2025

Vestibular Unicamp

PROVA COMENTADA

2ª FASE • CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
INTERDISCIPLINARES DE CIÊNCIAS HUMANAS
MATEMÁTICA
FÍSICA
QUÍMICA

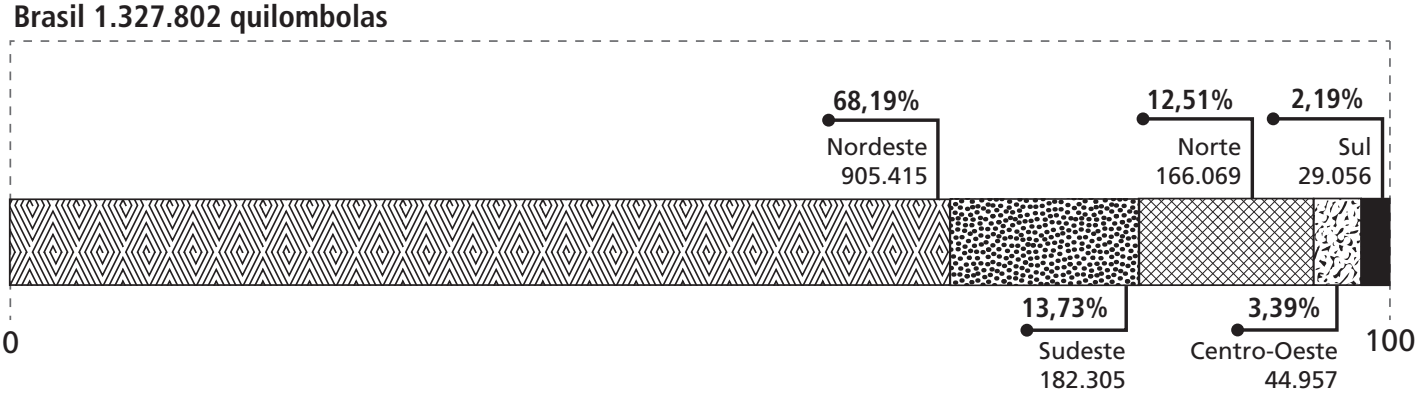
2025 Vestibular Unicamp

INTERDISCIPLINARES DE CIÊNCIAS HUMANAS

A elaboração das duas questões interdisciplinares envolvendo Geografia e História foi exigente e complexa. A proximidade entre os dois campos disciplinares não torna a tarefa mais simples. A escolha dos temas é o principal desafio, pois estes devem envolver uma boa articulação entre as áreas. Outro desafio se refere à atualidade das questões colocadas, convocando os candidatos a mobilizar repertórios adquiridos na formação básica para tratar temáticas com forte relevância social. Portanto, deveriam expressar uma leitura crítica do tempo e do espaço do presente. Os candidatos, além disso, deveriam mobilizar habilidade para extrair informação de gráfico, bem como habilidade para interpretação e correlação de textos

QUESTÃO 1

População Quilombola no Brasil por regiões



(Fonte: Censo, IBGE, 2022)

(Disponível em https://www.gov.br/pt-br/noticias/assistencia-social/2023/07/populacao-quilombola-e-de-1-3-milhao-indica-recorte-inedito-do-censo. Acesso em 11/08/2024.)

A partir da leitura do gráfico e de sua legenda, faça o que se pede.

a) Cite dois fatores históricos que ocasionaram a maior concentração de quilombolas em uma região brasileira. Explique por que esses fatores impactaram tal concentração.

b) Identifique e explique – considerando o contexto a partir do século XXI – dois desafios relativos aos territórios quilombolas no país.

Objetivo da Questão

Esta questão teve por objetivo abordar os seguintes conteúdos relativos aos tópicos dos programas de geografia e história da prova: a) do Programa de Geografia: "Formação territorial do Brasil: lógica do povoamento, ocupação, fronteiras"; "Populações tradicionais, especificidades regionais e disputas territoriais"; "Geografia de gênero e raça: dinâmicas socioterritoriais contemporâneas". b) Programa de História: "O Brasil após-1985: política, movimentos sociais, economia, crises e cultura". Alude aos eixos norteadores "Os procedimentos de uma história não eurocêntrica: povos, sociedades e culturas em um contexto plural" e "A noção de cidadania e os direitos civis, sociais e políticos". A questão cobrou conhecimento sobre população tradicional quilombola e seus territórios, sendo necessário argumentar em termos de contextualização histórica, situação geográfica e desafios ao futuro. Assim, partindo de uma situação presente apresentada através de um gráfico sobre a distribuição macrorregional da população quilombola no Brasil em 2022, pediu-se aos candidatos que explicassem os fatores históricos desta concentração. Além disso, os candidatos deveriam conhecer a situação atual dos territórios quilombolas no país, tendo em vista diversos desafios ligados à posse da terra e à cidadania. O conhecimento abordado na questão pode estabelecer correlação especialmente com as áreas da sociologia, do direito, das políticas territoriais, entre outras. Trata-se de um conhecimento fundamental ao campo das políticas públicas.

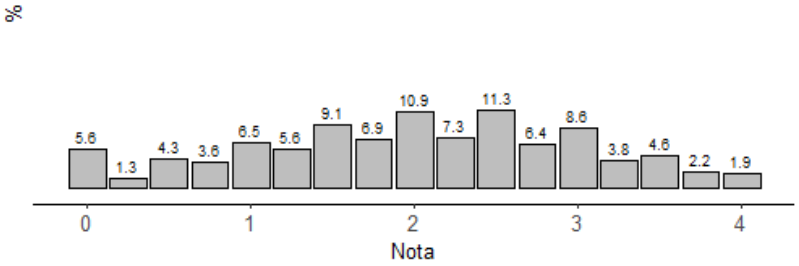
Resposta Esperada

a) Dois importantes fatores históricos que justificam a maior concentração de comunidades quilombolas no nordeste brasileiro, como evidenciado pelo censo de 2022, são, de um lado, a presença de população africana escravizada nessa região, durante a colonização e império, sobretudo em ciclos produtivos ligados à produção de cana-de açúcar e, de outro, a formação de quilombos como forma de resistência. Durante a escravidão, foram recorrentes as fugas e reorganizações das comunidades de escravos, libertos e população negra livre em regiões mais afastadas dos centros urbanos, regiões estas que tinham nos quilombos, como o histórico quilombo de Palmares, um local de resistência sociocultural contra os abusos econômicos, políticos e a exploração colonial. Assim, nessas regiões, historicamente se constituíram a maior parte dos quilombos do território, também pela geografia do Nordeste, com serras, matas e sertões, possibilitando a construção desses espaços de autodeterminação e autonomia, com ênfase na manutenção das tradições culturais e na relação com a terra.

b) Os desafios enfrentados pelos quilombos brasileiros no século XXI podem ser organizados a partir de alguns eixos gerais. O primeiro deles está relacionado às ausências de políticas públicas eficientes que garantam a posse do território e mesmo sua proteção frente aos interesses dos latifundiários, mineradores e grileiros. Não há dúvidas de que o direito quilombola avançou a partir da Constituição de 1988, mas os desafios são ainda muito expressivos. A questão da posse do território acaba sendo ampliada pela dificuldade da superação das desigualdades históricas que seguem retalhando ou impedindo que a população quilombola tenha acesso à titulação das terras, pois o processo é lento, burocrático e imerso em insegurança jurídica e racismo estrutural. Pode-se citar desafios de ordem social, pois o racismo e a dificuldade de acesso aos serviços

e direitos perpetuam as desigualdades, estereótipos e preconceitos. Pode-se citar, ainda, o desafio cultural de — mesmo diante de tantas ofensivas violentas contra as comunidades quilombolas — seguirem na luta pela preservação do patrimônio cultural imaterial, suas religiosidades e práticas, da alimentação a saberes partilhados. Inserida nas questões culturais, a preservação da memória se torna uma luta pelo direito ao seu passado, à existência no presente e às projeções e sonhos de futuro. A memória tem função social central na constituição e manutenção dos quilombos brasileiros, pois opera como prática cultural capaz de formar identidades e coletividades em uma história narrada como resistência. A memória, assim, permite a continuidade das práticas culturais por meio da transmissão oral, das tradições compartilhadas e ligadas à ancestralidade africana e diaspórica, ampliando o sentimento de pertencimento à terra e o sentimento de luta pelos direitos ao território por meio das gerações. Por fim, é possível observar os desafios em implementar e terem respeitadas as políticas públicas específicas para essas comunidades, de escolarização ao acesso à saúde, por exemplo.

Desempenho dos Candidatos



Comentários Gerais

A questão apresentou nível médio de dificuldade (IF 0.497)., tal como previsto pela banca elaboradora e pela banca revisora. Trata-se de um tema que vem sendo abordado no ensino médio com maior frequência e cuidado face a sua relevância social no enfrentamento do racismo e a ausência de direitos sociais da população negra. Envolveu conhecimentos prévios sobre história colonial, quilombos e a atual situação de direito ao território das populações tradicionais. Ainda que 5.6 % dos candidatos tenham zerado a questão, os demais responderam-na relativamente bem, conseguindo contextualizar, argumentar e expor conhecimento sobre a temática. A questão, portanto, apresentou uma boa distribuição (ID 0.400). O item A se mostrou relativamente mais fácil para os candidatos, que se apoiaram em conhecimentos históricos prévios, presentes nos livros didáticos. Já o item B foi mais desafiante, pois os candidatos deveriam explicar a função social da memória e discorrer sobre a complexa situação atual das terras quilombolas.

QUESTÃO 2

"O tipo de poder favorecido pela extensão do ciberespaço não é, evidentemente, o poder hierárquico, burocrático ou territorial à antiga. Cada vez mais, será um poder nascido da capacidade de aprender e de trabalhar de maneira cooperativa, relacionado com o grau de confiança e de reconhecimento recíprocos reinantes num contexto social.

(LEVY, P. A Revolução contemporânea em matéria de comunicação. *Revista FAMECOS*, 9, p. 43, dezembro de 1998.)

"Após se consolidar a abertura comercial da internet nas últimas décadas, constata-se que essa rede tem sido apropriada como um sistema global de monitoramento financeiro e civil por onde se desdobra a geopolítica do século XXI. Tanto o comércio global quanto as viagens aéreas são reorganizados para possibilitar a identificação, rastreamento e manutenção dos corpos e circulações sob controle. Telefones celulares e passaportes têm o potencial de transformar em dispositivos de rastreamento o objeto que os porta".

(Adaptado de GRAHAM, S. *Cidades sitiadas*: O novo urbanismo militar. São Paulo: Boitempo, p. 129, 2016.)

A partir da leitura dos dois excertos acima,

a) indique duas funções atribuídas à internet por cada um dos autores. Explique cada uma delas.

b) relacione o contexto de publicação de cada um dos excertos acima à leitura que os autores fazem sobre a potencialidade da internet.

Objetivo da Questão

Esta questão teve por objetivo abordar os seguintes conteúdos relativos aos tópicos dos programas de geografia e história da prova: a) do Programa de Geografia: relativo ao conteúdo programático "Regionalização do espaço mundial", que envolve os itens "Geografia das redes: fluxos materiais e imateriais na globalização; o controle da informação" e "Geopolítica e geoeconomia mundial: poder estatal, militar e econômico"; b) do Programa de História: relativo ao conteúdo programático "História do Tempo Presente", em particular "O processo de globalização: dinâmicas e tensões locais e globais". A questão cobrou a

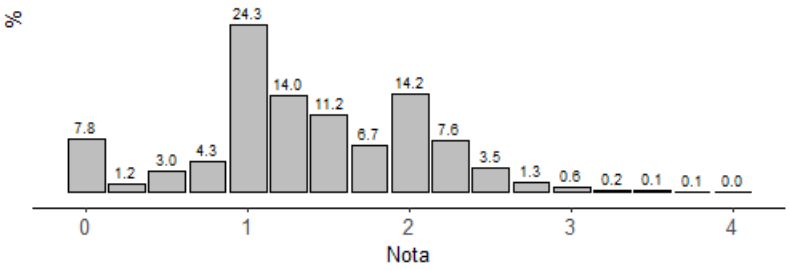
interpretação da posição de dois autores com relação à rede global internet, suas potencialidades (para a emancipação da humanidade) e perigos (mediante usos militares e econômicos). O estudante poderia ter mobilizado conhecimento prévio sobre o processo de globalização, as tecnologias da informação e comunicação e seus usos (reais e possíveis) para melhor explicar a posição (datada em diferentes conjunturas) dos autores. O conhecimento abordado na questão pode estabelecer correlação especialmente com as áreas da sociologia, do direito, da economia, entre outras. Trata-se de um conhecimento fundamental ao campo das políticas públicas voltadas ao direito à comunicação, por exemplo.

Resposta Esperada

a) Para Pierre Lévy, a internet tem como função descentralizar o poder hierárquico ou territorial, pois pode oferecer formas de troca e cooperação entre grupos e sujeitos subalternizados, ao contrário dos antigos sistemas de comunicação, conduzidos pelas elites econômicas. Também, para ele, produzir confiança e aprendizagem colaborativa é uma função da internet, onde o conhecimento passa a ser realizado em forma de rede, com reconhecimento de saberes diversos que compõem o corpo social. Por outro lado, Stephen Graham apresenta uma visão mais crítica, sendo o seu texto mais recente. Ele afirma que a função da internet hoje é realizar o monitoramento e controle financeiro e civil, sendo um braço do poder geopolítico. Isso se realiza mediante identificação e rastreamento dos corpos, em telefones celulares e passaportes, por exemplo. No que tange ao mercado, a internet monitora fluxos financeiros, transações e informações sobre empresas e indivíduos. Essas funções alteram a compreensão espacial urbana, que passa a ser altamente controlada.

b) O texto de Lévy foi publicado em 1998, num contexto mais inicial da internet e de sua difusão e formas de uso. No início da popularização, portanto, havia mais otimismo em ver a internet como espaço de democratização de saberes e novas formas de coletividades e de contestar poderes hegemônicos. Portanto, nesta visão, acreditava-se que haveria computadores pessoais mais acessíveis, que o ciberespaço alavancaria a inteligência coletiva e a experimentação. Embora parte dessas visões tenha mesmo se constituído, uma nova esfera de controle e poder foi amplamente estimulada pela internet, como afirma Graham. Ao lado das práticas colaborativas, o autor, que escreveu em 2016, expõe o avanço da militarização e das tecnologias de monitoramento e controle dos corpos, trazendo novos problemas como privacidade, vigilância em tempo real e segurança, sobretudo no momento histórico de Guerra ao Terror, como após o ataque das torres gêmeas em Nova Iorque em 2001.

Desempenho dos Candidatos



Comentários Gerais

Esta questão se mostrou difícil para os candidatos (IF 0.341), tal como previsto pela banca elaboradora e pela banca revisora. Todavia, causou surpresa que poucos candidatos tenham alcançado notas mais altas. A maioria, conforme o gráfico acima, obteve nota entre 1 e 2, sendo que 7,8% zerou a questão. A distribuição das notas não foi boa (ID fraco - 0.189). Os candidatos talvez tenham se surpreendido com o formato da questão, dos comandos, das habilidades cobradas (interpretação de texto, exploração das intencionalidades dos autores não explicitadas, análise dos excertos em relação ao seu contexto de produção). Mas, certamente, esperava-se que conseguissem mobilizar melhor o conhecimento sobre uma temática amplamente tratada no ensino médio. O item A se mostrou um pouco mais fácil para os candidatos, que deveriam indicar e explicar duas funções atribuídas à internet por cada um dos autores. Já o item B foi bem mais desafiante, pois os candidatos deveriam relacionar o contexto de publicação (contexto histórico dos anos 1990 e dos anos 2010) de cada um dos excertos acima à leitura que os autores fazem sobre a potencialidade da internet.



MATEMÁTICA

O objetivo da prova de Matemática do Vestibular da Unicamp é avaliar o conhecimento dos candidatos sobre o conteúdo da área no Ensino Fundamental e Médio, com base no Programa do Vestibular.

A prova da Unicamp pede que o candidato utilize seus conhecimentos de forma contextualizada e integrada, ao invés de exigir fórmulas decoradas. Algumas questões foram mais técnicas e outras contextualizadas, o que exigiu análise de gráficos e tabelas. As questões foram originais, apresentaram enunciados objetivos, e abordaram mais de um tópico do programa.

A estrutura da 2ª fase no VU2025 foi a seguinte:

— Candidatos a cursos das áreas de Ciências Humanas e Artes fizeram quatro questões de matemática, que iremos denotar por A, B, C, D.

— Candidatos a cursos das áreas de Ciências Biológicas e Profissões de Saúde fizeram quatro questões de matemática, que iremos denotar por A, X, Y, Z (a primeira questão foi comum a todos os candidatos).

— Candidatos a cursos das áreas de Ciências Exatas, Tecnológicas e da Terra fizeram seis questões de matemática, que iremos denotar por A, X, Y, Z, K, L (a primeira questão foi comum a todos os candidatos; as quatro primeiras são exatamente as questões feitas pelos candidatos das áreas de Ciências Biológicas e Profissões de Saúde).

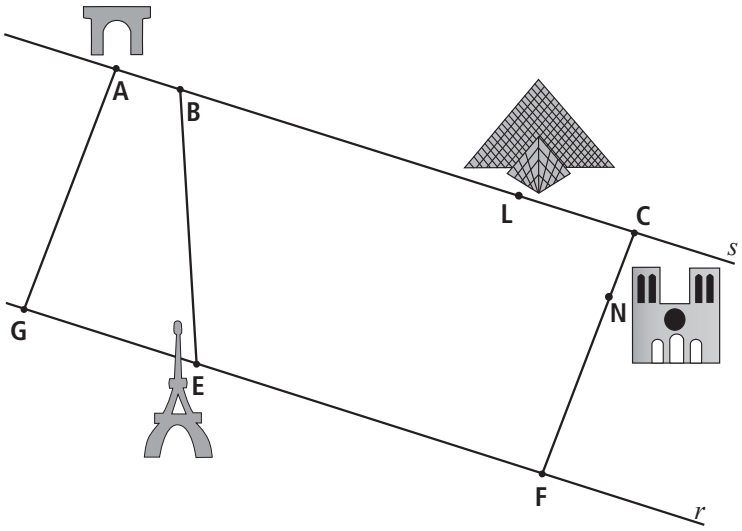
A prova voltada para candidatos aos cursos de ciências exatas, tecnológicas e da terra teve 6 questões, sendo as duas últimas exclusivas para candidatos a estes cursos. Estas questões extras envolviam conceitos de matemática numa forma mais abstrata, que é como os candidatos terão que tratar este conhecimento após seu ingresso na universidade. A nota média dos candidatos na prova de matemática foi de 10,97 (num total de 24, ou seja, média de 46%), com um desvio padrão de 5,91.

QUESTÃO 3

Rayssa participou dos Jogos Olímpicos de Paris. Ela visitou quatro pontos turísticos da cidade: o Arco do Triunfo, a Catedral de Notre-Dame, o Museu do Louvre e a Torre Eiffel.

a) Rayssa escolheu a melhor foto que tirou de cada um desses pontos turísticos e publicará uma por dia em suas redes sociais, ao longo de quatro dias consecutivos, sem repetir nenhuma foto. De quantas maneiras ela pode fazer isso? Justifique.

b) Na figura abaixo, o Arco do Triunfo, a Catedral de Notre-Dame, o Museu do Louvre e a Torre Eiffel estão indicados pelos pontos A, N, L e E, respectivamente. Os segmentos de reta na figura representam ruas de Paris. As retas r, s são paralelas e os segmentos de reta AG e CF são paralelos entre si e perpendiculares a r e s.
Considere as distâncias $AB = CN = 0{,}5$, $BL = 2{,}5$, $LC = 1$, $EF = 2{,}7$ e $BE = 1{,}7$, dadas em quilômetros. Rayssa visitou os pontos turísticos na seguinte ordem: Arco do Triunfo, Torre Eiffel, Catedral de Notre-Dame e Museu do Louvre, percorrendo a menor distância possível, nas ruas indicadas na figura. Qual foi a distância que ela percorreu? Justifique.



Objetivo da Questão

A questão avalia os conhecimentos dos candidatos tanto em contagem/probabilidade (na *parte a*) quanto em geometria plana (na *parte b*).

Resposta Esperada

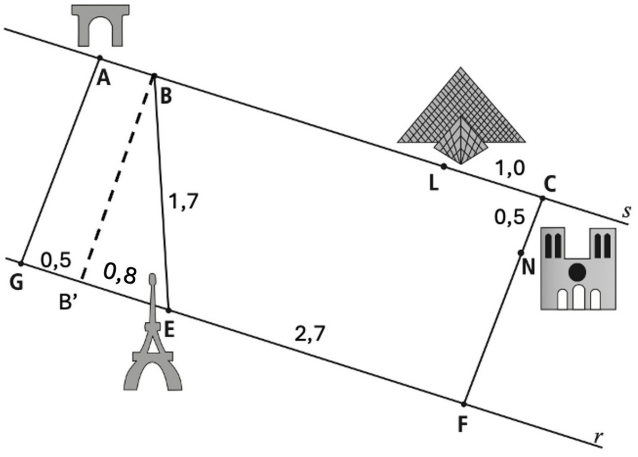
a) Como são 4 fotos, ela tem 4 opções para postar no primeiro dia, 3 opções no segundo dia, 2 opções no terceiro dia e somente 1 opção no quarto dia. Portanto, pode fazer os posts de $4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 24$ formas diferentes.

b) Existem essencialmente dois caminhos que passam somente uma vez por um mesmo "segmento": os caminhos ABEFNCL e AGEFNCL.

O trecho ABE tem 0,5 km +1,7 km = 2,2 km.

Não sabemos qual o comprimento do trecho AGE. Para calcular o comprimento do segmento AG, podemos fazer a construção seguinte:

Como AB = 0,5, BL = 2,5 e LC = 1, temos que AC = 4. Como EF = 2,7, segue-se que GE = 1,3. Seja B' o ponto da reta r obtido traçando uma reta paralela ao segmento AG que passa por B. Então, como GB' = 0,5 (pois AB = 0,5), segue que B'E = 0,8, como na figura ao lado.

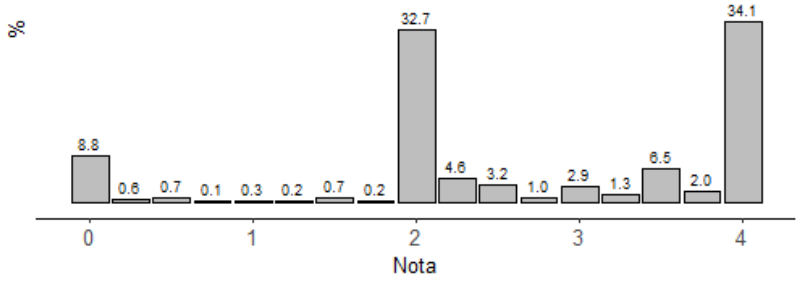


Usando o Teorema de Pitágoras no triângulo B'BE, podemos calcular a medida do cateto B'E, obtendo $B'E = \sqrt{(1{,}7)^2 - (0{,}8)^2)} = \sqrt{2{,}25} = 1{,}5$. Logo, o segmento AG mede 1,5 km, e daí o trecho AGE mede 2,8 km.

Como a medida de FC é a mesma de AG, o caminho ABEFNCL mede 0,5 + 1,7 + 2,7 + 1,5+1 = 7,4 km, enquanto o caminho AGEFNCL mede 1,5 + 0,2 +1,3 + 2,7 + 1,5 + 1,0 = 8,2.

Assim, o menor caminho é ABEFNCL, com 7,4 km.

Desempenho dos Candidatos



O desempenho dos candidatos na questão 3 foi muito bom.
Dentre os candidatos de cursos de exatas e tecnológicas, 34% dos candidatos ficou 4 pontos na questão, 33% ficou com 2 pontos e 9% ficaram com 0 (contando também as provas em branco). Dentre os candidatos de cursos de biológicas e área da saúde, 30% ficaram com nota 4, 40% ficaram com nota 2 e 12,5% ficaram com nota 0. Já entre os candidatos a cursos de área de ciências humanas e artes, 16% dos candidatos ficaram com nota 4, 22% ficaram com nota 2 e 27% ficaram com nota 0.

Comentários Gerais

A questão 3 (a primeira da prova de matemática) era comum nas provas de todos os candidatos, e versava sobre um conteúdo tradicional no vestibular. A parte (a) da questão envolvia calcular uma combinação simples, e a segunda parte envolvia calcular tamanhos faltantes em uma figura geométrica, para determinar uma distância. A questão foi escolhida como a primeira da prova, justamente por abordar conhecimentos simples, e apresentados de forma contextualizada.

Para a questão 3, podemos apresentar um comparativo entre notas médias dos candidatos a cursos de diferentes áreas.

	Humanas	Biológicas	Exatas
Média (a)	1,41	1,7	1,75
Média (b)	0,45	0,79	0,93
Média	1,86	2,49	2,68

Note-se que as notas dos candidatos aos cursos de ciências biológicas e áreas da saúde se aproximam das notas dos candidatos a cursos de exatas; já a nota média dos candidatos de cursos de humanas e artes é inferior.

QUESTÃO 4

Considere as funções $f(x) = x^2 + x + c$ e $g(x) = x + k$, onde c, k são números reais.

a) Determine os valores de k e c para que se tenha $f(g(1)) - g(f(1)) < 0$.

b) Sabendo que a equação $f(x) = 0$ tem uma única solução real, determine o(s) valor(es) de k para que a soma das soluções da equação $f(g^{-1}(x)) = 1/4$ seja igual a 2025, onde $g^{-1}(x)$ denota a função inversa de $g(x)$.

Objetivo da Questão

O principal tópico da questão é a composição de funções, sendo que também são abordados assuntos como inequações e condições para existências de raízes em polinômios.

Resposta Esperada

a) Temos que

$$f(g(1)) = f(1+k) = (1+k)^2 + (1+k) + c = 2 + c + 3k + k^2$$

$$g(f(1)) = 2 + c + k.$$

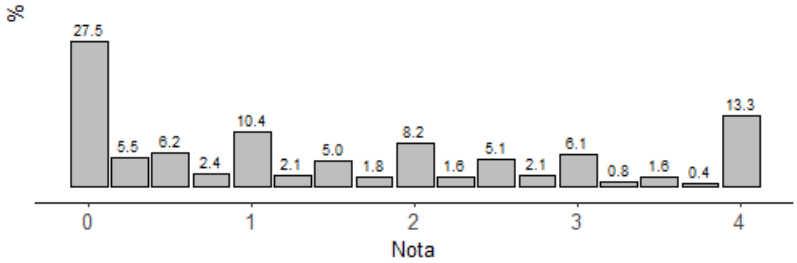
Portanto, $f(g(1))-g(f(1))=k^2+2k$. Assim, $f(g(1))-g(f(1))<0$ quando $k^2+2k<0$. Como $k^2+2k=0$ quando $k=0$ ou $k=-2$, segue que $k^2+2k<0$ quando $k(-2,0)$, independentemente do valor de c.

b) Como $f(x)=0$, sabemos que o discriminante dessa equação é zero, ou seja, $1-4c=0$, e daí $c=1/4$.

Vamos então escrever a equação $f(g^{-1}(x))=1/4$. Como $g^{-1}(x)=x-k$, temos que $f(g^{-1}(x))=1/4-k+k^2+x-2kx+x^2$.

Da equação $f(g^{-1}(x))=1/4$, temos que $-k+k^2+x-2kx+x^2=0$. As soluções desta equação são $x=k$ e $x=k-1$; logo, a soma das soluções é $2k-1$. Para que $2k-1=2025$, devemos ter $k=1013$.

Desempenho dos Candidatos



A questão foi considerada difícil pelas bancas elaboradora e revisora. Porém, teve excelente índice de discriminação. Teve bastante notas zero (34% em biológicas e 28% em exatas), mas as demais notas foram bem distribuídas.

Comentários Gerais

O conteúdo abordado, composição de funções, é desafiador para os estudantes. No entanto, é um conteúdo muito importante para alunos que seguirão carreiras em exatas/tecnológicas/biológicas.

QUESTÃO 5

Helena tem um cadeado cuja abertura depende de uma senha composta por 3 dígitos que são números inteiros de 0 a 9. Após definir a senha do cadeado, ela cola um adesivo com certo código no cadeado. Este código, no entanto, não é a senha do cadeado: deixar a senha anotada no cadeado seria um equívoco. Para obter a senha correta, (x,y,z), a partir do código (a,b,c), Helena usa a seguinte relação entre os dígitos do código e os dígitos da senha:

$$\begin{cases} x+y+z=a, \\ x+z=b, \\ y+z=c. \end{cases}$$

a) Se o código anotado por Helena fosse $(9,6,3)$, qual seria a senha do cadeado?

b) Passados alguns meses, Helena se esqueceu da senha. Para seu azar, o adesivo com o código se apagou parcialmente e só sobraram visíveis os dois primeiros dígitos: $(6,2,?)$. Quais são todas as possíveis senhas? Justifique.

Objetivo da Questão

A questão avalia os conhecimentos dos candidatos sobre sistemas lineares, numa contextualização sobre senhas em um cadeado. Tanto na parte (a) quanto na parte (b), o candidato precisa analisar as soluções de um sistema.

Resposta Esperada

a) Para descobrir a senha a partir do código, basta resolver o sistema

$$\begin{aligned} x+y+z&=9, \\ x+z&=6, \\ y+z&=3. \end{aligned}$$

Este sistema é equivalente a

$$\begin{aligned} x+y+z&=9, \\ y&=3, \\ x&=6, \end{aligned}$$

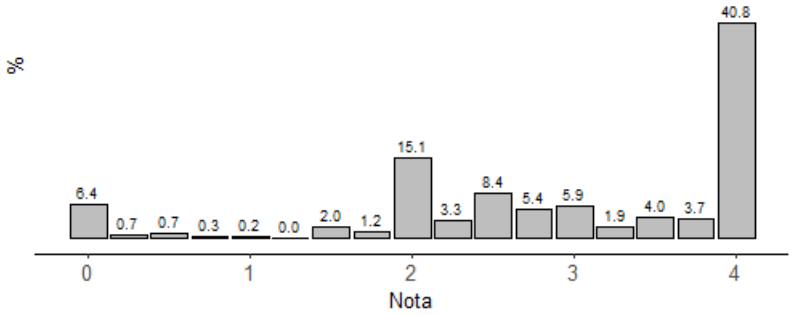
logo $x=6$, $y=3$ e $z=0$ e a senha é (6,3,0).

b) Neste caso, temos que

$$x+y+z=6,$$
$$x+z=2,$$
$$y+z=c.$$

A solução deste sistema é $y=4$, $x=6-c$, $z=c-4$. Como sabemos que $x,z,c \in \{0,1,...,9\}$, os únicos valores possíveis de c são $c=6$, $c=5$ ou $c=6$. Logo, as possíveis senhas são (0,4,2), (1,4,1) ou (2,4,0).

Desempenho dos Candidatos



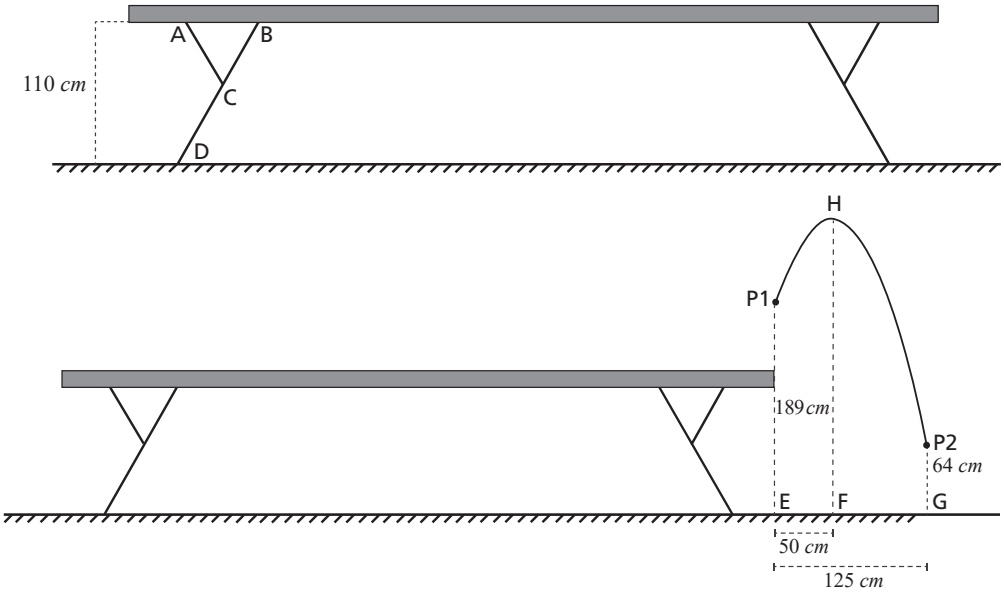
De forma geral, os candidatos tiveram um bom desempenho nesta questão. Cerca de 40% tiraram nota 4, e o percentual de zeros foi baixo.

Comentários Gerais

A questão exige uma leitura atenta do enunciado, para entender se a informação deve ser usada como "senha" ou como "código". Os candidatos tiveram um bom desempenho nesta questão, como esperado. O assunto de sistemas lineares é muito abordado no ensino básico.

QUESTÃO 6

A trave de equilíbrio é um aparelho de ginástica artística, no qual a atleta deve se equilibrar enquanto realiza movimentos coreográficos, saltos e giros. A Figura 1 representa a trave de equilíbrio. A trave é paralela ao solo e os pontos A, B, e C formam um triângulo equilátero. A Figura 2 representa um dos movimentos realizados pela atleta.



a) Sabendo que a distância da trave ao solo é de 110 cm, calcule o comprimento do segmento DB.

b) A atleta realiza um salto de saída da trave, representado na Figura 2. Sabe-se que a trajetória do centro de massa da atleta é uma parábola, conforme ilustrado na figura 2. A distância horizontal entre a saída da trave e o local da aterrisagem é 125 cm e o ponto mais alto da trajetória (ponto H) é alcançado a 50 cm da saída da trave (distância horizontal). Sabe-se que no momento da saída, o centro de massa está a 189 cm do chão (ponto P1) e que no momento da aterrisagem o centro de massa da atleta está situado a 64 cm do chão (ponto P2), como mostra a figura. Calcule a maior altura atingida pelo centro de massa da atleta durante esse movimento.

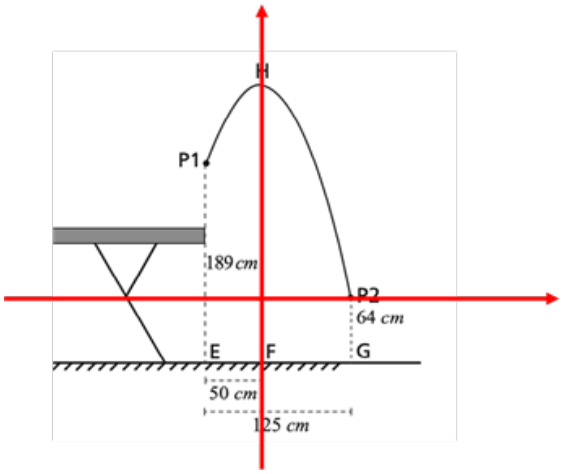
Objetivo da Questão

A questão trata de gráficos de funções polinomiais, dentro de um contexto do movimento de uma "partícula" (o centro de massa de uma ginasta). Enquanto a parte **a** pode ser resolvida com geometria plana e semelhança de triângulos, a parte **b** exige conhecimentos de geometria analítica e sobre propriedades do gráfico de uma parábola.

Resposta Esperada

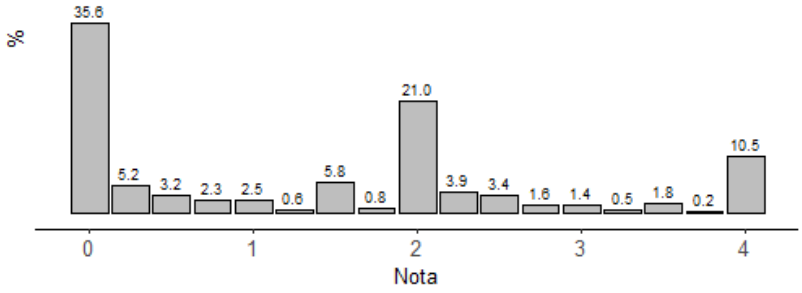
a) Na Figura 1, seja R um ponto no "chão", de modo que o segmento RB é perpendicular ao chão e à trave. Como o triângulo ABC é equilátero, seus ângulos tem 60 graus; daí o ângulo RDB mede 60 graus. Como o triângulo DRB é retângulo, temos que $sen(60)$=BR/DB. Assim, $\sqrt{3}/2$ =110/DB, ou seja, DB=(220 $\sqrt{3}$)/3.

b) Considere um sistema de eixos xy, em que o eixo y contém o segmento HF e o eixo x passa pelo ponto P_2, como indicado na figura a seguir:



O movimento do centro de massa da atleta é o gráfico de uma parábola $y=f(x)$, e o ponto H é o vértice da parábola. Como $f(75)=0$, temos também $f(-75)=0$, pois o eixo y foi colocado de modo que a parábola é simétrica com respeito a ele. Assim, $f(x)=a(x-75)(x+75)$. Temos ainda que $f(-50)=125$, daí $a=-1/25$. Portanto, o ponto H tem coordenadas H = $(0,f(0))$ = (0,225). Como o eixo x está localizado a uma altura de 64 cm, a altura do ponto com respeito ao chão é 2,89 m.

Desempenho dos Candidatos



A questão teve 35% de notas zero nas provas de exatas e 42% de notas zero nas provas de biológicas.

Comentários Gerais

A contextualização da questão torna bastante natural o aparecimento de uma parábola. O fato de ser a última questão de matemática na prova de biológicas pode ter feito muitos candidatos deixar a questão em branco.
A questão exigia leitura atenta do enunciado e a capacidade de introduzir um sistema de coordenadas na figura, fazendo uma modelagem matemática de um problema descrito em palavras.

QUESTÃO 7

Atualmente, em substituição à escala Richter, a escala de magnitude e momento, denotada por M_w, é a utilizada para estimar a magnitude de todos os grandes terremotos. Para calcular M_w, é necessário conhecer o valor do momento sísmico, M_0, o qual é estimado a partir de registros de sismógrafos. O valor de M_w se relaciona com o valor de M_0 pela fórmula

$$M_w = -10,7 + \frac{2}{3} log M_0.$$

a) Qual é o menor valor de M_0 para o qual $M_w \geq 0$? Justifique.

b) Em uma dada ocorrência sísmica, verificou-se que o valor de M_w correspondia a $\frac{1}{6}logM_0$. Nesse caso, quais são os valores de M_0 e M_w ? Justifique.

Objetivo da Questão

A questão trabalha a noção de logaritmo e equações logarítmicas de uma forma contextualizada, como um problema envolvendo a "nova" escalar Richter, e exige do candidato conhecimentos sobre as propriedades básicas da função logarítmica.

Resposta Esperada

a) Para que $M_w \geq 0$, devemos ter:

$$-10,7+\frac{2}{3}log(M_0) \geq 0.$$

Portanto, $\frac{2}{3}log(M_0) \geq 10,7$, e daí $log(M_0) \geq 16,05$. Usando as propriedades de logaritmo, obtemos finalmente que $(M_0) \geq 10^{16,05}$.

b) Se $M_w = \frac{1}{6}log(M_0)$, então temos que:

$$-10,7+\frac{2}{3}log(M_0) = \frac{1}{6}log(M_0).$$

Portanto,

$$10,7 = \frac{1}{2}log(M_0)$$

e daí $M_0 = 10^{21,4}$.

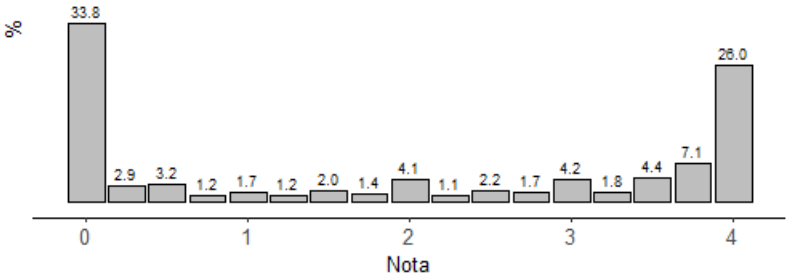
Usando este valor de M_0 na equação $M_w = \frac{1}{6}log(M_0)$, obtemos

$$M_w = \frac{1}{6}log(M_0) = \frac{1}{6}log(10^{21,4}) = (21,4)/6 = 3,5666...$$

Desempenho dos Candidatos

A questão teve 33% de notas 0. Por outro lado, 26% dos candidatos obteve nota máxima, 4, na questão. As demais notas tiveram uma distribuição quase uniforme.

Comentários Gerais



Esta questão estava somente na prova de ciências exatas e tecnológicas e, como é uma das duas últimas da prova de matemática, pode ter sofrido com uma grande quantidade de provas em branco. Em todo caso, é uma forma de cobrar um conteúdo sobre a função *log* sem entrar em muitos detalhes sobre exponenciais.

QUESTÃO 8

Seja Q um quadrado de lado medindo 21 cm.

a) Considere que Q foi subdividido em 9 quadrados $Q_1,\ldots,Q_9$, cujos lados medem 7 cm. Quantos triângulos distintos podem ser formados de modo que seus vértices sejam os centros dos quadrados $Q_1,\ldots,Q_9$ dessa subdivisão? Lembre-se de que dois triângulos são distintos quando seus vértices não coincidem.

b) É possível escolhermos 10 pontos em Q de modo que a distância entre quaisquer dois desses pontos seja maior do que 10 centímetros? Justifique.

Objetivo da Questão

A questão mede conhecimentos do candidato em probabilidade, geometria analítica e do "princípio de Dirichlet", também conhecido por princípio da casa dos pombos. É uma questão colocada de forma abstrata.

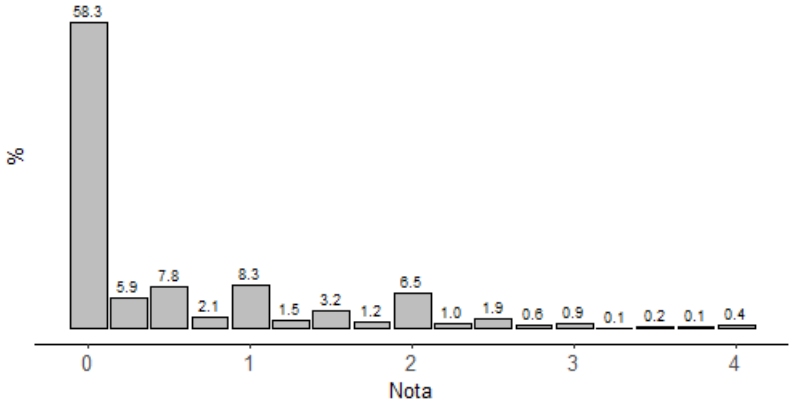
Resposta Esperada

a) A quantidade de combinações de 3 vértices quaisquer a partir dos 9 centros de quadrados é dada por 9!/(3!6!)=84. Porém, nem toda combinação de 3 vértices produz um triângulo: vértices colineares devem ser retirados da conta. Como existem 8 conjuntos de vértices colineares (3 verticais, 3 horizontais e as duas diagonais), a resposta é 84 – 8 = 76.

b) Considere a divisão de Q em 9 subquadrados. Pelo princípio da casa dos pombos, para colocarmos 10 pontos em Q, pelo menos um dos subquadrados precisa receber 2 pontos.

Como a diagonal dos subquadrados mede $7\sqrt{2} < 10$, temos que o décimo ponto necessariamente estará a uma distância menor do que 10 de pelo menos um dos pontos, logo não é possível colocar 10 pontos em Q.

Desempenho dos Candidatos



A questão teve 58% de notas zero e as demais notas ficaram bem distribuídas até nota 2. A questão foi considerada muito difícil e foi classificada, em termos do índice de discriminação, como boa.

Comentários Gerais

A questão foi colocada de forma teórica, mas ela permite uma construção geométrica simples, dado que o contexto é o de pontos dentro de um quadrado. Ela foi elaborada pensando em ser uma questão difícil, que foi o confirmado pós-aplicação.

FÍSICA

A prova de Física da Unicamp tem como objetivo avaliar o domínio dos candidatos em conceitos fundamentais dessa área, além de sua capacidade de aplicar esses conceitos na análise de dados ou fatos científicos ou do cotidiano apresentados nos enunciados. Foi dada ênfase, também, à habilidade dos candidatos em realizar uma leitura atenta e interpretar corretamente figuras, esquemas, gráficos e tabelas. O conteúdo abordado foi contextualizado com acontecimentos atuais, do cotidiano e avanços tecnológicos. Exemplos claros disso foram o uso da ciência envolvida no envio da sonda *Ingenuity* à Marte e as questões sobre os Jogos Olímpicos de 2024.

Entre os temas tratados, estavam conceitos básicos de termodinâmica, que foram aplicados ao comportamento do vento Föhn nas proximidades de grandes cordilheiras. Também foi discutido o funcionamento de um fluxômetro baseado no efeito Hall, abordando-se aspectos de movimento circular, força elétrica e campo elétrico, exigindo uma leitura atenta do enunciado e interpretação de gráficos e figuras.

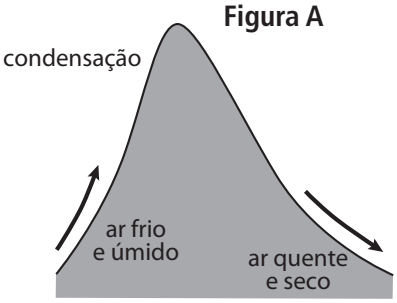
O tema das olimpíadas em duas questões trouxe os conteúdos de dinâmica em plano inclinado, intensidade de ondas sonoras, força e energia elástica, e refração da luz. Já a questão sobre a sonda *Ingenuity* em Marte abordou cinemática em duas dimensões e conceitos de força e pressão.

A estratégia da prova em integrar conceitos teóricos com exemplos práticos e atuais, não apenas avaliou o conhecimento técnico dos candidatos, mas também sua capacidade de aplicar a física em diferentes contextos, mostrando como essa ciência é fundamental para compreender avanços científicos e tecnológicos e interagir com o mundo ao nosso redor.

QUESTÃO 9

O vento Föhn, presente nas grandes cordilheiras (Alpes, Andes, Montanhas Rochosas), ocorre quando uma camada de vento é forçada a subir uma montanha, sofrendo expansão devido à redução da pressão atmosférica e resfriando-se a ponto de atingir a condensação (Figura A). Na sequência, o ar desprovido de umidade desce do outro lado a encosta, sofrendo compressão e aquecimento; isso resulta em um vento quente e seco. A Figura B, no espaço de respostas, mostra uma expansão de um gás ideal (linha contínua de i a f) num diagrama de pressão P *versus* volume V.

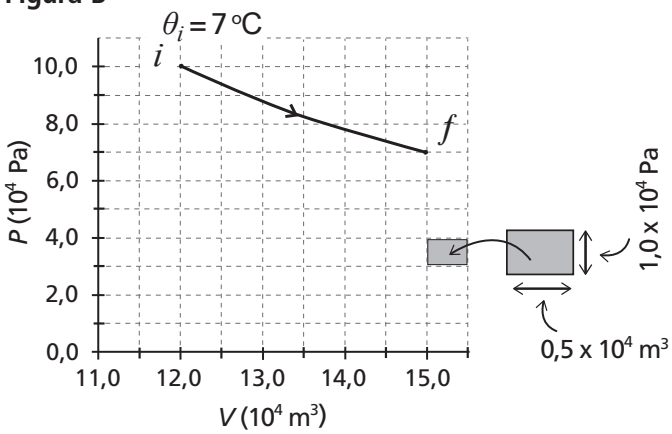
Figura A



a) Qual é a temperatura θ_f, em graus Celsius (°C), do gás no ponto f do diagrama da Figura B?
Dado: T(K) – θ (°C) ≃ 273.

b) Qual é o trabalho realizado pelo gás na expansão (linha contínua) entre os pontos i e f do diagrama da Figura B?

Figura B



Objetivo da Questão

A Questão 9 aborda as características do vento Föhn que ocorre quando o ar é forçado a subir uma montanha por um lado e descer pelo outro, típico das grandes cordilheiras. O tópico de Física tratado na questão é a Calorimetria e Termodinâmica, com ênfase na equação de estado dos gases perfeitos e no trabalho realizado pela expansão de um gás. Além disso, o candidato deve demonstrar habilidade na interpretação e leitura de dados de um gráfico. No item **a**, o candidato deve inicialmente transformar a temperatura do gás no ponto *i* de graus celsius para kelvin. Em seguida, deve fazer a leitura no gráfico do volume V e da pressão P do gás nos pontos *i* e *f*, e usar a equação de estado para os gases perfeitos na forma $\frac{PV}{T} = cte$ para encontrar T_f e em seguida θ_f. No item **b**, o candidato deve saber que o trabalho realizado por um gás durante uma expansão é dado pela área do gráfico no diagrama $P \times V$. Usando a área de um retângulo da grade do gráfico e contando o número de retângulos sob a curva da expansão, o candidato encontra o valor do trabalho.

Resposta Esperada

a)

Do diagrama da figura B encontramos para os pontos *i* e *f*:

$$\begin{cases} P_i = 10{,}0 \times 10^4 \text{ Pa} \\ V_i = 12{,}0 \times 10^4 \text{ m}^3 \\ T_i = \left(\theta_i\,(^\circ\text{C}) + 273\right) \text{ K} = (7 + 273) \text{ K} = 280 \text{ K} \end{cases} \quad \text{e} \quad \begin{cases} P_f = 7{,}0 \times 10^4 \text{ Pa} \\ V_f = 15{,}0 \times 10^4 \text{ m}^3 \end{cases}$$

Usando a Lei dos gases perfeitos:

$$\frac{PV}{T} = nR = cte \Rightarrow \frac{P_i V_i}{T_i} = \frac{P_f V_f}{T_f} \Rightarrow T_f = \left(\frac{P_f}{P_i}\right)\left(\frac{V_f}{V_i}\right) T_i = \left(\frac{7}{10}\right) \times \left(\frac{15}{12}\right) \times 280 \text{ K} = \frac{7}{2} \times \frac{280}{4} \text{ K} = 245 \text{ K}$$

Assim: $\theta_2\,(^\circ\text{C}) = 245 - 273 \Rightarrow \theta_2 = -28\ ^\circ\text{C}$.

b)

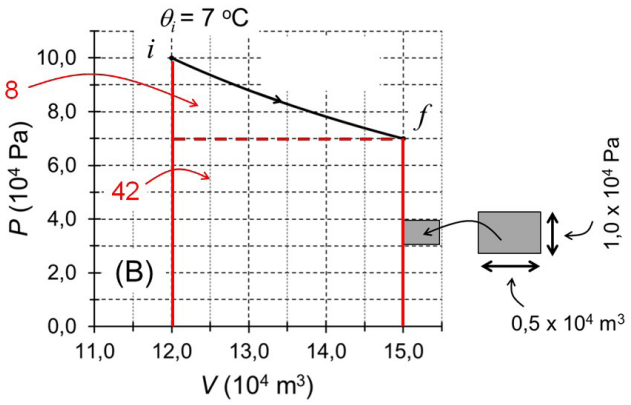
O trabalho realizado pelo gás na expansão é igual à área sob a curva no diagrama $P \times V$.

Cada pequeno retângulo no diagrama da figura B possui uma área equivalente a:

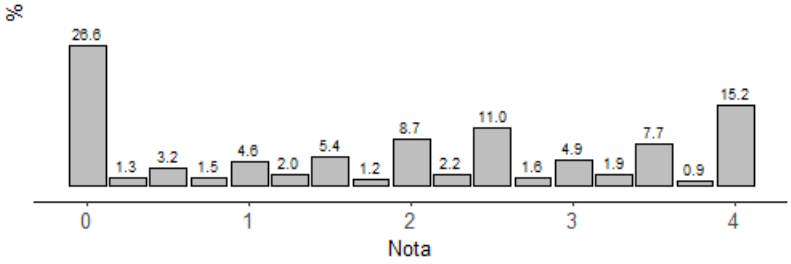
$\Delta\tau = (0{,}5 \times 10^4 \text{ m}^3) \times (1{,}0 \times 10^4 \text{ Pa}) = 5{,}0 \times 10^7 \text{ J}$.

Somando-se todos os retângulos sob a curva da expansão adiabática:

$\tau = \sum \Delta\tau = (42 + 8) \times 5{,}0 \times 10^7 \text{ J} = 2{,}5 \times 10^9$.



Desempenho dos Candidatos



A nota diferente de zero com maior incidência foi a nota máxima, 4. Houve 54% dos candidatos com notas iguais ou superiores a 2. A percentagem de candidatos com notas iguais a zero (erraram completamente ou não fizeram a questão) foi de cerca de 27%.

Comentários Gerais

O assunto abordado na Questão 9 é simples e bastante estudado no Ensino Médio, tanto em Física quanto em Química. Por envolver a leitura e interpretação de gráfico, as bancas elaboradora e revisora consideraram de grau de dificuldade médio e difícil, respectivamente, a questão. Um grau de dificuldade médio foi verificado a partir da nota média dos candidatos. O índice de discriminação da questão foi avaliado como excelente.

A habilidade de calcular a área sob a curva $P \times V$ a partir dos retângulos da grade revelou um aspecto interessante na discriminação dos candidatos. Por outro lado, na correção da questão verificou-se uma confusão dos candidatos quanto ao conceito de trabalho realizado pela expansão de um gás e o trabalho de uma força durante um descolamento.

QUESTÃO 10

Vários dispositivos eletrônicos (*mouses*, *joysticks* etc.) fazem uso do Efeito Hall. A Figura A mostra o esquema de um fluxômetro empregado para medir a vazão Z de um líquido (volume que atravessa a seção reta da tubulação por unidade de tempo) que usa esse princípio: o escoamento do líquido na tubulação gira uma turbina junto com um ímã, o que gera uma diferença de potencial (V_{Hall}) numa fita condutora.

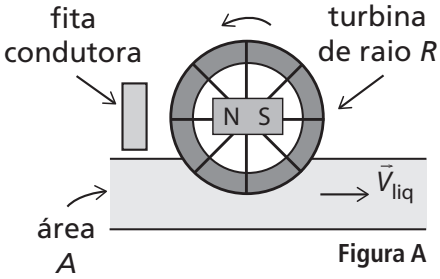


Figura A

a) Com a rotação do ímã do fluxômetro, a diferença de potencial V_{Hall} varia conforme ilustrado na Figura B no espaço de respostas, sendo máxima quando o polo norte do ímã aponta para a fita. Sendo $A = 70$ cm² a área da seção reta da tubulação e $R = 3{,}0$ cm o raio externo da turbina, calcule a vazão Z do líquido. Assuma que a velocidade do líquido, $\vec{V}_{liq}$, seja constante e uniforme e de módulo igual ao da velocidade da extremidade da turbina.

b) A Figura C mostra uma fita de largura L = 3,0 mm conduzindo corrente elétrica na presença do campo magnético $\vec{B}$ que sai do papel. A força magnética $\vec{F}_B$ desvia as cargas elétricas ($q = -1{,}6 \times 10^{-19}$ C) responsáveis pela corrente, acumulando-as nas bordas da fita. Isso dá origem à diferença de potencial V_{Hall}, ao campo elétrico $\left(\vec{E}_{Hall}\right)$ e a uma força elétrica $\vec{F}_{E,Hall}$ oposta a $\vec{F}_B$. Quase instantaneamente o equilíbrio de forças se estabelece e as cargas passam a seguir em linha reta, cessando o acúmulo nas bordas da fita. Para a condição de equilíbrio em que $V_{Hall} = 1{,}5 \times 10^{-7}$ V, quanto vale $\left|\vec{F}_B\right|$?

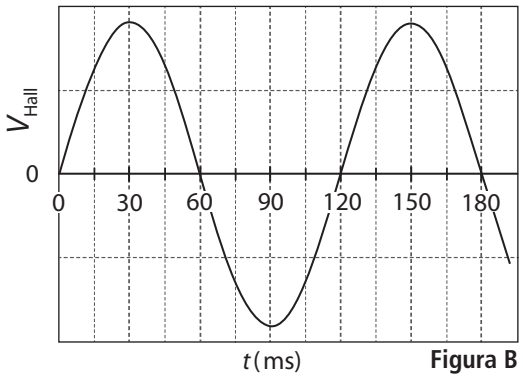


Figura B

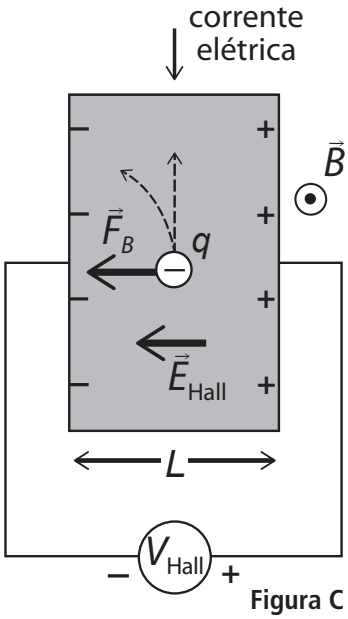


Figura C

Objetivo da Questão

A Questão 10 discute o funcionamento de dispositivos eletrônicos baseados no efeito Hall. No item **a**, o funcionamento de um fluxômetro é descrito, e o candidato deve interpretar o texto, fazer a leitura do gráfico, e equacionar o problema para calcular a vazão Z do líquido. Caso o candidato não se lembre da expressão para a vazão, ele deve escrever o volume de líquido que atravessa a secção reta da tubulação num tempo Δt como $\left(\left|\vec{v}_{liq}\right| \Delta t\, A\right)$. Daí, chega-se diretamente a $Z = A\left|\vec{v}_{liq}\right|$. Ao mesmo tempo, o candidato deve usar a informação fornecida de que $\left|\vec{v}_{liq}\right|$ é igual à velocidade da extremidade da turbina, dada por $\left|\vec{v}_{ext\_turb}\right| = \omega R$, sendo ω a velocidade angular da turbina. Trata-se, portanto, de um item que conjuga a Cinemática em uma dimensão com o movimento circular uniforme de um ponto na extremidade da turbina. O item **b** versa sobre equilíbrio de forças (Dinâmica, 2ª Lei de Newton) e Eletricidade (força elétrica, campo elétrico e diferença de potencial elétrico). Descreve-se o movimento de cargas elétricas que dão origem ao efeito Hall na presença de um campo magnético, e pede-se para calcular a força magnética que cancela a força elétrica na condição de equilíbrio.

Resposta Esperada

a) Usando-se a expressão para a vazão e relacionando a velocidade do líquido com a frequência angular da turbina, obtém-se Z em função de A, R e do período T do movimento da turbina:

$$\left.\begin{array}{l} Z = A\left|\vec{v}_{liq}\right| \\ \left|\vec{v}_{liq}\right| = \left|\vec{v}_{ext\_turb}\right| = \omega R \\ \omega = \dfrac{2\pi}{T} \end{array}\right\} \Rightarrow Z = A\frac{2\pi}{T}R = 6\frac{AR}{T}.$$

Os valores de A e de R são dados no texto, e o período deve ser lido do gráfico: T = 120 ms. Assim:

$$\left.\begin{array}{l} A = 70 \times 10^{-4}\ \text{m}^2 \\ R = 3{,}0 \times 10^{-2}\ \text{m} \\ T = 120\ \text{ms} = 12 \times 10^{-2}\ \text{s} \end{array}\right\} \Rightarrow Z = 6\frac{\left(70 \times 10^{-4}\ \text{m}^2\right) \times \left(3{,}0 \times 10^{-2}\ \text{m}\right)}{12 \times 10^{-2}\ \text{s}} = 105 \times 10^{-4}\ \text{m}^3/\text{s} = 10{,}5\ \text{litros/s}$$

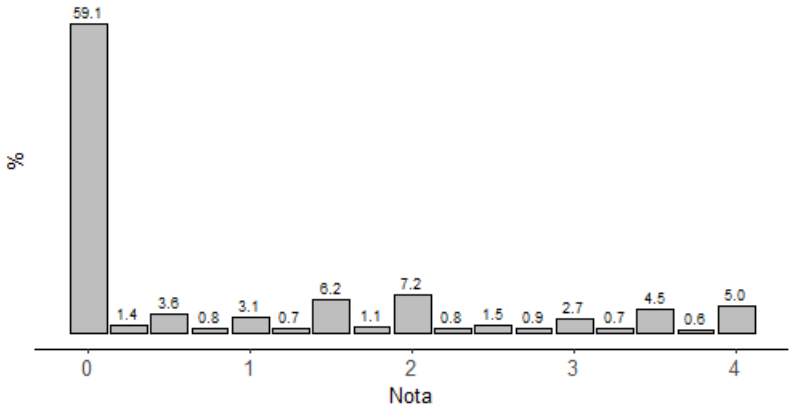
b) No equilíbrio de forças, a força magnética que age na carga q tem módulo igual ao da força elétrica: $\left|\vec{F}_B\right| = \left|\vec{F}_{E\_Hall}\right|$. Além disso, a força elétrica é o produto da carga pelo campo elétrico produzido pelo acúmulo de cargas nas bordas da fita (efeito Hall): $\left|\vec{F}_{E\_Hall}\right| = |q|\left|\vec{E}_{Hall}\right|$. Finalmente, $\left|\vec{E}_{Hall}\right| = \left(\frac{V_{Hall}}{L}\right)$. Dessa forma:

$$\left|\vec{F}_{E\_Hall}\right| = |q|\left|\vec{E}_{Hall}\right| = |q|\left(\frac{V_{Hall}}{L}\right),$$

e

$$\left|\vec{F}_B\right| = |q|\left(\frac{V_{Hall}}{L}\right) = \left(1{,}6 \times 10^{-19}\ \text{C}\right) \times \left(\frac{1{,}5 \times 10^{-7}\ \text{V}}{3{,}0 \times 10^{-3}\ \text{m}}\right) = 8{,}0 \times 10^{-24}\ \text{N}.$$

Desempenho dos Candidatos



Uma grande percentagem de candidatos não acertou nada ou não fez a questão (59%), enquanto que 24% tiveram notas iguais ou superiores a 2.

Comentários Gerais

Os conceitos envolvidos nos dois itens da Questão 10 são relativamente simples dentro de seus respectivos tópicos: Cinemática, que é um tópico básico, e Eletricidade, que já se enquadra como um assunto mais avançado do Ensino Médio. Por outro lado, a questão apresenta um texto extenso que requer uma interpretação cuidadosa. Assim, as bancas elaboradora e revisora consideraram a questão difícil e média, respectivamente, quanto ao grau de dificuldade. A partir da nota média obtida pelos candidatos foi verificado um grau de dificuldade difícil. A grande percentagem de candidatos com notas iguais a zero decorrentes de provas em branco pode ser explicada pela dificuldade de interpretação do texto e das três figuras, o que pode ter feito com que muitos candidatos com pouco tempo restante de prova tenham abandonado esta questão para se dedicar a outras. Apesar disso, o índice de discriminação encontrado foi excelente.

QUESTÃO 11

O *Ingenuity*, enviado ao planeta Marte pela NASA, foi o primeiro helicóptero, de pequenas dimensões, a operar fora da atmosfera terrestre. Na superfície de Marte, a aceleração gravitacional tem módulo dado por $g_{Marte} \simeq 4 m/s^2$, e a pressão atmosférica é muito menor do que na superfície da Terra. Isso impõe desafios adicionais ao voo de pequenos helicópteros, hoje de uso corriqueiro na atmosfera terrestre (*drones*).

a) Um pequeno helicóptero desloca-se em movimento horizontal, retilíneo e uniforme, com velocidade de módulo $v_0 = 6{,}0$ m/s e a uma altura $h = 8{,}0$ m a partir da superfície de Marte. Em dado momento, o helicóptero solta uma pequena massa que carregava, deixando-a cair livremente. Qual é o deslocamento horizontal dessa pequena massa desde que se desprendeu do helicóptero até atingir o solo marciano?

b) A força de sustentação de um helicóptero é proporcional à diferença de pressão ΔP entre as partes inferior e superior da hélice. Um pequeno helicóptero, em dada condição de operação, sustenta uma massa total $m_{Terra} = 800\ g$, incluindo seu próprio peso, permanecendo em movimento horizontal, retilíneo e uniforme, na atmosfera terrestre. Considere que esse helicóptero seja colocado para operar em Marte. Assuma, por simplicidade, que a diferença de pressão entre as partes inferior e superior da hélice, na mesma condição de operação, seja proporcional à própria pressão atmosférica, ou seja: $\frac{\Delta P_{Marte}}{\Delta P_{Terra}} = \frac{P_{Marte}}{P_{Terra}}$. Sendo $P_{Terra} = 160\, P_{Marte}$, calcule a massa m_{Marte} que o helicóptero sustentaria em movimento horizontal, retilíneo e uniforme, na atmosfera de Marte.

Objetivo da Questão

A Questão 11 explora a Cinemática e a Dinâmica do movimento de objetos próximos à superfície de Marte. O item a) trata do movimento de um projétil lançado horizontalmente, e o item b) trata do equilíbrio entre as forças peso e de sustentação do helicóptero.

Resposta Esperada

a) O movimento de um projétil pode ser decomposto em um movimento horizontal retilíneo e uniforme, e um movimento vertical uniformemente variado. Observar que a aceleração gravitacional no presente item da questão é aquela da superfície do planeta Marte.

Movimento horizontal: $x(t) = v_0\, t$

Movimento vertical: $y(t) = h - \frac{1}{2} g_{\text{Marte}} t^2$

Ao atingir o solo marciano $y(t) = 0 \Rightarrow t_q = \sqrt{\frac{2h}{g_{\text{Marte}}}} = \sqrt{\frac{2 \times 8{,}0\ \text{m}}{4\ \text{m/s}^2}} = 2\ \text{s}$

Nesse instante o deslocamento horizontal será:

$x(t_q) = v_0\, t_q = (6{,}0\ \text{m/s}) \times (2\ \text{s}) = 12\ \text{m}.$

b) O movimento do helicóptero, tanto na atmosfera da Terra quanto na atmosfera de Marte, é retilíneo e uniforme. Assim, nos dois casos, a força de sustentação deve ter módulo igual ao da força peso. Além disso, também nos dois casos, a força de sustentação é proporcional às diferenças de pressão entre a parte superior e inferior da hélice.

Movimento horizontal, retilíneo e uniforme, na Terra:

$$\left.\begin{array}{l} \left|\vec{F}_{\text{sust\_Terra}}\right| = m_{\text{Terra}} g_{\text{Terra}} \\ \text{e} \\ \left|\vec{F}_{\text{sust\_Terra}}\right| = cte\, \Delta P_{\text{Terra}} \end{array}\right\} \Rightarrow cte\, \Delta P_{\text{Terra}} = m_{\text{Terra}} g_{\text{Terra}} \quad (1)$$

Movimento horizontal, retilíneo e uniforme, em Marte:

$$cte\, \Delta P_{\text{Marte}} = m_{\text{Marte}} g_{\text{Marte}} \quad (2)$$

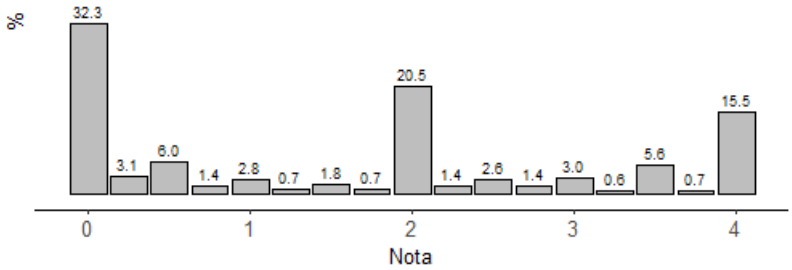
Fazendo-se a razão das expressões (1) e (2), encontramos:

$$\frac{m_{\text{Marte}} g_{\text{Marte}}}{m_{\text{Terra}} g_{\text{Terra}}} = \frac{cte\, \Delta P_{\text{Marte}}}{cte\, \Delta P_{\text{Terra}}} \Rightarrow m_{\text{Marte}} = \left(\frac{\Delta P_{\text{Marte}}}{\Delta P_{\text{Terra}}}\right)\left(\frac{g_{\text{Terra}}}{g_{\text{Marte}}}\right) m_{\text{Terra}}$$

Mas: $\frac{\Delta P_{\text{Marte}}}{\Delta P_{\text{Terra}}} = \frac{P_{\text{Marte}}}{P_{\text{Terra}}} \Rightarrow m_{\text{Marte}} = \left(\frac{P_{\text{Marte}}}{P_{\text{Terra}}}\right)\left(\frac{g_{\text{Terra}}}{g_{\text{Marte}}}\right) m_{\text{Terra}}$

$$m_{\text{Marte}} = \left(\frac{1}{160}\right) \times \left(\frac{10\ \text{m/s}^2}{4\ \text{m/s}^2}\right) \times 800\ \text{g} = 12{,}5\ \text{g}$$

Desempenho dos Candidatos



Observa-se que as notas 2 e 4 têm os maiores valores de incidências, fora o caso da nota zero (32% de respostas completamente erradas ou em branco). Isso indica que parte dos 21% dos candidatos que obtiveram a nota 2 acertaram um dos itens, assim como 16% acertaram a questão inteira.

Comentários Gerais

Novamente, os assuntos tratados na questão são relativamente simples dentro do tópico Mecânica: movimento de projétil (Cinemática) e equilíbrio de forças (Dinâmica). A manipulação dos dados no item **b**, através do equacionamento adequado, agrega complexidade à questão. Em função disso, as bancas elaboradora e revisora consideraram a questão como de grau de dificuldade médio, o que foi verificado a partir da nota média obtida pelos candidatos. O índice de discriminação verificado foi excelente. Um erro muito comum identificado na correção da questão foi o uso da mesma aceleração gravitacional para a Terra e para Marte na resolução do item **b**.

QUESTÃO 12

Cerca de cinquenta modalidades esportivas estiveram presentes nos Jogos Olímpicos de Paris em 2024, dentre elas o "tiro esportivo". Outra dezena de modalidades, no gelo ou na neve, fez parte dos Jogos Olímpicos de Inverno de Pequim em 2022, dentre elas o "esqui alpino", incluído nesses jogos em 1936.

a) Em uma competição de esqui alpino, um atleta de massa total $m = 90$ kg, incluindo os esquis, desce, com velocidade constante, um plano inclinado que forma um ângulo $\theta = 37^\circ$ com a horizontal. O coeficiente de atrito cinético entre o esqui e o gelo é $\mu_c = 0{,}05$. Qual é o módulo da força de resistência do ar, $|\vec{F}_{res,ar}|$, paralela ao plano inclinado, que age sobre o atleta na descida?

Dados: $\operatorname{sen} 37^\circ = 0{,}6$; $\cos 37^\circ = 0{,}8$; $\operatorname{tg} 37^\circ = 0{,}75$.

b) Em uma competição de tiro esportivo um atirador usa protetores auriculares que atenuam a intensidade sonora em $\beta = 40$ dB. Um disparo ocorre, tomando como referência os ouvidos do atirador, a uma distância dada por $r_0 = 0{,}6$ m. Considere que a intensidade sonora $I(r)$ para um espectador situado a uma distância r ao ponto de disparo é dada por $I(r) = \frac{cte}{r^2}$.

A que distância do disparo deve estar o espectador para que ele ouça o tiro com intensidade sonora equivalente àquela ouvida pelo atirador que usa protetores auriculares?

Dado: A atenuação em decibéis (dB) de uma onda sonora, cuja intensidade é reduzida de $I(r_0)$ para $I(r_1)$, é dada por $\beta = (10\,db) \times \log_{10}\left(\frac{I(r_0)}{I(r_1)}\right)$.

Objetivo da Questão

No item **a**, a Questão 12 faz referência aos conceitos de Dinâmica (equilíbrio de forças), e no item b) aborda a propagação de ondas sonoras com o uso da expressão do nível sonoro em decibéis. Para a resolução do item **a**, os candidatos devem fazer a identificação e a decomposição de forças presentes no problema e, na condição de equilíbrio, encontrar a força de resistência do ar. No item **b**, o conceito abordado é o de intensidade sonora, e os candidatos deveriam usar a relação entre a queda de intensidade em função da distância e a fórmula do nível sonoro, ambas fornecidas no enunciado.

Resposta Esperada

a) A partir da decomposição de forças atuando no esquiador, o equilíbrio na direção ortogonal ao deslocamento resulta em:

$$\left.\begin{array}{l} |\vec{P}\cos\theta| = |\vec{N}| \\ mg\cos\theta = N \end{array}\right\} \text{ portanto, } |\vec{fat}| = \mu.mg.\cos\theta$$

O equilíbrio de forças na direção do plano em que o esquiador se desloca:

$$\vec{F}_{Rar} + \vec{fat} = \vec{P}sen\theta$$

Com as substituições devidas:

$$F_{Rar} + fat = Psen\theta$$

$$F_{Rar} + \mu.mg.\cos\theta = mg.sen\theta$$

$$F_{Rar} + 0{,}05.90.10.0{,}8 = 90.10.0{,}6$$

$$F_{Rar} + 36 = 540$$

$$F_{Rar} = 504 \text{ N}$$

b) O texto informa que $\beta(dB) = 10.\log\left[\frac{I_o}{I_1}\right]$, e com as substituições devidas,

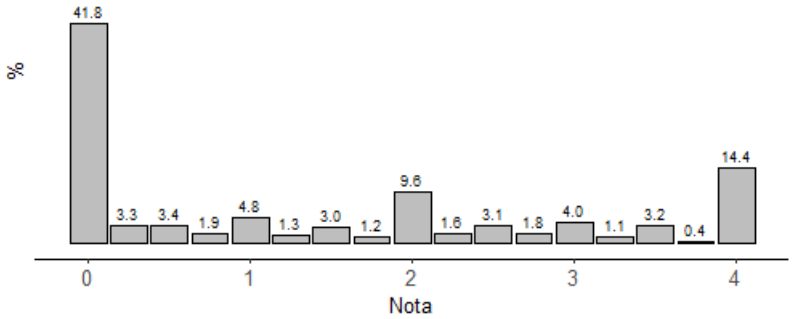
$$\beta = 10.\log\left[\frac{\left(\frac{cte}{(0,6)^2}\right)}{\left(\frac{cte}{(r_1)^2}\right)}\right]$$

$$40 = 10.\log\left[\left(\frac{(r_1)^2}{(0,6)^2}\right)\right]$$

$$40 = 10.\log\left[\left(\frac{r_1}{0,6}\right)^2\right] \rightarrow 40 = 20.\log\left(\frac{r_1}{0,6}\right) \rightarrow 2 = \log\left(\frac{r_1}{0,6}\right) \rightarrow 10^2 = \frac{r_1}{0,6}$$

$$r_1 = 60 \text{ m}$$

Desempenho dos Candidatos



A questão 12 teve uma boa distribuição de notas diferentes de zero, com destaque para as notas iguais a 2 e 4. Houve uma incidência de 42% de notas iguais a zero.

Comentários Gerais

As bancas elaboradora e revisora estimaram graus de dificuldade difícil e médio, respectivamente. O item **a** emprega conceitos básicos de Dinâmica e equilíbrio de forças em um plano inclinado, tópicos bastante explorados no Ensino Médio. O item **b** explora a aplicação das expressões da intensidade sonora em função da distância e a fórmula do nível sonoro fornecidas no enunciado. O maior cuidado na resolução da questão estava na interpretação do enunciado e manipulação matemática correta das fórmulas fornecidas. A partir dos resultados da correção da questão, verificou-se que ela apresentou grau de dificuldade difícil, e foi classificada com Índice de Discriminação excelente. Na correção, verificou-se que o erro mais comum ocorreu na aplicação de conceitos de trigonometria para a decomposição das forças no plano inclinado.

QUESTÃO 13

Nas Olimpíadas de 2024, os atletas foram avaliados – com o emprego de metodologias modernas e conceitos de Física – em diferentes modalidades esportivas, para análise dos movimentos e diagnose de desempenho.

a) Nos saltos ornamentais, os atletas saltam da ponta da prancha, causando uma flexão que os impulsiona para cima. A Figura A ilustra a relação entre a força aplicada pelos atletas e o deslocamento gerado na prancha, a qual atua como uma mola sobre o atleta. Considere uma perda por atrito de 10% na energia potencial elástica. Qual a altura vertical máxima que um atleta de massa m = 72 kg atinge ao flexionar a prancha de modo a deslocar sua ponta de uma distância Δx = 40 cm em relação à sua posição de repouso?

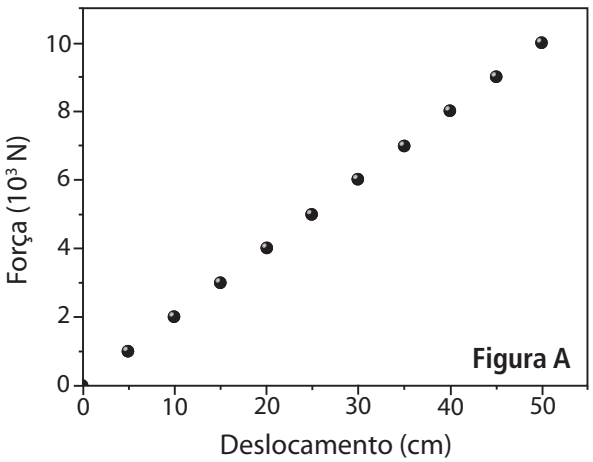


Figura A

b) Câmeras em diferentes posições facilitam a análise dos movimentos e trajetórias nas diferentes modalidades esportivas. Algumas câmeras usam polarizadores para facilitar a visualização do objeto em movimento, com a redução de reflexões vindas das vizinhanças. A função dos polarizadores é otimizada quando essas reflexões indesejadas ocorrem na condição em que o raio refletido e o raio refratado formam um ângulo de 90°. Neste caso, o ângulo de incidência é conhecido como ângulo de Brewster (θ_B). A Figura B, no espaço de respostas, mostra um raio que incide na interface entre o ar e um meio de índice de refração n_2. O ângulo de incidência do raio é $\theta_1 = \theta_B = 60^\circ$. Calcule o índice de refração n_2.

Dados: $\text{sen}\,60^\circ = 0{,}87$; $\cos 60^\circ = 0{,}50$; $\text{tg}\,60^\circ = 1{,}73$.

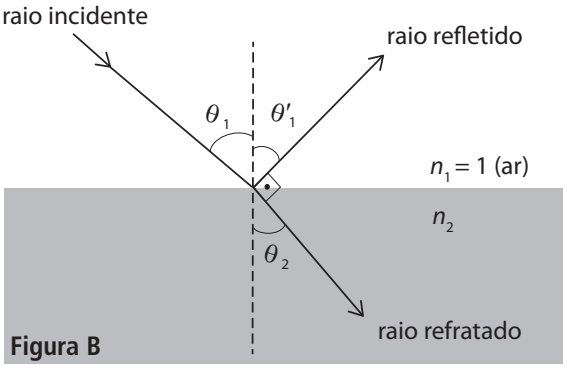


Figura B

Objetivo da Questão

A questão 13 aborda no item **a** o conceito de energia (Dinâmica), amplamente abordado no Ensino Médio. Para resolução do item **a**, o candidato deve, através do gráfico, obter a constante de mola k do trampolim e, posteriormente, aplicar o teorema de conservação de energia.
No item **b**, são abordados conceitos de óptica, também comumente ensinados no Ensino Médio. Para resolução do item **b**, os candidatos devem fazer a leitura correta dos ângulos indicados na figura e a substituição adequada dos valores na lei de Snell.

Resposta Esperada

a) Através do gráfico, obtemos a constante de mola do trampolim:

$$k = coef.angular = \frac{y_f - y_i}{x_f - x_i} = \frac{(8000-4000)N}{(0{,}4-0{,}2)m} = 20.000\ \text{N/m}$$

A energia potencial elástica do trampolim é:

$$E_{el} = \frac{(k.\Delta x^2)}{2} = \frac{20.000 \times (0{,}4)^2}{2} = 1.600J.$$

Considerando uma perda de 10%.

$$E_{el10\%} = (1.600 - 160) = 1440\ \text{J}$$

A energia potencial gravitacional quando o atleta é projetado para cima é:

$$E_{pot} = m.g.h = 72x10xh = 720h$$

Assim:

$$E_{el10\%} \rightarrow m.g.h = \frac{k.\Delta x^2}{2}h = \frac{k.\Delta x^2}{2mg} = \frac{1.440J}{720} = 2m.$$

b) Utilizando-se conceitos de geometria plana, encontra-se $\theta_B + \theta_2 = 90^0$. Ao aplicarmos a lei de Snell, temos:

$$n_1.sen\theta_1 = n_2.sen\theta_2$$

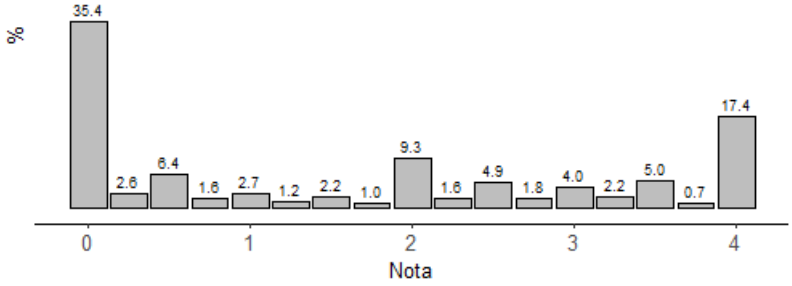
Portanto,

$$1 \times \text{sen}\,\theta_B = n_2 \times \text{sen}\,\theta_2 = n_2 \times \text{sen}(90^0 - \theta_B) = n_2 \times \cos\theta_B$$

logo,

$$n_2 = \frac{\text{sen}60^\circ}{\cos 60^\circ} = \text{tg}60^\circ = 1{,}73$$

Desempenho dos Candidatos



A questão 13 apresentou boa distribuição de notas diferentes de zero, com bom percentual de notas 2 (9%) e máximo percentual de notas 4 (17%). Observou-se também 35% de respostas completamente erradas ou em branco.

Comentários Gerais

As bancas elaboradora e revisora classificaram a questão como de grau médio de dificuldade. Por serem temas bastante abordados no Ensino Médio, a leitura de informações no gráfico pode ter elevado o nível de dificuldade para alguns candidatos. A partir dos resultados da correção, a questão foi classificada com grau de dificuldade médio, e índice de discriminação excelente. Os erros mais comuns no item **a** estiveram relacionados com a leitura do gráfico para obtenção da constante de mola do trampolim e com erros nas equações de energia potencial ou elástica. No item **b**, os principais erros foram de cálculo envolvendo relações trigonométricas.

QUESTÃO 14

Quando colocamos água em um copo, ele passa a atuar como uma lente cilíndrica. Ao posicionarmos o objeto atrás do copo com água, as características da imagem dependem de sua posição, a exemplo do que acontece com uma lente delgada. Como observado na Figura A, a imagem produzida é real, invertida e maior que o objeto.

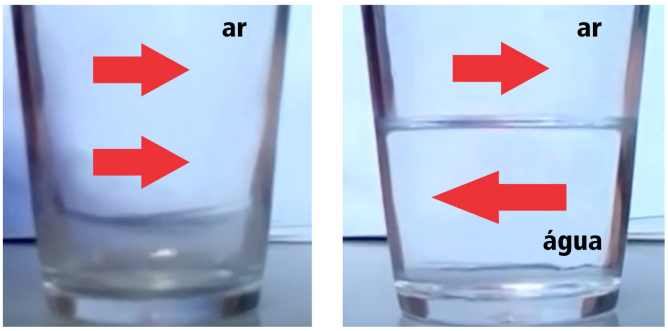


Figura A

a) As posições do centro de curvatura e do foco de uma lente delgada estão representadas no eixo óptico ilustrado na Figura B no espaço de respostas. Para que a imagem produzida pela lente seja real, invertida e maior que o objeto, faça o que se pede:

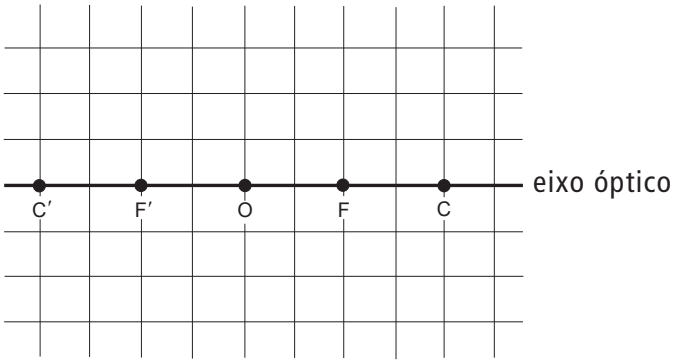
i) represente uma lente delgada no ponto O, explicitando se ela é divergente ou convergente.

ii) posicione o objeto corretamente, representando-o como uma seta apontando para cima, com a base no eixo óptico.

iii) usando o comportamento de dois raios notáveis, encontre a imagem com as características acima, representando-a como uma seta apontando para baixo e com a base no eixo óptico.

b) Considere agora uma lente divergente delgada com distância focal $f = -5$ cm. Um objeto está posicionado a uma distância $p = 45$ cm dessa lente. Qual é o aumento linear transversal A da imagem gerada?

Figura B

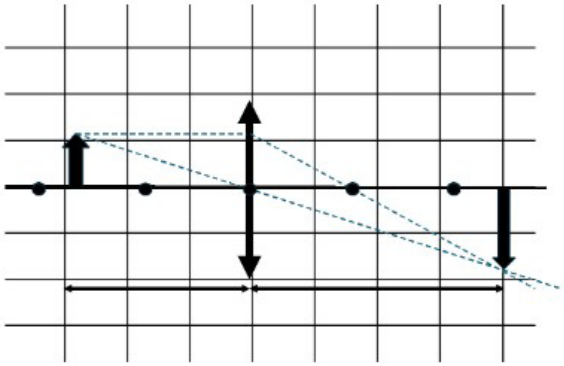


Objetivo da Questão

A questão 14 aborda conceitos de óptica, exemplificados em uma imagem cotidiana muitas vezes despercebida. Para resolução do item **a**, os candidatos devem usar conceitos básicos de ótica geométrica aplicados a uma lente delgada. Para o item **b**, basta usar a equação de Gauss e aplicar a fórmula do aumento linear transversal, temas geralmente abordados no Ensino Médio.

Resposta Esperada

a) A construção geométrica (abaixo) indica uma imagem real, invertida e ampliada.



b)
f = distância focal (lente divergente)
p = distância do objeto
p´ = distância da imagem
A = aumento linear transversal

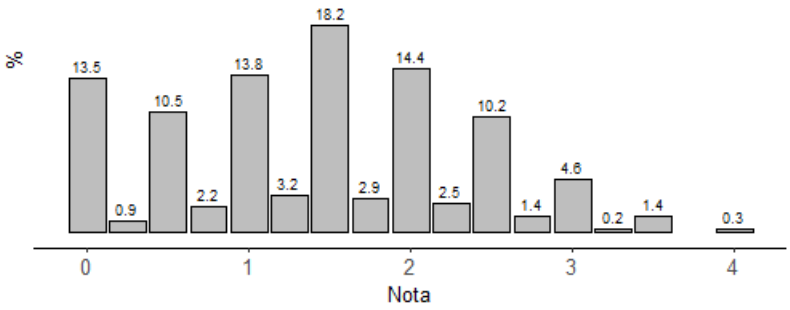
$$\frac{1}{f}=\frac{1}{p}+\frac{1}{p'} \rightarrow \quad -\frac{1}{5}=\frac{1}{p}+\frac{1}{45} \rightarrow \frac{1}{p}=-\left(\frac{1}{45}+\frac{1}{5}\right)=-\left(\frac{45+5}{45\times 5}\right)=-\left(\frac{50}{225}\right)$$

$$p=-\left(\frac{225}{50}\right)-4{,}5$$

Portanto,

$$A=-\frac{p'}{p}=-\frac{(-4{,}5)}{45}=0{,}1$$

Desempenho dos Candidatos



A questão 14 teve uma boa distribuição de notas diferentes de zero, sendo maior incidência na nota máxima 4 (16%). Houve também 33% de respostas em branco e completamente erradas.

Comentários Gerais

As bancas elaboradora e revisora classificaram a questão como de grau médio de dificuldade. A partir dos resultados da correção, a questão foi classificada como difícil e apresentou índice de discriminação excelente. Os erros mais comuns no item **a** estiveram relacionados à construção geométrica da imagem. Em particular, notou-se uma confusão entre o comportamento dos raios luminosos em espelhos esféricos e lentes. Na parte **b** os principais erros foram de cálculo na manipulação das frações.

QUÍMICA

A prova de Química da segunda fase do vestibular da Unicamp 2025 abordou temas atuais e relevantes para toda a sociedade. A banca elaboradora procurou contextualizar os conteúdos do programa dentro da temática CTSA (Ciência, Tecnologia, Saúde e Ambiente). Todos os componentes dessa temática foram abordados nos enunciados das questões e nas perguntas em específico, sempre explorando aspectos gerais ou do conteúdo programático da área de química. Tendo em vista o desempenho dos candidatos e a análise estatística, pode-se considerar que a prova foi de nível médio a difícil (3 questões de nível médio, 3 de nível difícil, segundo a análise estatística), apesar de os temas abordados — como tempo de meia-vida, cinética, equilíbrio químico, estequiometria, eletroquímica, química e cotidiano relacionados a questões ambientais — estarem presentes na maioria das provas de Química dos vestibulares recentes.

A questão 15 explorou o emprego de radiofármacos (medicamentos radioativos) para avaliar o conhecimento dos candidatos sobre tempo de meia-vida e cinética química, solicitando ao candidato que construísse, no campo de resposta, a curva de decaimento dentro de um intervalo de tempo definido no enunciado, o que exigiu uma leitura atenta dos candidatos. No segundo item da questão, com base no texto inicial e nas informações fornecidas, o candidato precisa manifestar sua concordância (integral ou parcial) ou discordância sobre a ação da radiação quando o radiofármaco é utilizado para fins diagnósticos ou terapêuticos. Na questão 16, utilizando dois tipos de telhas comumente utilizadas na construção de moradias, avaliou-se o conhecimento dos candidatos sobre as fontes dos recursos naturais empregados para a fabricação desses materiais bem como o impacto da produção desses materiais. Observa-se que a questão não tratava do impacto da extração da matéria-prima (ou da fonte do recurso natural), mas do processo de transformação da matéria–prima em produto final. No segundo item da questão, o candidato tinha que avaliar, a partir de um gráfico, o tempo de vida útil de telhas revestidas com zinco em função do teor de zinco e do ambiente de exposição. Esse item não exigia do candidato um conhecimento prévio de química, mas a capacidade de fazer a interpretação correta dos dados fornecidos. A questão 17 foi uma das questões que exigiu dos candidatos um maior conhecimento técnico e específico de Química, ao solicitar a escrita de uma reação química completa em uma célula a combustível microbiana (CCM) e a determinação do número de mols de elétrons envolvidos na transformação total de 1 mol de ureia. Na questão é fornecida uma figura que ilustra o processo que ocorre na CCM, a qual fornecia todos os reagentes e produtos da reação. Portanto, para escrever a reação química, bastava uma leitura atenta da ilustração. O conceito de balanceamento de reação química é conteúdo básico do conhecimento químico. No segundo item o candidato precisava realizar um cálculo estequiométrico, relativamente simples. O que tornou a questão difícil foi a necessidade do conhecimento prévio do candidato

sobre a fórmula do íon amônio.

Para avaliar a capacidade de interpretação de dados em tabela, a questão 18 explorou a associação da produtividade de carne bovina e o balanço de carbono gerado em função do tipo de manejo. No segundo item da questão é apresentado o conceito de CO_{2eq} e o candidato precisa identificar qual gás tem maior impacto sobre o efeito estufa. Ambos os itens não exigiam um conhecimento prévio de fundamentos de química. A questão 19 aborda um tema de extrema importância, relativo à produção de gás hidrogênio a partir de glicose — lembrando que essa substância pode ser obtida a partir de diversas biomassas formadas por celulose, entre outras. A questão, apesar de se inserir num contexto tecnológico, explora somente aspectos químicos do processo de transformação da glicose em hidrogênio e dióxido de carbono, quais sejam, aspectos termodinâmicos e cinéticos dessa transformação. Do ponto de vista conceitual, esses são os dois principais aspectos a serem levados em conta num processo industrial de transformação de matéria-prima em produtos desejáveis, já que tratam da velocidade com que o processo ocorre (cinética) e da energia ou extensão da reação de obtenção do produto (termodinâmica). Os temas são importantes, pois é por intermédio do conhecimento deles que se pode avaliar se o que se pretende produzir vai "demorar" muito ou pouco tempo para ocorrer e "quanto" será obtido de produto e a que custo energético. A questão 20 aborda um tema, hoje de extrema importância para o meio ambiente e para a Sociedade Humana também: o aquecimento global e suas consequências para o regime de chuvas e distribuição da água globalmente. A questão levanta, de um lado, pontos de suma importância no assunto tratado — quando foca em tópicos como alterações humanas no ciclo natural da água, destacando aspectos da captura de água atmosférica de forma não natural, um assunto muito pouco explorado na Mídia e na Ciência —, além de questionar aspectos relativos a possíveis ações positivas para contornar problemas como escassez e excesso de água, como se vê muito frequentemente no mundo todo. Um exemplo recente aqui no Brasil foi a enchente que se deflagrou sobre o sul do Brasil em finais de 2023 e início de 2024.

A banca elaboradora acredita que a exigência de leitura atenta, interpretação dos enunciados e avaliação de figuras, tabelas ou gráficos possa ter dificultado a resolução das questões. A hipótese se confirma pelo fato de que em algumas questões o enunciado já traz parte da resolução, bastando o candidato ir um pouco além e completar a resposta de forma mais elaborada e levando em conta o conhecimento químico. Entender o que se lê, saber extrair informações coerentes de figuras, gráficos e tabelas e efetuar análises críticas são habilidades esperadas dos futuros graduandos da UNICAMP.

QUESTÃO 15

A exposição do ser humano à radioatividade é possível desde que feita de forma segura e em ambiente controlado. Os radiofármacos, que são medicamentos radioativos, são utilizados, em medicina, tanto no diagnóstico quanto no tratamento de doenças. Atualmente, o $^{18}_{9}F$ é um dos principais radionuclídeos utilizados, sob a forma do fármaco 2–desoxi–2–(^{18}F) fluoro–D–glicose (^{18}F-FDG), em exames de diagnóstico de doenças no cérebro, como tumores. Uma vez aplicado, esse radiofármaco entra na célula e, com isso, torna lesões, como tumores, mais visíveis ao exame de tomografia por emissão de pósitrons (partículas β^+), gerando o núcleo estável $^{18}_{8}O$. Nesse processo de decaimento, o tempo de meia-vida do $^{18}_{9}F$ é de aproximadamente 110 minutos.

a) A instrução para a realização desse exame informa que o paciente deve permanecer 1 hora em repouso depois da administração intravenosa do material radioativo ^{18}F-FDG. Imediatamente após o período de repouso, o exame é realizado e finalizado em 30 minutos. Ao final do exame, o paciente é liberado sem restrições dietéticas ou de radioproteção. Considerando as informações dadas até então, construa, no espaço quadriculado em a) no campo de respostas, a curva de decaimento do radiofármaco. Determine a porcentagem restante de radiofármaco, em relação à quantidade inicial de 100%, 4 horas depois de o paciente ter finalizado o exame.

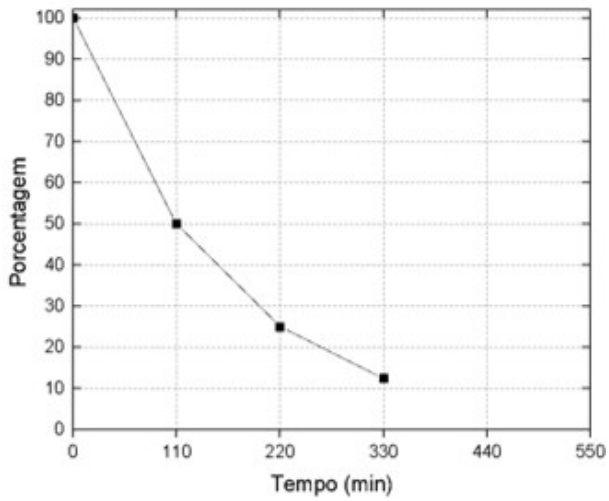
b) Considerando o que está no texto principal e nas informações do item a), faz-se a seguinte afirmação: um radiofármaco para diagnóstico por imagem deve emitir uma radiação "incapaz de atravessar o corpo humano e, ao contrário de um radiofármaco terapêutico (para tratamento), deve promover o mínimo possível de interações lesivas aos tecidos vivos". Assinale, no campo de resposta, se você concorda totalmente, se concorda parcialmente ou se discorda totalmente dessa afirmação. Justifique sua escolha.

Objetivo da Questão

Esta questão tinha dois objetivos bem definidos. O primeiro deles era avaliar a habilidade dos candidatos em expressar o conhecimento sobre química na forma de representação gráfica; o segundo, sua capacidade de interpretação de texto e das informações fornecidas. Como conhecimento químico prévio, a questão exigia o conhecimento do conceito de tempo de meia-vida no decaimento radioativo. Era esperado que os candidatos demonstrassem habilidade na representação gráfica. O tempo de meia-vida, independentemente do valor absoluto, decai de 50% em relação ao valor anterior, sucessivamente. Por essa razão, no campo de resposta, é fornecido um gráfico da variação da porcentagem em função do tempo. O segundo item teve como objetivo específico avaliar a capacidade do candidato em diferenciar a ação da radiação quando o radiofármaco atuou no diagnóstico ou no tratamento, com base nas informações fornecidas no texto inicial e no enunciado do item.

Resposta Esperada

a)



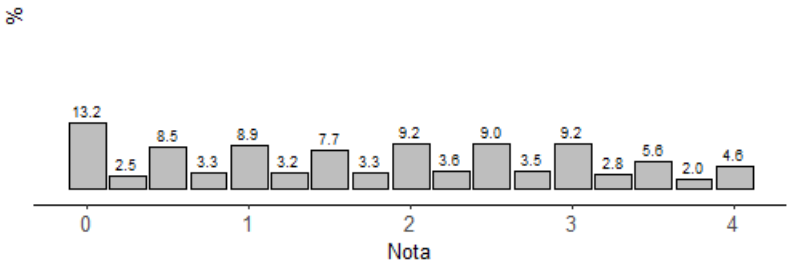
O tempo decorrido desde o momento em que o paciente recebe a medicação até o final do exame é de 90 min. Após ele deixar a clínica, deve-se somar 240 min (4h) ao tempo de 90 minutos. Portanto, o tempo total a ser considerado é de 330 minutos. Sendo o tempo de meia vida do $^{18}_{9}F$ de 110 min, a porcentagem restante do radiofármaco será de 12,5 % (3 tempos de meia vida).

b) ☐ concorda totalmente ☒ concorda parcialmente ☐ discorda totalmente

Para ser utilizada em exames de diagnóstico, a radiação deve ser capaz de atravessar o corpo humano, ou escapar do corpo humano, a fim de ser detectada por equipamentos externos e específicos para esta finalidade. Portanto, a primeira parte da afirmação está incorreta (incapaz de atravessar o corpo humano). Uma vez que o objetivo do radiofármaco **para diagnóstico**

por imagem é somente identificar as lesões presentes (diagnóstico), é fundamental que a radiação emitida não cause danos às células saudáveis do corpo humano. Portanto, a segunda parte da afirmação está correta.

Desempenho dos Candidatos



Os candidatos apresentaram um desempenho mediano, com uma porcentagem de notas zero considerada baixa. Outra característica da performance desta questão, é que há uma distribuição larga das notas, com um percentual semelhante entre as notas inteiras e as notas fracionadas. Esse perfil de distribuição permitiu um fator de discriminação (ID) entre os candidatos igual a 0,565, considerado ótimo pela análise estatística. Quanto ao grau de dificuldade, a banca elaborada e a análise estatística classificaram a questão como de nível médio, enquanto a banca revisora classificou a questão como muito difícil.

Comentários Gerais

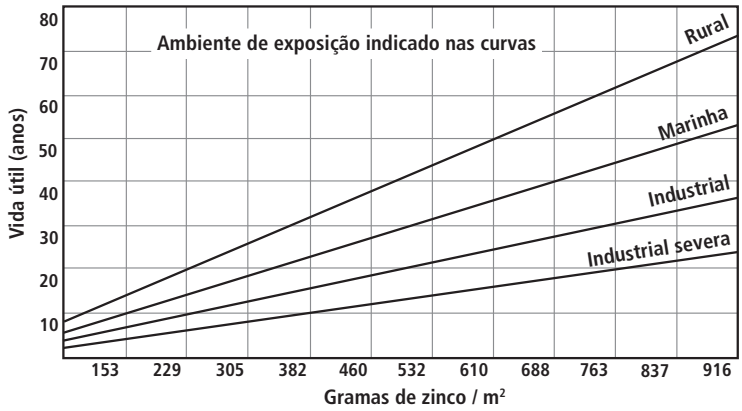
Com relação ao item **a**, o principal equívoco de interpretação dos candidatos foi quanto ao tempo total a ser considerado na construção do gráfico. O enunciado do item diz que "o paciente deve permanecer em repouso 1 h depois da administração" do fármaco; que "imediatamente" após o repouso, o exame é "realizado e finalizado" em 30 minutos; e que "ao final do exame" o paciente é liberado sem restrições. A questão pede que se determine, "em relação à quantidade inicial de 100%", a porcentagem de radiofármaco "4 horas depois de o paciente ter finalizado o exame". Portanto, o tempo total em análise corresponde aos 60 minutos de repouso após a administração, 30 minutos de realização do exame e mais 240 minutos (4 horas) após o término do exame, totalizando 330 min. Como o tempo de meia-vida do radiofármaco é 110 min, corresponde a 3 tempos de meia-vida. Assim, para 100% temos o tempo (t) igual a 0, para 50% o t = 110 min, para 25% o t = 220 min e para 12,5% o tempo t = 330 min. O erro mais comum dos candidatos foi considerar como tempo total somente as 4 horas após o término do exame, portanto, 240 minutos, levando o candidato a estimar a porcentagem final de aproximadamente 22,5%. Outro erro recorrente foi a construção do gráfico, com distribuição aleatória da escala, em muitos casos, levando à obtenção de uma reta para o decaimento radioativo. Muitos candidatos também deixaram em branco a representação gráfica; outros deles estimaram a porcentagem final (usando 330 min ou 240 min) somente usando a análise do valor de meia-vida. Isso demonstra uma dificuldade na representação gráfica de resultados. Os candidatos têm evoluído na capacidade de extrair as informações de um gráfico, mas a construção gráfica a partir dos dados ainda se apresenta como um fator limitante. Erros em diferentes etapas da resolução, por parte de cada candidato, proporcionaram uma distribuição larga de notas. Este item teve uma quantidade de notas zero maior bem como um menor percentual de acerto total em relação ao item b. Quanto a esse item, aliás, a maioria dos candidatos assinalou corretamente que "concorda parcialmente" com a afirmação do enunciado. Esperava-se que o candidato destacasse, em sua justificativa, o equívoco na sentença que o levou a concordar parcialmente, ou seja, que para diagnóstico a radiação deve atravessar o corpo humano para poder ser detectada, ao contrário do que está na sentença. Quanto à justificativa do equívoco, os candidatos utilizaram erroneamente que para diagnóstico a radiação deve permanecer, ser absorvida pelo corpo ou mesmo que não se pode utilizar radiação para diagnóstico. Outro equívoco foi não justificar porque a radiação deve atravessar o corpo humano, ou seja, para poder ser detectada, apresentando uma justificativa parcial ou incompleta. Esta questão evidenciou a necessidade de se aprimorar a habilidade dos candidatos em expressar resultados e dados de forma gráfica bem como a leitura atenta para extrair adequadamente as informações necessárias para a resolução correta da questão, o que ficou bem evidente no item a. O item b evidenciou a necessidade de aperfeiçoar a argumentação, pois não bastava dizer que o errado era que a radiação deveria atravessar o corpo para diagnóstico; o candidato tinha de explicar ou justificar por que a radiação deveria atravessar (para ser detectada), ou seja, o motivo pelo qual ele concluiu que esse era o erro.

QUESTÃO 16

Ao construir uma moradia, uma pessoa leva em conta uma série de parâmetros para a escolha dos materiais: preço, conforto, durabilidade, beleza e harmonia na composição do projeto final. Se for mais além, ela também pode usar, ainda no que diz respeito à escolha dos materiais, critérios como as condições de produção e os potenciais impactos ambientais desses materiais ao longo de seu ciclo de vida. Com isso, as escolhas feitas podem contribuir para uma maior sustentabilidade do planeta.

a) Considere 2 tipos de telhas: a de fibrocimento e a sanduíche (formada por alumínio e isopor). (i) Informe os recursos naturais utilizados para fabricação de cada tipo de telha. (ii) Comente os potenciais impactos da produção dessas telhas nas mudanças climáticas.

b) A figura abaixo foi obtida de um estudo sobre telhas de aço revestidas com zinco (galvanizadas). Considerando as informações contidas na figura a seguir, (i) aponte os parâmetros de análise considerados nesse caso e (ii) cite duas conclusões que podem ser obtidas.



Objetivo da Questão

Esta questão tinha dois objetivos bem definidos. O primeiro deles era avaliar as habilidades dos candidatos em correlacionar a química e o meio ambiente utilizando materiais do dia a dia, como as telhas utilizadas em coberturas residenciais e industriais. Neste caso, os estudantes deveriam demonstrar, inicialmente, conhecimento sobre as composições químicas dos materiais presentes na fabricação das telhas e suas origens naturais. Era esperado que os estudantes também exemplificassem os impactos da extração desses componentes da natureza. O segundo objetivo foi avaliar a capacidade dos candidatos quanto à interpretação de gráficos. Era esperado que os estudantes demonstrassem habilidade de correlacionar os diferentes parâmetros apresentados no gráfico, tais como quantidade de zinco/m^2 presente nas composições das telhas, exposição ao meio ambiente e tempo de vida útil.

Resposta Esperada

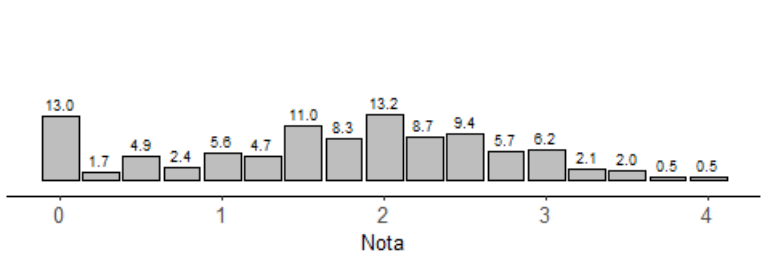
a) Neste item, esperava-se que os candidatos destacassem os seguintes recursos naturais utilizados na fabricação das telhas:

1) Telha de fibrocimento: calcário e silicatos (cimento) e fibras (sobretudo de origem vegetal).
2) Telha sanduíche: bauxita – mineral fonte de óxido de alumínio (utilizado na produção do alumínio metálico) – e petróleo (derivados, como o isopor, espuma).

Quanto aos impactos ambientais, esperava-se que os candidatos correlacionassem a produção das telhas com a elevada demanda energética, a geração de CO_2 intensificando o efeito estufa, extrativismo (desmatamento) e mineração (bauxita, calcário). Mais especificamente: 1) Telha de fibrocimento: alta demanda energética, geração de CO_2, extrativismo mineral e vegetal; 2) Telha sanduíche: mineração da bauxita, extração de petróleo, alta demanda energética.

b) Neste item, a banca elaboradora esperava que os candidatos estivessem aptos a fazer a leitura de um gráfico correlacionando algumas variáveis: quantidade de zinco/m^2, vida útil das telhas de aço galvanizadas e o ambiente de exposição (ataque químico). Além disso, era esperado que os estudantes fossem capazes de observar que quanto maior a quantidade de zinco/m^2, maior o tempo de vida útil das telhas galvanizadas. A banca esperava também que os estudantes concluíssem que quanto mais severo o ambiente de exposição, menor o tempo de vida útil das telhas para uma mesma quantidade de zinco/m^2.

Desempenho dos Candidatos



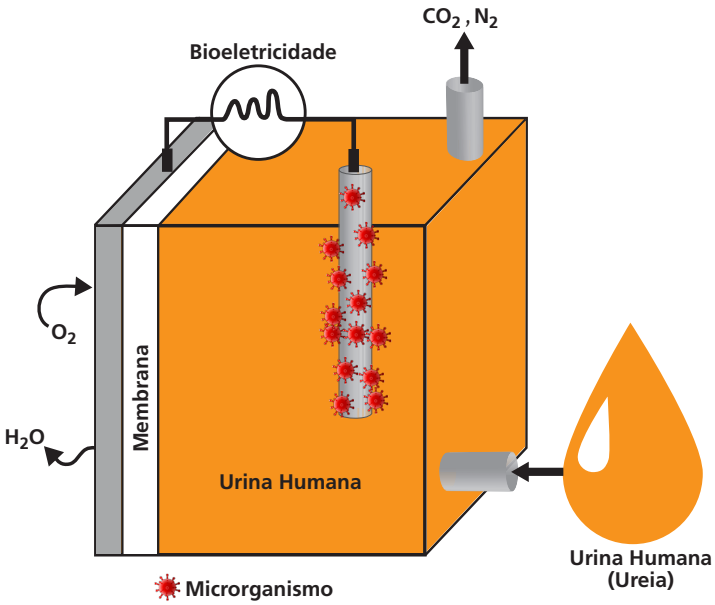
Os candidatos apresentaram um desempenho mediano nesta questão conforme visto no gráfico de barras acima sobre a distribuição de notas. Apesar de 13% dos candidatos não terem pontuado, observa-se que 72,8% dos candidatos ficaram com médias entre 1 e 3, sendo que 13,2% obtiveram nota 2 e outros 30% entre as notas 2 e 3. Foi uma questão que teve um índice de discriminação (ID) de 0,373, classificado como bom.

Comentários Gerais

No item **a**, foi observado que vários candidatos não conseguiram correlacionar o processo de produção das telhas de fibrocimento e sanduíche com seus impactos ambientais. Essa dificuldade nos pareceu estar correlacionada com a falta de conhecimento dos materiais constituintes de cada uma das telhas. Em especial, na parte **b** da questão, muitos candidatos responderam de forma equivocada o que era pedido nos respectivos itens (i) e (ii). No item (i) os candidatos deveriam simplesmente apontar os parâmetros de análise considerados, que seriam: quantidade de zinco/m^2, vida útil das telhas de aço galvanizadas e o ambiente de exposição (ataque químico). No item (ii), a banca elaboradora solicitava aos candidatos que citassem duas conclusões que poderiam ser obtidas. As conclusões possíveis seriam que: quanto maior a quantidade de zinco/m^2 maior é o tempo de vida útil das telhas de aço galvanizadas, para um mesmo ambiente de exposição, e quanto mais severo o ambiente de exposição, menor a vida útil da telha, para uma mesma quantidade de zinco/m^2. Devido a uma dificuldade de interpretação, ou mesmo de falta de atenção face ao que se esperava, muitos candidatos responderam o item b da questão no item **a**.
O índice de facilidade (IF) desta questão foi de 0,422, o que permitiu que ela fosse classificada como uma questão média. Isso vai ao encontro da distribuição das notas obtidas pelos candidatos conforme apresentado anteriormente.

QUESTÃO 17

Células a combustível microbianas (CCMs) surgiram para contribuir como uma fonte alternativa para a geração de energia. As CCMs utilizam microrganismos eletroativos para transferir elétrons de moléculas orgânicas para um eletrodo. Dentre os substratos orgânicos utilizados para alimentar o compartimento anódico das CCMs e produzir eletricidade, destaca-se o uso da urina humana como fonte alternativa para geração de energia elétrica. Dos sólidos dissolvidos na urina, a ureia é o componente majoritário, podendo chegar a 23 gramas por litro. Como cada pessoa urina em média 2 litros por dia, a produção mundial média de urina chega aos 1,6x10^{10} litros/dia, tornando-se um recurso inestimável.



a) A figura ao lado ilustra uma CCM. Em seu compartimento anódico, há um microrganismo agregado ao eletrodo, onde ocorre a transformação da ureia em alguns produtos, entre eles a água. Essa água produzida também sai do sistema, através de uma membrana semipermeável, juntamente com a água da própria urina. Observando a figura ao lado (i) escreva a equação química da reação global que ocorre na CCM e (ii) determine quantos mols de elétrons passam pelo circuito na transformação total de 1 mol de ureia.

b) A ureia, presente na urina, pode ser convertida em fertilizante na forma de íons amônio, se adicionada ao solo. Considerando as informações do texto inicial, qual seria a massa de íons amônio obtida a partir da conversão de 100% da ureia da urina de uma pessoa em um dia?

Dados:
Fórmula da ureia $(NH_2)_2CO$
Número de oxidação (NOX) do nitrogênio na ureia = -3

Objetivo da Questão

Esta questão teve como objetivo avaliar o conhecimento técnico e específico em Química, ao solicitar a escrita de uma reação química completa em uma célula a combustível microbiana (CCM) e a determinação do número de mols de elétrons envolvidos na transformação total de 1 mol de ureia, a partir da análise do número de oxidação. A questão também procurou explorar a habilidade dos candidatos em extrair as informações necessárias para resolução da questão a partir da ilustração do processo que ocorre na CCM, a qual fornecia todos os reagentes e produtos da reação. Portanto, para escrever a reação química bastava uma leitura atenta da ilustração, associado ao conhecimento químico de balanceamento estequiométrico. No segundo item foi avaliada a habilidade do candidato em realizar um cálculo estequiométrico, associado ao conhecimento de nomenclatura química.

Resposta Esperada

a)
(i) $(NH_2)_2CO_{(aq)} + {}^3/_2\, O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} + N_{2\,(g)} + 2\, H_2O_{(l)}$

(ii) O estado de oxidação do N na ureia é -3 e a ureia é convertida em N_2, onde o estado de oxidação do N é zero. Portanto, a conversão de 1 N da ureia para 1 N do N_2 envolve 3 elétrons. Como a reação envolve a conversão de 2 N, portanto, 6 mols de elétrons passam pelo circuito na transformação total de 1 mol de ureia.

b)

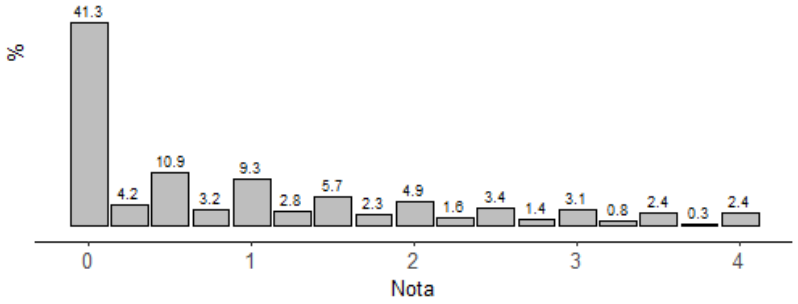
$$(NH_2)_2CO \rightarrow 2\ NH_4^+$$

Massas molares aproximadas: ureia 60 g/mol, íon amônio: 18 g/mol. Uma pessoa urina, em média, 2 litros por dia e cada litro de urina contém 23 g de ureia. Portanto, em um dia, uma pessoa urina 46 g de ureia.

$$\begin{array}{ccc} (NH_2)_2CO & \rightarrow & 2\ NH_4^+ \\ 60 & & 2 \times 18 \\ 46 & & x \end{array}$$

$$x = 27{,}6\ g\ NH_4^+$$

Desempenho dos Candidatos



A questão 17 foi a que apresentou o maior índice de notas zero entre todas as questões de Química, com 41,3% dos candidatos errando integralmente a questão (itens a e b) e somente 2,4% dos candidatos acertaram totalmente a questão. Entre os candidatos que não zeraram a questão (58,7%), 43,3% acertaram no máximo 50%, enquanto somente 15,4% acertaram mais de 50% da questão. Tanto a banca elaboradora quanto a análise estatística (IF: 0,227) convergiram nas análises ao classificarem a questão como difícil, enquanto a banca revisora indicou como muito difícil. Quanto ao grau de discriminação da questão, houve uma boa distribuição de nota entre os candidatos que não zeraram a questão, obtendo o índice ID = 0,502, sendo considerada ótima pela análise estatística.

Comentários Gerais

Como mencionado na análise do desempenho dos candidatos, a questão 17 foi a que apresentou o maior índice de notas zero entre todas as questões de Química. Esta questão aborda conceitos básicos e amplamente trabalhados no ensino fundamental e médio, no que se refere a balanceamento de equação, cálculo estequiométrico e número de oxidação. O desempenho observado se alinha aos resultados obtidos em questões de vestibulares anteriores que abordaram o mesmo tema. Há uma recorrente e persistente dificuldade dos estudantes de absorverem e/ou expressarem o conhecimento sobre escrita de equação química, balanceamento e, principalmente, cálculo estequiométrico. No item a) da questão, todos os reagentes e produtos estavam apresentados, com as respectivas fórmulas químicas, na ilustração sobre o processo da CCM. As setas indicavam qual era o reagente (entrando na CCM) e qual era o produto (saindo da CCM). Cabia ao candidato escrever a equação química e o balanceamento. Parcela significativa dos candidatos não identificou adequadamente todos os reagentes ou produtos; os que escreveram a reação corretamente não fizeram o balanceamento químico, no entanto. A segunda parte do item a) pedia que se determinasse quantos mols de elétrons passam pelo circuito na transformação total de 1 mol de ureia. Além do balanceamento químico, o candidato teria que identificar que a ureia foi convertida em N_2 e que o número de oxidação do N na molécula de N_2 é zero. O número de oxidação do N na ureia era fornecido (-3). Quanto aos que escreveram a reação química, independente do acerto do balanceamento, muitos tiveram dificuldade ou não fizeram a identificação descrita no parágrafo anterior. O item questionava qual seria a massa de íons amônio obtida a partir da conversão de 100% da ureia da urina de uma pessoa em um dia. A maior fonte de erro desta questão foi o não conhecimento da fórmula química do íon amônio (inviabilizando a resolução integral da questão) ou a proposição de uma fórmula equivocada. Entre os candidatos que conheciam a fórmula do íon amônio, muitos erraram ao não fazerem o balanceamento entre as espécies ($(NH_2)_2CO : 2\ NH_4^+$). Embora em menor proporção, outra dificuldade apresentada por alguns candidatos foi a determinação da quantidade de ureia a partir das informações fornecidas no texto bem como o cálculo da massa molar das espécies a partir dos dados fornecidos na tabela periódica no caderno de questões. Portanto, trata-se de uma questão que explorou muitas habilidades dos candidatos, mas que, embora possa ser considerada laboriosa, abordava temas básicos e fundamentais do conhecimento químico. Os resultados demonstram a necessidade imediata de ações para trabalhar esses conceitos de forma continuada, para sua devida compreensão.

QUESTÃO 18

Recentemente, um grupo de pesquisadores da Embrapa investigou a associação entre a produtividade de carne bovina e o balanço de carbono gerado para quatro tipos diferentes de manejo, conforme tabela abaixo. Na determinação do balanço de carbono (CO_2 total), os pesquisadores levaram em conta, além da própria emissão de CO_2 e do seu sequestro pela plantação consorciada de árvores, as emissões de metano entérico (CH_4) e óxido nitroso (N_2O). A tabela abaixo informa alguns resultados alcançados, sendo que o CO_2 total foi obtido pela diferença entre a quantidade de gases de efeito estufa removidos da atmosfera e a quantidade de gases de efeito estufa emitidos.

	Pastagem irrigada com alta lotação	Pastagem sem irrigação com alta lotação	Pastagem sem irrigação com lotação média	Pastagem degradada
CO_2 total (t CO_2 ha^{-1} ano^{-1})	–13,40	0,14	1,30	– 6,23
Produtividade de carne (kg ha^{-1})	1386	867	656	221

a) Considere que você seja um pecuarista que visa a maximizar seu rendimento financeiro, mas que ao mesmo tempo se preocupa em não impactar, com sua atividade econômica, o meio ambiente. Levando em conta esses pressupostos, assinale, no campo de respostas, a condição que seria a mais adequada em seu caso. Justifique sua resposta, levando em conta os dados da tabela acima e as informações do texto inicial.

b) Cada gás do efeito estufa é capaz de reter calor em determinada intensidade. Tal capacidade pode ser comparada à capacidade do CO_2 de realizar a mesma função, denominado CO_2eq. Para calcular o CO_2eq, basta multiplicar a quantidade de um gás de efeito estufa pelo seu potencial de aquecimento global (PAG). Na pesquisa feita pela Embrapa, para um mesmo manejo, duas metodologias (com diferentes valores de PAG) foram usadas para fazer a conversão da quantidade de gases CH_4 e N_2O em CO_2eq: **AR4** (PAG CH_4 = 21, N_2O = 310) e **AR5** (PAG CH_4 = 27,75, N_2O = 265). O valor do CO_2eq (CH_4 + N_2O) calculado por **AR4** foi menor do que o valor encontrado aplicando **AR5**. Considerando todas essas informações, qual gás foi emitido em maior quantidade neste manejo: CH_4 ou N_2O? Explique.

Objetivo da Questão

Nesta questão, o objetivo era avaliar as habilidades dos candidatos em correlacionar uma atividade econômica, neste caso a produção de carne (agropecuária), e os impactos ambientais como a geração de gases do efeito estufa (CH_4, N_2O, CO_2) causados por tal atividade. Trata-se de um tema muito presente atualmente tanto no cenário nacional quanto no internacional pela importância da preservação ambiental e, ao mesmo tempo, pela importância da agropecuária brasileira. Mais especificamente, a banca esperava que os candidatos fossem capazes de correlacionar a atividade agropecuária e o balanço de carbono.

Resposta Esperada

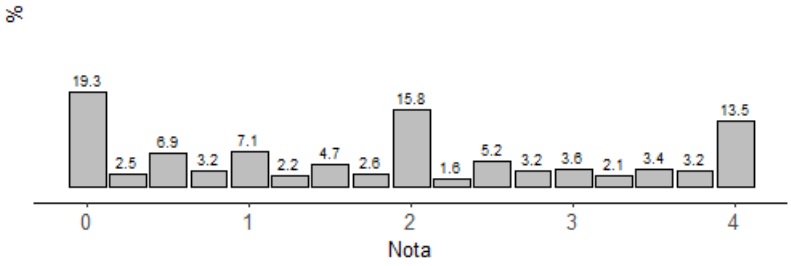
a) ☐ Pastagem irrigada com alta lotação ☒ Pastagem sem irrigação com alta lotação
☐ Pastagem sem irrigação com lotação média ☐ Pastagem degradada

Justificativa:

No item **a**, os candidatos deveriam ser capazes de observar que um balanço positivo de carbono era esperado. Ou seja, há maior remoção de CO_2 do que emissão na atmosfera e, neste caso, não impacta o meio ambiente. Portanto, as duas opções de pastagens com balanço de CO_2 negativo deveriam ser excluídas. Restavam, portanto, como opções de escolha, as pastagens sem irrigação com alta lotação e sem irrigação com lotação média. Dessas duas, como o pecuarista visava maior rendimento financeiro, a pastagem sem irrigação com alta lotação seria a ideal, pois apresenta a maior produção de carne e não impacta o meio ambiente.

a) No item **b** os candidatos deveriam analisar o parâmetro de CO_2 equivalente, que é calculado pela multiplicação da quantidade de um gás do efeito estufa pelo seu potencial de aquecimento global (PAG). No enunciado da questão, foram apresentadas duas metodologias, AR4 e AR5, com diferentes valores de PAG para a conversão de CH_4 e N_2O em CO_2 equivalente. O enunciado informava também que o valor de CO_2 equivalente (CH_4 + N_2O), utilizando-se a metodologia AR4, era menor do que aquele encontrado pela metodologia AR5. Considerando todas essas informações, a pergunta era a seguinte: qual dos gases, CH_4 ou N_2O, havia sido emitido em maior quantidade no manejo? Como resposta, a banca esperava que os candidatos fossem capazes de observar que, independentemente da metodologia considerada, o valor do PAG do N_2O era bastante superior ao do CH_4 e que, portanto, uma pequena quantidade de N_2O já impactaria muito o valor do CO_2 equivalente, enquanto o valor do CH_4 precisaria estar em grande quantidade para impactar o CO_2 equivalente. Ao correlacionar as metodologias, observa-se que na AR5 o PAG do N_2O é menor em relação a AR4 em 45 unidades enquanto o PAG do CH_4 é maior em relação a AR4 em 6,75 unidades. Essas variações fazem com que o CO_2 eq (AR4) < CO_2 eq (AR5) e, portanto, o gás que foi emitido em maior quantidade neste manejo foi o CH_4.

Desempenho dos Candidatos



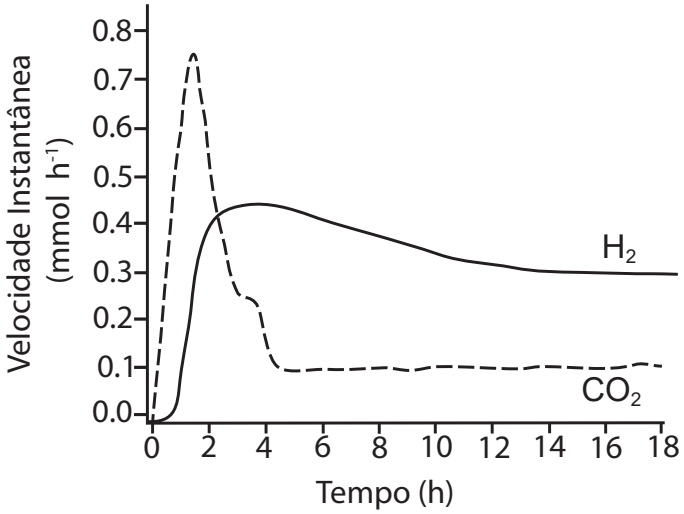
Houve um número significativamente elevado, de 19,3%, de candidatos que não pontuaram nesta questão. Porém, como pode ser observado, 15,8% dos candidatos acertaram metade da questão e outros 13,5% acertaram a questão por completo. Foi interessante notar a distribuição muito próxima no gráfico das porcentagens de candidatos com notas 0, 2 e 4. A questão teve um índice de discriminação (ID) de 0,637, classificado como excelente.

Comentários Gerais

A porcentagem de candidatos que não pontuaram nesta questão ficou acima do esperado pela banca elaboradora. Isso porque a banca esperava que os candidatos estivessem mais atentos ao fato de que o valor de CO_2 total, no item a, não poderia ser negativo. A banca corretora observou que muitos candidatos entenderam o contrário e escolheram as pastagens com valores negativos como as melhores, o que impactou nas notas. A capacidade de leitura e interpretação de dados em uma tabela é, no entendimento da banca elaboradora, um aspecto que deve ser trabalhado no ensino médio pelas escolas.
O item **b** exigiu um pouco mais dos candidatos porque havia a necessidade de se comparar o valor de CO_2 equivalente (CH_4 + N_2O), utilizando-se duas metodologias diferentes para se concluir que o gás que foi emitido em maior quantidade foi o CH_4. O índice de facilidade (IF) desta questão foi de 0,451, o que permitiu que ela fosse classificada como uma questão média.

QUESTÃO 19

A produção enzimática de hidrogênio a partir da glicose e água foi estudada do ponto de vista cinético e termodinâmico, revelando ser possível obter alto rendimento de H_2 em condições suaves de reação: temperatura ambiente e pressão atmosférica. Com melhorias tecnológicas e integração com células de combustível, essa tecnologia também permitiria resolver alguns dos desafios associados ao armazenamento, à distribuição e à infraestrutura na economia baseada no H_2.

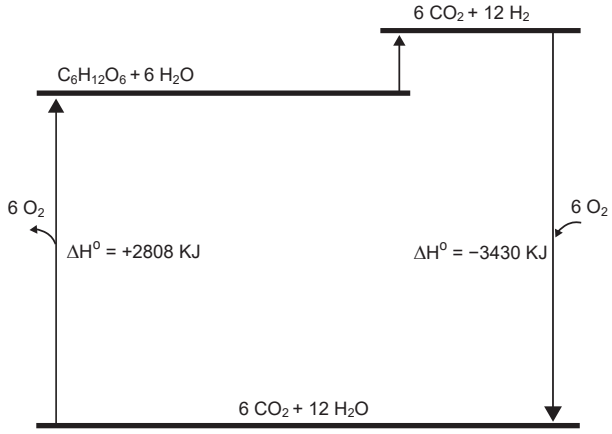


a) A figura ao lado mostra a velocidade instantânea de formação de hidrogênio e dióxido de carbono em função do tempo do processo estudado. A equação química que representa quantitativamente o resultado desse processo é dada por:

$$C_6H_{12}O_{6(aq)} + 6\ H_2O_{(aq)} \rightarrow 12\ H_{2(g)} + 6\ CO_{2(g)}$$

Levando em conta essas informações, em que tempo a razão entre as velocidades instantâneas de formação dos produtos se iguala à razão entre seus coeficientes estequiométricos? Justifique.

b) Do ponto de vista termodinâmico, para a discussão dos resultados os autores utilizam o diagrama de energia (aqui incompleto) fornecido no campo de respostas. A partir desse diagrama, resolva: (i) no decorrer do processo sob estudo, o meio reacional tenderia a um aumento ou a uma diminuição da temperatura? Justifique. (ii) Calcule o valor da entalpia molar da reação de formação da água.



Objetivo da Questão

O item **a** da questão 19 tem como objetivo avaliar o conhecimento sobre cinética química e estequiometria. O item pede que se nomeie em que tempo a razão entre as velocidades instantâneas de formação dos produtos se iguala à razão entre os seus coeficientes estequiométricos. Assim é fundamental que se conheça fundamentos de estequiometria já que se pede que se compare a razão entre coeficientes estequiométricos (valores que precedem cada fórmula na equação química) e a razão entre as velocidades instantâneas de formação dos produtos, e também exige conhecimentos básicos de cinética química já que é necessário extrair informações a partir do gráfico de velocidade em função do tempo. Importante ressaltar que não é comum ensinar conceitos de cinética química a partir de gráficos de velocidade em função do tempo, mas sim de concentrações em função do tempo. Desse modo a resolução do item com esse tipo de informação é mais simples. O objetivo do item **b** é avaliar a habilidade em leitura e interpretação de diagrama de energia, assim como testar o conhecimento de conceitos básicos em termoquímica, como convenção de sinais de energia e associação de calor com temperatura. Dessa forma, o item exige que se saiba que numa reação exotérmica há uma liberação de energia e que, portanto, o meio reacional torna-se mais quente com a evolução da reação se essa energia não for liberada para fora do meio reacional. O item também exige que se saiba que um sinal negativo de energia significa que está ocorrendo uma liberação de energia que se denomina calor. O item **b** também exige que se faça um cálculo de energia de um dado processo a partir de um diagrama de energia. Em suma, o item questiona vários aspectos fundamentais, básicos e importantes no estudo de termoquímica.

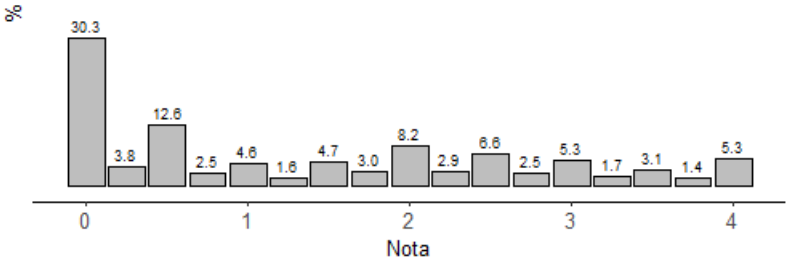
Resposta Esperada

a) A estequiometria da equação química informa que a transformação de 1 mol de glicose leva à formação de 12 mols de H_2 e 6 mols de CO_2, o que corresponde a uma relação H_2/CO_2 igual a 2:1. A figura das velocidades instantâneas de formação dos produtos em função do tempo mostra que a velocidade instantânea de formação do H_2 é o dobro da velocidade de formação do CO_2 no tempo aproximado de 4 horas de reação, já que $vH_2 = 0{,}42$ mmol h^{-1} e $v\ CO_2 = 0{,}21$ mmol h^{-1}, o que corresponde a uma relação de 2:1.

b)

i) De acordo com o diagrama, a energia dos processos em que a energia dos reagentes se encontra num patamar abaixo do patamar dos produtos apresenta um sinal positivo (+), ou seja, são endotérmicas (absorvem energia), que é o que ocorre no processo sob estudo (produção de hidrogênio a partir de glicose). Portanto o meio reacional tenderá a diminuir a sua temperatura com o tempo.
ii) A entalpia de formação da água é dada para a reação a partir de seus elementos na forma mais estável H2 + ½ O2 = H2O. Conforme mostra o diagrama de energia, o processo 12 H2 (g) + 6 O2 (g) → 12 H2O (aq) tem ΔH = – 3430 kJ. Assim, para 1 mol de água: ΔH = – 3430/12 = – 286 kJ/mol.

Desempenho dos Candidatos



Os candidatos apresentaram um desempenho abaixo da média na questão, sendo que o desempenho foi melhor no item a). Isso se justifica pelo fato de que o item **a** exige apenas uma leitura simples de gráfico e um conhecimento básico de estequiometria, um assunto mais frequentemente visto no ensino médio do que termoquímica. Já o item b), exige um conhecimento de conceitos básicos de termoquímica, porém esse é um assunto que ao longo do vestibular sempre apresenta maiores dificuldades para os candidatos. Além disso, embora o diagrama de energia seja de conhecimento dos alunos do ensino médio, geralmente ele se apresenta num formato de informações completas e com etapas bem definidas. Aqui, no entanto, os questionamentos exigem uma leitura atenta e interpretativa. O item **b**(i), por exemplo, é mais simples, mas exige que se saiba que o sinal positivo de entalpia implica numa reação que leva a uma diminuição da temperatura (reação endotérmica) e que se saiba que as setas num mesmo sentido representam processos idênticos na questão do sinal da entalpia. Já o item **b**(ii) exige que se saiba o que significa a reação de formação da água e que no diagrama se desconsidere a presença do CO_2, observando-se que o diagrama foi colocado da forma como os pesquisadores divulgaram seus resultados, o que significa que é preciso um certo letramento científico para responder a esse item. No item **a**, a média foi de 0,96 pontos em 2 possíveis e a do item **b** foi de 0,46, perfazendo uma média na questão de 1,42 pontos em 4,0 possíveis

Comentários Gerais

Item **a** – Na justificativa os valores das velocidades instantâneas deveriam aparecer na redação da resposta; no entanto, muitos candidatos que acertaram a resposta deixaram os valores apenas anotados no gráfico, o que está fora do espaço de resposta.

Muitos candidatos que erraram a resposta traçaram as linhas para encontrar os valores de velocidade em vários pontos do gráfico, mas não observaram que os valores de velocidade deveriam ser pontos pertencentes às duas curvas. Muitos candidatos confundiram a razão estequiométrica H_2/CO_2 =2/1 com equivalência de valores, por exemplo 1:1. Outro erro bastante comum foi considerar regiões do gráfico em que as velocidades eram constantes, provavelmente por conta do argumento incorretamente utilizado no ensino de química sobre equilíbrio químico. Esses candidatos, via de regra, afirmaram que a partir do momento em que as velocidades se tornam constantes o equilíbrio é atingido e, portanto, o equilíbrio era atingido, assim como os coeficientes estequiométricos. Exemplo: em 12 horas a reação entra em equilíbrio químico, logo as velocidades e os coeficientes estequiométricos se igualam. Muitos candidatos souberam observar que a relação estequiométrica é 2:1; no entanto, tiveram dificuldade em observar essa proporção no gráfico. Atribuíram erroneamente um valor de tempo e sequer tentaram encontrar os correspondentes valores de velocidade para os dois produtos. Muitos candidatos optaram pelo valor de tempo em que as velocidades se igualam, uma dica muito comum de que isso é uma boa escolha quando não se sabe resolver uma questão com gráfico. Muitos candidatos sabiam como chegar à resposta, porém cometeram erros por não utilizar régua e traçaram linhas tortas ou não paralelas ao eixo Y.

Item **b** – A primeira parte desse item é meramente conceitual: se uma reação libera energia, seu valor de entalpia tem sinal negativo e o meio reacional sofre um aumento de temperatura, o inverso é verdadeiro para uma reação endotérmica. Um problema no ensino desse conceito é que fica a impressão de que uma reação só vai ocorrer se houver uma liberação ou uma absorção de energia, e isso não é correto. Todas as reações térmicas ocorrem com absorção de energia no seu início, até as exotérmicas. O balanço energético final da reação é que vai determinar se o meio reacional final estará numa temperatura maior que a inicial para uma reação exotérmica. Para uma reação endotérmica, a temperatura final será menor que a temperatura inicial. Em ambas as situações, se considera que a reação se processa sem troca de energia com a vizinhança. Essa pequena confusão conceitual muitas vezes dificulta a aprendizagem desse assunto. Para além disso, a convenção de sinal positivo para processo endotérmico e negativo para processo exotérmico parece que vai "meio que na contramão" do senso comum. Generalizando, quando o candidato erra a resposta, é porque ele sequer teve contato com o assunto ou o apreendeu de forma errada. Na segunda parte do item **b** pede-se para calcular o valor da entalpia molar de formação da água, o que exige inicialmente que se saiba a correspondente equação química desse processo: $H_2 + ½\ O_2 = H_2O$, além de saber que molar significa, nesse caso, formação de 1 mol de água. Outro conceito que se exige nesse item é o de que se uma dada substância aparece como regente e como produto numa equação química, em mesmas quantidades, então ela não deve ser considerada, estando em mesma condição de temperatura, pressão e estado físico. Muitos candidatos simplesmente erraram essa parte da pergunta, pois não sabiam onde fazer a leitura correta das informações no diagrama e simplesmente calcularam o valor de entalpia que faltava no gráfico, uma prática muito comum quando se trabalha esse conteúdo em sala de aula, pressupondo-se que a única utilidade num diagrama de entalpia seja "encontrar" um valor que não está explícito. Na realidade, a pergunta objetivava verificar se o candidato sabia qual é a reação de formação de uma substância e a resposta que mais apareceu foi que o valor de entalpia era de 622 kJ, tanto com sinal + como –. Muitos candidatos também apresentaram o valor –3430 kJ sem levar em conta que se pedia a entalpia molar. Também houve muitas respostas como 468 kJ/mol, em que o candidato simplesmente dividiu 2808 por 6. No geral, o que se observou foi que os candidatos que acertaram essa segunda parte do item **b** também acertaram o item **a**, porém acertar o item **a** não implicou acertar o item **b**. Fica a mensagem de que, se houver uma opção para apresentar um ciclo termoquímico ou um diagrama de energia, é desejável entender seus múltiplos significados em detrimento a uma série exaustiva de cálculos.

QUESTÃO 20

De acordo com a ONU, i) um terço da população mundial não tem acesso a água potável, ii) as águas transfronteiriças são responsáveis por 60% dos fluxos de água doce do mundo e iii) nos últimos 50 anos os desastres relacionados à água representam 70% de todas as mortes relacionadas a desastres naturais.

a) "As sociedades humanas estão mudando onde e como a água flui através da atmosfera. No entanto, tais alterações no ciclo atmosférico da água não estão sendo gerenciadas, nem se tem uma ideia real do rumo que estas alterações poderão tomar no futuro." Essas afirmações fazem parte do artigo intitulado (em tradução livre) "*Céu seco: cenários futuros para modificações humanas do ciclo da água atmosférica*", publicado na revista ***Global Sustainability*** em 2024. Num contexto próximo a esse, em 2023, outro artigo, dessa vez intitulado (também em tradução livre) "*Captação de água atmosférica: uma revisão de técnicas, desempenho, soluções de energia renovável e viabilidade*", foi publicado na revista ***Energy***. Considerando essas informações, comente de que forma os objetivos do segundo artigo i) confirmariam as preocupações expressas no primeiro artigo e ii) contemporizariam a principal preocupação expressa no título do primeiro artigo.

b) Num dado sentido, a crise mundial da água pode se manifestar por "1) escassez de água, 2) excesso de água ou 3) água muito poluída", em escala local ou global. No campo de resposta, na figura que representa o ciclo da água, atribua os números 1, 2 e 3 a três dos seis círculos que julgar mais apropriados. Os números só podem ser usados uma única vez. Dentre as atribuições 1, 2 e 3, em qual delas e de que forma a Química pode melhor contribuir para a solução desse problema? Exemplifique e explique sua resposta, levando em conta a sua atribuição dos números na figura oferecida no campo de respostas.

Objetivo da Questão

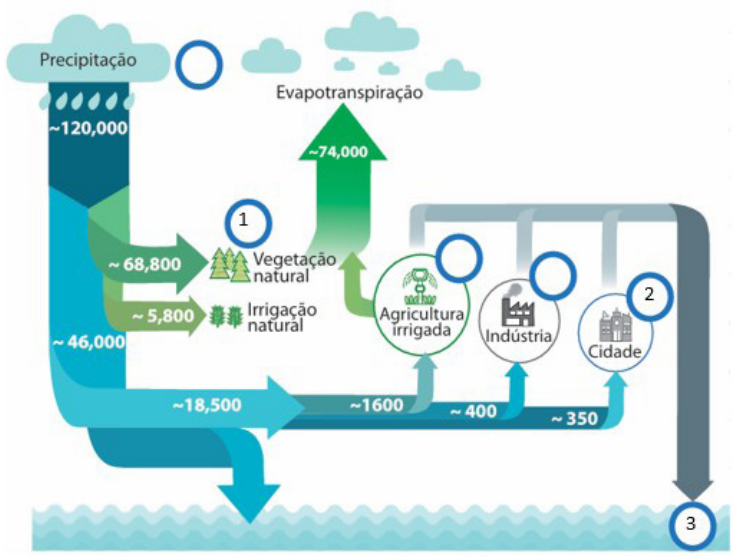
O item **a** da questão 20 tem como objetivo avaliar o letramento científico ao exigir interpretação de excertos de artigos científicos recentes, relativos à falta de umidade atmosférica em diversos pontos do planeta, associada a problemas advindos do aquecimento global e relativo a técnicas de captura de umidade atmosférica por técnicas não naturais. O item exige uma reflexão de como as preocupações com a falta de umidade do ar atmosférico podem ser aumentadas em vista da invenção de técnicas que visam retirar essa umidade para obter água líquida. Ao mesmo tempo, o item **a** também questiona como essas técnicas podem contornar parte das preocupações com a falta de umidade. É importante observar que esses questionamentos deveriam ser preocupação de todos os segmentos da sociedade, já que a resolução local de problemas dessa natureza implica o resto do planeta de modo global. Certo e evidente é que a adoção de técnicas modernas para a resolução desse tipo de problema está muito mais disponível para as sociedades mais ricas, então é preciso pensar globalmente antes que o problema se instale. O item **b** da questão pede uma reflexão sobre três problemas centrais no caso da água que circula globalmente: excesso, falta e poluição e pede que se escolha e discuta o tipo de ação mais apropriada para combater cada um dos problemas citados, lembrando que a pergunta fornece os três problemas e questiona em que ambiente cada ação deve ser feita. O item também pede que se escolha entre os três problemas mencionados, onde e de que forma o conhecimento químico poderia contribuir para amenizá-lo.

Resposta Esperada

a)

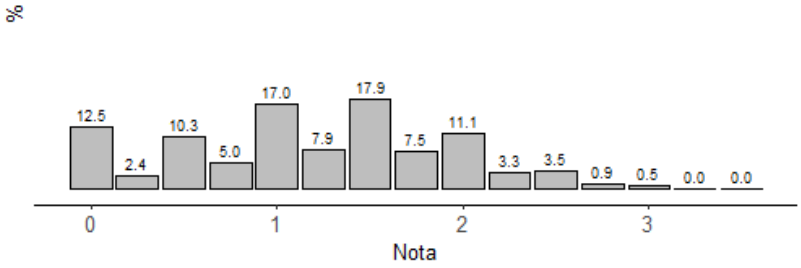
i) A preocupação central do primeiro artigo diz respeito a ações humanas no ciclo da água; portanto, a captura da água atmosférica (segundo artigo) pode impactar ainda mais em um problema já existente em relação ao ciclo natural da água.
ii) Técnicas que permitem capturar água no estado gasoso da atmosfera (objetivo do segundo artigo) utilizando energia renovável e sustentável para suprir a escassez de água em locais de seca (céu seco).

b)



A intervenção da Química seria mais apropriada no item 3, ou seja, na prevenção e/ou tratamento da poluição, concebendo processos mais limpos e eficientes para o tratamento de poluentes (indústria, esgoto em cidade).

Desempenho dos Candidatos



Os candidatos apresentaram um desempenho médio na questão, sendo que o desempenho nos dois itens foi igual, 1,04 no item a) e 1,00 no item b), sendo que cada item valia 2 pontos. Isso se justifica pelo fato de que os dois itens não exigem conhecimentos específicos de Química, mas sim conhecimentos gerais de Ciências e ambos são centrados em leitura e interpretação de texto, não exigindo respostas com conhecimento específico.

Comentários Gerais

A primeira frase apontada no item da questão informa "As sociedades humanas estão mudando onde e como a água flui através da atmosfera". Um dos objetivos do segundo artigo, expresso em seu título se resume na captação da água da atmosfera e, dessa forma, confirma a principal preocupação do primeiro artigo, expressa na afirmação anteriormente citada. Indiretamente, o ser humano vem interferindo no ciclo da água desde há muito tempo. Interferências diretas, no entanto, são recentes e não em grande número. Porém, quando se propõem técnicas para fazer isso diretamente, é preciso ligar o sinal de alerta. Boa parte dos candidatos se limitou a destacar dois pontos, um de cada artigo, sem, no entanto, conectá-los numa argumentação lógica. Muitos também não entenderam o significado de confirmar, que, no caso, tem mais um sentido de exemplificar a preocupação mais generalizada expressa no primeiro artigo. Então, os erros mais frequentes demonstraram uma certa dificuldade dos candidatos em perceber o significado de confirmar. A segunda parte do item **b** pede para argumentar como os objetivos do segundo artigo poderiam contribuir para amenizar as preocupações expressas no título do primeiro artigo. O título do primeiro artigo informa "Céu seco...", expressando preocupações com esse fato e o segundo artigo relata sobre técnicas que podem ajudar na resolução desse problema, porém, numa escala local, apontando as técnicas, seu desempenho e uso de energia, etc. O que mais se observou de erro aqui foi não considerar o que se aponta no título do primeiro artigo e sim nas preocupações. Então, de modo geral, é importante frisar que a maioria dos erros advieram de dificuldade de leitura dos excertos, de destacar o que era importante para responder e não conectar as duas informações destacadas de cada um dos excertos. Para responder ao item **b**, é necessário inicialmente observar a figura e tentar entender seus aspectos fenomenológicos e quantitativos. De um ponto de vista generalista, tanto os aspectos de escassez como os de excesso de água dizem respeito à interferência humana no ciclo natural da água, principalmente por conta de desmatamentos e de produção dos gases do efeito estufa. Quantitativamente, observa-se na figura que mais da metade da água doce que circulam na Terra passa pela evapotranspiração, cujo principal parceiro é a vegetação natural. Então, o local de maior contribuição para evitar mudanças na evapotranspiração é a preservação da vegetação natural, sendo esse o local que deveríamos focar. A questão do excesso de água produz desastres em muitos ambientes;, porém, onde vemos isso mais declaradamente é nas cidades (Porto Alegre, por exemplo), assim, para contornar o problema de excesso é melhor repensarmos a cidade; a localização, as moradias, o relevo etc. Boa parte dos candidatos escolheu que o problema da poluição da água é o que a Química teria melhor contribuição, o que foi considerado correto. Porém, não podemos restringir a intervenção da Química apenas no sentido de intervir após ocorrência da poluição, mas também no sentido de melhorar processos e produtos, de modo a diminuir os fatores que levam à poluição das águas. Muitos candidatos, provavelmente estimulados pelas frequentes notícias de falta de água nas cidades, apontaram esse local como a preocupação da escassez. Na verdade, essa escassez não é um problema que afeta globalmente as sociedades humanas; além disso, as quantidades relativas que as cidades utilizam são pequenas em relação ao global disponível. A falta de água nas cidades é um problema menos abrangente, embora importante, mas pode ser resolvido por medidas mais pontuais como impermeabilização do solo, a ocupação não planejada do solo, etc. Em geral, as cidades se originaram em locais próximos a rios, córregos e fontes e por conta dos problemas citados anteriormente foram secando. No entanto, essas cidades continuaram lá, mas com a água diminuindo e o excesso aumentando, já que esses locais geralmente são de baixa altitude. De modo geral, os candidatos escolheram a poluição das águas como o problema maior a ser enfrentado pela Química; quando escolheram outras opções, os candidatos tiveram muita dificuldade para exemplificar como a Química seria útil. De qualquer forma, o recado está dado: se quisermos resolver globalmente os problemas de escassez de água no planeta, temos que pensar em políticas públicas voltadas à conservação e reposição da vegetação natural. Lembrar que os problemas locais de falta, excesso ou poluição da água são importantes, porém, temos que "pensar globalmente".