

CAPÍTULO 17

ABORDAGEM EXPERIMENTAL DE BAIXO CUSTO A PARTIR DAS QUESTÕES DE FÍSICA DO ENEM 2023

Low-Cost experimental approach based on Physics Questions from Enem 2023

Luana Cristina Bertollo¹

Hernani Luiz Azevedo¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT,
Sinop – Mato Grosso

RESUMO

Este capítulo traz propostas de abordagens experimentais de baixo custo, baseadas em questões de Física do ENEM 2023, visando melhorar a aprendizagem dessa disciplina no Ensino Médio. Inicialmente, apresentamos uma breve introdução sobre a importância da experimentação para o Ensino de Física, bem como um breve relato histórico sobre o surgimento do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). A metodologia adotada envolveu o desenvolvimento de oito propostas de experimentos simples e acessíveis, alinhados com as demandas específicas das questões de Física do ENEM 2023. Os resultados obtidos demonstraram que os experimentos propostos são viáveis para a compreensão dos conceitos abordados no exame, além de que podem contribuir significativamente para a melhoria do aprendizado dos alunos. O capítulo sintetiza parte do trabalho de conclusão de curso de graduação da primeira autora, orientada pelo segundo autor.

Palavras-chave: Abordagens experimentais. Educação. ENEM. Ensino Médio. Física.

Como citar ABNT:

BERTOLLO, L. C.; AZEVEDO, H. L. abordagem experimental de baixo custo a partir das questões de física do enem 2023. In: REIS, C. dos; BARBOSA, E. P.; REINA, L. D. C. B.; FEISTEL, R. A. B. (Orgs.). **Ciências da Natureza e Matemática: relatos de Ensino, Pesquisa e Extensão**. Sinop: KGM Editora, 2026. v. 6, cap. 17, p. 318–339. DOI: doi.org/10.29327/5790880.6-17

ABSTRACT

This chapter proposes low-cost experimental approaches based on Physics questions from the 2023 ENEM (National High School Exam), aiming to improve learning in this subject in high school. Initially, we present a brief introduction to the importance of experimentation for Physics teaching, as well as a brief historical account of the emergence of the National High School Exam (ENEM). The methodology adopted involved the development of eight simple and accessible experimental proposals, aligned with the specific demands of the 2023 ENEM Physics questions. The results demonstrated that the proposed experiments are viable for understanding the concepts covered in the exam and can significantly contribute to improving student learning. This chapter summarizes part of the first author's undergraduate thesis, supervised by the second author.

Keywords: Experimental approaches. Education. ENEM. High School. Physics.

INTRODUÇÃO

A Física é frequentemente considerada pelos alunos como uma disciplina de difícil compreensão. Os professores, via de regra, sabem que o uso da experimentação é de suma importância, pois ela alia a teoria e a prática, facilitando a compreensão dos conteúdos. No entanto, apesar dos benefícios evidentes, a implementação eficaz da experimentação no ensino de Física enfrenta algumas dificuldades: como recursos limitados (muitas escolas carecem de equipamentos e materiais adequados para realizar experimentos de Física), duração das aulas com tempo insuficiente (no currículo escolar muitas vezes tal carga horária é reduzida, deixando pouco tempo para atividades práticas) e, por fim, a falta de formação adequada, já que nem todos os professores têm a formação necessária em Física experimental.

As atividades experimentais são importantes quando caracterizadas pelo seu papel investigativo e sua função pedagógica em auxiliar o estudante na compreensão dos fenômenos. É relevante trabalhar de forma contextualizada, fazendo a relação da teoria e prática, bem como a relação do que foi estudado com a realidade dos alunos. De acordo com as orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+):

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável (Brasil, 2002, p. 37).

Neste trabalho, apresentamos 8 (oito) propostas de experimentos tendo em vista oito questões de Física do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) (Brasil, 2023), exame que tem papel fundamental na avaliação dos estudantes brasileiros. Esses experimentos foram selecionados para desafiar os alunos a aplicarem seus conhecimentos teóricos na prática, estimulando o pensamento crítico, a resolução de problemas e a habilidade de interpretação de dados.

Os experimentos aqui propostos foram realizados com materiais de baixo custo, facilitando o acesso para os alunos. Os materiais de baixo custo são recursos acessíveis e comuns encontrados em residências ou em oficinas. A utilização desses materiais permite que experimentos e atividades práticas sejam realizados de forma econômica, tornando o aprendizado da ciência mais acessível.

O EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM)

O ENEM teve sua origem no final da década de 1990, e foi idealizado com o objetivo de avaliar a qualidade do Ensino Médio no Brasil, e servir como um instrumento de acesso ao ensino

superior. O primeiro ENEM foi realizado em 1998, de forma experimental, com a participação de cerca de 157 mil estudantes. Inicialmente, o exame era estruturado com uma ênfase maior em avaliar a capacidade de raciocínio e interpretação, em contraposição aos exames tradicionais que se concentravam mais na memorização de conteúdos (Souza Junior, 2021).

Ao longo dos anos, o ENEM passou por várias mudanças e reformulações. Em 2009, o exame sofreu uma grande transformação, tornando-se uma das principais formas de ingresso no ensino superior no Brasil, por meio do Sistema de Seleção Unificada (SISU), do Programa Universidade para Todos (ProUni) e do Fundo de Financiamento Estudantil (FIES) (Aguiar, 2016).

O exame também passou a ser utilizado como uma ferramenta de avaliação das escolas brasileiras, por meio do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), e como forma de certificação de conclusão do Ensino Médio para aqueles que não puderam obter o diploma na idade regular. Sua aplicação é gerenciada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), órgão vinculado ao Ministério da Educação (MEC).

DESENVOLVIMENTO

Inicialmente, foi conduzida uma análise minuciosa das questões de Física presentes no ENEM de 2023. Essa análise permitiu identificar os temas predominantes, os tipos de questões mais comuns e os níveis de dificuldade exigidos. Com base nessa análise, todas as questões de Física foram selecionadas como referência para o desenvolvimento dos experimentos. Em seguida, foram criados os experimentos de Física, os quais foram cuidadosamente planejados para refletir os conceitos e situações presentes nas questões do ENEM 2023.

Cada experimento foi elaborado de forma objetiva, proporcionando desafios que requerem a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos pelos estudantes na disciplina de Física. Os materiais didáticos para a realização dos experimentos foram acessíveis e de baixo custo. Essa metodologia proporcionou uma abordagem prática e contextualizada para a preparação dos estudantes para o exame, permitindo-lhes desenvolver habilidades fundamentais em Física. Além disso, a disponibilidade desses experimentos pode servir como um recurso valioso para professores, oferecendo-lhes ferramentas prontas para enriquecer o ensino em sala de aula e tornar o aprendizado mais dinâmico e interativo.

Ao todo, identificamos 18 questões do caderno amarelo do ENEM 2023 como pertencentes à área de Física. Dentre estas 18 questões, por limitação de espaço, apresentaremos neste capítulo propostas de experimentação para 8 delas. As oito questões selecionadas possuíam a seguinte numeração no caderno amarelo: 91, 92, 95, 98, 101, 102, 118, 119.

Cada experimento foi cuidadosamente elaborado com base nas respostas correspondentes a cada uma dessas questões. Para cada experimento apresentamos os seguintes tópicos: *Ideia do experimento* (na qual explicamos/resolvemos a questão), *Materiais utilizados*, e *Montar o experimento*.

Assim, passamos a apresentar as propostas de experimentação para cada uma das questões:

Experimento 1: Associado à questão 91 do caderno amarelo (Figura 1).

Figura 1 – Questão 91

QUESTÃO 91

Na tirinha de Mauricio de Sousa, os personagens Cebolinha e Cascão fazem uma brincadeira utilizando duas latas e um barbante. Ao perceberem que o som pode ser transmitido através do barbante, resolvem alterar o comprimento do barbante para ficar cada vez mais extenso. As demais condições permaneceram inalteradas durante a brincadeira.



SCUSA, M. Disponível em: www.monica.com.br. Acesso em: 2 out. 2012 (adaptado).

Na prática, à medida que se aumenta o comprimento do barbante, ocorre a redução de qual característica da onda sonora?

- A** Altura.
- B** Período.
- C** Amplitude.
- D** Velocidade.
- E** Comprimento de onda.

Fonte: Caderno Amarelo ENEM 2023

Inicialmente, analisemos conceitualmente a questão e encontremos sua correta resposta. A amplitude de uma onda sonora está diretamente relacionada à sua intensidade. Quanto maior a amplitude, maior a intensidade do som. Assim, quando há uma redução na amplitude da onda sonora, como ocorre quando o comprimento do barbante aumenta, isso resulta em uma redução na intensidade do som que é transmitido através do barbante. Isso faz com que o som seja mais fraco ou menos audível para a pessoa que está ouvindo do outro lado do barbante. Portanto, a resposta correta é a letra C.

Ideia do experimento

A proposta do experimento é utilizar o papel higiênico e um ventilador (com corrente elétrica), para simular visualmente como a amplitude se comporta conforme aumenta o comprimento do papel higiênico (Figura 2). A ideia é que quando o comprimento do papel higiênico aumenta, ocorre uma redução na amplitude da onda sonora transmitida.

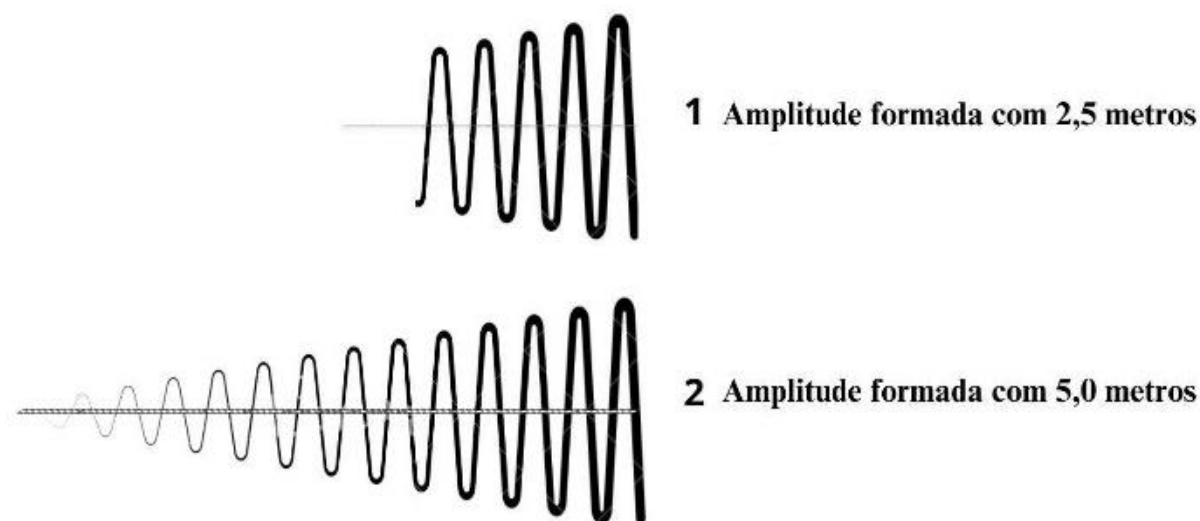
Materiais Utilizados

- 1 Rolo papel higiênico duplo
- 1 Ventilador
- 1 Fita adesiva
- Energia elétrica (para ligar o ventilador)

Montar o experimento

1. Posicione o ventilador em uma superfície estável.
2. Utilize um pedaço de 2,5 metros de papel higiênico.
3. Cole uma das pontas do pedaço do papel higiênico com uma fita na parte externa da hélice do ventilador, (na direção do fluxo de ar).
4. Ligue o ventilador em uma configuração baixa ou média, para que não seja muito forte.
5. Observe como o papel higiênico se move com o fluxo de ar do ventilador.
6. Repita o processo com o dobro do tamanho anterior (5 metros).
7. Observando as diferenças na amplitude do movimento do papel higiênico.
8. Você nota que quanto mais próximo do fluxo de ar do ventilador maior é a amplitude, e quanto mais distante do fluxo de ar do ventilador menor a amplitude.
9. Isso demonstra visualmente como a amplitude do papel higiênico está relacionada à intensidade do fluxo de ar gerado pelo ventilador.

Figura 2 – Amplitude formada por diferentes comprimentos de onda



Fonte: Elaborado pelo primeiro autor

A seguir, uma fotografia do experimento tal qual os autores realizaram (Figura 3):

Figura 3 – Comportamento da Amplitude conforme diminui o comprimento de onda



Fonte: Arquivo do primeiro autor

Experimento 2: Associado à questão 92 do caderno amarelo (Figura 4).

Figura 4 - Questão 92

QUESTÃO 92

Informações digitais — dados — são gravadas em discos ópticos, como CD e DVD, na forma de cavidades microscópicas. A gravação e a leitura óptica dessas informações são realizadas por um laser (fonte de luz monocromática). Quanto menores as dimensões dessas cavidades, mais dados são armazenados na mesma área do disco. O fator limitante para a leitura de dados é o espalhamento da luz pelo efeito de difração, fenômeno que ocorre quando a luz atravessa um obstáculo com dimensões da ordem de seu comprimento de onda. Essa limitação motivou o desenvolvimento de lasers com emissão em menores comprimentos de onda, possibilitando armazenar e ler dados em cavidades cada vez menores. Em qual região espectral se situa o comprimento de onda do laser que otimiza o armazenamento e a leitura de dados em discos de uma mesma área?

- A** Violeta.
- B** Azul.
- C** Verde.
- D** Vermelho.
- E** Infravermelho.

Fonte: Caderno Amarelo ENEM 2023

O comprimento de onda que otimiza o armazenamento e a leitura de dados em discos ópticos está na região espectral violeta. A luz violeta possui um comprimento de onda ainda menor do que a luz azul, verde e vermelha, permitindo gravar e ler dados em cavidades ainda menores no disco óptico. Assim, quanto menor o comprimento de onda, menor é o efeito de difração, o que possibilita armazenar mais informações na mesma área do disco. Resposta correta: alternativa A.

Ideia do experimento

O experimento vai demonstrar que diferentes comprimentos de onda de luz (vermelho, verde e violeta) se difratam de maneiras ligeiramente diferentes devido às suas diferentes propriedades de comprimento de onda.

Materiais Utilizados

- 1 Laser da cor vermelha
- 1 Laser da cor verde
- 1 Laser da cor violeta
- 1 Dispositivo como rede de difração (dispositivos para acoplar na ponta do laser)

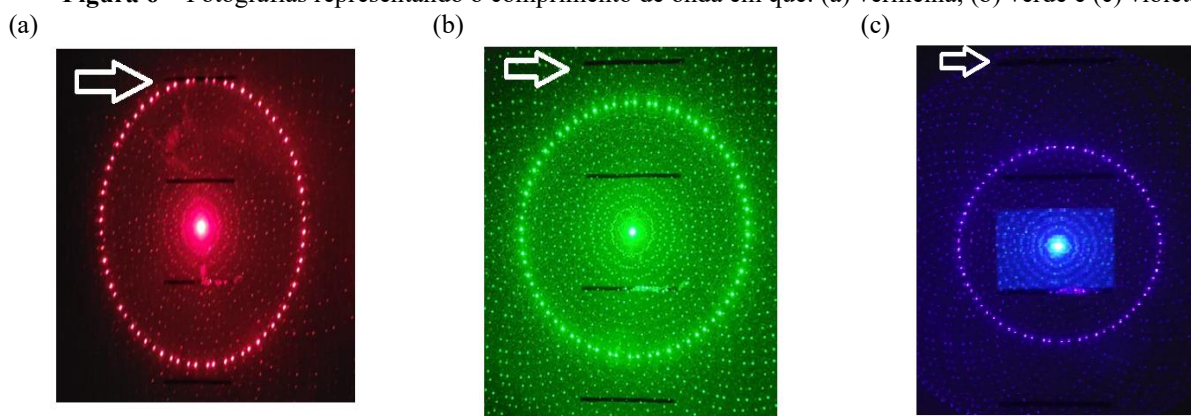
Montar o experimento

1. Comece montando o experimento em uma sala escura ou sem luz direta do sol. Isso ajudará a ver claramente os padrões de difração.
2. Fixe a placa de difração em uma superfície estável. (Essas placas normalmente são vendidas em estojos que acompanham com algumas ponteiras). Essas ponteiras que difratam o raio, ocasionando a formação de figuras variadas e simétricas. Usamos esses ponteiros em nosso experimento como redes de difração.
3. Coloque os lasers (vermelho, verde e violeta) a uma distância adequada da placa de difração, de modo que os feixes de laser incidam perpendicularmente à superfície da placa.
4. Certifique-se de que os feixes dos lasers estejam paralelos entre si e que incidam na mesma região da placa de difração.
5. Acenda os lasers um de cada vez, começando com o vermelho, e projete o padrão de difração resultante em uma parede branca localizada a uns metros à frente da placa de difração.
6. Observe os padrões de difração produzidos pelos três lasers. Você notará que cada laser produzirá um padrão de difração característico, com diferentes espaçamentos entre as franjas de cores.
7. Para uma melhor visualização, você pode usar uma cartolina ou papel preto para bloquear a luz em excesso e destacar melhor os padrões de difração.
8. Meça as distâncias entre as franjas de cores para cada laser usando uma régua. Compare os resultados entre os diferentes lasers e discuta as diferenças observadas.

Figura 5 – Variando o comprimento de onda

Fonte: Elaborado pelo primeiro autor

A seguir, fotografias do experimento tal qual os autores realizaram (Figura 6):

Figura 6 – Fotografias representando o comprimento de onda em que: (a) vermelha; (b) verde e (c) violeta

Fonte: Arquivo do primeiro autor

Experimento 3: Associado à questão 95 do caderno amarelo (Figura 7).

Figura 7 – Questão 95**QUESTÃO 95**

Em uma indústria alimentícia, para produção de doce de leite, utiliza-se um tacho de parede oca com uma entrada para vapor de água a $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ e uma saída para água líquida em equilíbrio com o vapor a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ao passar pela parte oca do tacho, o vapor de água transforma-se em líquido, liberando energia. A parede transfere essa energia para o interior do tacho, resultando na evaporação de água e consequente concentração do produto.

No processo de concentração do produto, é utilizada energia proveniente

- A** somente do calor latente de vaporização.
- B** somente do calor latente de condensação.
- C** do calor sensível e do calor latente de vaporização.
- D** do calor sensível e do calor latente de condensação.
- E** do calor latente de condensação e do calor latente de vaporização.

Fonte: Caderno Amarelo ENEM 2023

O enunciado da questão deixa claro que o aluno vai ter que se lembrar da diferença de calor latente de vaporização, calor latente de condensação e calor sensível. Na primeira ocasião não há uma mudança de estado na liberação de calor do tacho, concluindo apenas uma variação de temperatura, sendo assim calor sensível. Já no segundo caso, há uma mudança de fase, saindo do seu estado vapor para estado líquido, sendo assim se refere ao calor de vaporização para o calor de latente de condensação. Portanto, a resposta correta é a alternativa D.

Ideia do experimento

A ideia do experimento é demonstrar de forma clara e visível a mudança de estado da água líquida para o estado gasoso e depois do processo do estado gasoso para líquida. O calor sensível está presente no início do experimento, quando há variação de temperatura, quando a água sai da temperatura ambiente até uma temperatura abaixo de 100 °C, onde ainda não há mudança de fase.

Materiais Utilizados

- 2 Latinas (criar a boca de um fogão)
- 1 Lata de leite (para aquecer a água)
- 100 ml de Álcool (para aquecer o recipiente)
- 1 Isqueiro (para acender a vela)
- 1 Tampa (transparente de preferência para ver o processo de condensação)
- 200 ml de água (para produção da mudança de estado da água)
- 4 Parafusos
- 1 Mangueira (extensor de soro)
- 1 Copo (transparente de preferência)
- 1 Suporte de madeira

Montar o experimento

1. Pegue duas latas vazias e corte no meio, em sequência encaixe uma na outra, em seguida, faça na parte superior da lata alguns furos.
2. No suporte de madeira coloque 4 parafusos formando um quadrado, que será utilizado como a base boca do fogão improvisado.
3. Despeje os 100 ml de álcool na lata que está na base e acenda-o com o isqueiro, criando assim uma chama para aquecer o recipiente.
4. Coloque os 200 ml de água na lata que está sendo aquecida.

- Coloque a tampa transparente sobre a lata para observar o processo de evaporação e condensação que ocorrerá dentro da lata.
- Conforme a água é aquecida, ela evapora, formando vapor dentro da lata. Esse vapor irá condensar (processo de calor sensível) na tampa transparente, criando pequenas gotas de água.
- Após todo acúmulo de gotas de água, a água volta ao seu estado líquido que chamamos processo de condensação.

A seguir, fotografias do experimento tal qual os autores realizaram (Figura 8):

Figura 8 – Imagens do experimento em que: (a) todos os materiais utilizados e (b) processo do líquido para gasoso



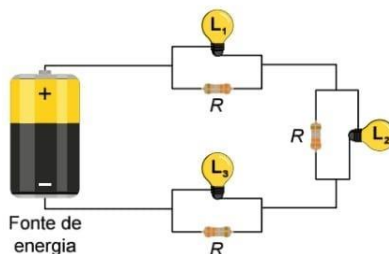
Fonte: Arquivo do primeiro autor

Experimento 4: Associado à questão 98 do caderno amarelo (Figura 9).

Figura 9 – Questão 98

QUESTÃO 98

O circuito com três lâmpadas incandescentes idênticas, representado na figura, consiste em uma associação mista de resistores. Cada lâmpada (L_1 , L_2 e L_3) é associada, em paralelo, a um resistor de resistência R , formando um conjunto. Esses conjuntos são associados em série, tendo todas as lâmpadas o mesmo brilho quando ligadas à fonte de energia. Após vários dias em uso, apenas a lâmpada L_2 queima, enquanto as demais permanecem acesas.



Em relação à situação em que todas as lâmpadas funcionam, após a queima de L_2 , os brilhos das lâmpadas serão

- os mesmos.
- mais intensos.
- menos intensos.
- menos intenso para L_1 e o mesmo para L_3 .
- mais intenso para L_1 e menos intenso para L_3 .

Fonte: Caderno Amarelo ENEM 2023

A resposta da questão está relacionada ao conteúdo de eletricidade onde, após a queima da lâmpada L2, a resistência total do circuito é alterada, já que a lâmpada queimada se comporta como um circuito aberto. A resistência equivalente inicial era menor que R. Após a queima de L2 a resistência é R, consequentemente a resistência total do circuito aumenta diminuindo a corrente que fornece a bateria. Ambas as lâmpadas diminuíram sua intensidade. Portanto, a alternativa correta é a letra C.

Ideia do experimento

O objetivo do experimento é observar como a diminuição de uma lâmpada afeta o brilho geral do circuito com resistores.

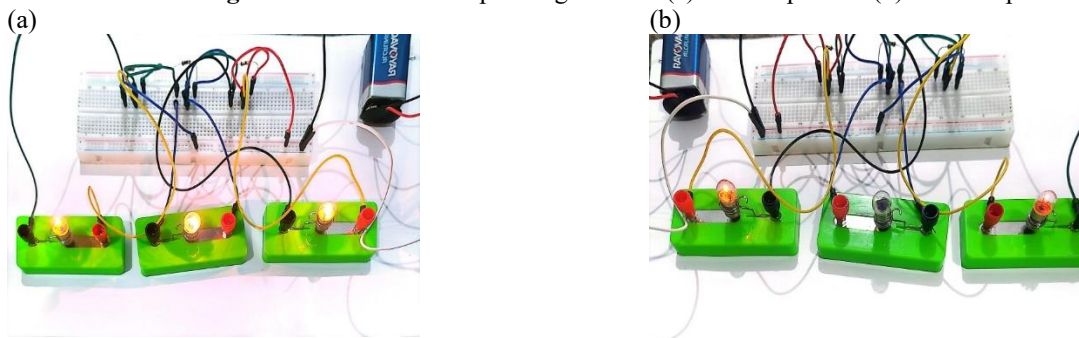
Materiais Utilizados

- 1 Bateria de 9V (para fornecer energia ao circuito).
- 1 Placa de protoboard (para conectar os componentes do circuito).
- 3 Lâmpadas incandescente 2.5 V (utilizar três lâmpadas idênticas).
- 3 Resistores (10Ω)
- 15 Fios específico entrada da placa protoboard
- 1 Clip de bateria 9V

Montar o experimento

1. Conecte a bateria de 9V à placa protoboard.
2. Conecte um fio da bateria à primeira lâmpada.
3. Conecte um fio da primeira lâmpada a um dos terminais de cada resistor.
4. Conecte os terminais restantes dos resistores juntos.
5. Conecte um fio da segunda lâmpada ao ponto de junção dos resistores.
6. Conecte um fio da segunda lâmpada ao outro terminal de cada resistor.
7. Conecte os terminais restantes dos resistores à terceira lâmpada.
8. Conecte um fio da terceira lâmpada ao ponto de retorno da bateria.
9. Verifique todas as conexões para garantir que estejam seguras e corretas.
10. Ao montar o circuito, você pode conectar a bateria ao clip de bateria. As lâmpadas devem acender se o circuito estiver montado corretamente.
11. Observe que ao remover uma das lâmpadas enquanto o circuito estiver ligado, como afeta a intensidade luminosa das lâmpadas restante do circuito.

A seguir, **Figuras 10 e 11**, fotografias do experimento tal qual os autores realizaram:

Figura 10 – Circuito completo ligado com (a) três lâmpadas e (b) duas lâmpadas

Fonte: Arquivo do primeiro autor

Experimento 5: Associado à questão 101 do caderno amarelo (Figura 11).

Figura 11 – Questão 101**QUESTÃO 101**

O fogão por indução funciona a partir do surgimento de uma corrente elétrica induzida no fundo da panela, com consequente transformação de energia elétrica em calor por efeito Joule. A principal vantagem desses fogões é a eficiência energética, que é substancialmente maior que a dos fogões convencionais.

A corrente elétrica mencionada é induzida por

- A** radiação.
- B** condução.
- C** campo elétrico variável.
- D** campo magnético variável.
- E** ressonância eletromagnética.

Fonte: Caderno Amarelo ENEM 2023

A resposta da questão está relacionada ao conteúdo da lei de Faraday/Lenz. A indução no fundo da panela em um fogão por indução ocorre devido a um campo magnético variável. Esse campo magnético variável é gerado pela bobina presente no fogão, que gera um campo magnético oscilante quando uma corrente alternada é aplicada a ela. Esse campo magnético variável induz uma corrente elétrica na base metálica da panela. Portanto, a resposta correta é a letra D.

Ideia do experimento

A ideia do experimento é mostrar que quando a corrente elétrica flui através de uma bobina, um campo magnético é gerado ao redor da barra de metal ferromagnético. Isso faz com que a barra se comporte como um ímã temporário. Quando a corrente é interrompida, o campo magnético também desaparece, fazendo com que a barra perca suas propriedades magnéticas. Esse experimento demonstra como um campo magnético variável pode ser gerado e controlado através da manipulação da corrente elétrica. No segundo experimento a ideia é explorar o conceito de indução eletromagnética, onde a variação de um campo magnético pode induzir uma corrente elétrica em um

circuito próximo. Neste caso específico, estamos utilizando duas bobinas enroladas manualmente como fonte e receptor do campo magnético, respectivamente.

Materiais Utilizados

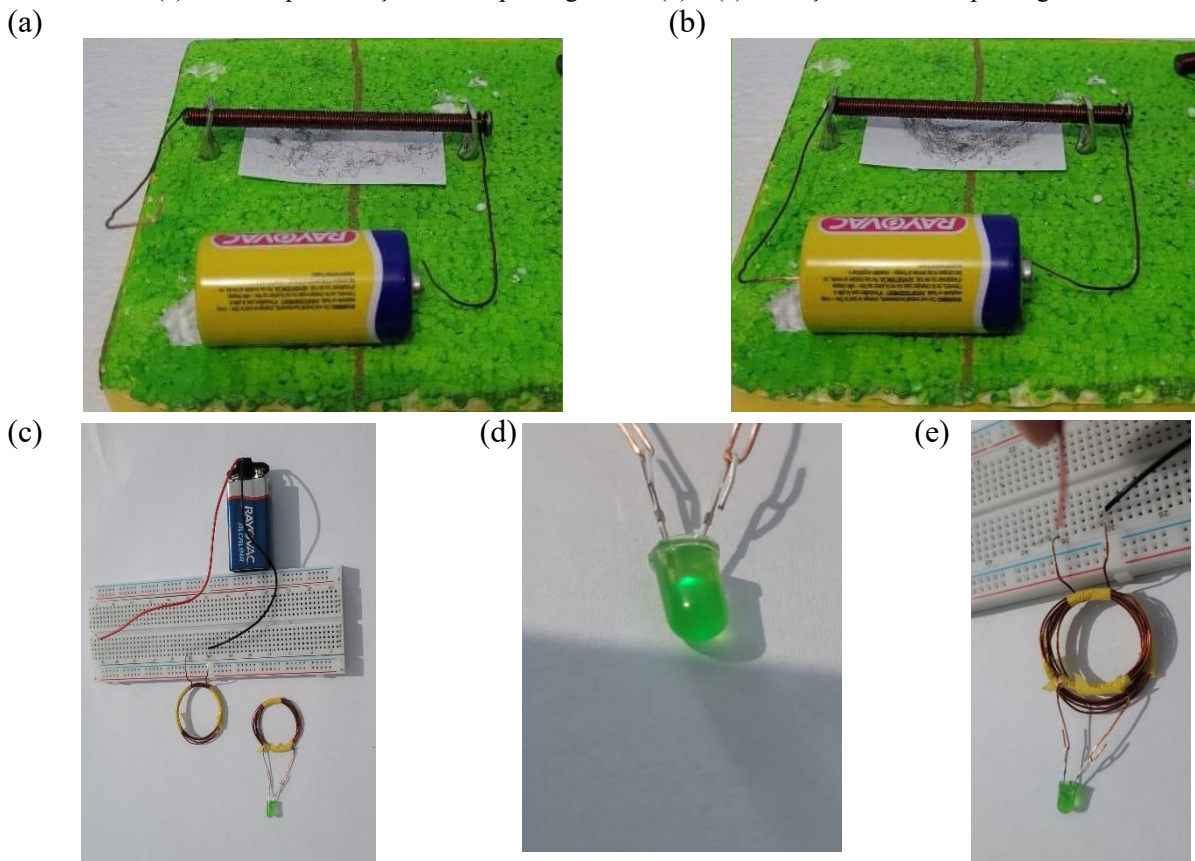
- 1 Barra de metal ferromagnético (como um prego de ferro).
- 1 Fio de cobre esmaltado (3 metros, para enrolar sobre a barra de metal e fazer as bobinas).
- 1 Bateria ou fonte de corrente.
- 1 Suporte para a montagem (isopor).
- 1g de pó de ferro (para ver se o campo está se comportando ímã temporário).
- 2 Bobina
- 1 Led

Montar o experimento

1. Enrole o fio de cobre esmaltado ao redor da barra de ferro para formar uma bobina.
2. Conecte as extremidades do fio de cobre a uma bateria ou fonte de corrente contínua.
3. Monte a barra de metal com a bobina enrolada em um suporte.
4. Quando a corrente estiver fechada permitindo que a corrente flua, observe a barra de metal. Ela deve se comportar como um ímã temporário, exibindo propriedades magnéticas.
5. Quando a corrente estiver aberta a corrente é interrompida. Observe como a barra de metal perde suas propriedades magnéticas.
6. Repita o processo de abrir e fechar algumas vezes para demonstrar a relação entre a corrente elétrica variável e o campo magnético variável.
7. Conecte uma das bobinas na protoboard em uma posição que seja conveniente.
8. Conecte o terminal positivo (+) da bateria de 9V a uma linha da protoboard, de preferência próxima à bobina que você deseja usar como fonte de campo magnético.
9. Quando a corrente elétrica é ligada, o campo magnético é gerado pela primeira bobina.
10. Se você usar um interruptor, ligue e desligue rapidamente a corrente elétrica. Isso fará com que o campo magnético varie rapidamente.
11. Essa variação no campo magnético induzirá uma corrente na segunda bobina, acendendo o LED.
12. Ao desligar a corrente, o campo magnético desaparece e a corrente na segunda bobina diminui, fazendo com que o LED se apague.

A seguir, fotografias do experimento tal qual os autores realizaram (Figura 12):

Figura 12 – Experimento realizado em que: (a) eletroímã sem corrente elétrica; (b) eletroímã com corrente elétrica; (c) material para criação do campo magnético; (d) e (e) Variação de um campo magnético



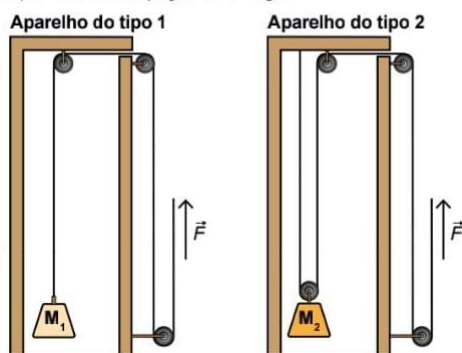
Experimento 6: Associado à questão 102 do caderno amarelo (Figura 13).

Figura 13 – Questão 102

QUESTÃO 102

Uma academia decide trocar gradualmente seus aparelhos de musculação. Agora, os frequentadores que utilizam os aparelhos do tipo 1 podem também utilizar os aparelhos do tipo 2, representados na figura, para elevar cargas correspondentes às massas M_1 e M_2 , com velocidade constante. A fim de que o exercício seja realizado com a mesma força $\vec{F}$, os usuários devem ser orientados a respeito da relação entre as cargas nos dois tipos de aparelhos, já que as polias fixas apenas mudam a direção das forças, enquanto a polia móvel divide as forças.

Em ambos os aparelhos, considere as cordas inextensíveis, as massas das polias e das cordas desprezíveis e que não há dissipação de energia.



Para essa academia, qual deve ser a razão $\frac{M_2}{M_1}$ informada aos usuários?

- A $\frac{1}{4}$
- B $\frac{1}{2}$
- C 1
- D 2
- E 4

Fonte: Caderno Amarelo ENEM 2023

O enunciado da questão afirma que o primeiro aparelho possui apenas polias fixas. Então para que o frequentador levante a massa em velocidade constante, a força F da carga de massa $M1$ deve ser igual ao peso dessa carga.

$$F1 = m1 \cdot g$$

No segundo aparelho a polia é móvel. Neste caso, a polia reduz à metade da força necessária para sustentar uma carga. Assim, a força que o frequentador deve fazer para que a carga de massa $M2$ suba com velocidade constante deve ser igual à metade do peso dessa carga.

$$F2 = \frac{M2 \times g}{2}$$

$$F2 = F1$$

$$\frac{M2 \times g}{2} = M1 \times g$$

$$\Rightarrow \frac{M2}{M1} = 2$$

Portanto, a resposta correta é a alternativa D.

Ideia do experimento

A proposta do experimento é recriar as condições mencionadas no enunciado da questão, com o objetivo de observar qualquer variação na força aplicada da $M2$ para a $M1$.

Materiais Utilizados

9 Parafusos

4 Pedços de madeiras de 30 cm de comprimento, por 3 cm de largura, 1 cm de espessura

2 Pedços de madeiras de 15 cm de comprimento, por 3 cm de largura, 1 cm de espessura

2 Pedços de madeiras de 8 cm de comprimento, por 3 cm de largura, 1 cm de espessura

2 Pesos (15g)

7 Ioiô (pequenos)

1 Metro de fio de cobre

2 Metros de corda (utiliza a corda do ioiô)

1 Chave de fenda (para apertar os parafusos)

Montar o experimento

1. Pegue os 4 pedços de madeira de 30 cm e coloque-os lado a lado, formando uma base retangular.

2. Pegue os 2 pedaços de madeira de 15 cm e coloque-os na extremidade dos pedaços de madeira de 30 cm, formando os suportes laterais.
3. Use a chave de fenda e os parafusos para prender os suportes laterais à base retangular.
4. Pegue os 2 pedaços de madeira de 8 cm e prenda-os na parte inferior dos suportes laterais, formando um apoio para a estrutura.
5. Faça um furo pequeno na parte superior da lateral do suporte direito para que a corda possa fluir livremente entre a madeira.
6. Faça um furo no centro do ioiô para passar o fio de cobre que vai ser utilizado como fixação das polias.
7. Use o fio de cobre para prender um ioiô no meio do suporte superior horizontal interno e dois ioiôs na parte vertical externa do suporte, sendo um na parte superior e o outro na parte inferior da lateral do suporte, certifique que os ioiôs fiquem suspensos.
8. No aparelho tipo 1, a corda vai passar apenas pelas polias fixas, uma extremidade da corda vai no peso passando pelas polias até a outra extremidade para aplicar a força que vai levantar o peso.
9. No aparelho tipo 2, a corda da polia será móvel, sendo assim a extremidade da corda será fixa no suporte e a outra extremidade vai ser onde aplica a força para levantar o peso.
10. Observe se houve mudança da força aplicada.

A seguir, fotografias do experimento tal qual os autores realizaram (Figura 14):

Figura 14 – Aparelho: (a) tipo 1 e (b) tipo 2

(a)



(b)



Fonte: Arquivo do primeiro autor

Experimento 7: Associado à questão 118 do caderno amarelo (Figura 15).

Figura 15 – Questão 118.

QUESTÃO 118

O consumo exagerado de refrigerantes é preocupante, pois contribui para o aumento de casos de obesidade e diabetes. Considere dois refrigerantes enlatados, um comum e um diet, e que ambos possuam a mesma quantidade de aditivos, exceto pela presença de açúcar. O refrigerante comum contém basicamente água carbonatada e grande quantidade de açúcar; já o refrigerante diet tem água carbonatada e adoçantes, cujas massas são muito pequenas.

CAVAGIS, A. D. M.; PEREIRA, E. A.; OLIVEIRA, L. C. Um método simples para avaliar o teor de sacarose e CO_2 em refrigerantes. *Química Nova na Escola*, n. 3, ago. 2014 (adaptado).

Entre as duas versões apresentadas, o refrigerante comum possui

- A** maior densidade.
- B** menor viscosidade.
- C** maior volume de gás dissolvido.
- D** menor massa de solutos dissolvidos.
- E** maior temperatura de congelamento.

Fonte: Caderno Amarelo ENEM 2023

Para desenvolver a resposta da questão devemos utilizar o conteúdo densidade. A presença de açúcar no refrigerante comum pode aumentar sua densidade em comparação com o refrigerante diet, que contém adoçantes de massa pequena. No refrigerante comum há mais açúcar dissolvido, se não houver alteração no volume, este será mais denso. Portanto, a resposta correta é a alternativa A.

Ideia do experimento

O experimento é demonstrar a diferença na densidade entre os refrigerantes com açúcar e dietéticos. O refrigerante com açúcar é mais denso devido à presença de açúcares dissolvidos, o que faz com que a lata de refrigerante com açúcar afunda mais facilmente na água pura. Por outro lado, o refrigerante dietético, que não contém açúcares, terá uma densidade mais próxima da água pura, fazendo com que a lata de refrigerante diet flutua mais facilmente.

Materiais Utilizados

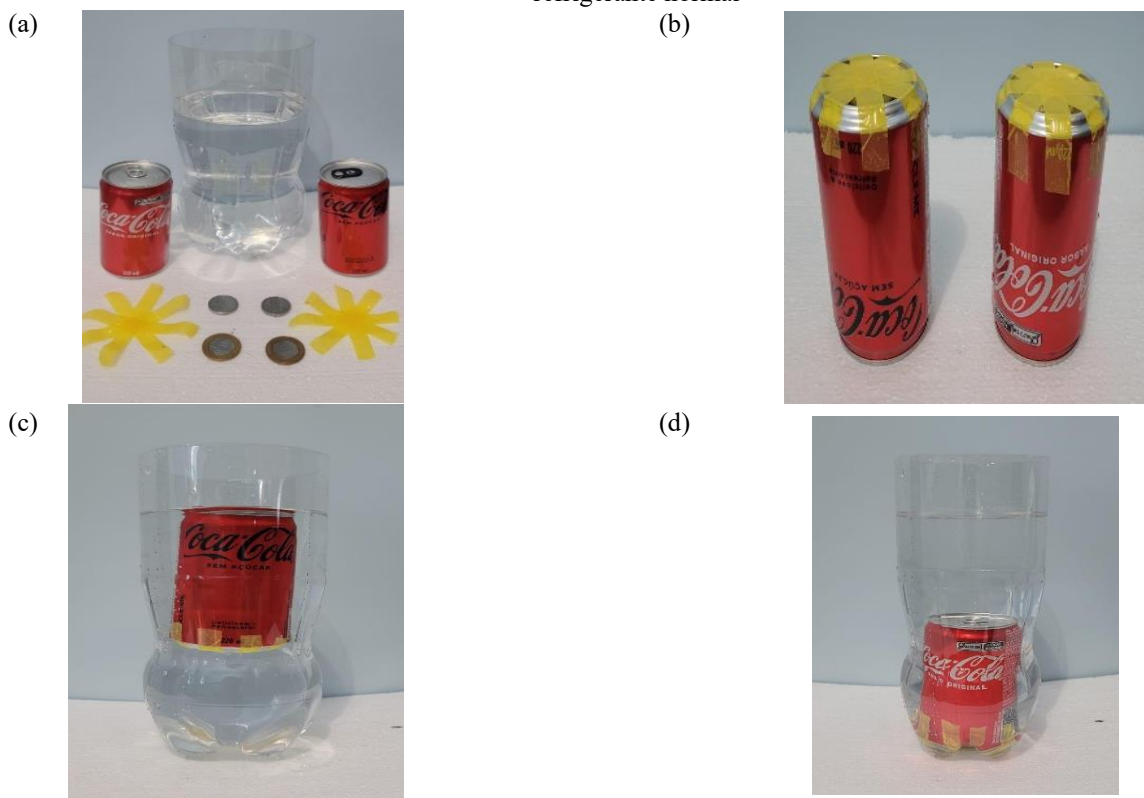
- 1 Lata de refrigerante com açúcar
- 1 Lata de refrigerante diet
- 1 Recipiente 2,5 litros (garrafa de refrigerante de 2,5 litros)
- 2 Litros de água
- 2 Moedas de 1 real
- 2 Moedas de 0,50 centavos
- 1 Fita (para segurar as moedas)

Montar o experimento

1. Corte a parte superior da garrafa de refrigerante.
2. Encha o recipiente com 2 litros de água.
3. Pegue uma moeda de 1 real e uma de 0,50 e fixe-a na parte inferior da lata de refrigerante com açúcar usando a fita adesiva. Faça o mesmo na outra lata de refrigerante diet. Esse peso vai servir para que a densidade fique mais visível quando adicionado a lata na água.
4. Segure latas de refrigerantes sobre a água, com as moedas presas embaixo da lata.
5. Observe o nível de flutuação da lata na água. Ela flutua mais alto ou mais baixo do que na água pura?
6. Registre suas observações, compare os resultados entre os refrigerantes com açúcar e dietéticos e discuta suas descobertas sobre a densidade dos refrigerantes.
7. A densidade dos refrigerantes pode ser determinada observando o nível de flutuação das latas na água. Se a lata flutuar mais alto na água, significa que sua densidade é menor do que a da água, indicando que é um refrigerante dietético. Se a lata flutuar mais baixo na água, sua densidade é maior do que a da água, indicando que é um refrigerante com açúcar.

A seguir, fotografias do experimento tal qual os autores realizaram (Figura 16):

Figura 16 – Experimento 13 em que: (a) materiais utilizados; (b) peso nas latas; (c) refrigerante diet e (d) refrigerante normal



Fonte: Arquivo do primeiro autor

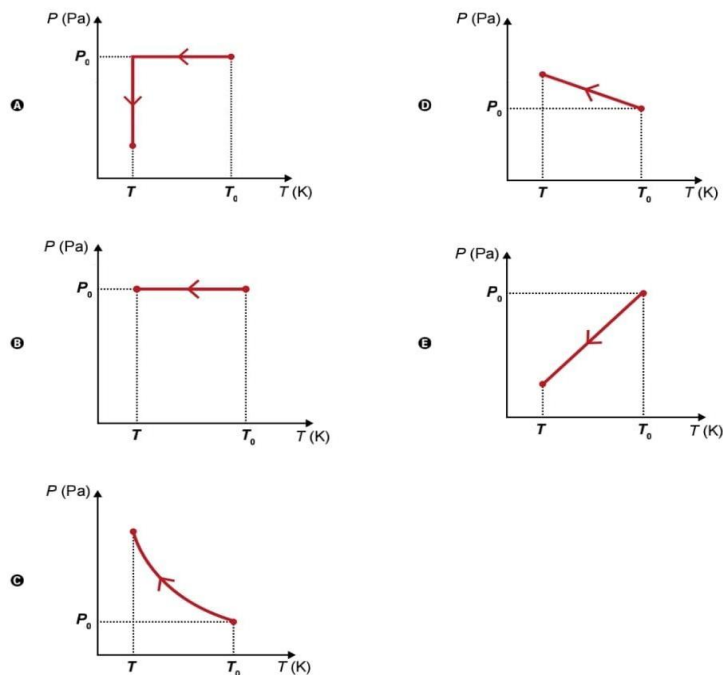
Experimento 8: Associado à questão 119 do caderno amarelo (Figura 17).

Figura17 – Questão 119

QUESTÃO 119

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 viagem longa 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:



Fonte: Caderno Amarelo ENEM 2023

De acordo com o enunciado podemos utilizar a equação dos gases ideais para resolver a questão, onde ($P.V = n.R.T$). Observa que a pressão é proporcional à temperatura, neste caso o volume é constante. Sendo assim, $P \times T$ deve ser uma reta inclinada.

Resposta correta: alternativa E.

Ideia do experimento

A ideia é demonstrar como a mudança de temperatura afeta a pressão de um gás usando um balão dentro de uma garrafa PET. Este experimento ajudará a ilustrar os princípios básicos de pressão e temperatura e como eles estão relacionados.

Materiais Utilizados

1 Balão

1 Garrafa PET 2,5 litros

200 ml de água quente

200 ml de água fria

Recipiente para aquecer a água

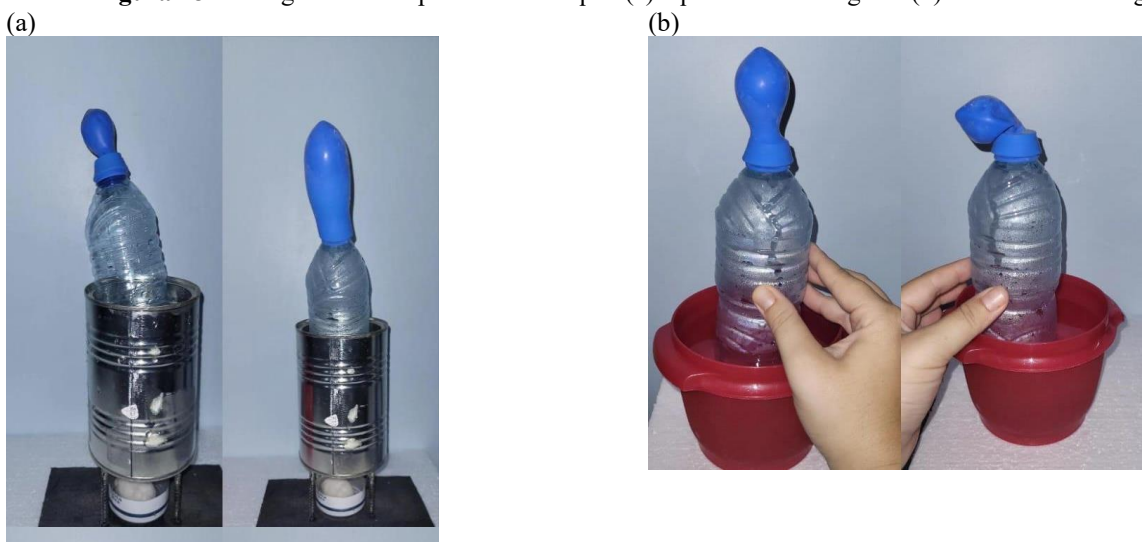
Recipiente para resfriar a água

Montar o experimento

1. Encha cerca de um terço da garrafa PET com água.
2. Coloque o bolão na boca da abertura da garrafa PET.
3. Quando a água esquentar dentro da garrafa PET, o ar dentro da garrafa se aquece e se expande. Isso faz com que a pressão do ar dentro da garrafa aumente. Quando o balão é colocado sobre a abertura da garrafa, o ar quente dentro da garrafa empurra o balão para fora, demonstrando o aumento da pressão.
4. Agora, mergulhe a garrafa PET em água fria por alguns minutos.
5. Observe novamente o que acontece com o balão enquanto a temperatura da garrafa diminui.
6. Quando a garrafa é resfriada com água fria ou gelo, o ar dentro dela se contrai, causando uma diminuição da pressão dentro da garrafa. Isso faz com que o balão seja sugado para dentro da garrafa, demonstrando a diminuição da pressão.

A seguir, fotografias do experimento tal qual os autores realizaram (Figura 18):

Figura 18 – Fotografias do experimento em que: (a) aquecimento da água e (b) resfriamento da água



Fonte: Arquivo pessoal

Ao observarmos estas 8 propostas de experimento é possível identificar que os materiais utilizados são de fato de baixo custo, podendo ser facilmente encontrados/adquiridos por professores e alunos da Educação Básica.

Deve-se observar também que, ao materializar os princípios físicos presentes nas questões que selecionamos do ENEM, os experimentos aqui apresentados têm potencialmente a virtude de traduzirem o conteúdo das questões do exame para uma realidade mais próxima dos estudantes. Esta aproximação permite ao estudante visualizar sentidos mais amplos para o conteúdo das questões, proporcionando um ambiente de discussão guiado pela prática, aprofundando assim a aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentamos uma abordagem experimental para o ensino de Física, buscando criar uma ponte entre o conteúdo curricular e as demandas do ENEM. A partir da análise das questões de Física do ENEM 2023, foram desenvolvidos 8 experimentos de baixo custo. Estes experimentos não apenas oferecem uma maneira tangível de explorar os conceitos teóricos, mas também promovem a autonomia e a criatividade dos alunos. Ao utilizar materiais simples e de fácil acesso, viabilizamos que essas atividades possam ser implementadas em uma variedade de contextos educacionais, independentemente dos recursos disponíveis.

Ao realizarmos experimentos diretamente associados às questões do ENEM, fornecemos aos estudantes uma preparação direcionada e relevante para este exame nacional, ao mesmo tempo em que cultivamos uma compreensão mais profunda dos princípios físicos fundamentais. Este enfoque pedagógico não apenas fortalece as habilidades dos alunos em resolver problemas, mas também os prepara para aplicar esses conhecimentos em situações do mundo real.

Esperamos também que este trabalho possa servir como um recurso para professores de Física, oferecendo-lhes ferramentas para enriquecer suas aulas e inspirar mais abordagens experimentais na resolução de questões, como, por exemplo, na resolução de questões do ENEM de anos vindouros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, V. Um balanço das políticas do governo Lula para a educação superior: continuidade e ruptura. **Revista de sociologia e política**, v. 24, n. 57, p. 113-126, mar. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-987316245708>. Acesso em 13 set. 2025.

BRASIL. **PCN+ Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - FÍSICA**. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica. Brasília, 2002.

SOUZA JUNIOR, V. F. Uma breve história do Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM: Avanços e ranços até a era digital. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 12, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n12-683>. Acesso em 13 set. 2025.

Correspondência

Luana Cristina Bertollo.

Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-1912-7458>

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/0530732414565702>

E-mail: luanabertollo775@gmail.com.

Graduada em Ciências Naturais e Matemática – Física, Licenciatura, curso da Universidade Federal de Mato Grosso, campus de Sinop, Mato Grosso, Brasil.

Hernani Luiz Azevedo.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6065-7053>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6649540914748537>.

E-mail: hernaniazevedo@gmail.com.

Doutor em Educação em Ciências e Matemática pela Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC), polo UFMT. Docente da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) Campus de Sinop, Mato Grosso, Brasil.