIMENTO, Renato. *Submarino Titan: investigação revela o que aconteceu; veja vídeo e imagem inédita*. Jornal do Commercio (JC), Recife, 18 set. 2024. Disponível em: <https://jc.uol.com.br/mundo/2024/09/18/submarino-titan-investigacao-revela-o-que-aconteceu-veja-video-e-imagem-inedita.html>. Acesso em: 9 jul. 2025.

No texto apresentado, você teve a oportunidade de conhecer sobre a implosão do Submarino Titan, da OceanGate. Em relação ao texto, responda os itens a seguir:

1. De acordo com o texto, qual foi a causa apontada pela investigação para a implosão do submarino Titan?
2. No trecho “implosão catastrófica”, o que a palavra “catastrófica” indica sobre o tipo de acidente ocorrido?
3. Qual é o tema principal da reportagem sobre o Submarino Titan?
4. Observe o trecho: “*A fibra de carbono usada na construção pode ter contribuído para a tragédia, pois não era amplamente testada nessas profundidades.*”
Esse trecho apresenta um fato ou uma opinião? Justifique.
5. A reportagem “*Submarino Titan: investigação revela o que aconteceu; veja vídeo e imagem inédita*” foi publicada em um portal de notícias. Com base em sua estrutura e linguagem, qual é a principal finalidade desse texto?
 - a) Convencer o leitor a não realizar viagens subaquáticas.
 - b) Instruir o leitor sobre como construir um submarino.
 - c) Informar o leitor sobre os fatos e desdobramentos do acidente com o submarino Titan.
 - d) Relatar uma história fictícia sobre um acidente no fundo do mar.
6. A reportagem “*Submarino Titan: investigação revela o que aconteceu; veja vídeo e imagem inédita*” foi publicada em um portal de notícias. Considerando o gênero reportagem jornalística, qual é a principal finalidade desse texto?
 - a) Relatar e informar ao público os fatos investigados sobre o acidente com o submarino Titan.
 - b) Divulgar uma opinião pessoal sobre acidentes marítimos.
 - c) Convencer o leitor a evitar viagens em submersíveis.
 - d) Promover a empresa responsável pelo submarino.
7. A reportagem afirma que o submarino Titan sofreu uma “implosão catastrófica” a 3.800 metros de profundidade. Com base nos conceitos de fluidos, explique por que

a pressão é tão alta nessa profundidade e como isso pode causar a implosão de uma estrutura.

8. Como a densidade da água do mar influencia na pressão exercida sobre o submersível Titan? O que aconteceria se a expedição fosse em um fluido com densidade menor?

9. Considere que a força exercida pela pressão depende também da área sobre a qual ela atua. Com base nisso, explique por que estruturas submarinas precisam ser reforçadas, principalmente em superfícies mais largas.

10. A reportagem menciona que houve alertas ignorados quanto aos materiais usados no submarino, como a fibra de carbono. Por que o estudo das propriedades dos materiais é essencial na construção de veículos submersíveis, especialmente em relação à pressão?

ENEM E OUTROS VESTIBULARES

1. (Enem 2015): O acúmulo de plásticos na natureza pode levar a impactos ambientais negativos, tanto em ambientes terrestres quanto aquáticos. Uma das formas de minimizar esse problema é a reciclagem, para a qual é necessária a separação dos diferentes tipos de plásticos. Em um processo de separação foi proposto o seguinte procedimento:

I. Coloque a mistura de plásticos picados em um tanque e acrescente água até a metade da sua capacidade.

II. Mantenha essa mistura em repouso por cerca de 10 minutos.

III. Retire os pedaços que flutuam e transfira-os para outro tanque com uma solução de álcool.

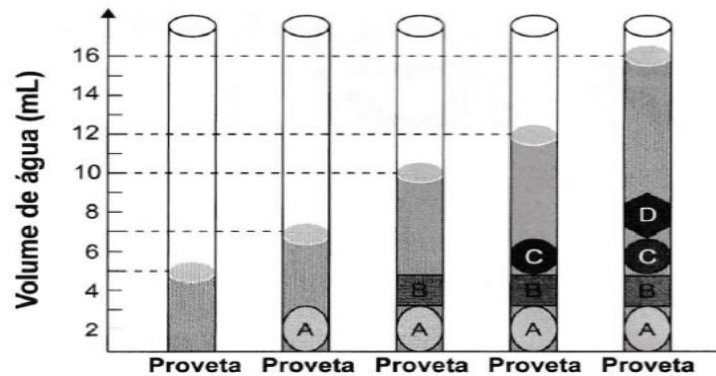
IV. Coloque os pedaços sedimentados em outro tanque com solução de sal e agite bem.

Qual propriedade da matéria possibilita a utilização do procedimento descrito?

- a) Massa.
- b) Volume.
- c) Densidade.
- d) Porosidade.
- e) Maleabilidade.

2. (Enem 2020): As moedas despertam o interesse de colecionadores, numismatas e investidores há bastante tempo. Uma moeda de 100% cobre, circulante no período do Brasil Colônia, pode ser bastante valiosa. O elevado valor gera a necessidade de realização de testes que validem a procedência da moeda, bem como a veracidade de sua composição. Sabendo que a densidade do cobre metálico é próxima de 9 g cm^{-3} , um investidor negocia a aquisição de um lote de quatro moedas A, B, C e D fabricadas supostamente de 100% cobre e massas 26 g, 27 g, 10 g e 36 g, respectivamente. Com o objetivo de testar a densidade das moedas, foi realizado

um procedimento em que elas foram sequencialmente inseridas em uma proveta contendo 5 mL de água, conforme esquematizado.



Com base nos dados obtidos, o investidor adquiriu as moedas

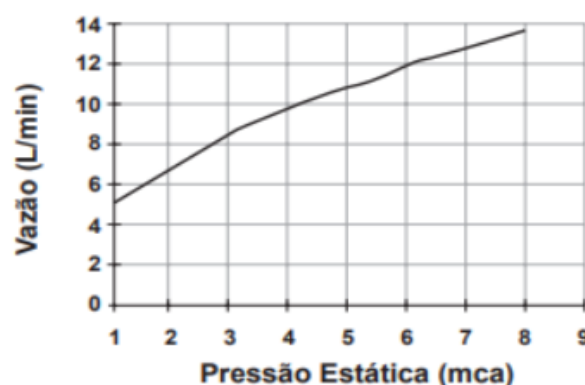
- a) A e B.
- b) A e C.
- c) B e C.
- d) B e D.
- e) C e D.

3. (Enem 2014): Em um experimento, foram separados três recipientes A, B e C, contendo 200 mL de líquidos distintos: o recipiente A continha água, com densidade de 1,00 g/mL; o recipiente B, álcool etílico, com densidade de 0,79 g/mL; e o recipiente C, clorofórmio, com densidade de 1,48 g/mL. Em cada um desses recipientes foi adicionada uma pedra de gelo, com densidade próxima a 0,90 g/mL.

No experimento apresentado, observou-se que a pedra de gelo

- a) flutuou em A, flutuou em B e flutuou em C.
- b) flutuou em A, afundou em B e flutuou em C.
- c) afundou em A, afundou em B e flutuou em C.
- d) afundou em A, flutuou em B e afundou em C
- e) flutuou em A, afundou em B e afundou em C.

4. (Enem 2014): Uma pessoa, lendo o manual de uma ducha que acabou de adquirir para a sua casa, observa o gráfico, que relaciona a vazão na ducha com a pressão, medida em metros de coluna de água (mca).



Nessa casa residem quatro pessoas. Cada uma delas toma um banho por dia, com duração média de 8 minutos, permanecendo o registro aberto com vazão máxima durante esse tempo. A ducha é instalada em um ponto seis metros abaixo do nível da lâmina de água, que se mantém constante dentro do reservatório.

Ao final de 30 dias, esses banhos consumirão um volume de água, em litros, igual a

- a) 69 120.
- b) 17 280.
- c) 11 520.
- d) 8 640.
- e) 2 880.

5. (ENEM 2018): Talvez você já tenha bebido suco usando dois canudinhos iguais. Entretanto, pode-se verificar que, se colocar um canudo imerso no suco e outro do lado de fora do líquido, fazendo a sucção simultaneamente em ambos, você terá dificuldade em bebê-lo. Essa dificuldade ocorre porque o(a)

- a) força necessária para a sucção do ar e do suco simultaneamente dobra de valor.
- b) densidade do ar é menor que a do suco, portanto, o volume de ar aspirado é muito maior que o volume de suco.
- c) velocidade com que o suco sobe deve ser constante nos dois canudos, o que é impossível com um dos canudos de fora.
- d) peso da coluna de suco é consideravelmente maior que o peso da coluna de ar, o que dificulta a sucção do líquido.
- e) pressão no interior da boca assume praticamente o mesmo valor daquela que atua sobre o suco.

6. (ENEM 2016) Para a instalação de um aparelho de ar-condicionado, é sugerido que ele seja colocado na parte superior da parede do cômodo, pois a maioria dos fluidos (líquidos e gases), quando aquecidos, sofrem expansão, tendo sua densidade diminuída e sofrendo um deslocamento ascendente. Por sua vez, quando são resfriados, tornam-se mais densos e sofrem um deslocamento descendente.

A sugestão apresentada no texto minimiza o consumo de energia, porque

- a) diminui a umidade do ar dentro do cômodo.
- b) aumenta a taxa de condução térmica para fora do cômodo.
- c) torna mais fácil o escoamento da água para fora do cômodo.
- d) facilita a circulação das correntes de ar frio e quente dentro do cômodo.
- e) diminui a taxa de emissão de calor por parte do aparelho para dentro do cômodo.

AULAS PRÁTICAS

Nesta seção, você encontrará uma proposta de aula prática que visa aproximar os conceitos teóricos estudados à realidade por meio da experimentação.

A proposta é desenvolver habilidades investigativas, estimular o pensamento científico e ampliar a compreensão dos fenômenos físicos observáveis no cotidiano.

Para isso, propomos uma simulação interativa que vai muito além das fórmulas.

Aprender Física não é só decorar expressões matemáticas. É também observar, testar e entender como o mundo funciona. Nesta simulação, você vai explorar conceitos importantes sobre fluidos em movimento: pressão, vazão, velocidade e densidade. Tudo isso de forma dinâmica, como se fosse um cientista em ação.

Seu desafio é investigar, fazer testes e tirar conclusões. Assim como engenheiros e profissionais da saúde, você vai descobrir como esses conceitos são usados na vida real: em tubos de soro, encanamentos, freios de carro, sistemas de ar-condicionado e muito mais. Use a curiosidade, observe com atenção e aproveite para aprender de forma prática e divertida!

Título da prática:

Explorando fluidos em movimento com o PhET colorado

Objetivo da atividade:

Ao final da atividade, espera-se que o(a) estudante seja capaz de:

- Compreender como a pressão varia em diferentes profundidades e seções de um fluido.
- Relacionar a área da seção transversal de um tubo com a velocidade do fluido.
- Observar o comportamento da vazão em função da pressão e da área.
- Aplicar a equação da continuidade em situações práticas.
- Identificar, por meio da simulação, situações de escoamento com maior ou menor velocidade.
- Prever a pressão em diferentes pontos de um sistema hidráulico.
- Investigar como a densidade influencia na pressão de um fluido.

Materiais necessários:

- Acesso à internet
- Computador, notebook ou tablet
- Link do simulador: [Simulador PhET – Pressão e Fluxo de Fluidos](#)
- Ficha de atividade (pode ser impressa ou digital)
- Papel e caneta para anotações

Procedimentos:

- Acesse o simulador pelo link acima.
- Para acessar a simulação, basta escanear o QR code disponível usando a câmera do seu celular ou outro leitor de código. Com apenas um clique, você

será direcionada/o para a ferramenta interativa que tornará o aprendizado ainda mais dinâmico.



- Clique na aba “Flow” para trabalhar com o escoamento dos fluidos.
- Observe o sistema com diferentes tubos, válvulas e medidores.
- Use o manômetro para medir a pressão em diferentes pontos.
- Utilize o medidor de velocidade para comparar a velocidade da água em trechos estreitos e largos.
- Varie a área do tubo e registre como a velocidade e a pressão reagem.
- Use a válvula para controlar a vazão e observe as mudanças no sistema.
- Teste diferentes configurações e preencha a tabela de observações.

Registro e análise dos resultados:

Agora que você já explorou o simulador, chegou a hora de registrar seus dados. A tabela a seguir ajudará você a organizar as informações observadas sobre o comportamento do fluido em diferentes seções de um tubo.

Como preencher a tabela:

- Área (estimada): Observe visualmente o tamanho relativo da seção (larga ou estreita). Use termos como "pequena", "média" ou "grande", conforme sua percepção.
- Pressão (Pa): Use os medidores de pressão do simulador para anotar os valores aproximados em cada parte do tubo.
- Velocidade (m/s): Observe a velocidade indicada no simulador (quando disponível), ou estime com base no movimento das partículas (quanto mais rápidas, maior a velocidade).
- Observações: Registre o que você percebeu visualmente: o fluxo era mais rápido? O fluido estava comprimido? Havia mudança na direção?

Lembre-se: os dados nem sempre serão exatos, mas é importante você relacionar as mudanças visíveis com os conceitos aprendidos.

Seção do tubo	Área (estimada)	Pressão (Pa)	Velocidade (m/s)	Observações
Estreita	Pequena			
Média	Média			
Larga	Grande			

Após o preenchimento, você poderá analisar os dados e relacionar com a equação da continuidade:

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \quad (1)$$

Questões para reflexão:

1. O que acontece com a velocidade do fluido quando a área do tubo diminui?
2. Como a variação da pressão influencia o fluxo da água?
3. Qual seria a aplicação real desse sistema no cotidiano (ex: hospital, chuveiro, irrigação)?
4. Se aumentarmos a densidade do fluido, o que acontece com a pressão?
5. Em qual parte do sistema o fluido possui maior energia cinética? Por quê?

Relação com o conteúdo teórico:

Esta prática explora os conceitos centrais da dinâmica dos fluidos, como pressão, área, vazão e velocidade, permitindo que o estudante visualize e manipule variáveis para compreender os princípios físicos envolvidos. Ela reforça:

- A pressão hidrostática e sua relação com a profundidade;
- A equação da continuidade;
- A relação inversa entre pressão e velocidade (Princípio de Bernoulli simplificado);
- Aplicações práticas desses conceitos em sistemas reais.

DESAFIE-SE

1. (FUNDATEC 2024): A vazão de ar em uma tubulação de ar-condicionado, de seção transversal com dimensão retangular de 500 mm x 400 mm, é de 2.000 m³/h. Determine a velocidade média aproximada na tubulação.

- a) 12,40 m/s.
- b) 8,57 m/s.
- c) 6,42 m/s.
- d) 2,78 m/s.
- e) 1,45 m/s.

NESTA AULA, EU ...

Cara/o estudante, você chegou ao final da nossa aula sobre fluidos em movimento e viu como esse conteúdo está presente em diversas situações do cotidiano — desde o funcionamento de chuveiros, sistemas hospitalares até a explicação da implosão do submarino Titan. Também exploramos como interpretar um texto jornalístico, identificando informações, opiniões, temas e finalidades.

Agora, é hora de refletir sobre o que você aprendeu!

Atividade	Construído	Em Construção
Compreender o comportamento dos fluidos em movimento, reconhecendo as grandezas físicas envolvidas.		
Identificar diferenças entre escoamento laminar e turbulento em situações reais.		
Aplicar fórmulas de vazão, área e pressão para resolver problemas práticos.		
Analisar como a pressão se comporta em diferentes profundidades e contextos, como, no fundo do mar.		
Interpretar textos jornalísticos, localizando informações, inferindo sentidos e distinguindo fatos de opiniões.		
Relacionar conhecimentos de Física a situações reais e tecnológicas, como o funcionamento de um submarino ou sistema hospitalar.		
Explicar como a densidade influencia a pressão hidrostática em profundidades oceânicas.		
Distinguir fatos de opiniões em reportagens e textos informativos.		

PARA SABER MAIS

Acesse o QR Code abaixo para assistir a um vídeo explicativo sobre a tragédia do Submarino Titan, relacionando os fatores físicos que causaram a implosão a grandes profundidades.

O vídeo traz uma linguagem clara e acessível e ajuda a entender:

- Como a pressão aumenta com a profundidade no mar;
- Por que o material do submarino (fibra de carbono) pode ter falhado;
- Qual a relação entre pressão, densidade e estrutura dos veículos submersíveis.



REFERÊNCIAS

- BRASIL. ESCOLA. Fluidos. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/fluidos.htm>. Acesso em: 9 jul. 2025.
- CANAL FÍSICA TOTAL. *Implosão do Submarino Titan: o que a Física tem a ver com isso?*. YouTube, 4 jul. 2023. Disponível em: https://youtu.be/qVqb81S_8cs. Acesso em: 9 jul. 2025.
- NASCIMENTO, Renato. *Submarino Titan: investigação revela o que aconteceu; veja vídeo e imagem inédita*. Jornal do Commercio (JC), Recife, 18 set. 2024. Disponível em: <https://jc.uol.com.br/mundo/2024/09/18/submarino-titan-investigacao-revela-o-que-aconteceu-veja-video-e-imagem-inedita.html>. Acesso em: 9 jul. 2025.
- PEPERMPRON. *Water physic lab chemical test*. Canva. Disponível em: <https://www.canva.com>. Acesso em: jul. 2025.
- SINANDO. Paciente deitado em ambiente hospitalar recebendo soro intravenoso. Canva. Disponível em: <https://www.canva.com>. Acesso em: 9 jul. 2025.
- PHET Interactive Simulations. Fluid Pressure and Flow [Simulação]. University of Colorado Boulder, 2024. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/fluid-pressure-and-flow/latest/fluid-pressure-and-flow.html?simulation=fluid-pressure-and-flow>. Acesso em: 9 jul. 2025.

GABARITO

Dialogando com o texto

1. A implosão catastrófica foi causada pela pressão extrema a 3.300 metros de profundidade. Além disso, o uso de fibra de carbono, que não foi amplamente testada para essas condições, pode ter contribuído para o acidente.
2. A palavra “catastrófica” indica que foi um acidente muito grave e destrutivo, com consequências fatais e imediatas.
3. O texto aborda o acidente do submarino Titan, explicando o que ocorreu durante a expedição aos destroços do Titanic e os fatores que contribuíram para a tragédia.
4. O trecho apresenta uma opinião com base técnica: “A fibra de carbono usada na construção pode ter contribuído...”. O uso da expressão “pode ter” mostra que é uma possibilidade, ainda que fundamentada em observações de especialistas.

5. Resposta correta: c) Informar a/o leitora/or sobre os fatos e desdobramentos do acidente com o submarino Titan. A linguagem jornalística é objetiva e o texto tem caráter informativo.
6. Resposta correta: A) Relatar e informar ao público os fatos investigados sobre o acidente com o submarino Titan. Reportagens jornalísticas têm a função de comunicar acontecimentos relevantes com base em apuração e dados.
7. A pressão aumenta com a profundidade porque mais água está acima do ponto medido, e a água tem massa e peso. A cada 10 metros, a pressão aumenta cerca de 1 atmosfera (bar). Aos 3.800 metros, a pressão é aproximadamente 380 vezes maior que na superfície. Essa força é suficiente para destruir estruturas frágeis se não forem adequadamente reforçadas.
8. A pressão é diretamente proporcional à densidade do fluido. Como a água do mar é mais densa que a água doce, ela exerce mais pressão sobre o submersível. Se a expedição ocorresse em um fluido menos denso (como óleo ou água doce), a pressão seria menor, o que reduziria o risco de implosão.
9. A força exercida pela pressão depende da área sobre a qual ela atua. Superfícies maiores recebem uma força mais intensa. Por isso, estruturas submarinas precisam ser reforçadas, especialmente em partes largas, para resistir à grande força da água e evitar falhas estruturais.
10. Conhecer as propriedades dos materiais é vital para prever como eles reagem à pressão, temperatura, corrosão, etc. No caso do Titan, a escolha da fibra de carbono, sem testes extensivos em profundidades extremas, pode ter sido um erro fatal. Materiais inadequados podem se deformar, rachar ou colapsar sob altas pressões.

ENEM

Questões					
1	2	3	4	5	6
C	D	B	C	E	D

DESAFIE-SE

Dados: Vazão: $Q = 2.000 \text{ m}^3/\text{h}$

Seção da tubulação: $500 \text{ mm} \times 400 \text{ mm} = 0,5 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}$

Área da seção transversal:

$$A = 0,5 \cdot 0,4 = 0,2 \text{ m}^2$$

Conversão da vazão para m^3/s : $Q = \frac{2000}{3600} \approx 0,5556 \text{ m}^3/\text{s}$

Fórmula da vazão:

$$Q = A \cdot v \rightarrow v = \frac{Q}{A} = \frac{0,5556}{0,2} = 2,778 \text{ m/s}$$

Alternativa D)

AULA 04 : TRANSFORMAÇÕES GASOSAS

FS06H01_22- Identificar as variáveis que definem o estado de um gás (pressão, volume e temperatura).

FS06H03_22 – Detectar e caracterizar as transformações gasosas (isotérmica, isobárica e isovolumétrica).

LP:D1 - Localizar informações explícitas em um texto.

LP:D3 - Inferir o sentido de uma palavra ou expressão.

LP:D6 - Identificar o tema de um texto.

LP:D5 - Interpretar texto com auxílio de material gráfico diverso (propagandas,

LP:D12 - Identificar a finalidade de textos de diferentes gêneros.

MT: D16 - Resolver problema envolvendo porcentagem.

MT: D15 - Resolver problema que envolva variação proporcional, direta ou inversa.

MT: D35 - Associar informações apresentadas em listas e/ou tabela simples aos gráficos que as representam, e vice-versa

MT: D34 - Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos.

MT: D67 - Resolver problema envolvendo o cálculo da área de figuras planas.

NESTA AULA, VOCÊ APRENDERÁ...

- Identificar pressão, volume e temperatura como variáveis que definem o estado de um gás ideal e saber relacioná-las corretamente.
- Compreender que o modelo de gás ideal é uma construção científica.
- Compreender as transformações gasosas (isotérmica, isobárica e isovolumétrica) e aplicá-las de maneira adequada na análise e resolução de situações-problema.
- Interpretar gráficos, esquemas e equações, reconhecendo como as variáveis de estado se relacionam em diferentes fenômenos físicos.

CONCEITUANDO

O estudo dos gases envolve a análise da matéria em seu estado gasoso. Esse estado é considerado o mais simples do ponto de vista termodinâmico. Nesse estado físico, os gases são formados por átomos ou moléculas que interagem muito pouco entre si, devido à grande distância entre suas partículas.

É importante distinguir o gás do vapor: o gás é um dos estados físicos naturais da matéria e pode sofrer mudanças de estado apenas quando se aplicam simultaneamente alta pressão e baixa temperatura. Já o vapor corresponde a uma substância que está em transição do estado líquido para o gasoso, podendo se liquefazer com aumento da pressão ou diminuição da temperatura, de forma isolada.

1. Variáveis de Estado dos Gases

Para caracterizar o estado de equilíbrio termodinâmico de um gás, utilizamos três grandezas fundamentais chamadas de **variáveis de estado**: são elas: **Pressão (P), Volume (V) e Temperatura (T)**. Essas variáveis estão interligadas e, quando conhecemos duas delas, é possível determinar a terceira. De forma simplificada, podemos dizer que:

I) Volume (V)

Como as partículas gasosas estão bastante afastadas, as forças de interação entre elas são muito fracas. Por isso, os gases não possuem forma própria e ocupam completamente o volume do recipiente onde estão contidos. Essa característica também permite que sejam facilmente comprimidos.

II) Pressão (P)

A pressão de um gás é o resultado da força que suas partículas exercem ao colidir com as paredes do recipiente. Essa força por unidade de área define a pressão. Existe uma relação direta entre a pressão (macroscópica) e a velocidade média das moléculas (microscópica) do gás.

III) Temperatura (T)

A temperatura está associada ao grau de agitação das moléculas de um gás. Quanto maior a agitação, maior a temperatura, o que reflete também na energia cinética média das partículas. Para gases, a temperatura deve ser sempre expressa na **escala Kelvin**, também chamada de escala absoluta.

O estudo dos gases é realizado através de um gás modelo, ou seja, um gás que chamamos de gás ideal ou perfeito. Para que um gás seja considerado ideal ou perfeito, ele deve obedecer algumas condições:

- Ser constituído por um número muito grande de partículas em movimento desordenado;
- Ter o volume de cada molécula desprezível em relação ao volume do recipiente;
- Que as colisões sejam elásticas de curtíssima duração;
- Que as forças entre as moléculas sejam desprezíveis, exceto durante as colisões.

O gás perfeito é uma idealização do gás real, no entanto, na prática, podemos utilizar essa aproximação.

2. Equação Geral dos Gases

A partir de leis experimentais dos gases, realizadas por diferentes físicos e químicos, podemos relacionar os diferentes estados de um gás por meio de uma única equação, que recebe o nome de **equação geral dos gases**, obtida pela associação das leis experimentais de Boyle-Mariotte e Charles/Gay Lussac.

Considere que uma massa de gás confinada em um recipiente, em um estado inicial caracterizado pela pressão P_1 , volume V_1 e temperatura T_1 , passa para um estado final, com pressão P_2 , volume V_2 e temperatura T_2 . Dessa forma podemos relacionar os diferentes estados de um gás por meio de uma única **equação geral dos gases**,

$$\frac{P \cdot V}{T} = \text{constante}, \text{ portanto, } \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Essa relação nos permite prever o comportamento de um gás sob diferentes condições, desde que a **massa do gás seja mantida constante** e ele se comporte como um **gás ideal**.

3. Leis Experimentais dos Gases

Durante os séculos XVI e XVII, estudos experimentais foram desenvolvidos a fim de tentar compreender como as variáveis de estado se relacionam em transformações gasosas. Os estudos experimentais resultaram em leis específicas caracterizadas pela constância de uma das variáveis de estado.

- Lei de Boyle-Mariotte – descreve a transformação isotérmica, na qual a temperatura se mantém constante;
- Lei de Charles e Gay Lussac – refere-se à transformação isobárica, com pressão constante;
- Lei de Charles e Gay Lussac – trata da transformação isocórica (ou isovolumétrica), na qual o volume permanece inalterado.

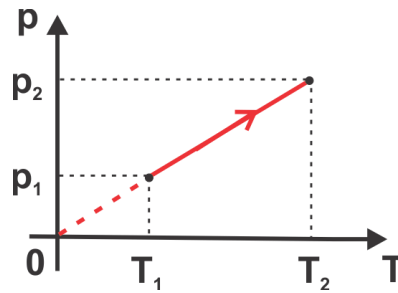
1) Lei de Boyle-Mariotte

Experimentos realizados pelos químicos e físicos Robert Boyle e Edmé Mariotte resultaram em conclusões sobre a transformação gasosa **isotérmica**. Nesse tipo de transformação, a temperatura permanece constante, enquanto a pressão e o volume do gás são inversamente proporcionais.

$$P \cdot V = \text{constante}, \text{ portanto, } P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

Graficamente, a Lei de Boyle-Mariotte é dada pelo gráfico $P \times V$:

Figura 1: Gráfico de uma transformação gasosa isotérmica.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

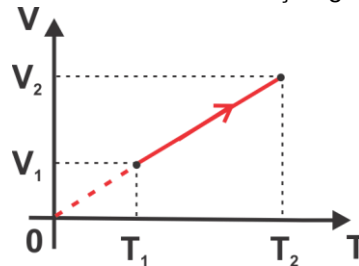
2) Lei de Jacques Charles e Louis Gay Lussac

Experimentos realizados pelos químicos Charles e Gay Lussac resultaram em conclusões sobre a transformação gasosa **isobárica**. Nesse tipo de transformação, a pressão permanece constante, enquanto a temperatura e o volume são diretamente proporcionais.

$$\frac{V}{T} = \text{constante}, \text{ portanto, } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Graficamente, a Lei de Charles e Gay Lussac é dada pelo gráfico V x T:

Figura 2: Gráfico de uma transformação gasosa isobárica.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

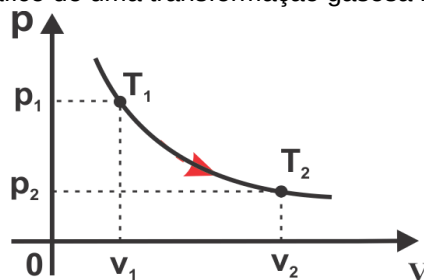
3) Charles e Gay Lussac

Experimentos realizados pelos químicos Charles e Gay Lussac, resultaram em conclusões sobre a transformação gasosa isocórica (ou isovolumétrica). Nesse tipo de transformação, o volume permanece constante, enquanto a pressão e a temperatura são diretamente proporcionais.

$$\frac{P}{T} = \text{constante}, \text{ portanto, } \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Graficamente, a Charles e Gay Lussac é dada pelo gráfico P x T:

Figura 3: Gráfico de uma transformação gasosa isovolumétrica.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

4. Equação de Clapeyron

Essa equação foi obtida a partir dos estudos experimentais feitos por Boyle, Charles e Gay Lussac. A equação de Clapeyron permite determinar qualquer uma das variáveis de estado de um gás ideal, quando todas as demais forem conhecidas.

Essa equação é dada pela seguinte relação

$$\frac{P.V}{T} = n.R.T, \text{ portanto, } P.V = n.R.T$$

onde n é número de moléculas conforme já visto na Química e R é a constante universal dos gases, determinada experimentalmente. Seus valores aceitos atualmente, para cada sistema de unidades, são:

$R = 0,082 \text{ atm.l / mol.k}$ (usual) ou $R = 8,31 \text{ J / mol.k}$ (SI).

CONVERSANDO COM O TEXTO

Segundo notícia publicada no site Inovação Tecnológica (2025), o físico José María Martín-Olalla apresentou uma nova prova que reconecta o teorema de Nernst à segunda lei da termodinâmica, contrariando interpretações anteriores feitas por Einstein.

Na publicação intitulada **“Físico resolve problema de 120 anos e prova que Einstein estava errado”**, o físico José María Martín-Olalla, da Universidade de Sevilha, resolveu um problema da termodinâmica que estava em aberto há 120 anos: a relação entre a terceira e a segunda leis da termodinâmica. Sua prova mostra que, à medida que a temperatura de um gás ideal tende ao zero absoluto ($T \rightarrow 0 \text{ K}$), sua pressão (P) ou volume (V) também tendem a zero. Isso significa que P , V e T estão fortemente interligados em condições extremas.

Esse resultado contradiz uma proposta feita por Albert Einstein, que, em 1912, separou a terceira lei da segunda, tratando o zero absoluto como um limite teórico e não como uma consequência direta do aumento da entropia. Já Olalla reconecta a terceira lei (teorema de Nernst) à segunda, reforçando que o zero

absoluto é inalcançável porque exigiria $P > 0$ e $V > 0$, o que não é possível com $T = 0$ K, conforme a equação dos gases ideais ($P.V = n.R.T$).

Além disso, ele destaca que, em condições extremas, o comportamento de gases reais se afasta do ideal devido a fatores como interação entre partículas e volumes próprios, tornando impossível atingir $T = 0$ K com P e V finitos.

Fonte: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. *Físico resolve problema de 120 anos e prova que Einstein estava errado*. Disponível em:

<https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=termodinamica-prova-einstein-estava-errado>. Acesso em: 05 jul. 2025.

No texto apresentado, você teve a oportunidade de conhecer sobre uma nova prova que reconecta o teorema de Nernst à segunda lei da termodinâmica. Com base no texto acima, responda:

1. Segundo o teorema de Nernst, revisitado por Martín-Olalla, se $T \rightarrow 0$ K enquanto V permanece constante, o que acontece com a pressão interna de um gás ideal? Explique usando a relação $P/T = \text{constante}$.
2. Caso $T \rightarrow 0$ K e P se mantenha constante, que implicações isso tem sobre o volume do gás? Relacione ao coeficiente de expansibilidade volumétrica.
3. Por que a prova de Martín-Olalla mostra que é impossível encontrar simultaneamente $T = 0$ K, $P > 0$ e $V > 0$ num gás real? Discuta a partir da equação dos gases ideais $P.V = n.R.T$ e dos limites de compressibilidade.
4. Em que ponto a idealização de “gás perfeito” falha quando P , V e T alcançam valores próximos de zero? Cite fatores de não-idealidade (interações intermoleculares, volumes próprios das partículas etc.).
5. Qual é a principal intenção comunicativa do texto sobre a descoberta do professor Olalla? De que forma essa intenção influencia a forma como as informações são apresentadas?

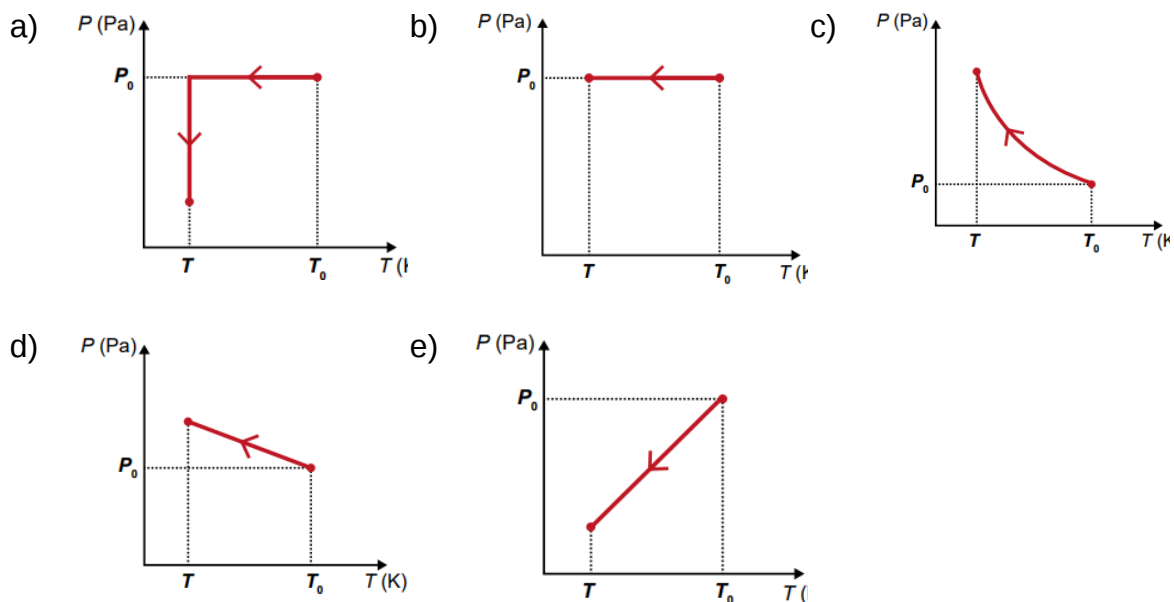
ENEM E OUTROS VESTIBULARES

1. (Enem 2017) O estado de qualquer substância gasosa é determinado pela medida de três grandezas: o volume (V), a pressão (P) e a temperatura (T) dessa substância. Para os chamados gases “ideais”, o valor do quociente $\frac{P.V}{T}$ é sempre constante. Considere um reservatório que está cheio de um gás ideal. Sem vazar o gás, realiza-se uma compressão do reservatório, reduzindo seu volume à metade. Ao mesmo tempo, uma fonte de calor faz a temperatura do gás ser quadruplicada. Considere P_0 e P_1 respectivamente, os valores da pressão do gás no reservatório, antes e depois do procedimento descrito.

A relação entre P_0 e P_1 é

- a) $P_1 = \frac{P_0}{8}$
 b) $P_1 = \frac{P_0}{4}$
 c) $P_1 = P_0$
 d) $P_1 = 2 \cdot P_0$
 e) $P_1 = 8 \cdot P_0$

2. (Enem 2023) O manual de um automóvel alerta sobre os cuidados em relação à pressão do ar no interior dos pneus. Recomenda-se que a pressão seja verificada com os pneus frios (à temperatura ambiente). Um motorista, desatento a essa informação, realizou uma longa viagem sobre o asfalto quente e, em seguida, verificou que a pressão P_0 no interior dos pneus não era a recomendada pelo fabricante. Na ocasião, a temperatura dos pneus era T_0 . Após um longo período em repouso, os pneus do carro atingiram a temperatura ambiente T . Durante o resfriamento, não há alteração no volume dos pneus e na quantidade de ar no seu interior. Considere o ar dos pneus um gás perfeito (também denominado gás ideal). Durante o processo de resfriamento, os valores de pressão em relação à temperatura ($P \times T$) são representados pelo gráfico:



3. (Enem 2023) De acordo com a Constituição Federal, é competência dos municípios o gerenciamento dos serviços de limpeza e coleta dos resíduos urbanos (lixo). No entanto, há relatos de que parte desse lixo acaba sendo incinerado, liberando substâncias tóxicas para o ambiente e causando acidentes por explosões, principalmente quando ocorre a incineração de frascos de aerossóis (por exemplo: desodorantes, inseticidas e repelentes). A temperatura elevada provoca a vaporização de todo o conteúdo dentro desse tipo de frasco, aumentando a pressão em seu interior até culminar na explosão da embalagem.

Fonte: ZVEIBIL, V. Z. et al. Cartilha de limpeza urbana. Disponível em: www.ibam.org.br. Acesso em: 26 jul. 2015 (adaptado).

Suponha um frasco metálico de um aerossol de capacidade igual a 100 mL, contendo 0,1 mol de produtos gasosos à temperatura de 650 °C, no momento da explosão. Considere: $R = 0,082 \text{ L.atm / mol. K}$

A pressão, em atm, dentro do frasco, no momento da explosão, é mais próxima de

- a) 756.
- b) 533.
- c) 76.
- d) 53.
- e) 13.

4. (Enem 2010) Sob pressão normal (ao nível do mar), a água entra em ebulição à temperatura de 100 °C. Tendo por base essa informação, um garoto residente em uma cidade litorânea fez a seguinte experiência:

- Colocou uma caneca metálica contendo água no fogareiro do fogão de sua casa.
- Quando a água começou a ferver, encostou cuidadosamente a extremidade mais estreita de uma seringa de injeção, desprovida de agulha, na superfície do líquido e, erguendo o êmbolo da seringa, aspirou certa quantidade de água para seu interior, tapando-a em seguida.
- Verificando após alguns instantes que a água da seringa havia parado de ferver, ele ergueu o êmbolo da seringa, constatando, intrigado, que a água voltou a ferver após um pequeno deslocamento do êmbolo.

Considerando o procedimento anterior, a água volta a ferver porque esse deslocamento

- a) permite a entrada de calor do ambiente externo para o interior da seringa.
- b) provoca, por atrito, um aquecimento da água contida na seringa.
- c) produz um aumento de volume que aumenta o ponto de ebulição da água.
- d) proporciona uma queda de pressão no interior da seringa que diminui o ponto de ebulição da água.
- e) possibilita uma diminuição da densidade da água que facilita sua ebulição.

5. (Enem 2023/PPL) Os airbags de segurança dos automóveis são acionados com o impacto, que envia um sinal elétrico para o dispositivo e inicia a reação explosiva do trinitreto de sódio (NaN_3), produzindo sódio metálico e nitrogênio molecular, conforme a equação: $2 \text{NaN}_3 (\text{s}) \rightarrow 2 \text{Na} (\text{s}) + 3 \text{N}_2 (\text{g})$

O gás produzido tem função de inflar o airbag. Esse tipo de dispositivo contém, aproximadamente, 100 g de NaN_3 .

Considere: $PV = nRT$; $P = 1 \text{ atm}$; $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$;

$$R = 0,0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{K} \cdot \text{mol}}; 0 \text{ }^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$$

$$\text{Massas molares: } \text{NaN}_3 = 65 \frac{\text{g}}{\text{mol}}; \text{N}_2 = 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}}; \text{Na} = 23 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Nesse dispositivo, o volume de gás produzido, em litro, é

- a) 4,7.
- b) 9,4.
- c) 18,8.
- d) 56,5.
- e) 113,0.

AULA PRÁTICA

Nesta aula prática, propomos um experimento simples utilizando materiais do cotidiano, como vinagre e bicarbonato de sódio, para produzir um gás (dióxido de carbono) que inflará um balão preso ao gargalo de uma garrafa. A atividade tem como foco a observação direta do aumento da pressão dentro do recipiente causado pela liberação do gás, o que proporciona uma visualização concreta de conceitos termodinâmicos como pressão e comportamento das partículas gasosas.

Título: *Compreendendo a Pressão dos Gases*

Objetivo da atividade:

Demonstrar, de forma prática, que a pressão exercida por um gás em um recipiente ocorre devido às colisões de suas partículas com as paredes internas do mesmo, assim como despertar a curiosidade científica nas/os estudantes por meio da observação de uma reação química.

- Material necessário
 1. 1 garrafa plástica de gargalo estreito transparente de 1 L;
 2. 200 mL de vinagre;
 3. 1 colher cheia de bicarbonato de sódio;
 4. 1 funil;
 5. 1 balão de borracha, desses usados em festas de aniversário.
- Procedimento
 1. Coloque o vinagre no interior da garrafa plástica.
 2. Usando o funil, coloque o bicarbonato de sódio dentro do balão de borracha.

3. Prenda o bico do balão no gargalo da garrafa plástica e levante o balão, de modo que o bicarbonato de sódio caia no interior da garrafa, onde se encontra o vinagre.
4. Observe atentamente o que ocorre.

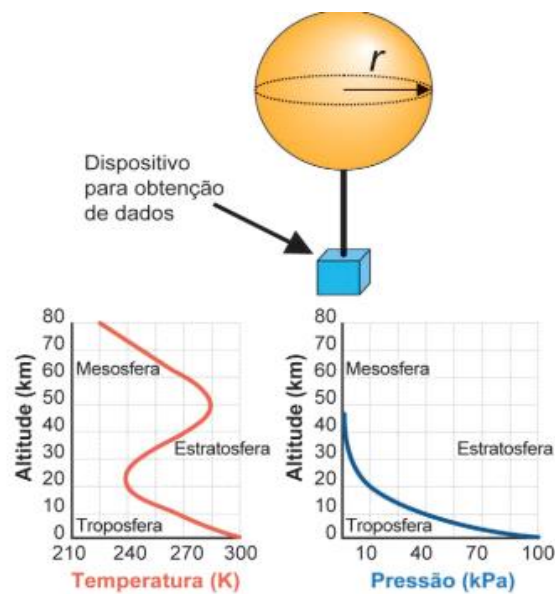
Após a construção a realização do experimento acima, peça às/aos estudantes para fazerem as seguintes reflexões:

- a) Por que o gás liberado pela reação entre vinagre e bicarbonato de sódio provoca a expansão do balão?
- b) Como é o nome do gás liberado entre a reação da mistura de vinagre e bicarbonato de sódio?
- c) Faça uma pesquisa sobre a função do ar quente na elevação dos balões.

DESAFIE-SE

Gases e a Meteorologia

(Enem 2024/PPL) Uma equipe de pesquisadores interessados em estudar a concentração de ozônio em uma região da atmosfera planeja enviar um balão para captar dados meteorológicos a 20000 m de altitude. Para recuperar os dados captados pelo dispositivo de medida, o balão precisa estourar quando atingir a altitude desejada e retornar ao solo, o que ocorrerá quando seu volume atingir o valor limite a partir do qual não há mais expansão. As figuras mostram a forma do balão e como a temperatura e a pressão atmosférica variam com a altitude em relação ao nível do mar.



Para essa situação, considera-se o gás dentro do balão e os gases atmosféricos como gases ideais. Assume-se também que a pressão interna ao balão depende somente da pressão atmosférica.

Quantas vezes o raio do balão deve aumentar para captar os dados meteorológicos desejados?

- a) 10,00
- b) 8,00
- c) 2,83
- d) 2,00
- e) 1,25

NESTA AULA, EU ...

Cara/o estudante, de acordo com os objetivos traçados para esta aula e com os conhecimentos construídos, marque as opções que melhor representam a avaliação referente ao seu aprendizado.

Atividade	Construído	Em Construção
Compreendi o comportamento térmico dos gases e entendi o que é um gás ideal.		
Entendi que as transformações gasosas podem ser caracterizadas pelas variáveis de estados que permanecem constantes.		

Conseguir identificar exemplos do cotidiano que envolvem transformações isotérmicas, isobáricas e isovolumétricas.		
Percebi como a pressão, o volume e a temperatura estão relacionadas em diferentes situações.		
Consigo identificar quais as principais transformações gasosas: isotérmica, isobárica e isovolumétrica.		
Consigo aplicar os conceitos das transformações gasosas de forma a realizar a análise e resolução de situações-problema.		
Consigo interpretar gráficos, esquemas e equações, reconhecendo como as variáveis de estado se relacionam em diferentes fenômenos físicos.		

I



Transformações Gasosas.

Vídeoaula de
Termodinâmica -
Conexão Educação.Simulações Interativas
das Transformações
Gasosas - Phet.I
REFERÊNCIAS

Curso ENEM Gratuito. Luz na Física. Disponível em:
<https://cursoenemgratuito.com.br/luz-fisica-enem/>. Acesso em: 23/06/2025.

Doca, Ricardo Helou, Biscuola, Gualter José e Bôas, Newton Villas. *Física*. 1ª Edição. São Paulo: Saraiva, 2010.

Francisco R. Júnior, Nicolau G. Ferraro, Paulo T. Soares, Os Fundamentos da Física 2, 8ª ed., Editora Moderna, São Paulo, 2003.

Ferraro, Nicolau Gilberto. Os Fundamentos da Física. Disponível em: <http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/>. Acessado em: 23/06/2025.

Filho, Benigno Barreto e Silva, Claudio Xavier. *Física Aula por Aula*. 3ª Edição. São Paulo: FTD, 2016.

ILVA, Domiciano Correa Marques da. *"Energia e Trabalho de uma força"*; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/trabalho.htm>. Acesso em: 23 /06/ 2025.

Silva, Domiciano Correa Marques da. *Alunos Online*. Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/>. Acessado em: 22 /06/ 2025.

GABARITO

Conversando com o Texto

A resposta esperado da/o estudante deverá apontar para as seguintes conclusões:

1. A pressão tende a zero, pois $P/T = \text{constante}$ e $T \rightarrow 0 \text{ K}$.
2. Porque, se $T = 0 \text{ K}$, $P.V = 0$, não é possível ter $P > 0$ e $V > 0$ ao mesmo tempo.
3. O modelo ideal falha por causa das interações entre moléculas e volumes próprios.
4. O modelo ideal falha por causa das interações entre moléculas e volumes próprios.
5. Mostrar que Olalla reconecta a terceira à segunda lei, contrariando Einstein.

Enem

Questões				
1	2	3	4	5
E	E	C	D	D

Desafie-se

Item Correto, D.

Dos gráficos tiramos as seguintes informações: $P_1 = 100 \text{ KPa}$; $T_1 = 300 \text{ K}$ e $P_2 = 10 \text{ KPa}$; $T_2 = 240 \text{ K}$. Usando a eq. geral dos gases temos que:

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{100 \cdot V_1}{300} = \frac{10 \cdot V_2}{240} \Rightarrow V_2 = 8 \cdot V_1$$

Note que a questão está pedindo quantas vezes o raio do balão deve aumentar, logo precisamos aplicar a fórmula matemática do volume de uma esfera de ambos os lados do resultado acima. Fazendo isso, temos que

$$\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R_2^3 = 8 \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R_1^3 \Rightarrow R_2 = 2 \cdot R_1$$

AULA 05 : ONDA E SUAS PROPRIEDADES

FS07H01_22 – Reconhecer a onda como uma sucessão de pulsos produzidos por uma fonte.

FS07H06_22 – Reconhecer os fenômenos de reflexão e refração ondulatória.

LP:D1 - Localizar informações explícitas em um texto.

LP:D3 - Inferir o sentido de uma palavra ou expressão.

LP:D6 - Identificar o tema de um texto.

LP:D5- Interpretar texto com auxílio de material gráfico diverso (propagandas, quadrinhos, fotos etc.).

MT:D16 - Resolver problema envolvendo porcentagem.

MT: D15 - Resolver problema que envolva variação proporcional, direta ou inversa, **MT: D35** - Associar informações apresentadas em listas e/ou tabela simples aos gráficos que as representam, e vice-versa

MT: D34 - Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos.

NESTA AULA, VOCÊ APRENDERÁ...

- Conhecer as grandezas físicas que caracterizam uma onda.
- Classificar as ondas segundo sua natureza e direção de propagação.
- Relacionar propagação de onda com transferência de energia.
- Apresentar o conceito de velocidade de propagação de uma onda.
- Compreender os fenômenos ondulatórios da reflexão e refração.

CONCEITUANDO

As ondas estão presentes em diversas situações do nosso dia a dia, como na prática de exercícios físicos, na música que chega aos nossos ouvidos por meio das ondas sonoras, na visão dos objetos — já que nossos olhos captam ondas de luz — e até mesmo no uso de ondas invisíveis, como as de rádio e microondas, em aparelhos como celulares e televisores.



Figura 1: Mulher realizando um exercício físico com cordas pesadas. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/ondas/>. Acesso em: 26 jun. 2025.

1. Definição de onda

Mas afinal, o que é uma onda?

Uma onda é uma perturbação produzida por uma fonte, que se propaga pelo espaço transportando energia, sem transportar matéria. Cada pequena oscilação produzida pela fonte — chamada de pulso— se propaga sucessivamente, formando o que chamamos de onda. Veja a representação esquemática de um pulso (Fig.: 2) e uma onda (Fig.: 3) se propagando em uma corda.

Figura 2. O pulso se propaga como uma onda ao longo da corda. Fonte: Doca et al., 2010.

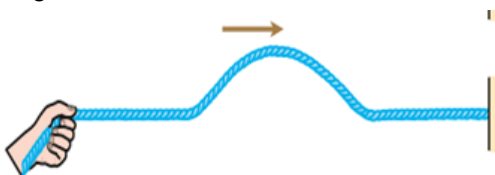
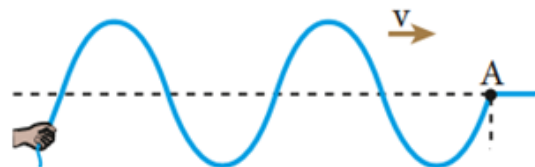


Figura 3. Uma onda se propagando em uma corda. Fonte: Doca et al., 2010.



Outro exemplo que podemos citar é o caso das ondas circulares que se formam quando, por exemplo, jogamos uma pedra em um lago calmo, está por sua vez provocará uma perturbação local na água. Essa perturbação se espalha em forma de círculos: são as ondas circulares (Fig.: 4). A água (meio) não vai junto com a onda — o que se move é a energia, que se transmite de molécula para molécula.

Figura 4. Ondas circulares geradas na superfície da água.



Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/ondas/>.
Acesso em: 25 jun. 2025.

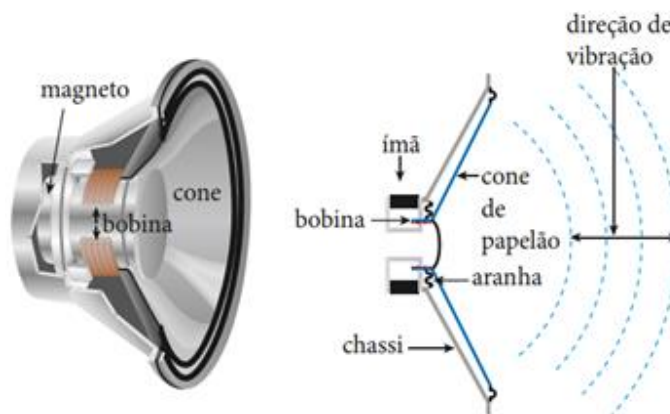
2. Tipos de Ondas

As ondas podem ser classificadas de diferentes maneiras:

a) Quanto à natureza:

- **Em Mecânicas e Eletromagnéticas.**
- Ondas mecânicas: são aquelas que necessitam de um meio material para se propagar.
Exemplo: som, ondas em cordas e ondas na água.

Figura 5. Representação esquemática de um alto-falante, produzindo ondas sonoras.

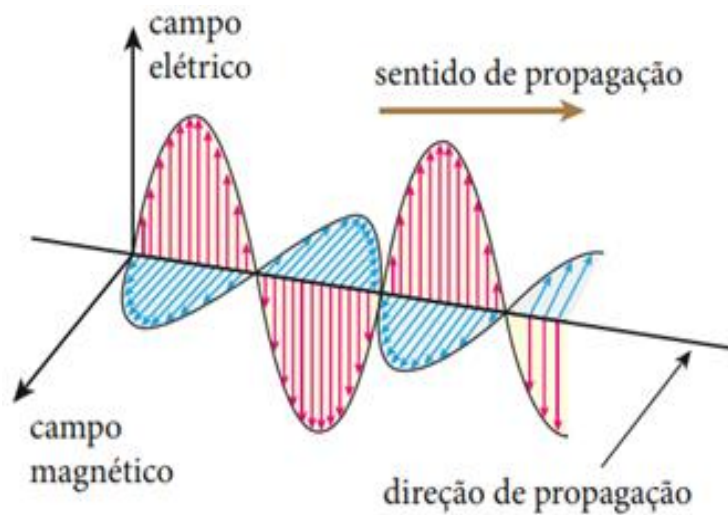


Fonte: Doca et al., 2010.

- Ondas eletromagnéticas: são aquelas que não necessitam de um meio material para se propagar.
Exemplo: a luz visível, as ondas de rádio, o ultravioleta e o raio X.

As ondas eletromagnéticas, como as citadas no exemplo anterior, são formadas por dois campos variáveis, um elétrico e outro magnético, que se propagam. Essa propagação pode ocorrer no vácuo e em determinados meios materiais.

Figura 6. Representação esquemática de uma onda eletromagnética.

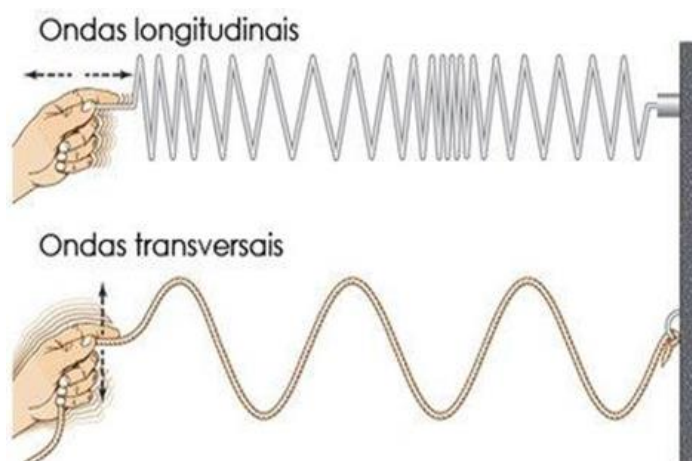


Fonte: Doca et al., 2010.

b) Quanto à direção da vibração:

- **Em Transversais e Longitudinais**
- Ondas Transversais: a vibração é perpendicular à direção de propagação.
Exemplo: luz, ondas em cordas.
- Ondas Longitudinais: a vibração é paralela à direção de propagação.
Exemplo: som no ar, ondas de pressão.

Figura 7 : Onda longitudinal e transversal.

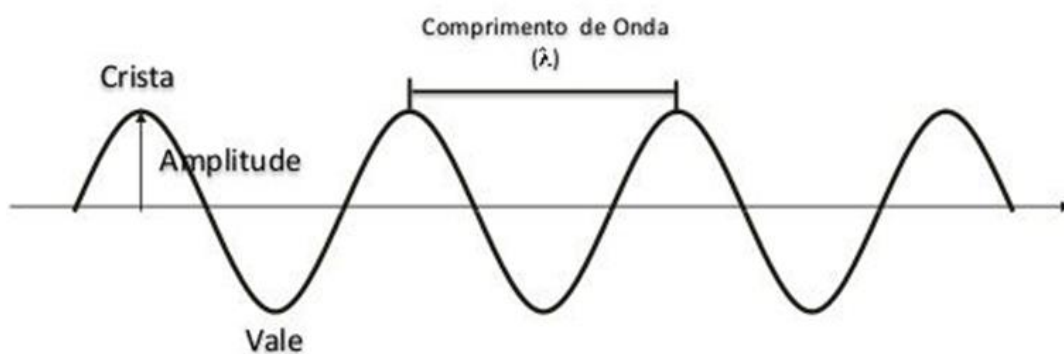


Fonte: Disponível: <http://www2.ufac.br/mnpef/menu/produtos-educacionais/israel-produto-educacional.pdf>

3. Propriedades das Ondas

As ondas surgem quando uma fonte realiza perturbações. Nessas condições, torna-se possível analisar o formato da onda gerada a partir de seus elementos. A maneira mais simples de representar esses elementos é por meio de uma oscilação transversal — como aquela observada em uma corda vibrando, por exemplo. No entanto, esses mesmos elementos são identificados em ondas do tipo longitudinais. As características peculiares das ondas, nos ajudam a descrevê-las, são: amplitude (A) comprimento de onda (λ), período (T), frequência (f) e velocidade de propagação (v).

Figura 8: Representação de uma onda.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

De forma simples, podemos dizer que:

- **Amplitude (A):** é a altura máxima da onda, relacionada à intensidade da energia.
- **Comprimento de onda (λ):** é a distância entre dois pontos equivalentes (duas cristas ou dois vales).
- **Período (T):** é o tempo que uma onda leva para completar um ciclo.
- **Frequência (f):** número de ciclos por segundo.

Velocidade de propagação (v): depende do meio em que a onda se propaga. Em um meio homogêneo, podemos relacionar as grandezas Comprimento de onda (λ) e Frequência (f) para encontramos a Velocidade de propagação (v). Dessa forma, temos a relação

$$v = \lambda \cdot f, \quad \text{onde} \quad f = \frac{1}{T}.$$

que é conhecida com equação fundamental da propagação ondulatória

No Sistema Internacional de Unidades (S.I), a unidade de medida do período é o segundo (s), a frequência é o hertz (Hz) e a velocidade é o metro por segundos (m/s).

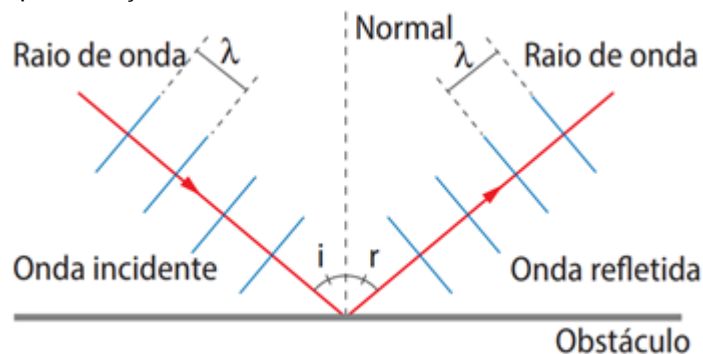
4. Fenômenos Ondulatórios da Reflexão e Refração

A reflexão é um dos fenômenos ondulatórios mais comuns do nosso dia a dia. Por exemplo, quando olhamos no espelho, ouvimos um eco ou vemos objetos que não emitem luz própria, estamos presenciando diferentes formas de reflexão.

O fenômeno da reflexão acontece quando uma onda atinge um obstáculo ou a superfície que separa dois meios diferentes e retorna, total ou parcialmente, ao meio original. Isso vale para qualquer tipo de onda: luz, som, ondas na água, entre outras.

Na reflexão, existe uma relação entre o ângulo com que a onda chega e o ângulo com que ela volta: O ângulo entre o raio que chega (raio incidente) e a normal, chamamos de ângulo de incidência $\hat{i}$ e o ângulo entre o raio que volta (raio refletido) e a normal é chamado de ângulo de reflexão $\hat{r}$. A normal é uma linha imaginária chamada, que é perpendicular à superfície onde ocorre a reflexão.

Figura 9: Representação de uma onda sofrendo uma reflexão em um meio.



Fonte: Doca et al., 2010.

Todas essas considerações são resumidas em duas leis, conhecidas como leis da reflexão,

1ª Lei da Reflexão

O raio incidente, o raio refletido e a linha normal à superfície refletora no ponto de incidência estão contidos sempre em um mesmo plano.

2ª Lei da Reflexão

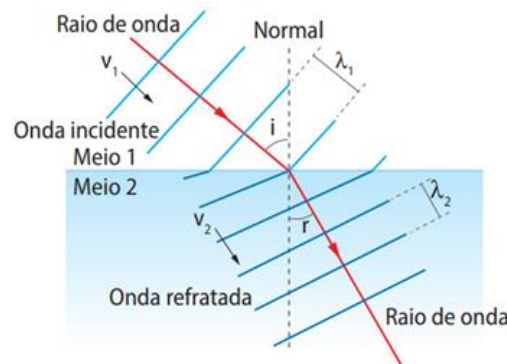
O ângulo de incidência $\hat{i}$ e o ângulo de reflexão $\hat{r}$ são iguais.

$$\hat{i} = \hat{r}$$

Chamamos sua atenção aqui para o fato de que: i) Ao sofrer reflexão, a onda continua no mesmo meio; ii) sua velocidade de propagação (v), frequência (f) comprimento de onda (λ), permanecem iguais.

Já o fenômeno chamado de refração ocorre quando uma onda passa de um meio para outro.

Figura 10: Representação de uma onda sofrendo uma refração em um meio.



Fonte: Doca et al., 2010.

Na refração, ocorre mudança na direção e na velocidade de propagação da onda, pois ela atravessa a fronteira entre dois meios diferentes. Esse fenômeno pode acontecer com diversos tipos de ondas: luz, som, ondas na água, microondas, entre outras.

Um exemplo comum é quando colocamos uma colher ou um canudo dentro de um copo de vidro com água, e ele parece estar “quebrado” ou deslocado. Esse efeito visual é resultado da refração da luz ao passar do ar para a água.

Figura 11: Colher dentro de um copo de vidro com água, demonstrando o fenômeno da refração da luz na água.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

Na refração, assim como na reflexão, também existem duas leis. São elas:

1ª Lei da Refração

O raio incidente, o raio refratado e a linha normal à superfície refratora, no ponto de incidência, estão sempre contidos em um mesmo plano.

2ª Lei da Refração

Também conhecida como Lei de Snell-Descartes, estabelece a seguinte relação:

$$n_1 \sin \hat{i} = n_2 \sin \hat{r}$$

Nessa equação, n é chamado de índice de refração do meio. O índice de refração é definido como a razão entre as velocidades da luz nos dois meios pelos quais ela se propaga: $n = \frac{c}{v}$, em que c representa a velocidade da luz no vácuo, aproximadamente $3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, e v é a velocidade da luz no meio considerado.

Observe que, na equação do índice de refração, podemos substituir $v = \lambda \cdot f$, permitindo, assim, uma análise da velocidade e do comprimento de onda no meio desejado, por meio da Lei de Snell-Descartes.

Chamamos sua atenção aqui para o fato de que uma onda ao sofrer refração:

- i) se a onda entra em um meio onde sua velocidade aumenta, o ângulo de refração aumenta (a onda se afasta da normal);
- ii) se a velocidade diminui, o ângulo de refração diminui (a onda se aproxima da normal);
- iii) se a onda incide perpendicularmente ($\hat{i} = 0$), não há desvio, mas a velocidade ainda muda.

CONVERSANDO COM O TEXTO

Travesseiro despertador para surdos

Já imaginou como seria difícil acordar todos os dias sem o barulho do alarme? Os cerca de 30 milhões de brasileiros com deficiência auditiva passam por essa situação. Para auxiliar a levantar na hora certa, a solução encontrada por estudantes gaúchos veio em forma de travesseiro. [...]

“Percebemos que havia um mercado muito vago para pessoas surdas. Fomos atrás, procuramos, investigamos e descobrimos que muitas pessoas surdas acordam com um celular que vibra embaixo do travesseiro. Buscando mais informações, vimos que é prejudicial para a saúde delas, porque o celular emite ondas de radiofrequência”, ressalta a aluna Dhienefer Uliana.



Para programar o horário, a pessoa usa um aplicativo. Na hora selecionada, o dispositivo dentro do travesseiro é acionado e vibra, aliando conforto e independência para os usuários.

INOVAÇÕES de acessibilidade para pessoas com deficiência. Agência CNI de Notícias, 3 dez. 2020. Disponível em: <https://tedit.net/ud4wob>. Acesso em: 29/06/2025.

No texto apresentado, você teve a oportunidade de conhecer sobre uma inovação tecnológica para as pessoas surdas. Com base no texto acima responda:

1. Qual foi o problema que motivou os estudantes a desenvolverem o travesseiro despertador para surdos?
2. Por que o uso do celular embaixo do travesseiro pode ser prejudicial à saúde, segundo os estudantes?
3. Explique, com suas palavras, por que o despertador tradicional (com som) não é adequado para pessoas com deficiência auditiva. Relacione sua resposta com o estudo das ondas.
4. Que tipo de onda é utilizada pelo travesseiro criado pelos estudantes para acordar a pessoa? Justifique.
5. Como esse projeto pode ser um exemplo de como a Física e a tecnologia podem promover acessibilidade e inclusão?

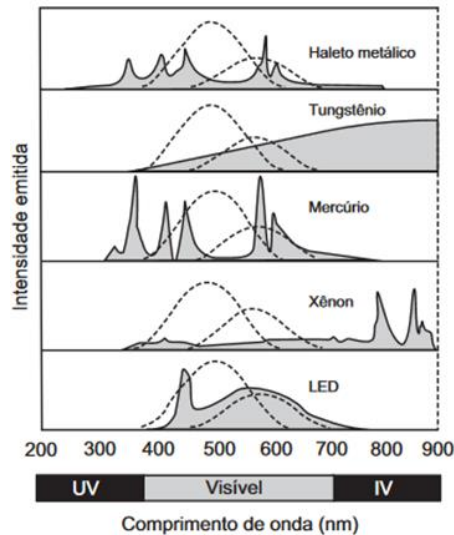
ENEM E OUTROS VESTIBULARES

1. (Enem 2020/2ª Aplicação) Para se deslocar e obter alimentos, alguns mamíferos, como morcegos e golfinhos, contam com a sofisticada capacidade biológica de detectar a posição de objetos e animais pela emissão e recepção de ondas ultrassônicas. O fenômeno ondulatório que permite o uso dessa capacidade biológica é a alternativa

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

2. (ENEM 2017) A figura mostra como é a emissão de radiação eletromagnética para cinco tipos de lâmpada: haleto metálico, tungstênio, mercúrio, xênon e LED (diodo emissor de luz). As áreas marcadas em cinza são proporcionais à intensidade da energia liberada pela lâmpada. As linhas pontilhadas mostram a sensibilidade do olho humano aos diferentes comprimentos de onda. UV e IV são as regiões do ultravioleta e do infravermelho, respectivamente.

Um arquiteto deseja iluminar uma sala usando uma lâmpada que produza boa iluminação, mas que não aqueça o ambiente.



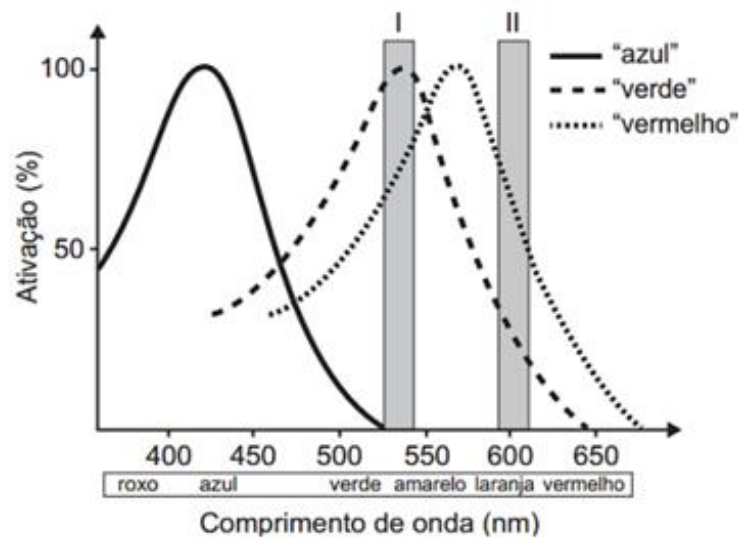
Disponível em: <http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu>. Acesso em: 5 maio 2017 (adaptado).

Qual tipo de lâmpada melhor atende ao desejo do arquiteto?

- a) Haleto metálico.
- b) Tungstênio.
- c) Mercúrio.
- d) Xênon.
- e) LED

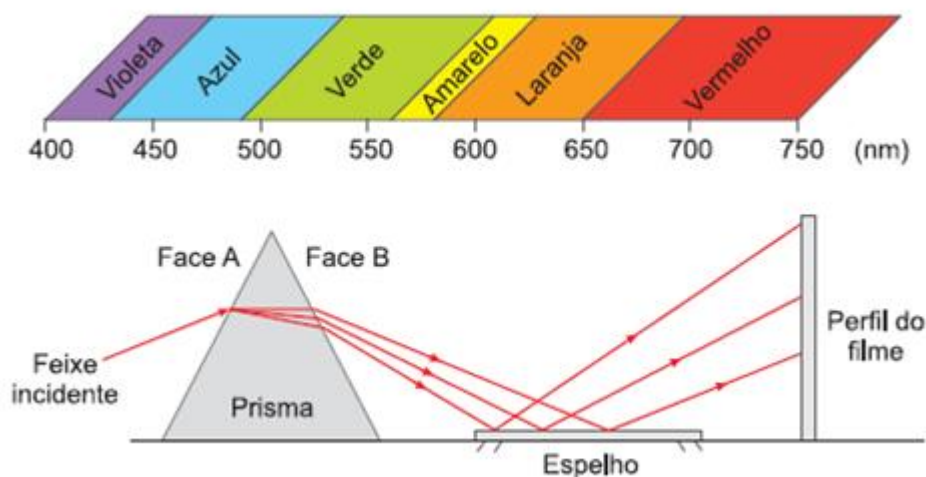
3. (ENEM 2018) Muitos primatas, incluindo nós humanos, possuem visão tricromática: têm três pigmentos visuais na retina sensíveis à luz de uma determinada faixa de comprimentos de onda. Informalmente, embora os pigmentos em si não possuam cor, estes são conhecidos como pigmentos “azul”, “verde” e “vermelho” e estão associados à cor que causa grande excitação (ativação). A sensação que temos ao observar um objeto colorido decorre da ativação relativa dos três pigmentos. Ou seja, se estimulássemos a retina com uma luz na faixa de 530 nm (retângulo I no gráfico), não excitaríamos o pigmento “azul”, o pigmento “verde” seria ativado ao máximo e o “vermelho” seria ativado em aproximadamente 75%, e Isso nos daria a sensação de ver uma cor amarelada. Já uma luz na faixa de comprimento de onda de 600 nm (retângulo II) estimularia o pigmento “verde” um pouco e o “vermelho” em cerca de 75%, e Isso nos daria a sensação de ver laranja-avermelhado. No entanto, há características genéticas presentes em alguns indivíduos, conhecidas coletivamente como Daltonismo, em que um ou mais pigmentos não funcionam perfeitamente.

Caso estimulássemos a retina de um indivíduo com essa característica, que não possuísse o pigmento conhecido como “verde”, com as luzes de 530 nm e 600 nm na mesma intensidade luminosa, esse indivíduo seria incapaz de:



- identificar o comprimento de onda do amarelo, uma vez que não possui o pigmento "verde".
- ver o estímulo de comprimento de onda laranja, pois não haveria estimulação de um pigmento visual.
- detectar ambos os comprimentos de onda, uma vez que a estimulação dos pigmentos estaria prejudicada.
- distinguir os dois comprimentos de onda, pois ambos estimulam o pigmento "vermelho" na mesma intensidade.
- visualizar o estímulo do comprimento de onda roxo, já que este se encontra na outra ponta do espectro.

4. (ENEM 2018) A figura representa um prisma óptico, constituído de um material transparente, cujo índice de refração é crescente com a frequência da luz que sobre ele incide. Um feixe luminoso, composto por luzes vermelha, azul e verde, incide na face A, emerge na face B e, após ser refletido por um espelho, incide num filme para fotografia colorida, revelando três pontos.



Observando os pontos luminosos revelados no filme, de baixo para cima, constatam-se as seguintes cores:

- a) Azul, verde, vermelha.
- b) Verde, vermelha, azul.
- c) Vermelha, verde, azul.
- d) Verde, azul, vermelha.
- e) Azul, vermelha, verde.

5. (ENEM 2012) Em um dia de chuva muito forte, constatou-se uma goteira sobre o centro de uma piscina coberta, formando um padrão de ondas circulares. Nessa situação, observou-se que caíam duas gotas a cada segundo. A distância entre duas cristas consecutivas era de 25 cm e cada uma delas se aproximava da borda da piscina com velocidade de 1,0 m/s. Após algum tempo, a chuva diminuiu e a goteira passou a cair uma vez por segundo.

Com a diminuição da chuva, as distâncias entre as cristas e a velocidade de propagação da onda se tornaram, respectivamente,

- a) maior que 25 cm e maior 1,0 m/s.
- b) menor que 25 cm e menor que 1,0 m/s.
- c) maior que 25 cm e igual a 1,0 m/s.
- d) menor que 25 cm e igual a 1,0 m/s.
- e) igual a 25 cm e igual a 1,0 m/s.

AULA PRÁTICA

Nesta atividade experimental, as/os estudantes utilizarão uma mola de plástico (como uma slinky) ou uma espiral de encadernação para gerar diferentes tipos de ondas. Ao movimentar a mola sobre uma superfície plana ou pendurá-la na vertical, as/os estudantes observarão a formação de pulsos, ondas transversais e longitudinais.

A proposta didática permite que os conceitos físicos relacionados às ondas sejam explorados por meio de observações simples, como o movimento do barbante preso à mola. As/Os estudantes serão levadas/os a analisar e comparar a direção de propagação da onda com o movimento das partículas (simuladas pelo barbante), promovendo uma melhor compreensão da diferença entre ondas transversais e longitudinais.

Título: Ondas mecânicas com uma mola

Objetivo da atividade

Proporcionar uma experiência prática e visual sobre a formação e propagação de ondas mecânicas, identificando os dois principais tipos: transversais e longitudinais.

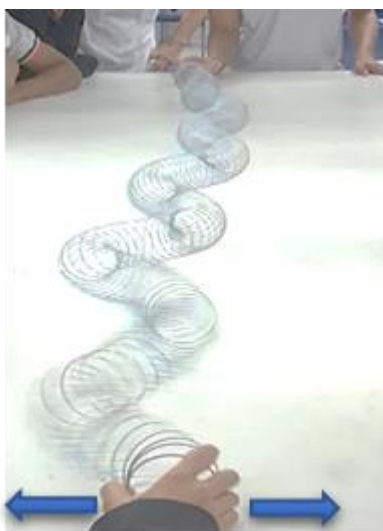
● Material

1. Um pedaço de barbante;
2. Uma espiral de plástico usada para encadernação (com diâmetro superior a 4 cm) ou uma mola de plástico do tipo slinky.

● Procedimento

1. Apoie a mola sobre uma superfície plana, como uma mesa comprida. Segure uma das extremidades e peça a uma/um colega para segurar a outra extremidade da mola, esticando-a um pouco.
2. Faça um movimento rápido com a mão para um lado e traga a mão de volta à posição inicial.
3. Ao fazer isso, você produziu uma perturbação ou um pulso na mola. Se você produzir vários pulsos sequenciais, formará uma onda, como na figura a seguir.

Figura 1: Formação de onda transversal em uma mola.



Fonte. Elaborada pelo Autor.

Esse movimento, para um lado e para o outro, é chamado de oscilação.

4. Amarre o pedaço de barbante em um dos elos no meio da mola. Repita o passo 2 e note o movimento do barbante quando esse tipo de onda passa. Compare a direção de propagação da onda com a direção do movimento do barbante.

5. Faça o passo 2 alterando a velocidade do movimento. Faça, com a mão, alguns movimentos mais rápidos, outros mais lentos e veja o que acontece.
6. Outra forma de produzir ondas na mola é empurrando-a para a frente e para trás, rapidamente, como na figura a seguir. Produza uma onda como esta.

Figura 2: Formação de onda longitudinal em uma mola.



Fonte. Elaborada pelo Autor.

7. Analise o movimento do barbante preso ao meio da mola. Compare a direção de propagação da onda com a direção do movimento do barbante. Discuta o que foi observado.
8. Peça a uma/um estudante que segure a mola de maneira que ela fique pendurada na vertical. Você deve dar um empurrãozinho bem leve, de baixo para cima, na parte de baixo da mola. Observe o que você percebe quando o pulso chega ao alto da mola.

Após a realização dessa prática, peça para as/os estudantes fazerem as seguintes reflexões:

- a) O que acontece com a mola quando você move uma das extremidades rapidamente para um lado e depois retorna à posição inicial?
- b) Ao observar o movimento do barbante preso ao centro da mola durante a passagem da onda, o que você pode dizer sobre a direção do movimento do barbante em relação à direção de propagação da onda?
- c) Qual a diferença observada entre uma onda transversal e uma onda longitudinal produzida com a mola? Dê exemplos do cotidiano de cada tipo de onda.
- d) Como a velocidade do movimento da mão influencia na formação das ondas? O que você percebeu ao fazer movimentos mais rápidos ou mais lentos?
- e) Quando a mola está pendurada na vertical e você aplica um pequeno impulso de baixo para cima, o que acontece com o pulso à medida que ele se

propaga? Há alguma diferença em relação ao movimento observado quando a mola está apoiada horizontalmente? Explique.

DESAFIE-SE

Ondas ionizantes

(ENEM 2023) Os raios cósmicos são fontes de radiação ionizante potencialmente perigosas para o organismo humano. Para quantificar a dose de radiação recebida, utiliza-se o sievert (Sv), definido como a unidade de energia recebida por unidade de massa. A exposição à radiação proveniente de raios cósmicos aumenta com a altitude, o que pode representar um problema para as tripulações de aeronaves. Recentemente, foram realizadas medições acuradas das doses de radiação ionizante para voos entre Rio de Janeiro e Roma. Os resultados têm indicado que a dose média de radiação recebida na fase de cruzeiro (que geralmente representa 80% do tempo total de voo) desse trecho intercontinental é $2 \mu\text{Sv/h}$. As normas internacionais da aviação civil limitam em 1 000 horas por ano o tempo de trabalho para as tripulações que atuem em voos intercontinentais. Considere que a dose de radiação ionizante para uma radiografia torácica é estimada em 0,2 mSv.

RUAS. A. C. O tripulante de aeronaves e a radiação ionizante. São Paulo: Edição do Autor, 2019 (adaptado).

Um tripulante que atua no trecho Rio de Janeiro - Roma é exposto, ao longo de 01 (um) ano a doses de radiação correspondentes a quantas radiografias?

- a) 8
- b) 10
- c) 80
- d) 100
- e) 1000

NESTA AULA, EU ...

Cara/o estudante, de acordo com os objetivos traçados para esta aula e com os conhecimentos construídos, marque as opções que melhor representam a avaliação referente ao seu aprendizado.

Atividade	Construído	Em Construção
Consigo reconhecer as grandezas físicas que caracterizam uma onda.		
Consigo relacionar propagação de onda com transferência de energia.		
Consigo classificar as ondas segundo sua natureza e direção de propagação.		
Consigo apresentar o conceito de velocidade de propagação de uma onda.		
Consigo compreender os fenômenos ondulatórios da reflexão e refração.		

PARA SABER MAIS



Simulando reflexão e refração na prática.



Refração e Reflexão de Ondas em Cordas.



Curso Enem Gratuito.

REFERÊNCIAS

Curso ENEM Gratuito. Luz na Física. Disponível em: <https://cursoenemgratuito.com.br/luz-fisica-enem/>. Acesso em: 23/06/2025.

Doca, Ricardo Helou, Biscuola, Gualter José e Bôas, Newton Villas. *Física*. 1ª Edição. São Paulo: Saraiva, 2010.

Francisco R. Júnior, Nicolau G. Ferraro, Paulo T. Soares, Os Fundamentos da Física 2, 8ª ed., Editora Moderna, São Paulo, 2003.

Ferraro, Nicolau Gilberto. Os Fundamentos da Física. Disponível em: <http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/>. Acessado em: 23/06/2025.

Filho, Benigno Barreto e Silva, Claudio Xavier. *Física Aula por Aula*. 3ª Edição. São Paulo: FTD, 2016.

ILVA, Domiciano Correa Marques da. *"Energia e Trabalho de uma força"*; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/trabalho.htm>. Acesso em: 23 /06/ 2025.

Silva, Domiciano Correa Marques da. *Alunos Online*. Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/>. Acessado em: 22 /06/ 2025.

GABARITO

Conversando com o texto

As respostas esperadas das/os estudantes deverão apontar para as seguintes conclusões:

1. As pessoas surdas não escutam o alarme, mas usar o celular vibrando pode fazer mal à saúde.
2. Porque o celular emite ondas de radiofrequência perto da cabeça.
3. Porque ele usa som, que é uma onda mecânica, e surdos não conseguem ouvir.
4. O travesseiro usa vibração, que é uma onda mecânica sentida pelo tato.
5. Porque usaram o estudo das ondas para criar uma solução que ajuda pessoas com deficiência auditiva.

Enem

Questões				
1	2	3	4	5
A	E	D	C	C

Desafie-se

Item Correto, **A**.

Ao longo de um ano, a dose de radiação recebida pelo tripulante, será: $80\% \times 2 \mu\text{Sv/h} \times 1000 \text{ h} = 1,6 \text{ mSv}$. Como uma dose de radiografias é $0,2 \text{ mSv}$, temos que o número total de radiografias será: $1,6 \text{ mSv} / 0,2 \text{ mSv} = 8$.

AULA 06 - LUZ E OS PRINCÍPIOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA

FS08H01_22 – Conhecer os princípios da Óptica, suas aplicações e o conceito de luz.

LP:D1 - Localizar informações explícitas em um texto.

LP:D3 - Inferir o sentido de uma palavra ou expressão.

LP:D6 - Identificar o tema de um texto.

LP:D14 - Distinguir um fato da opinião relativa a esse fato.

MT: D15 - Resolver problema que envolva variação proporcional, direta ou inversa.

MT: D35 - Associar informações apresentadas em listas e/ou tabela simples aos gráficos que as representam, e vice-versa.

MT: D34 - Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos.

NESTA AULA, VOCÊ APRENDERÁ...

- Compreender o conceito de luz e sua representação na óptica geométrica.
- Identificar os tipos de meios e fontes de luz.
- Explicar os três princípios da óptica geométrica.
- Descrever os fenômenos da reflexão e refração da luz.
- Relacionar a óptica geométrica a situações e tecnologias do cotidiano.

CONCEITUANDO

O filósofo Empédocles, no século V a.C., acreditava que a deusa Afrodite havia acendido um fogo sagrado dentro dos olhos humanos. Assim, a luz emitida pelos olhos nos permitiria enxergar. No entanto, essa teoria não conseguia explicar questões simples, como: por que não é possível enxergar em um ambiente escuro, se, segundo ela, a luz emanava dos próprios olhos?

As primeiras críticas mais severas vieram com Alhazen (matemático e astrônomo árabe), que considerava essa teoria um absurdo. Afinal, se a visão viesse de dentro dos olhos, seria possível enxergar no escuro. Para Alhazen, a luz precisava vir de fora, dos objetos iluminados. Dessa forma, a luz atinge os nossos olhos e é ela que nos permite ver.

Foi somente a partir das teorias como a do físico e matemático Christian Huygens (século XVII) que se começou a compreender melhor o que é a luz. Este por meios de experimentos demonstrou que a luz se comporta como uma onda. Já o físico e matemático Isaac Newton (também do século XVII) mostrou que a luz era composta por corpúsculos (partículas). Por fim, com as contribuições de outros cientistas, como Hooke, Thomas Young, Kepler, Compton e Albert Einstein, compreende-se hoje que a luz é um verdadeiro paradoxo: comporta-se tanto como onda quanto como partícula!

A partir dessas discussões filosófico-científicas, surgiu um ramo da Física Clássica chamado Óptica, dedicado ao estudo da luz e de como ela se comporta ao interagir com diferentes materiais. O conhecimento da óptica é essencial para entender tanto os fenômenos relacionados à luz e à visão quanto às tecnologias presentes no cotidiano, como óculos, microscópios, telescópios, fibras ópticas, lasers e até equipamentos de realidade virtual.

Por motivos didáticos, a Óptica foi dividida em duas abordagens, de acordo com a forma como a luz é interpretada. Sendo assim, temos: (1) **Óptica geométrica**, que estuda os fenômenos luminosos sem considerar a natureza da luz e (2) **Óptica física**, que analisa os fenômenos luminosos cuja explicação depende da natureza da luz.

Por motivos didáticos, a Óptica foi dividida em dois tipos de abordagens, dependendo da forma como a luz é interpretada. Sendo assim temos (1) **Óptica geométrica**, que estuda os fenômenos luminosos sem considerar a natureza da luz e (2) **a Óptica física**, que estuda os fenômenos luminosos cuja explicação depende da natureza da luz.

Aqui focaremos na **Óptica geométrica**, que é a abordagem mais utilizada no ensino médio e em exames como o ENEM.

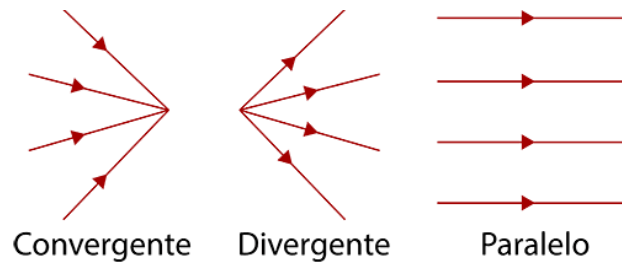
O que é Luz?

No contexto deste estudo, a luz será compreendida como uma onda eletromagnética². Assim, pode ser definida como o agente físico responsável por provocar a sensação visual ao interagir com os órgãos da visão.

A luz na óptica geométrica é representada por **raios luminosos**, que são linhas retas que indicam a direção da propagação da luz. Estes podem ser convergentes, divergentes ou paralelos (Figura 1).

² Aquelas que se propagam sem a necessidade de um meio material. Exemplo de uma onda eletromagnética: a LUZ, sua velocidade no vácuo é 3×10^8 m/s.

Figura 1. Tipos de raios de luz.



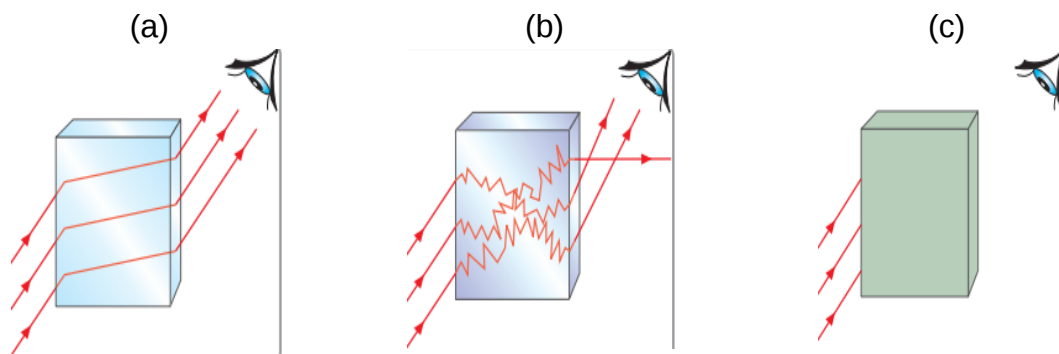
Fonte: Júnior et al., 2003.

Esses raios podem se comportar de maneiras diferentes dependendo do meio em que estão:

- **Transparente:** permite a visualização nítida da fonte de luz.
- **Translúcido:** não permite a visualização nítida da fonte de luz.
- **Opaco:** não permite a visualização da fonte de luz.

Na figura 2, veja como se comporta um feixe de luz que incide nesses diferentes meios.

Figura 2: (a) Feixe de luz que atravessa um meio transparente; (b) Feixe de luz que atravessa um meio translúcido e (c) Feixe de luz que incide em um meio opaco.



Fonte: Filho & Silva, 2016.

Quanto às fontes de luz, elas podem ser classificadas como:

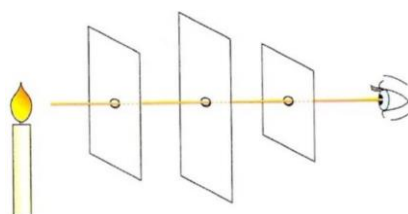
- **Primárias,** que emitem luz própria (como o Sol ou uma lâmpada).
- **Secundárias,** que refletem a luz de outra fonte (como a Lua ou um espelho).

Princípios da Óptica Geométrica

A óptica geométrica é baseada em três princípios fundamentais, que explicam o comportamento da luz:

1º - **Princípio da propagação retilínea:** a luz se propaga em linha reta em meios homogêneos e transparentes.

Figura 3: Uma vela acesa com luz passando por três orifícios até alcançar um olho humano observador.



Fonte: Disponível em <https://efisica2.if.usp.br/>

Lembre-se que um meio homogêneo é aquele que possui as mesmas propriedades em toda a sua extensão, como o ar limpo dentro de uma sala de aula ou o interior de equipamentos como microscópios e telescópios. Nesses ambientes, como não há variação significativa nas características do meio, a luz não se desvia e segue uma trajetória reta.

Esse princípio é essencial, por exemplo, para entendermos:

- A formação de sombras com bordas bem definidas.
- A construção de instrumentos ópticos, que dependem da previsibilidade do caminho da luz.
- A criação de imagens precisas em câmeras, projetores e outros dispositivos que utilizam lentes e espelhos.

Sem esse comportamento retilíneo da luz em meios homogêneos, não seria possível projetar corretamente a trajetória da luz nem desenvolver a maioria das tecnologias ópticas que usamos hoje.

2º - **Princípio da reversibilidade:** a trajetória da luz é reversível, ou seja, ela pode seguir o mesmo caminho de volta se invertida.

Figura 4: A motorista visualiza o passageiro (que é você) e o passageiro vê a motorista simultaneamente devido ao fato de a luz seguir a mesma trajetória não importando seu sentido.

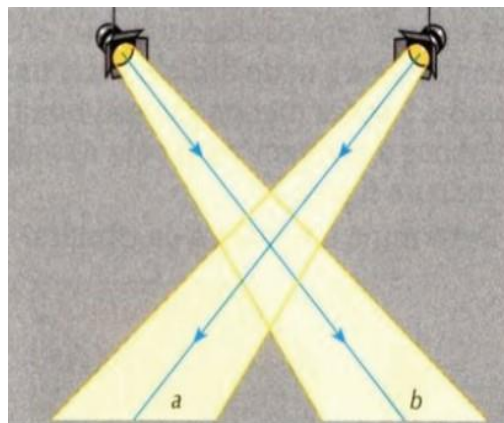


Fonte: Disponível em [Curso Enem Gratuito](#).

Esse princípio é importante porque mostra que os caminhos da luz são previsíveis e simétricos, o que facilita a análise em sistemas ópticos como espelhos planos e curvos, fibras ópticas, e instrumentos de precisão.

3º - **Princípio da independência dos raios:** dois ou mais feixes de luz podem se cruzar sem interferirem entre si.

Figura 5: Dois feixes de luz, a e b, que se cruzam sem interferir entre si.



Fonte: Disponível em [Imagens da web](#).

Na prática, esse princípio permite estudar cada raio separadamente, sem se preocupar com a presença de outros. Isso facilita a resolução de problemas em óptica e a construção de diagramas com **reflexão**, **refração** ou **formação de imagens**.

Fenômenos estudados pela Óptica Geométrica

Com base nos princípios da óptica geométrica, podemos compreender diversos fenômenos ópticos importantes:

- **Reflexão da luz:** é o fenômeno que acontece quando um raio de luz atinge uma superfície e volta ao meio de onde veio. Ou seja, a luz muda de direção, mas continua se propagando no mesmo meio (como o ar, por exemplo).
- **Refração da luz:** é o fenômeno que acontece quando a luz passa de um meio para outro, como do ar para a água ou do ar para o vidro. Nessa passagem, a luz muda de velocidade e, por isso, também muda de direção.
- **Formação de imagens:** o domínio dos conceitos vistos até aqui são fundamentais para o entendimento de como as imagens são formadas nos espelhos (planos, côncavos e convexos) e lentes (convergentes e divergentes) e a classificação das imagens em reais, virtuais e impróprias.

CONVERSANDO COM O TEXTO

A história da luz: há mais de 2 mil anos ela instiga filósofos e cientistas

[...] No século 5 a.C., o filósofo Empédocles, que postulou que tudo era composto de quatro elementos (terra, fogo, água e ar), foi um dos mais influentes em sua época sobre a questão da luz. Ele acreditava que o olho humano havia sido feito por Afrodite e que essa deusa da beleza e do amor havia acendido o fogo dentro desse órgão. Portanto, era essa luz emitida pelos olhos que permitia a visão.

[...] Influenciado pelas ideias de Descartes, o matemático e físico holandês Christiaan Huygens desenvolveu uma teoria baseada na concepção de que a luz seria uma onda que se propaga pelo éter, um meio que, segundo os filósofos antigos, permeava todo o espaço. Isso o fez discordar de aspectos da teoria sobre luz e cores de Isaac Newton, baseada numa concepção corpuscular da luz [...]. A teoria ondulatória de Huygens, no entanto, foi eclipsada pela teoria corpuscular de Newton, que prevaleceu ao longo de todo o século 18. A fama e o alcance das ideias desse cientista inglês desempenharam um papel essencial nessa preponderância. O físico inglês Isaac Newton defendeu a teoria corpuscular da luz [...]. As ideias de Newton, no entanto, prevaleceriam, disseminadas no século 18 por seus seguidores.

No final do século 19, no entanto, a concepção ondulatória da luz passou a ser predominante. Agora, a luz visível era apenas um dos vários tipos de ondas eletromagnéticas, que podem viajar no espaço sem qualquer matéria que sirva de suporte para elas. Diferentemente do som, a luz pode viajar no vácuo, com uma

velocidade de 300 mil km por segundo, o que permite a ela dar várias voltas em torno da Terra em um piscar de olhos. A velocidade da luz é um limite na natureza.

Texto adaptado com recortes de:

REDE GLOBO. História da luz: há mais de 2 mil anos ela instiga filósofos e cientistas. Globo Ciência, 2011. Disponível em: <https://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2011/11/historia-da-luz-ha-mais-de-2-mil-anos-ela-instiga-filosofos-e-cientistas.html>. Acesso em: 23 jun. 2025.

No texto apresentado, você teve a oportunidade de conhecer sobre a história da luz. Com base no texto acima, responda:

1. Segundo Empédocles, como era possível enxergar os objetos no mundo ao redor?
2. Qual elemento foi considerado por Huygens como necessário para a propagação da luz, e qual era a natureza da luz segundo sua teoria?
3. Por que a teoria corpuscular da luz, defendida por Isaac Newton, teve maior aceitação durante o século 18?
4. O que mudou no final do século 19 em relação à forma como a luz passou a ser compreendida?
5. Explique por que a luz, ao contrário do som, pode se propagar no vácuo.

ENEM E OUTROS VESTIBULARES

1. (ENEM- 2019) Quando se considera a extrema velocidade com que a luz se espalha por todos os lados e que, quando vêm de diferentes lugares, mesmo totalmente opostos, [os raios luminosos] se atravessam uns aos outros sem se atrapalharem, compreende-se que, quando vemos um objeto luminoso, isso não poderia ocorrer pelo transporte de uma matéria que venha do objeto até nós, como uma flecha ou bala atravessa o ar; pois certamente isso repugna bastante a essas duas propriedades da luz, principalmente a última.

HUYGENS, C. In: MARTINS, R. A. Tratado sobre a luz, de Cristian Huygens. **Caderno de História e Filosofia da Ciência**, supl. 4, 1986.

O texto contesta que concepção acerca do comportamento da luz?

- a) O entendimento de que a luz precisa de um meio de propagação, difundido pelos defensores da existência do éter.
- b) O modelo ondulatório para a luz, o qual considera a possibilidade de interferência entre feixes luminosos.
- c) O modelo corpuscular defendido por Newton, que descreve a luz como um feixe de partículas.
- d) A crença na velocidade infinita da luz, defendida pela maioria dos filósofos gregos.
- e) A ideia defendida pelos gregos de que a luz era produzida pelos olhos.

2. (ENEM- 2013) Devido à sua resistência mecânica, baixa condutividade térmica e transparência à luz, o vidro tem sido cada vez mais utilizado na construção civil, aplicado em portas, janelas e telhados. Sua transparência é importante porque resulta em uma grande economia da energia elétrica usada na iluminação interna do ambiente. Microscopicamente, a transparência ocorre devido à forma com que a luz incidente interage com os elétrons dos átomos que compõem o material vítreo.

A transparência pode ser explicada, considerando-se que a luz

- a) é absorvida pelos elétrons e transformada em calor.
- b) é absorvida pelos elétrons e reemitida em todas as direções.
- c) não é absorvida pelos elétrons e é espalhada em diversas direções.
- d) não é absorvida pelos elétrons e continua seu caminho em trajetórias regulares.
- e) é absorvida pelos elétrons e reemitida de volta pela mesma trajetória de onde veio.

3. (ENEM- 2012) Em um experimento, coloca-se glicerina dentro de um tubo de vidro liso. Em seguida, parte do tubo é colocada em um copo de vidro que contém glicerina e a parte do tubo imersa fica invisível.

Esse fenômeno ocorre porque a

- a) intensidade da luz é praticamente constante no vidro.
- b) parcela de luz refletida pelo vidro é praticamente nula.
- c) luz que incide no copo não é transmitida para o tubo de vidro.
- d) velocidade da luz é a mesma no vidro e na glicerina.
- e) trajetória da luz é alterada quando ela passa da glicerina para o vidro.

4. (ENEM- 2012) Alguns povos indígenas ainda preservam suas tradições realizando a pesca com lanças, demonstrando uma notável habilidade. Para fregar um peixe em um lago com águas tranquilas, o índio deve mirar abaixo da posição em que enxerga o peixe.

Ele deve proceder dessa forma porque os raios de luz:

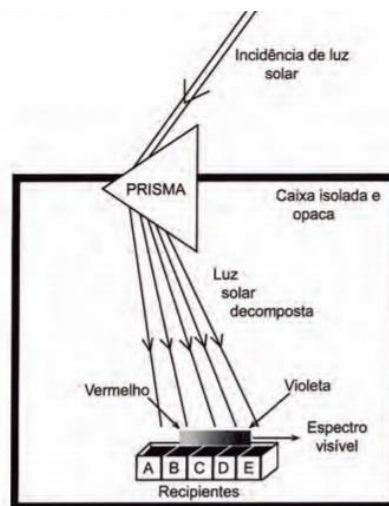
- a) refletidos pelo peixe não descrevem uma trajetória retilínea no interior da água.
- b) emitidos pelos olhos do índio desviam sua trajetória quando passam do ar para a água.
- c) espalhados pelo peixe são refletidos pela superfície da água.
- d) emitidos pelos olhos do índio são espalhados pela superfície da água.
- e) refletidos pelo peixe desviam sua trajetória quando passam da água para o ar.

5. (ENEM- 2020) Herschel, em 1880, começou a escrever sobre a condensação da luz solar no foco de uma lente e queria verificar de que maneira os raios coloridos contribuem para o aquecimento. Para isso, ele projetou sobre um anteparo o espectro solar obtido com um prisma, colocou termômetros nas diversas faixas de

cores e verificou nos dados obtidos que um dos termômetros iluminados indicou um aumento de temperatura maior para uma determinada faixa de frequências.

Fonte: SAYURI. M.; GASPAR, M. B. Infravermelho na sala de aula. Disponível em: www.ciencia.iao.usp.br. Acesso em: 15 ago. 2016 (adaptado).

Para verificar a hipótese de Herschel, um estudante montou o dispositivo apresentado na figura. Nesse aparato, cinco recipientes contendo água, à mesma temperatura inicial, e separados por um material isolante térmico e refletor são posicionados lado a lado (A, B, C, D e E) no interior de uma caixa de material isolante térmico e opaco. A luz solar, ao entrar na caixa, atravessa o prisma e incide sobre os recipientes. O estudante aguarda até que ocorra o aumento da temperatura e a afere em cada recipiente.



Em qual dos recipientes a água terá maior temperatura ao final do experimento?

Alternativas

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) E

AULAS PRÁTICAS

Nesta aula prática, as/os estudantes irão construir uma câmara escura utilizando materiais simples do dia a dia. A atividade visa proporcionar uma experiência visual e concreta da formação de imagens a partir do princípio da propagação retilínea da luz. Bem como a compreensão, de maneira experimental, como os raios de luz atravessam o orifício da caixa e formam a imagem no plano oposto, além de servir como uma analogia com o funcionamento do olho humano (orifício → pupila; papel vegetal → retina).

Título: Construindo uma câmara escura: explorando a formação de imagens com a luz

Objetivo

Demonstrar, de forma prática e acessível, como a luz se propaga em linha reta e como imagens são formadas em dispositivos ópticos simples, como a câmara escura, estabelecendo conexões com o funcionamento do olho humano.

● Procedimento

1. Com o auxílio de fita adesiva, forre o interior de uma caixa de sapato com cartolina preta. Faça o mesmo com a parte interna da tampa.
2. Em seguida, utilizando um prego, faça um pequeno furo em uma das extremidades menores da caixa.
3. Na lateral oposta ao furo, recorte um retângulo.
4. Cubra esse recorte com papel vegetal, colando com fita adesiva e garantindo que ele fique bem esticado e sem frestas por onde a luz possa entrar.
5. Feche a caixa com a tampa e sele bem todas as aberturas com fita adesiva, de forma que a única entrada de luz seja pelo orifício feito anteriormente.
6. Em um ambiente escuro, posicione a caixa de forma que o furo fique voltado para um objeto iluminado. A imagem poderá ser observada através do papel vegetal.

Após a construção da câmara escura a/o docente poderá pedir para as/os estudantes fazerem as seguintes reflexões:

- a) Observarem como a imagem no papel vegetal se compara ao objeto iluminado;
- b) Fazerem um esquema no caderno da câmara escura e traçarem os raios de luz que explicam a imagem formada.
- c) Compararem com o olho humano e responderem qual parte da câmara escura corresponde ao orifício e ao papel vegetal?

DESAFIE-SE

Os olhos humanos e as cores!

(ENEM- 2019) Os olhos humanos normalmente têm três tipos de cones responsáveis pela percepção das cores: um tipo para tons vermelhos, um para tons azuis e outro para tons verdes. As diversas cores que enxergamos são o resultado da percepção das cores básicas, como indica a figura.

A protanopia é um tipo de daltonismo em que há diminuição ou ausência de receptores da cor vermelha. Considere um teste com dois voluntários: uma pessoa com visão normal e outra com caso severo de protanopia. Nesse teste, eles devem

escrever a cor dos cartões que lhes são mostrados. São utilizadas as cores indicadas na figura.

Para qual cartão os dois voluntários identificaram a mesma cor?



- a) Amarelo.
- b) Magenta.
- c) Branco.
- d) Vermelho.
- e) Azul.

NESTA AULA, EU ...

Cara/o estudante, de acordo com os objetivos traçados para esta aula e com os conhecimentos construídos, marque as opções que melhor representam a avaliação referente ao seu aprendizado.

Atividade	Construído	Em Construção
Consigo definir o conceito de luz e classificar as fontes de luz.		
Consigo reconhecer os tipos de meios materiais.		
Consigo compreender e aplicar os três princípios da óptica geométrica.		
Consigo descrever os fenômenos da reflexão e refração da luz		
Consigo relacionar os conhecimentos da óptica geométrica com tecnologias e situações do dia a dia.		
Consigo interpretar diagramas e representações gráficas.		

PARA SABER MAIS



Prática da construção de câmara escura



Evolução da teoria ondulatória da luz



Aulão especial de preparação para o Enem (avance o vídeo para o tempo de 37:30 h).

REFERÊNCIAS

Curso ENEM Gratuito. Luz na Física. Disponível em: <https://cursoenemgratuito.com.br/luz-fisica-enem/>. Acesso em: 23/06/2025.

Doca, Ricardo Helou, Biscuola, Gualter José e Bôas, Newton Villas. *Física*. 1ª Edição. São Paulo: Saraiva, 2010.

Francisco R. Júnior, Nicolau G. Ferraro, Paulo T. Soares, Os Fundamentos da Física 2, 8ª ed., Editora Moderna, São Paulo, 2003.

Ferraro, Nicolau Gilberto. Os Fundamentos da Física. Disponível em: <http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/>. Acessado em: 23/06/2025.

Filho, Benigno Barreto e Silva, Claudio Xavier. *Física Aula por Aula*. 3ª Edição. São Paulo: FTD, 2016.

ILVA, Domiciano Correa Marques da. "Energia e Trabalho de uma força"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/trabalho.htm>. Acesso em: 23 /06/ 2025.

Silva, Domiciano Correa Marques da. *Alunos Online*. Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/>. Acessado em: 22 /06/ 2025.

GABARITO

Conversando com o texto

1. Empédocles acreditava que a deusa Afrodite havia acendido um fogo dentro dos olhos humanos e que era essa luz emitida pelos olhos que possibilitava a visão.
2. Huygens acreditava que a luz era uma onda e que se propagava pelo éter, um meio invisível que preencheria todo o espaço.
3. Porque Newton era um cientista muito influente e suas ideias foram amplamente divulgadas por seus seguidores, fazendo com que sua teoria se tornasse predominante no século 18.
4. No final do século 19, a teoria ondulatória passou a predominar, e a luz visível foi entendida como parte de um conjunto de ondas eletromagnéticas, capazes de se propagar mesmo no vácuo.
5. Porque a luz é uma onda eletromagnética que não precisa de um meio material para se propagar, ao contrário do som, que precisa de matéria para se transmitir.

Enem

Questões				
1	2	3	4	5
C	D	D	E	A

Desafie-se. Item correto, E.

A protanopia é caracterizada pela diminuição ou ausência dos receptores da cor vermelha, então o indivíduo com protanopia não enxergará as cores presentes no círculo do vermelho (amarelo, branco e magenta). No entanto, ele será capaz de enxergar as cores verde, ciano e azul.