

1. Devolutivas Pedagógicas Enem 2017

Estes resultados são resultados preliminares de um projeto financiado pela FAPESP intitulado “Influência do Status Socioeconômico no Desempenho dos Estudantes nos Itens de Física” 2017/062380. O propósito dessa apresentação aqui é propiciar aos professores de Física e os interessados em Física a possibilidade de refletirem um pouco sobre qual o impacto do status socioeconômico associado ao desempenho; e mais do que isso, permitir aos professores que busquem formas de utilizar essas informações para aperfeiçoar as suas aulas e seu planejamento didático, melhorando assim a formação dos estudantes e criando um futuro onde essas desigualdades possam diminuir.

2. Descrição das Devolutivas Pedagógicas do Enem

As Devolutivas Pedagógicas de Física apresentam uma estrutura comum a todas, onde inicialmente se apresenta uma questão da prova com a estrutura próxima da sua apresentação no dia do exame. Em seguida, aparece a **Resolução** da questão, que são alguns comentários sobre a estrutura e uma das possíveis formas de resolver o problema proposto. Em seguida temos o ponto mais importante dessas devolutivas, que é observar as **Escolhas das alternativas erradas**. Podemos aprender muito mais sobre o conhecimento dos alunos, bem como de suas dificuldades ou de complexidades das diversas áreas da Física ao observar as respostas erradas. Quando os elaboradores escrevem as questões, eles buscam apresentar uma alternativa correta e quatro outras que “apresentam indícios corretos”, isto é, que representam uma etapa do desenvolvimento da resposta ou possíveis visões errôneas da Física ou da interpretação do texto e das imagens. Em geral os professores não concordam com a existência dessas alternativas, que são conhecidas pelo nome técnico de distratores.

O **Gráfico** apresenta três curvas: a primeira que aparece no topo da legenda é a curva correta (representada por um círculo vermelho preenchido de amarelo), seguida de duas outras curvas que apresentam as alternativas erradas mais escolhidas pelos candidatos.

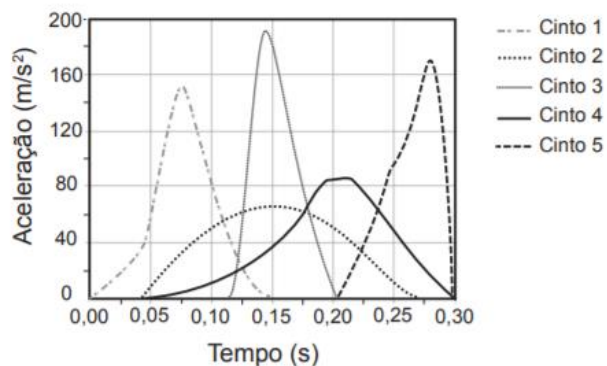
O eixo x apresenta um indicador socioeconômico clássico na literatura, que compõe em porcentagens iguais (os índices parciais são renormalizados) os anos de escolaridade dos pais, a ocupação dos pais e a renda familiar.

Ao observarmos o conjunto de questões de física, fica clara a existência de dois tipos de resultado para a alternativa correta: uma reta ascendente, o que indica que os alunos com maior status social e econômico acertam mais as questões; e uma distribuição da alternativa correta embaralhada entre as diversas outras soluções erradas. Nesse caso, podemos ter para grupos com indicador socioeconômico associado a um alto status educacional e social (acima de 80 pontos no socioeconômico) um aumento da frequência de acerto, com um deslocamento da distribuição no formato de uma “subida” nessa última faixa.

2.1. Questão 93 / Enem 2017

QUESTÃO 93

Em uma colisão frontal entre dois automóveis, a força que o cinto de segurança exerce sobre o tórax e abdômen do motorista pode causar lesões graves nos órgãos internos. Pensando na segurança do seu produto, um fabricante de automóveis realizou testes em cinco modelos diferentes de cinto. Os testes simularam uma colisão de 0,30 segundo de duração, e os bonecos que representavam os ocupantes foram equipados com acelerômetros. Esse equipamento registra o módulo da desaceleração do boneco em função do tempo. Os parâmetros como massa dos bonecos, dimensões dos cintos e velocidade imediatamente antes e após o impacto foram os mesmos para todos os testes. O resultado final obtido está no gráfico de aceleração por tempo.



Qual modelo de cinto oferece menor risco de lesão interna ao motorista?

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4
- E 5

Resolução

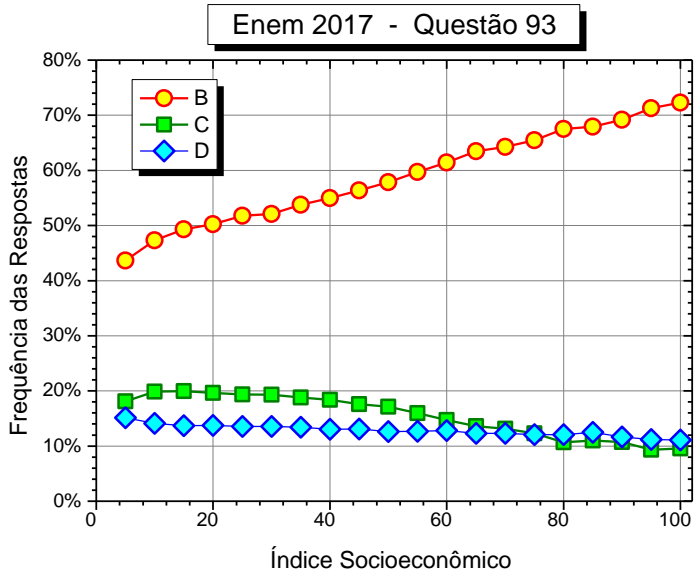
Essa é uma questão associada fundamentalmente à compreensão da (des)aceleração como um fator de risco em colisões. Uma menor desaceleração irá gerar menos força no cinto de segurança, o passageiro sofrerá menor efeito associado a sua inércia.

A alternativa correta (B) é representada pelo cinto 2, apesar do cinto 4 (alternativa D) apresentar um resultado muito similar.

Escolhas das alternativas erradas

Uma das alternativas erradas com maior frequência de respostas é a alternativa D, a qual apresenta um comportamento gráfico similar ao resultado correto (alternativa B).

Outra alternativa errada com alta frequência de escolha é a alternativa C, a qual advém de uma inversão completa na leitura do resultado, com pico mais abrupto, com a maior desaceleração e, provavelmente, maiores danos ao motorista e o passageiro que estivessem utilizando esse modelo de cinto de segurança.



Comentários sobre o gráfico

Vemos uma nítida separação entre a resposta correta, onde todas as classes sociais acertaram a resposta, na faixa de ISE entre 20 e 40 pontos situam-se a maior parte dos alunos que realizam a prova, com um pouco mais de 50% de acerto.

Observe que as alternativas errôneas decrescem sua frequência com o aumento do ISE.

O melhor desempenho das famílias com mais instrução e renda estão associados não somente a uma boa escola como uma formação complementar que aprimoram o capital cultural desses alunos.

2.2. Questão 97 / Enem 2017

QUESTÃO 97

As centrífugas são equipamentos utilizados em laboratórios, clínicas e indústrias. Seu funcionamento faz uso da aceleração centrífuga obtida pela rotação de um recipiente e que serve para a separação de sólidos em suspensão em líquidos ou de líquidos misturados entre si.

RODITI, I. Dicionário Houaiss de física. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005 (adaptado).

Nesse aparelho, a separação das substâncias ocorre em função

- A das diferentes densidades.
- B dos diferentes raios de rotação.
- C das diferentes velocidades angulares.
- D das diferentes quantidades de cada substância.
- E da diferente coesão molecular de cada substância.

Resolução

Uma questão onde os princípios de Física estão aplicados em outras áreas de conhecimento, química ou biologia.

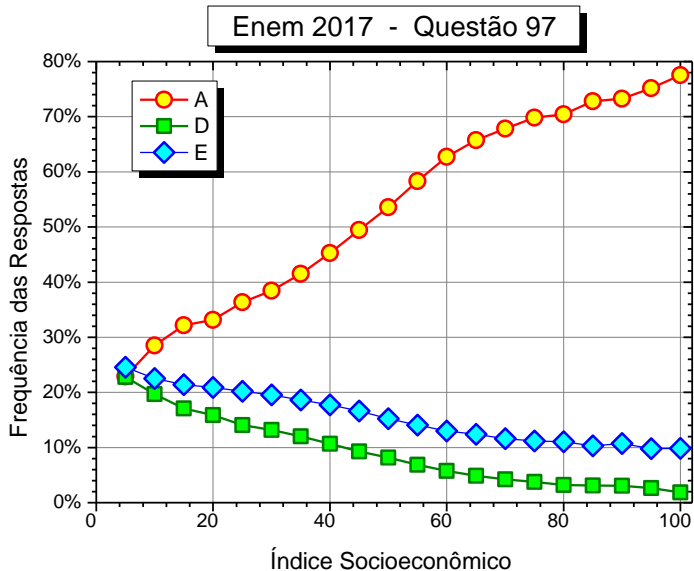
Os alunos que já viram uma centrífuga operando, devem apresentar uma maior facilidade na resposta.

A variação das densidades é o que permite que a força aplicada às substâncias seja distinta, deslocando as substâncias de maior densidade para o fundo dos recipientes.

Escolhas das alternativas erradas

Apesar do poder de separação de uma centrífuga depender da velocidade angular e do raio de rotação da centrífuga em questão, esses parâmetros são constantes para cada centrífuga, diminuindo a chance dos candidatos escolherem as alternativas B e C.

Já a escolha das alternativas D e E pode estar associada à palavra “*substância*”, que está presente na pergunta realizada (“... a separação das *substâncias*...”), fazendo com que alguns alunos optem por essas alternativas erradas.



Comentários sobre o gráfico

Ao aumentar o status social da família, temos que a taxa da alternativa correta sobe quase linearmente, atingindo valores próximos de 80% da resposta correta para as classes sociais mais elevadas.

É perceptível a queda das alternativas errôneas, que atraem um número muito pequeno de alunos.

Caso todos os alunos “chutassem” as respostas, como são cinco alternativas, o valor da taxa de acerto seria próximo de 20%.

2.3. Questão 99 / Enem 2017

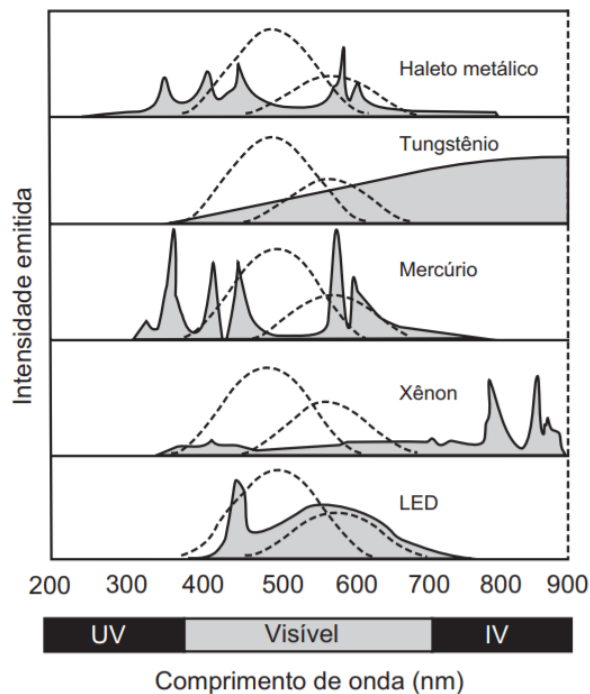
QUESTÃO 99

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.

Qual tipo de lâmpada melhor atende ao desejo do arquiteto?

- A Haleto metálico.
- B Tungstênio.
- C Mercúrio.
- D Xênon.
- E LED.



Disponível em: <http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu>. Acesso em: 8 maio 2017 (adaptado).

Resolução

Existem distintos caminhos para a resolução dessa questão. Se o aluno sabe que infravermelho é quem aquece o ambiente, optariam pela lâmpada com a menor intensidade emitida no infravermelho, podendo apresentar dúvidas entre o haleto metálico e o LED (alternativa A e E, respectivamente).

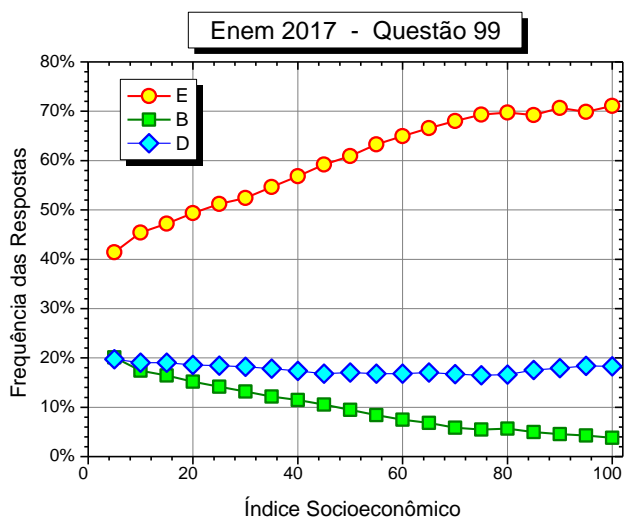
Outro caminho seria observar qual a lâmpada onde a emissão melhor preenche a curva pontilhada que indica a sensibilidade do olho, o que poderia conduzir à duas lâmpadas, a lâmpada LED e a de tungstênio (alternativa B); com vantagem para a LED (alternativa E).

Ou ainda poderia responder que era a lâmpada LED apenas porque é a lâmpada mais moderna, mais nova no uso e nas propagandas sobre lâmpadas eficientes.

Escolhas das alternativas erradas

A alternativa errada mais provável é a que envolve o tungstênio (alternativa B), pois o gráfico apresenta um pouco da resposta esperada, além de ser quase senso comum que tungstênio tem relação com as lâmpadas incandescentes, muito comentadas por professores de Física.

Outro erro possível seria ler “invertido” o gráfico, onde a menor ocupação das curvas de sensibilidade do olho propiciaria o melhor resultado.



Comentários sobre o gráfico

Temos uma grande taxa de opção pela curva correta, onde no pico do número de alunos (perto dos 40 pontos) vamos observar um valor de respostas corretas na faixa de 55%.

Não é possível afirmar categoricamente que a escolha na alternativa D não é uma resposta ao acaso, inclusive está coincidindo com 20% da resposta.

Questões como essas permitem uma boa seleção e classificação de alunos, se conhece com maior certeza qual é o aluno que detém algum conhecimento sobre a área.

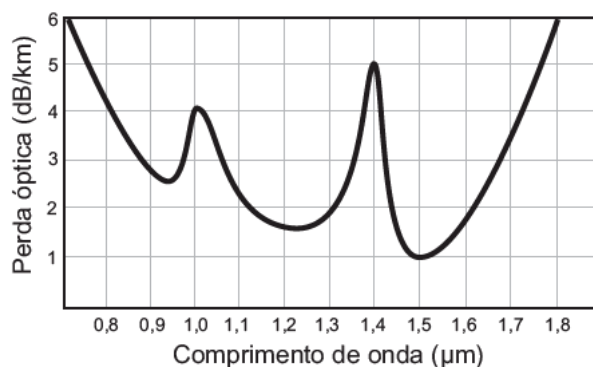
2.4. Questão 101 / Enem 2017

QUESTÃO 101

Em uma linha de transmissão de informações por fibra óptica, quando um sinal diminui sua intensidade para valores inferiores a 10 dB, este precisa ser retransmitido. No entanto, intensidades superiores a 100 dB não podem ser transmitidas adequadamente. A figura apresenta como se dá a perda de sinal (perda óptica) para diferentes comprimentos de onda para certo tipo de fibra óptica.

Qual é a máxima distância, em km, que um sinal pode ser enviado nessa fibra sem ser necessária uma retransmissão?

- A 6
- B 18
- C 60
- D 90
- E 100



Atenuação e limitações das fibras ópticas. Disponível em: www.gta.ufjf.br. Acesso em: 25 maio 2017 (adaptado).

Resolução

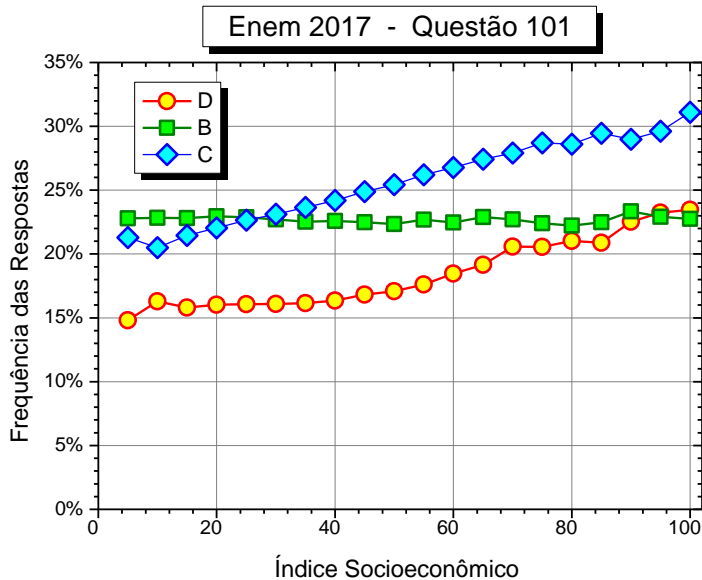
É necessário para a solução que o aluno perceba que pode utilizar luz de qualquer comprimento de onda dentre 0,7 e 1,9 μm (micrometros). A partir dessa observação, deve procurar qual o comprimento de onda que apresenta a menor perda por quilômetro de fibra ótica, que é a luz com comprimento de onda de 1,5 μm. Nessa configuração a perda é igual a 1 dB/km. Como o valor máximo de intensidade da luz a ser injetada na fibra é de 100 dB, e esse valor pode ser atenuado até 10 dB temos uma atenuação possível de 90 dB.

Uma atenuação de 90 dB em uma fibra com perda ótica de 1 dB/km indica que podemos transmitir sem amplificar o sinal por 90 km (alternativa D).

Escolhas das alternativas erradas

Como será visto no gráfico, quase não temos diferença de escolha entre a alternativa correta e as demais alternativas. As alternativas com maior resposta são as alternativa B e C, com números 18 e 60, respectivamente. Na ausência de saber como tratar a questão, os alunos multiplicaram valores que lhes pareciam importantes na questão, 10 dB x 1,8 μm obtendo um valor igual a 18, com uma unidade que não se aproxima de km; e no caso de 60 (alternativa C) a multiplicação corresponde a 6 dB/km x 10 dB.

Esse é um cuidado que é necessário ao aplicar exercícios de fixação em Física, onde os resultados são número inteiros que são obtidos por operações simples sem atenção às unidades.



Comentários sobre o gráfico

As alternativas errôneas discutidas acima apresentaram um maior número de escolhas que a correta, que mal ultrapassa os 20% na faixa de índice econômico muito elevado, perto de 90%.

As respostas oscilam próximas da faixa de 20%, o que sugere respostas ao acaso por todos os grupos sociais, indicando uma questão fora do contexto dos alunos concluintes do Ensino Médio.

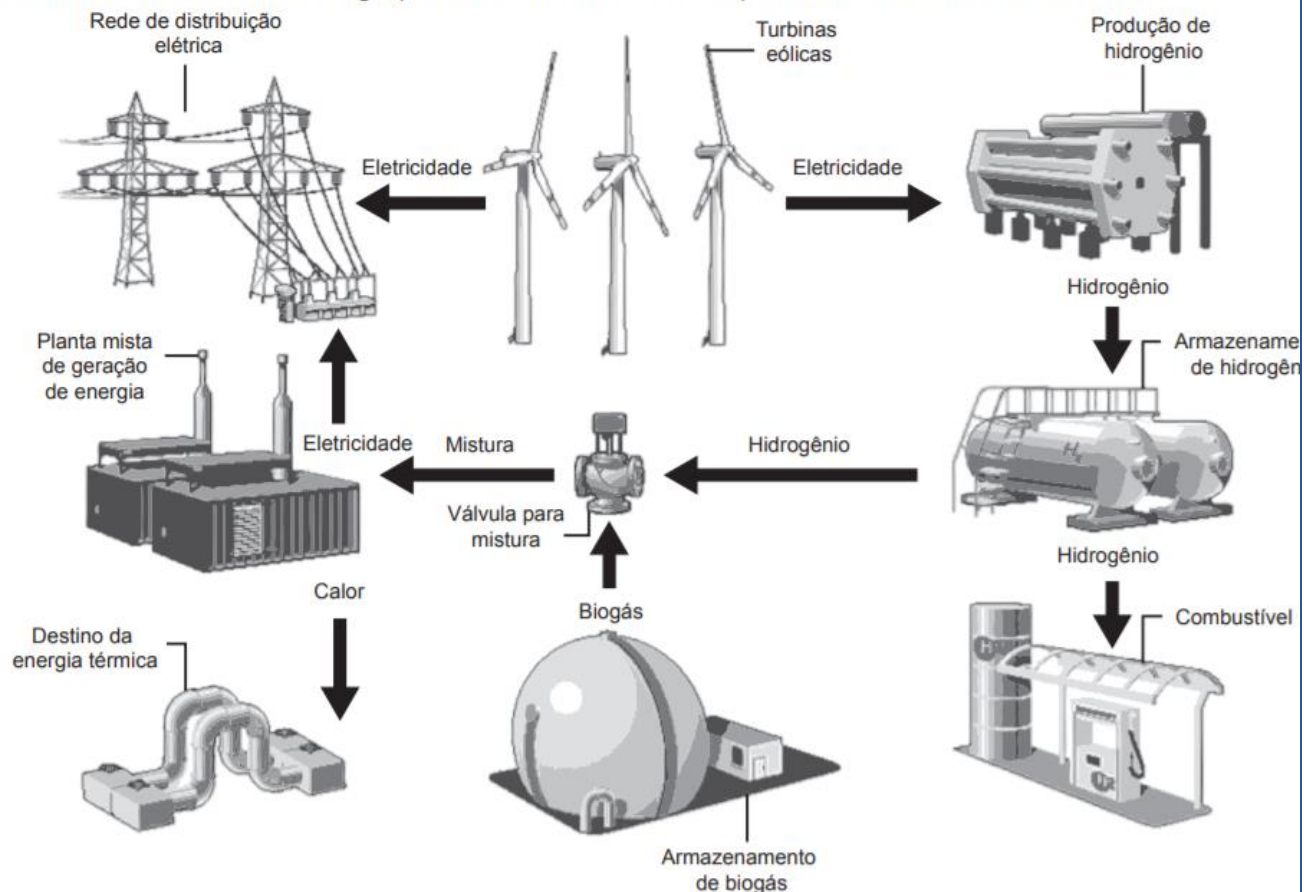
Provavelmente a grande quantidade de etapas a serem vencidas para se obter o resultado final provocaram esse desempenho fraco dos alunos nessa questão.

Outra hipótese é que não conseguiram elaborar o espectro apresentado para a fibra ótica.

2.5. Questão 103 / Enem 2017

QUESTÃO 103

A figura mostra o funcionamento de uma estação híbrida de geração de eletricidade movida a energia eólica e biogás. Essa estação possibilita que a energia gerada no parque eólico seja armazenada na forma de gás hidrogênio usado no fornecimento de energia para a rede elétrica comum e para abastecer células a combustível.



Disponível em: www.enertrag.com. Acesso em: 24 abr. 2015 (adaptado)

Mesmo com ausência de ventos por curtos períodos, essa estação continua abastecendo a cidade onde está instalada, pois o(a)

- A** planta mista de geração de energia realiza eletrólise para enviar energia à rede de distribuição elétrica.
- B** hidrogênio produzido e armazenado é utilizado na combustão com o biogás para gerar calor e eletricidade.
- C** conjunto de turbinas continua girando com a mesma velocidade, por inércia, mantendo a eficiência anterior.
- D** combustão da mistura biogás-hidrogênio gera diretamente energia elétrica adicional para a manutenção da estação.
- E** planta mista de geração de energia é capaz de utilizar todo o calor fornecido na combustão para a geração de eletricidade.

Resolução

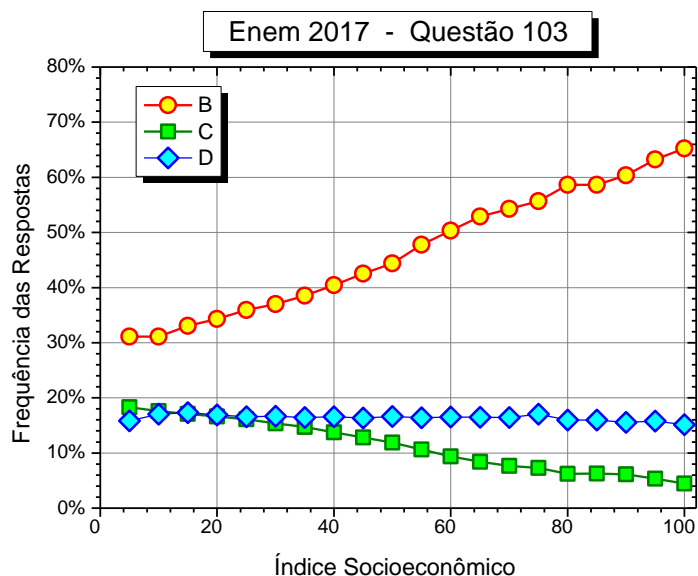
A pergunta em questão é porque essa estação independe dos ventos. Essa independência está relacionada ao fato de que existe uma reserva de biogás e de hidrogênio que podem vir a ser utilizadas para gerar energia (alternativa B).

Perceber a resposta correta implica em saber ler de forma correta o infográfico associado à questão.

Escolhas das alternativas erradas

A combustão da mistura biogás-hidrogênio sugerida na alternativa D está parcialmente correta, pois não é gerada energia elétrica, e sim calor que será transformado em energia elétrica.

É verdade que a inércia pode continuar a gerar energia em caso de ausência de vento (alternativa C), porém isso só ocorre para intervalos muito curtos de tempo, e com perda da eficiência anterior.

**Comentários sobre o gráfico**

O que se observa no gráfico é uma reta ascendente associada à resposta correta, relacionando a queima da mistura biogás-hidrogênio.

As outras alternativas decaem para valores muito baixo, em todas as classes sociais.

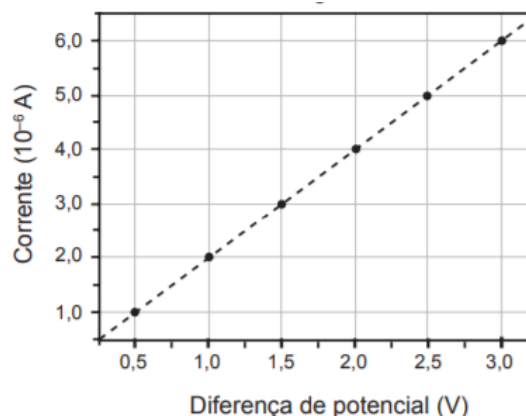
2.6. Questão 108 / Enem 2017

QUESTÃO 108

Dispositivos eletrônicos que utilizam materiais de baixo custo, como polímeros semicondutores, têm sido desenvolvidos para monitorar a concentração de amônia (gás tóxico e incolor) em granjas avícolas. A polianilina é um polímero semicondutor que tem o valor de sua resistência elétrica nominal quadruplicado quando exposta a altas concentrações de amônia. Na ausência de amônia, a polianilina se comporta como um resistor ôhmico e a sua resposta elétrica é mostrada no gráfico.

O valor da resistência elétrica da polianilina na presença de altas concentrações de amônia, em ohm, é igual a

- A** $0,5 \times 10^0$.
- B** $2,0 \times 10^0$.
- C** $2,5 \times 10^5$.
- D** $5,0 \times 10^5$.
- E** $2,0 \times 10^6$.

**Resolução**

Essa é uma questão clássica associada à lei de Ohm, com um contexto de pesquisa e não do ambiente escolar. A partir da medida da diferença de potencial entre dois pontos 1 e 3 V, por exemplo:

$$\Delta V = 3V - 1V = 2V$$

$$\Delta i = (6,0 - 2,0) \times 10^{-6} A = 4 \times 10^{-6} A$$

$$R = \frac{\Delta V}{\Delta i} = 5,0 \times 10^5 \Omega$$

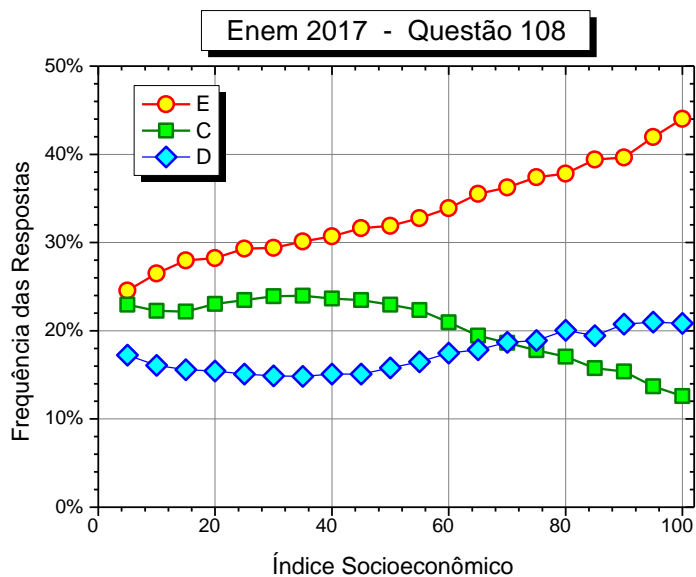
A partir desse momento o aluno tem que lembrar de sua leitura do texto que afirma que em altas concentrações de amônia a resistência elétrica normal é quadruplicada, passando a $2,0 \times 10^6 \Omega$ (alternativa E).

Cabe aqui relembrar que, para além de saber ler e aplicar a lei de Ohm, é necessário também ler com atenção o texto.

Escolhas das alternativas erradas

Os alunos que reponderam à alternativa D calcularam de forma correta a informação presente no gráfico, o que ficou faltando foi ler com mais atenção o enunciado para perceber que faltava uma multiplicação por quatro para a resposta final.

Já a alternativa C apresenta provavelmente um erro de leitura das informações do gráfico. Como a questão é numérica, pode ter ocorrido uma leitura do valor do inverso da corrente (10^{+6}) dividido por quatro.



Comentários sobre o gráfico

No que se refere ao conhecimento da lei de Ohm, deveríamos somar a frequência das alternativas D (errada) e E (correta). Somando ambas as frequências de escolha, temos um bom percentual de respostas corretas no uso da lei de Ohm.

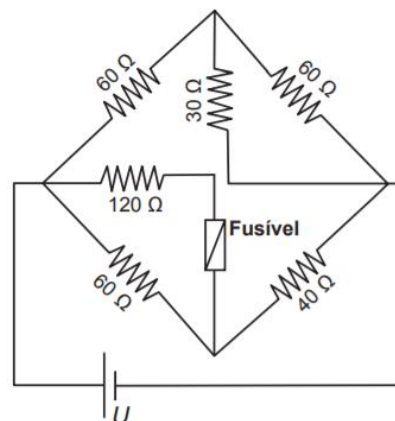
2.7. Questão 111 / Enem 2017

QUESTÃO 111

Fusível é um dispositivo de proteção contra sobrecorrente em circuitos. Quando a corrente que passa por esse componente elétrico é maior que sua máxima corrente nominal, o fusível queima. Dessa forma, evita que a corrente elevada danifique os aparelhos do circuito. Suponha que o circuito elétrico mostrado seja alimentado por uma fonte de tensão U e que o fusível suporte uma corrente nominal de 500 mA.

Qual é o máximo valor da tensão U para que o fusível não queime?

- A** 20 V
- B** 40 V
- C** 60 V
- D** 120 V
- E** 185 V

**Resolução**

O primeiro passo é reconhecer que as três resistências superiores não precisam ser consideradas no problema proposto. Como o fusível suporta 0,5 A e a resistência em série com o fusível é de 120 Ω, lembrando que a resistência do fusível é desprezível, temos uma ddp entre o lado positivo da fonte e a resistência de 40 Ω igual a

$$V = 120 \, \Omega \times 0,5 \, A = 60 \, V$$

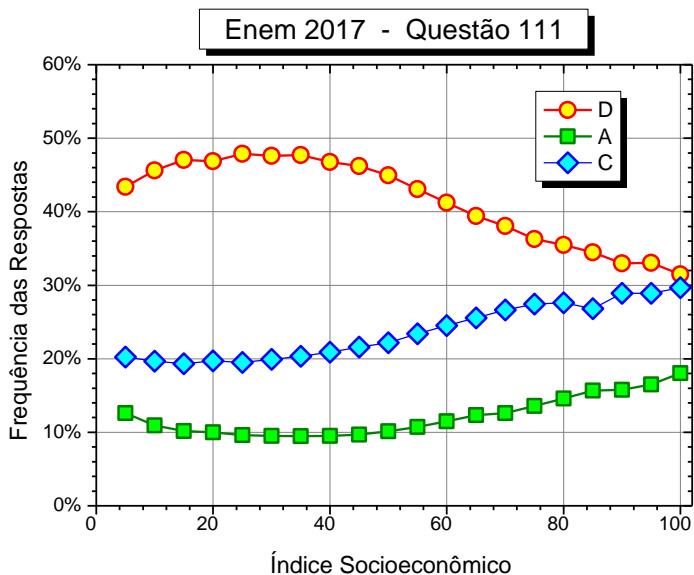
Logo, o ramo inferior apresenta, do lado esquerdo, uma ddp de 60 V, o que corresponde a uma corrente de 1 A atravessando a resistência de 60 Ω. Somando ambas as correntes, temos que 1,5 A atravessam a resistência de 40 Ω (situada à direita no ramo inferior do circuito), o que corresponde a uma ddp sobre a resistência de 60 V.

Como temos duas ddp iguais (60 V) em cada um dos percursos inferiores, a tensão total é de 120 V

Escolhas das alternativas erradas

A alternativa errada com a explicação mais simples é a que indica 60V (alternativa C), que é uma etapa intermediária da resolução do problema.

Se imaginarmos que a resistência equivalente entre as resistências de $60\ \Omega$ e $120\ \Omega$ próximas ao fusível obtemos uma resistência equivalente de $40\ \Omega$. Se a mesma corrente ($0,5\ \text{A}$) que passava em um ramo atravessar a resistência equivalente, teríamos uma ddp de $20\ \text{V}$ entre os extremos, uma boa forma (errada) de calcular a alternativa A.

***Comentários sobre o gráfico***

Apesar de ser uma questão muito difícil, pois requer um bom conhecimento de circuitos e malhas, os candidatos com menor índice socioeconômico familiar (entre 0 e 50 pontos).

Porém, esse acerto, muito provavelmente, não decorre de um acerto, e sim de uma coincidência: a resistência em série com o fusível mede $120\ \Omega$.

Essa é uma boa resposta (valor da resistência em série com o fusível) para quem não sabe elaborar a resposta mais complexa descrita acima.

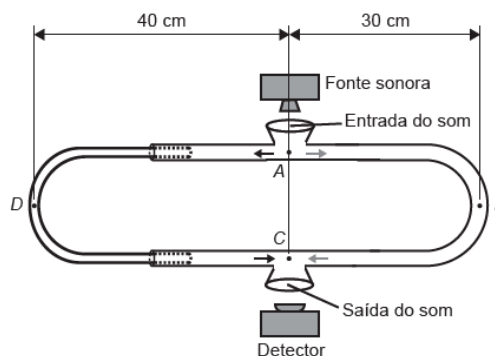
2.8. Questão 113 / Enem 2017

QUESTÃO 113

O trombone de Quincke é um dispositivo experimental utilizado para demonstrar o fenômeno da interferência de ondas sonoras. Uma fonte emite ondas sonoras de determinada frequência na entrada do dispositivo. Essas ondas se dividem pelos dois caminhos (*ADC* e *AEC*) e se encontram no ponto *C*, a saída do dispositivo, onde se posiciona um detector. O trajeto *ADC* pode ser aumentado pelo deslocamento dessa parte do dispositivo. Com o trajeto *ADC* igual ao *AEC*, capta-se um som muito intenso na saída. Entretanto, aumentando-se gradativamente o trajeto *ADC*, até que ele fique como mostrado na figura, a intensidade do som na saída fica praticamente nula. Desta forma, conhecida a velocidade do som no interior do tubo (320 m/s), é possível determinar o valor da frequência do som produzido pela fonte.

O valor da frequência, em hertz, do som produzido pela fonte sonora é

- A** 3 200.
- B** 1 600.
- C** 800.
- D** 640.
- E** 400.



Resolução

O percurso da onda sonora ADC inicialmente é igual ao caminho AEC. Quando o percurso AEC aumenta 20 cm (0,2 m) temos uma intensidade sonora muito diminuída. Aproximando as ondas sonoras por ondas senoidais, temos que a menor interferência destrutiva entre duas ondas ocorre para $\lambda/2$, o que sugere que o valor do comprimento de onda possa ser expresso por $\lambda = 2 \times 0,2 \text{ m} = 0,4 \text{ m}$.

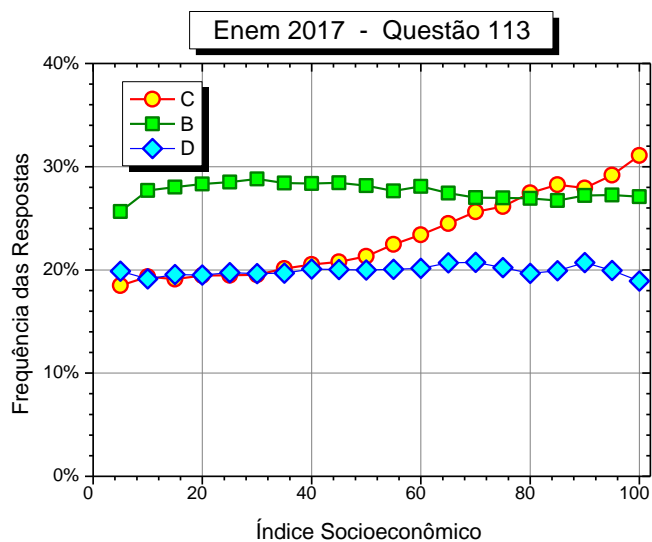
Lembrando-se da equação $V = \lambda \times f$ obtemos o valor para $f = V/\lambda = 320/0,4 = 800 \text{ Hz}$

Escolhas das alternativas erradas

O erro cometido ao optar pela alternativa B pode estar relacionado a considerar apenas dez centímetros na separação entre os dois caminhos, sem contar que existe um aumento no comprimento do tubo superior e do tubo inferior. Com esse erro a resposta seria dada por $\lambda = 2 \times 0,1 \text{ m} = 0,2 \text{ m}$.

Obtemos o valor para $f = V/\lambda = 320/0,2 = 1.600 \text{ Hz}$

Já no caso da alternativa D é provável que a velocidade do som seja multiplicada por dois, a partir de uma equação (errada) do tipo $V = \lambda/2$; podendo também ser apenas uma resposta ao acaso.

***Comentários sobre o gráfico***

Observa-se que muitos escolheram a alternativa B, o que pode indicar um conhecimento do comportamento ondulatório e das relações de interferência construtivas e destrutivas entre as ondas, tendo errado a medida do comprimento do tubo.

Mesmo no topo dos indicadores socioeconômicos, a taxa de acerto ficou próxima de 30 %.

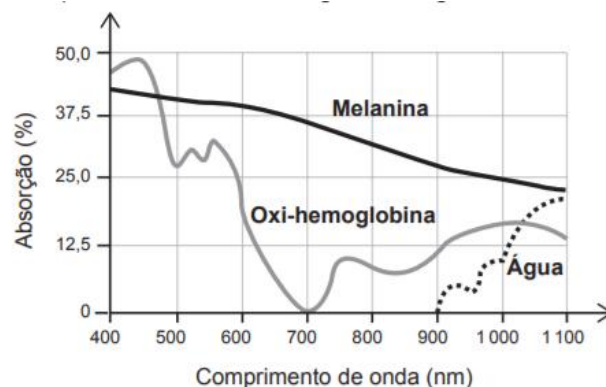
2.9. Questão 123 / Enem 2017

QUESTÃO 123

A epilação a *laser* (popularmente conhecida como depilação a *laser*) consiste na aplicação de uma fonte de luz para aquecer e causar uma lesão localizada e controlada nos folículos capilares. Para evitar que outros tecidos sejam danificados, selecionam-se comprimentos de onda que são absorvidos pela melanina presente nos pelos, mas que não afetam a oxi-hemoglobina do sangue e a água dos tecidos da região em que o tratamento será aplicado. A figura mostra como é a absorção de diferentes comprimentos de onda pela melanina, oxi-hemoglobina e água.

Qual é o comprimento de onda, em nm, ideal para a epilação a *laser*?

- A** 400
- B** 700
- C** 1 100
- D** 900
- E** 500



MACEDO, F. S.; MONTEIRO, E. O. Epilação com *laser* e luz intensa pulsada. *Revista Brasileira de Medicina*. Disponível em: www.moreirajr.com.br. Acesso em: 4 set. 2015 (adaptado).

Resolução

Essa é uma questão que pode ser considerada com um caráter interdisciplinar, onde conceitos de química, física e ciências biológicas estão presentes.

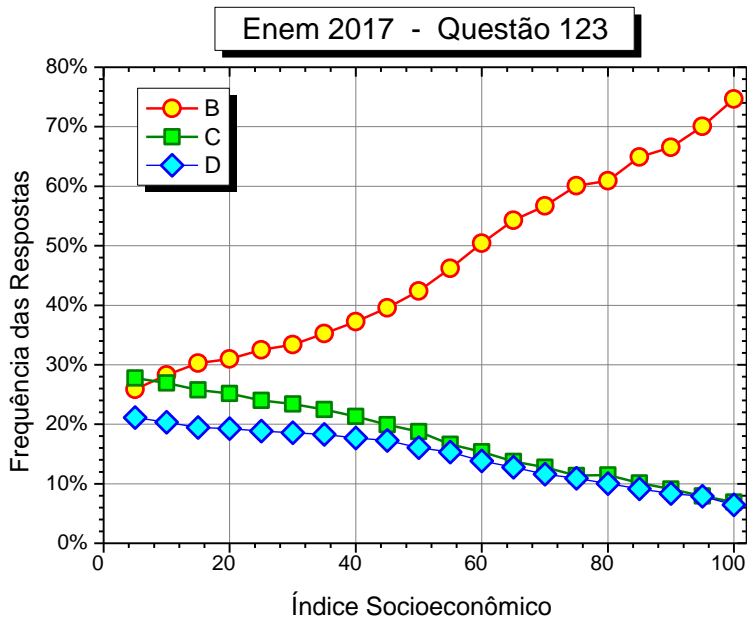
De acordo com o texto, devemos buscar um laser com um comprimento de onda entre 400 e 1100 nm, de forma que a absorção seja mínima tanto pela água quanto pelas oxi-hemoglobinas. O comprimento de onda da luz do laser onde ambas as absorções prejudiciais caem a zero é em 700 nm.

Escolhas das alternativas erradas

A alternativa C opta por minimizar a absorção de energia pela melanina (laser com luz com comprimento de onda de 1,100 nm), porém com alta absorção também para a água e para a oxi-hemoglobina, o que prejudicaria o paciente.

A escolha do laser com 900 nm funciona bem para evitar a absorção pela água, porém não resolve a questão associada às oxi-hemoglobinas que absorveriam uma parte da energia.

Observa-se que todas as alternativas apresentam algum ponto de modificação no gráfico de absorção.



Comentários sobre o gráfico

Novamente temos uma resposta correta que se destaca, seguindo o conceito de que os alunos de famílias com maior status social apresentam maior desempenho em questões com nível intermediário de dificuldade.

É certo que na faixa onde estão a maior parte dos alunos (entre 20 e 40 pontos no índice socioeconômico) temos uma parcela mais reduzida de respostas corretas.

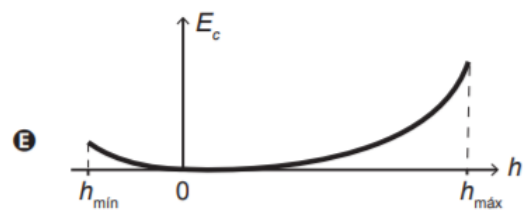
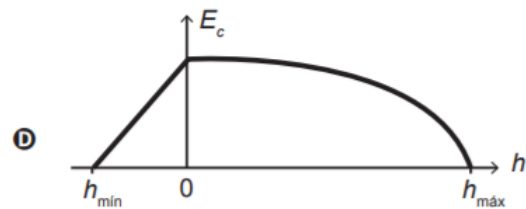
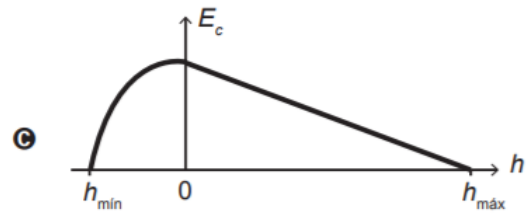
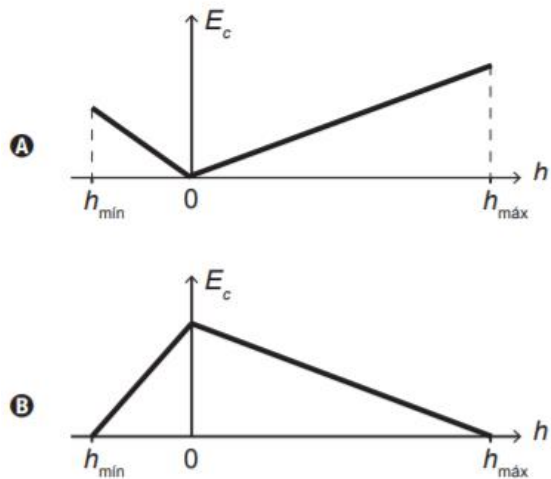
Essa é uma questão muito direta sobre os conhecimentos de absorção de ondas, porém necessita de um bom leitor, que saiba como separar e utilizar as informações fornecidas.

2.10. Questão 124 / Enem 2017

QUESTÃO 124

O brinquedo pula-pula (cama elástica) é composto por uma lona circular flexível horizontal presa por molas à sua borda. As crianças brincam pulando sobre ela, alterando e alternando suas formas de energia. Ao pular verticalmente, desprezando o atrito com o ar e os movimentos de rotação do corpo enquanto salta, uma criança realiza um movimento periódico vertical em torno da posição de equilíbrio da lona ($h = 0$), passando pelos pontos de máxima e de mínima alturas, $h_{\text{máx}}$ e $h_{\text{mín}}$, respectivamente.

Esquemáticamente, o esboço do gráfico da energia cinética da criança em função de sua posição vertical na situação descrita é:



Resolução

Temos duas situações de transferência de energia cinética: em contato com a lona e indiretamente com as molas; quando o saltador está no ar. Ao estar em contato com a lona, a energia cinética é transformada em energia potencial elástica, o que pode ser expresso por

$$\frac{1}{2}mv^2 \approx \frac{1}{2}kx^2 \approx \frac{1}{2}kh^2 \rightarrow E_c \approx h^2$$

Quando a pessoa está no ar, sua energia cinética é transformada em energia potencial gravitacional

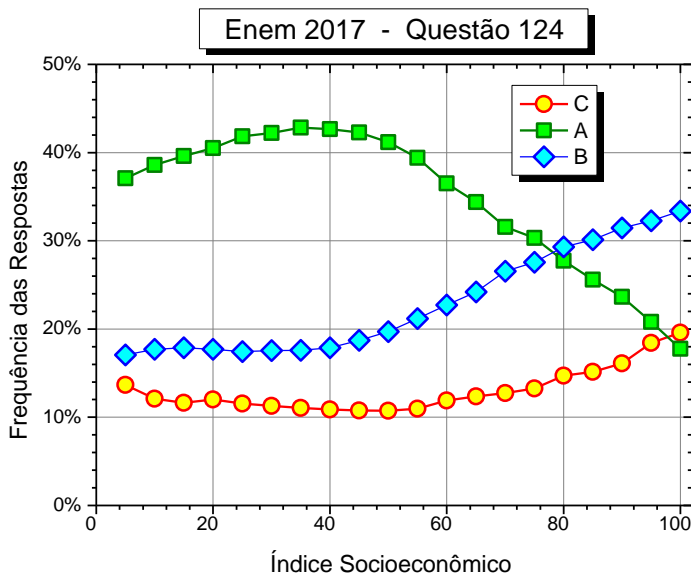
$$\frac{1}{2}mv^2 \approx mgh \rightarrow E_c \approx h$$

Portanto a relação da energia cinética com o pula-pula é quadrática enquanto em contato com o pula-pula e linear quando a pessoa está no ar, sem contato com o pula-pula, o que corresponde à alternativa C.

Escolhas das alternativas erradas

Uma das possíveis soluções (erradas) para a alternativa A é a transferência da visão real de um pula-pula para o gráfico, onde o que o gráfico representaria seria uma “fotografia” do movimento, segundo a proposta de Beichner (1994). É exatamente essa fotografia de alguém pulando que irá aparecer com a lona tocando o “chão”.

Para a alternativa B o raciocínio foi considerar que a força na cama elástica seria proporcional a kx , uma força elástica. Porém, não estamos falando em força elástica, mas sim em energia elástica que possa ser transformada em energia cinética.



Comentários sobre o gráfico

A visão de uma imagem da cama elástica (alternativa A) atrai com muita intensidade os alunos das classes mais populares, com uma frequência de resposta acima de 40% na região com mais alunos (faixa 20-40 do ISE).

Observe que os alunos em uma faixa de status familiar acima de 60 pontos apresentam uma subida de uma alternativa errada, a alternativa B.

Menos de 20% dos alunos da última faixa de renda acertaram essa questão, que pode ser considerada muito difícil.

2.11. Questão 125 / Enem 2017

QUESTÃO 125

Um motorista que atende a uma chamada de celular é levado à desatenção, aumentando a possibilidade de acidentes ocorrerem em razão do aumento de seu tempo de reação. Considere dois motoristas, o primeiro atento e o segundo utilizando o celular enquanto dirige. Eles aceleram seus carros inicialmente a $1,00 \text{ m/s}^2$. Em resposta a uma emergência, freiam com uma desaceleração igual a $5,00 \text{ m/s}^2$. O motorista atento aciona o freio à velocidade de $14,0 \text{ m/s}$, enquanto o desatento, em situação análoga, leva $1,00$ segundo a mais para iniciar a frenagem.

Que distância o motorista desatento percorre a mais do que o motorista atento, até a parada total dos carros?

- A 2,90 m
- B 14,0 m
- C 14,5 m
- D 15,0 m
- E 17,4 m

Resolução

Temos dois motoristas, atento (MA) e desatento (MD). No caso do motorista atento, temos que ele se encontra com uma velocidade de 14 m/s e é perguntado que distância ele irá percorrer até parar, podemos utilizar a equação de Torricelli

$$V_{MA}^2 = 2 \times a_{PARAR} \times D_{MA} \quad D_{MA} = 19,6 \text{ m}$$

Já para o motorista desatento temos duas situações: acelerando durante um segundo e depois freia.

Como andou um segundo com uma aceleração de $1,00 \text{ m/s}^2$, temos que a sua velocidade final irá para 15 m/s , o que implica em um processo em duas etapas para o motorista desatento:

$$V_{fMD}^2 = V_{iMD}^2 + 2 \times a_{ACELERAR} \times D_{1MD} \quad D_{1MD} = 14,5 \text{ m}$$

$$V_{MD}^2 = 2 \times a_{PARAR} \times D_{2MD} \quad D_{2MD} = 22,5 \text{ m}$$

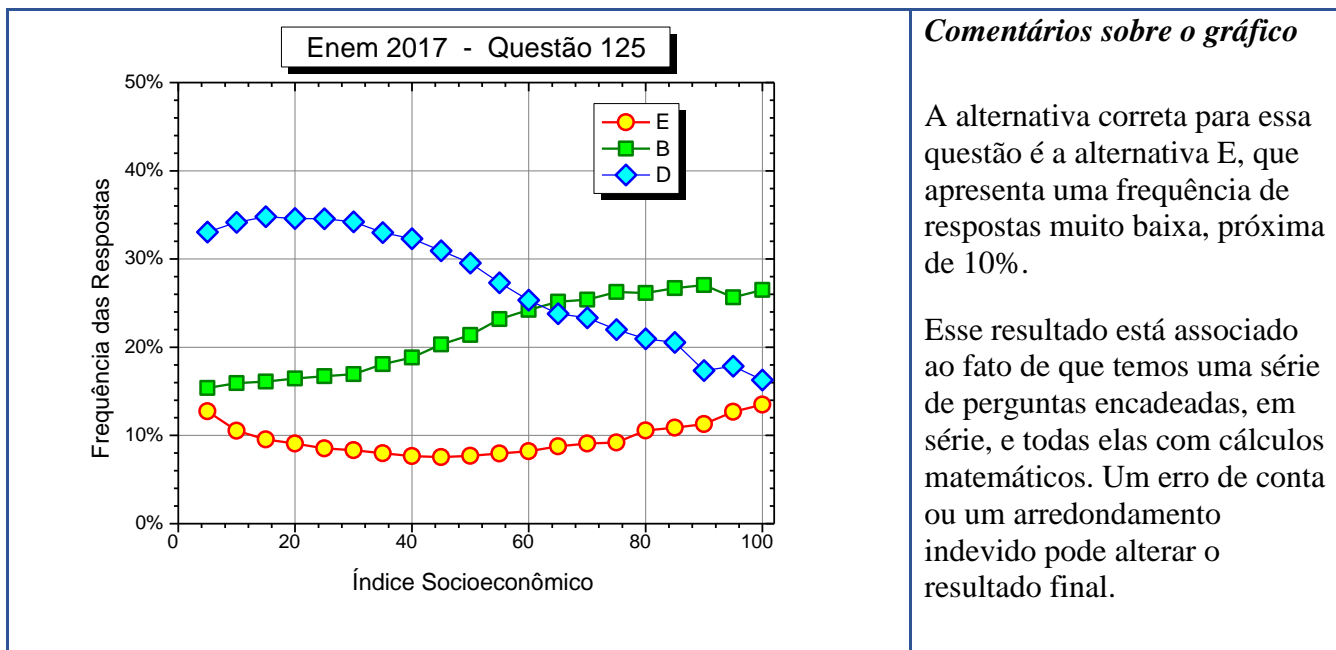
De posse de ambos os valores de distância, temos que a diferença ao parar será de

$$D_{PARADOS} = (14,5 \text{ m} + 22,5 \text{ m}) - 19,6 \text{ m} = 17,4 \text{ m}$$

Escolhas das alternativas erradas

Ao observar o gabarito, notamos que as alternativas erradas apresentam pouca relação com os cálculos desenvolvidos para chegar ao resultado correto. As alternativas B e D são apenas os valores numéricos das duas velocidades apresentadas no texto (14 m/s e a próxima que requer um cálculo mínimo para se obter 15 m/s).

A distância que o carro com o condutor desatento anda a mais antes de começar a frear é de $14,5 \text{ m}$, sendo a alternativa C, porém errada, pois faltaram os demais cálculos sobre as outras distâncias.



2.12. Questão 127 / Enem 2017

QUESTÃO 127

Para demonstrar o processo de transformação de energia mecânica em elétrica, um estudante constrói um pequeno gerador utilizando:

- um fio de cobre de diâmetro D enrolado em N espiras circulares de área A ;
- dois ímãs que criam no espaço entre eles um campo magnético uniforme de intensidade B ; e
- um sistema de engrenagens que lhe permite girar as espiras em torno de um eixo com uma frequência f .

Ao fazer o gerador funcionar, o estudante obteve uma tensão máxima V e uma corrente de curto-circuito i .

Para dobrar o valor da tensão máxima V do gerador mantendo constante o valor da corrente de curto-circuito i , o estudante deve dobrar o(a)

- Ⓐ número de espiras.
- Ⓑ frequência de giro.
- Ⓒ intensidade do campo magnético.
- Ⓓ área das espiras.
- Ⓔ diâmetro do fio.

Resolução

A tensão máxima de um gerador (ξ) é dada pela variação do fluxo magnético (ϕ) nas bobinas em função do tempo

$$\xi = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

Portanto, para dobrar a tensão máxima posso dobrar a intensidade do campo magnético, dobrar a frequência de giro das espiras ou ainda dobrar o número de espiras.

A corrente de curto circuito (i_{CC}) é dada pela resistência interna do gerador R_i , a qual depende da espessura e do comprimento do fio das espiras e da tensão máxima

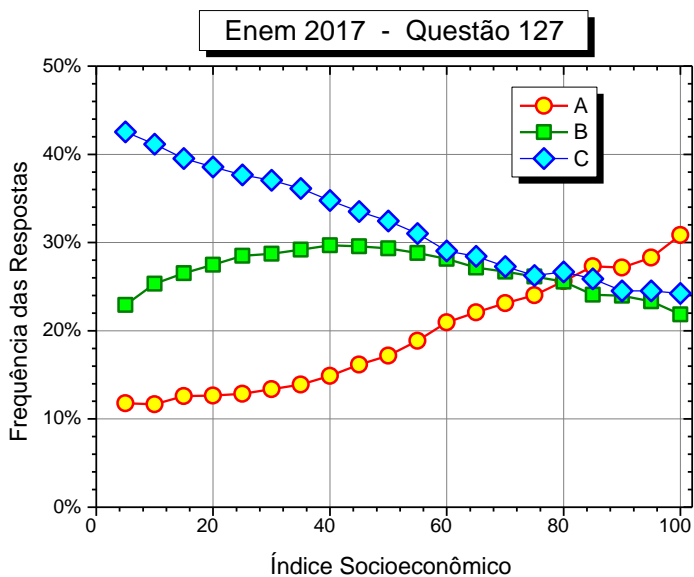
$$i_{CC} = \frac{\xi}{R_i}$$

Logo, se é dobrada a tensão máxima, necessito dobrar a resistência interna, o que só pode ser obtido aumentando o comprimento do fio; o que conduz à resposta esperadas, que é dobrar o número de espiras.

Escolhas das alternativas erradas

As alternativas B e C (dobrar a frequência de giro e dobrar o campo magnético, respectivamente) são válidas para dobrar a tensão máxima, porém não para manter constante a corrente de curto circuito. Essas respostas estão corretas para a primeira metade da questão.

Dobrar a área da espira também seria uma possibilidade de resposta parcialmente correta.



Comentários sobre o gráfico

Observa-se que a alternativa C, dobrar o campo magnético diminui sua frequência de respostas em função do ISE.

A frequência de resposta para ampliar a frequência de giro também apresenta um decréscimo com o crescimento do status familiar.

Já a alternativa correta é respondida por um pequeno número de candidatos.

2.13. Questão 130 / Enem 2017

QUESTÃO 130

Em algumas residências, cercas eletrificadas são utilizadas com o objetivo de afastar possíveis invasores. Uma cerca eletrificada funciona com uma diferença de potencial elétrico de aproximadamente 10 000 V. Para que não seja letal, a corrente que pode ser transmitida através de uma pessoa não deve ser maior do que 0,01 A. Já a resistência elétrica corporal entre as mãos e os pés de uma pessoa é da ordem de 1 000 Ω .

Para que a corrente não seja letal a uma pessoa que toca a cerca eletrificada, o gerador de tensão deve possuir uma resistência interna que, em relação à do corpo humano, é

- A praticamente nula.
- B aproximadamente igual.
- C milhares de vezes maior.
- D da ordem de 10 vezes maior.
- E da ordem de 10 vezes menor.

Resolução

Essa questão só pode ser resolvida se o aluno souber o que é a resistência interna de um gerador, e como essa resistência interna se conecta à resistência externa.

A resistência interna se conecta à resistência da pessoa, e essa nova resistência está submetida a 10.000 V. A corrente máxima que uma pessoa pode suportar é próxima de 0,01 A.

$$V_{GERADOR} = (R_{GERADOR} + R_{PESSOA}) \times I_{PESSOA}$$

Como a corrente que passa pelo gerador é igual à que passa pela pessoa, podemos agora calcular o valor da resistência interna do gerador, que será

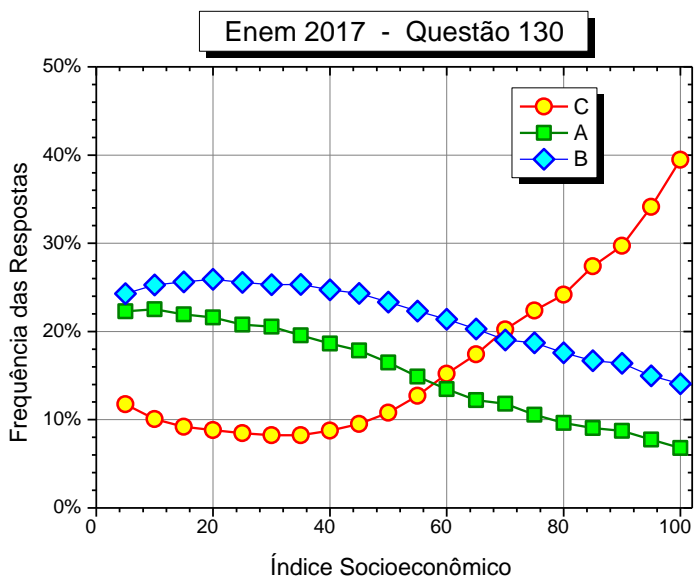
$$R_{GERADOR} = \frac{V_{GERADOR}}{I_{PESSOA}} - R_{PESSOA} = \frac{10.000 \text{ V}}{0,01 \text{ A}} - 1.000 \Omega = 1.000.000 \Omega - 1.000 \Omega$$

ou seja, a resistência interna do gerador será de aproximadamente mil de vezes a resistência de um ser humano, conduzindo à alternativa correta C.

Escolhas das alternativas erradas

O conceito de que uma fonte ideal tem resistência interna nula é muito arraigado, portanto é um conhecimento com pouca elaboração em relação ao problema proposto, onde não estamos tratando de uma fonte ideal, porém mesmo assim muitos alunos escolhem a alternativa A.

Apesar de ser uma das alternativas com mais opções, a alternativa B pode ter uma vinculação com uma linha de raciocínio onde, os valores fornecidos para resistência interna não matam seres humanos, então se esses valores forem repetidos para a fonte de tensão da cerca elétrica, continuariam não matando os seres humanos.



Comentários sobre o gráfico

É possível observar que as respostas mais comuns a uma situação de comparação entre duas medidas, temos duas das soluções erradas, uma associada à resistência interna nula (alternativa A), que é padrão em análises simplificadas de geradores (um gerador ideal apresentaria resistência interna nula).

Já a alternativa B propõe que ambas as resistências sejam iguais, pelos motivos já expostos.

A resposta correta começa a apresentar uma subida abrupta acima da faixa de 60 pontos no indicador socioeconômico.

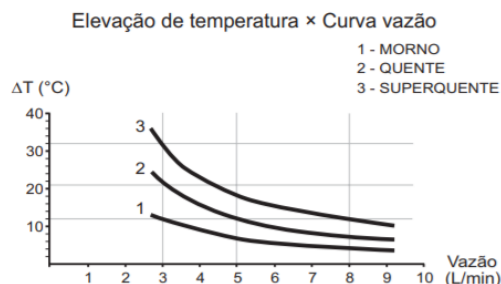
2.14. Questão 134 / Enem 2017

QUESTÃO 134

No manual fornecido pelo fabricante de uma ducha elétrica de 220 V é apresentado um gráfico com a variação da temperatura da água em função da vazão para três condições (morno, quente e superquente). Na condição superquente, a potência dissipada é de 6 500 W. Considere o calor específico da água igual a 4 200 J/(kg °C) e densidade da água igual a 1 kg/L.

Com base nas informações dadas, a potência na condição morno corresponde a que fração da potência na condição superquente?

- A $\frac{1}{3}$
- B $\frac{1}{5}$
- C $\frac{3}{5}$
- D $\frac{3}{8}$
- E $\frac{5}{8}$

**Resolução**

Podemos escolher uma vazão qualquer para trabalhar, porém o autor já criou um gráfico com uma escala modificada para uma vazão de três litros por minuto (ϕ). A potência pode ser expressa como a variação temporal do calor fornecido ao chuveiro, podendo ser trabalhado juntamente com a vazão

$$Q = m \times C \times \Delta T \quad P_{DISSIPADA} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{m \times C \times \Delta T}{\Delta t} = \phi \times C \times \Delta T$$

O que nos interessa é a razão entre as potências dissipadas no chuveiro MORNO e no chuveiro SUPERQUENTE.

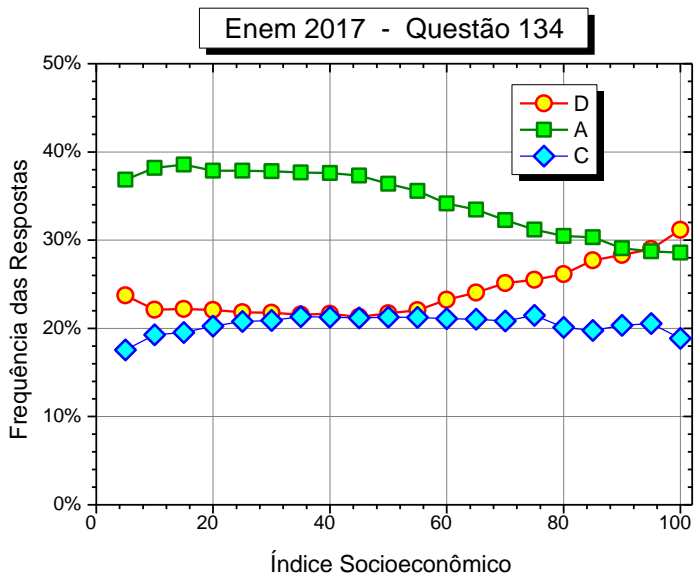
$$\frac{P_{MORNO}}{P_{SUPERQUENTE}} = \frac{\phi \times C \times \Delta T_{MORNO}}{\phi \times C \times \Delta T_{SUPERQUENTE}} = \frac{\Delta T_{MORNO}}{\Delta T_{SUPERQUENTE}} = \frac{12 C}{32 C} = \frac{3}{8}$$

O que nos conduz à alternativa D.

Outro raciocínio possível seria pensar na potência como associada à variação da temperatura, visto que é o mesmo fluxo de água para ambas as temperaturas, e se obtém como resposta a razão entre as variações de temperatura.

Escolhas das alternativas erradas

A alternativa errônea que mais prejudicou os alunos foi a alternativa A, pois o gráfico foi desenhado com os eixos deslocados dos números principais, o que é um erro de construção do gráfico. Se as linhas principais não estivessem deslocadas, a alternativa A seria a resposta correta.



Comentários sobre o gráfico

Observa-se que a frequência da resposta correta é muito baixa, atingindo no máximo 30%.

A resposta que atrai mais os candidatos podem estar associada à uma resolução correta com uma leitura errônea de um gráfico de leitura difícil.