2025

Vestibular Unicamp

PROVA COMENTADA

2ª FASE • CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SAÚDE
INTERDISCIPLINARES DE CIÊNCIAS HUMANAS
MATEMÁTICA
BIOLOGIA
QUÍMICA

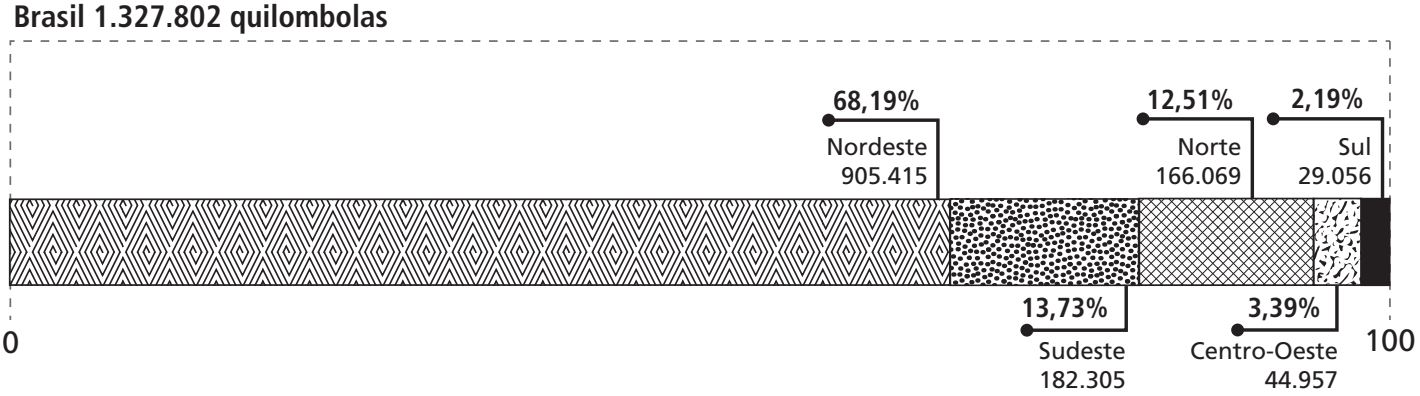
2025 Vestibular Unicamp

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.

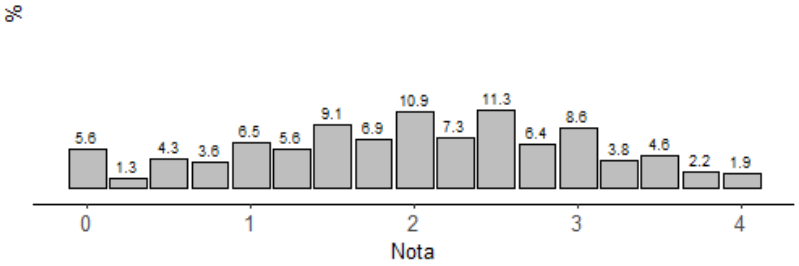
Resposta Esperada

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

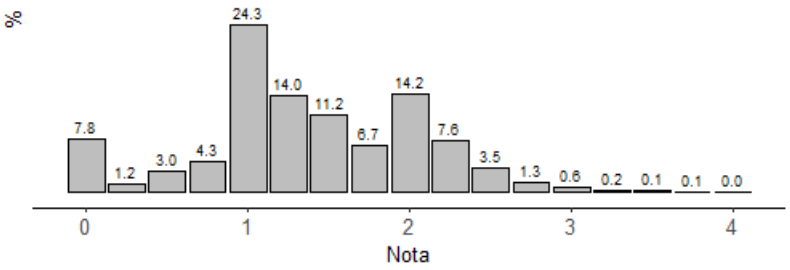
interpretação da posição de dois autores com relação à rede global internet, suas potencialidades (para a emancipação da humanidade) e perigos (mediante usos militares e econômicos). O estudante poderia ter mobilizado conhecimento prévio sobre o processo de globalização, as tecnologias da informação 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).

As quatro questões da prova direcionada a candidatos a cursos de ciências biológicas e área da saúde abordaram vários tópicos de matemática. Algumas questões foram contextualizadas, outras envolviam o conhecimento matemático em sua forma mais pura.

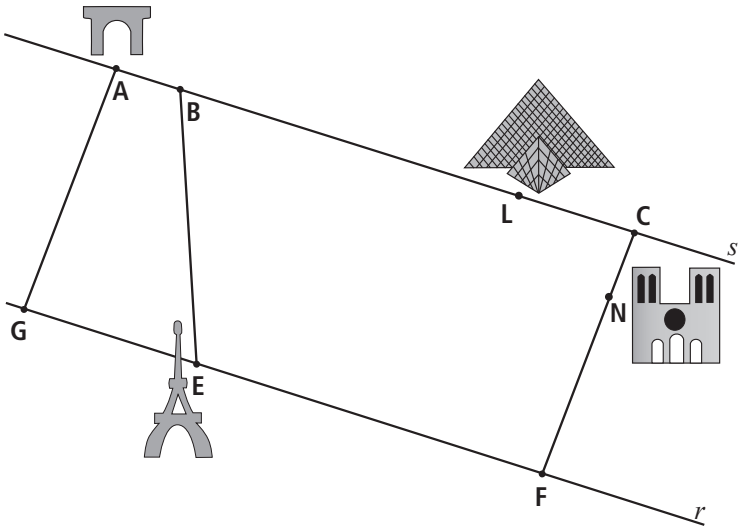
A nota média dos candidatos na prova de matemática foi de 7,77 (num total de 16, ou seja, média de 48%), com um desvio padrão de 4,3. A próxima figura mostra a distribuição das notas, considerando os candidatos que fizeram a prova. A distribuição "uniforme" mostra que a prova serviu bem ao propósito de selecionar os estudantes para a Unicamp.

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

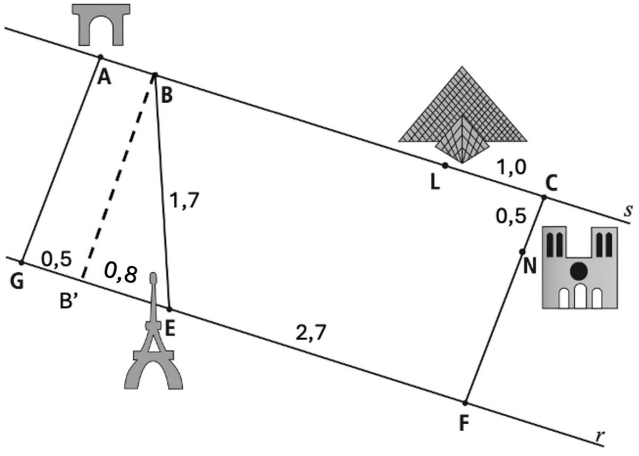
a) Como são 4 fotos, ela tem 4 opções para postar no primeiro dia, 3 opções no segundo dia, 2 opções no terceiro dia e somente 1 opção no quarto dia. Portanto, pode fazer os posts de $4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 24$ formas diferentes.

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.

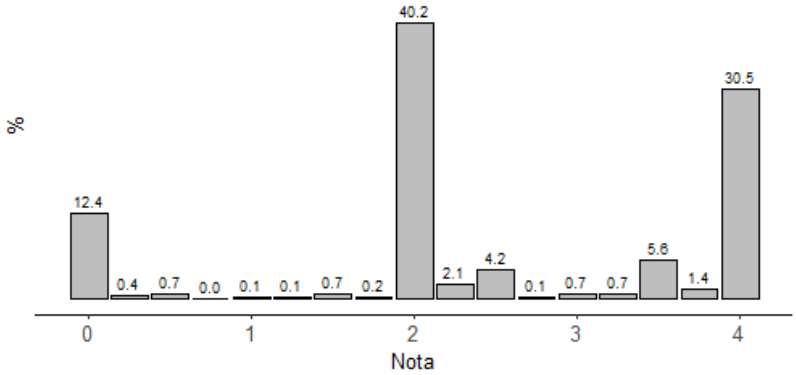


Usando o Teorema de Pitágoras no triângulo B'BE, podemos calcular a medida do cateto B'E, obtendo $B'E = \sqrt{(1{,}7)^2 - (0{,}8)^2} = \sqrt{2{,}25} = 1{,}5$. Logo, o segmento AG mede 1,5 km, e daí o trecho AGE mede 2,8 km.

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

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

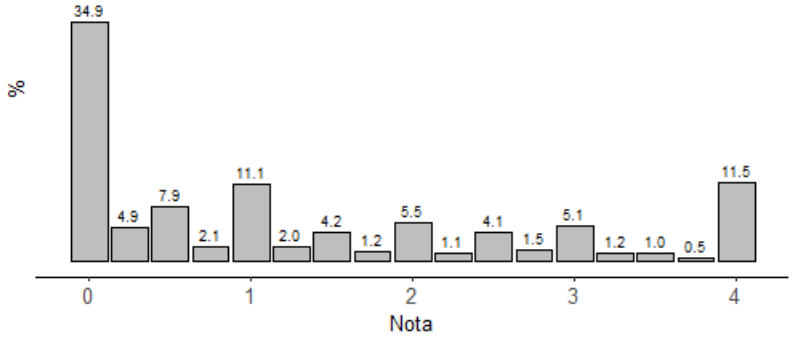
$$g(f(1))=2+c+k.$$

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

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

Este sistema é equivalente a

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

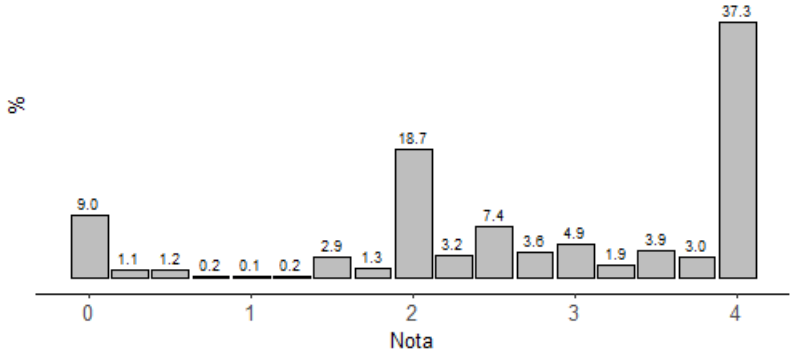
logo $x=6$, $y=3$ e $z=0$ e a senha é (6,3,0).

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 $x,z,c \in \{0,1,\ldots,9\}$, 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



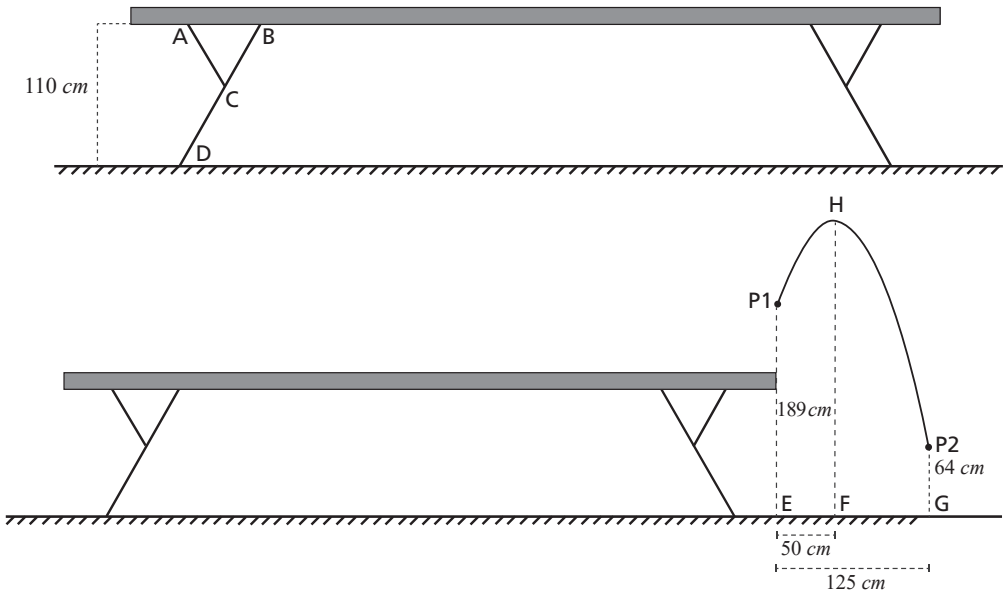
De forma geral, os candidatos tiveram um bom desempenho nesta questão. Cerca de 40% tiraram nota 4, e o percentual de zeros foi baixo.

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.

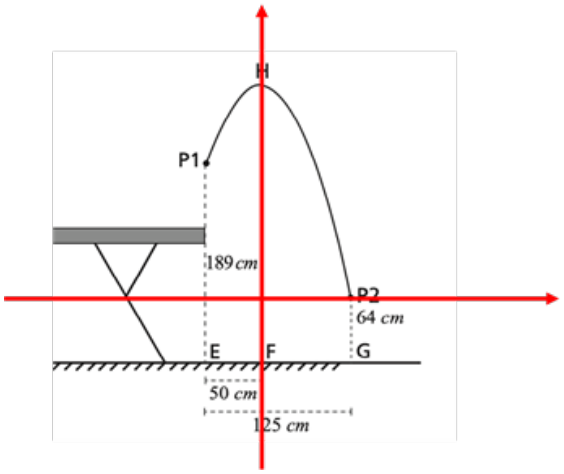
Objetivo da Questão

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

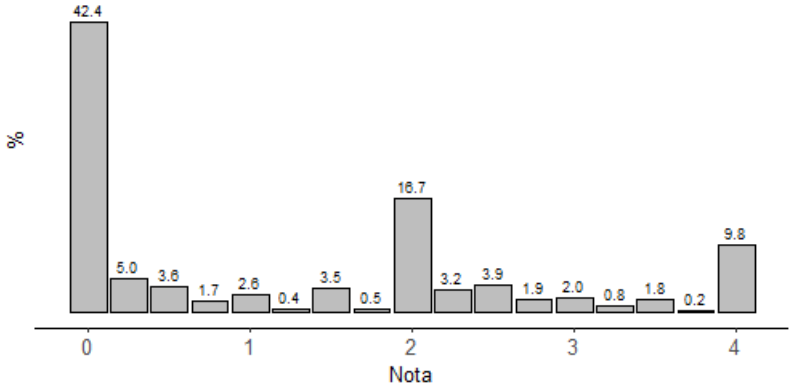
a) Na Figura 1, seja R um ponto no "chão", de modo que o segmento RB é perpendicular ao chão e à trave. Como o triângulo ABC é equilátero, seus ângulos tem 60 graus; daí o ângulo RDB mede 60 graus. Como o triângulo DRB é retângulo, temos que $sen(60)$=BR/DB. Assim, $\sqrt{3}/2 = 110/DB$, ou seja, $DB=(220\sqrt{3})/3$.

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.

BIOLOGIA

A banca elaboradora formulou oito questões de Biologia para a prova da Área de Ciências Biológicas/Saúde, contemplando uma variedade de temas do programa do vestibular 2025, com atenção especial ao conteúdo exclusivo de segunda fase identificado no programa. Também houve cuidado para que não houvesse sobreposição de temas com a prova da 1ª Fase do mesmo vestibular, com as provas da última edição dos vestibulares UNICAMP, UNESP, USP, ENEM e do PROVÃO PAULISTA, e com a prova de Vagas Remanescentes. Houve atenção em elaborar questões com nível de dificuldade variável, incluindo questões de média dificuldade e questões também consideradas difíceis. As questões exigiram do candidato conhecimento e aplicação do conteúdo programático do Ensino Médio relativo à Biologia, bem como a integração interdisciplinar entre Biologia e outras áreas do conhecimento.

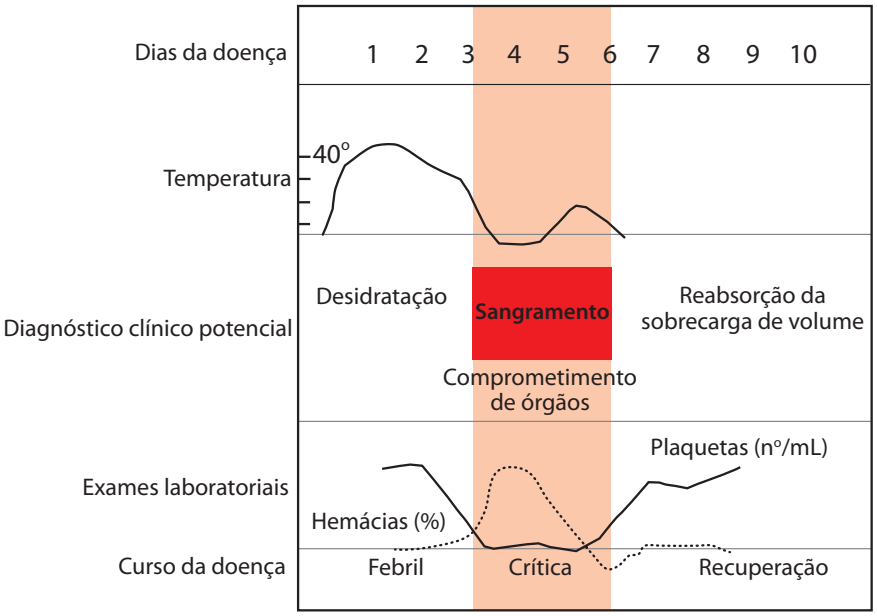
Além disso, foram elaboradas questões que pudessem selecionar candidatos que trouxessem algumas das características desejadas para o aluno ingressante da UNICAMP, a saber, conhecimento de assuntos atuais e de temas importantes para a ciência e para a sociedade, capacidade de interpretação de figuras e de texto, de análise de dados apresentados na forma de gráfico, capacidade de raciocínio lógico e de argumentação associados ao conhecimento específico da Biologia.

Todos os corretores apontaram dificuldade no entendimento do desenho/formato de letra, assim como desvios das normas gramaticais e de ortografia nas respostas dos candidatos.

QUESTÃO 7

A dengue é uma doença viral transmitida pela fêmea de mosquitos, principalmente da espécie *Aedes aegypti*.

a) Considerando o ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti*, explique por que apenas as fêmeas podem transmitir o vírus da dengue. Indique dois fatores ambientais que favorecem, no Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país, a transmissão da dengue nos primeiros meses do ano.



(Adaptado de World Health Organization. *Dengue: guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control*. New edition. Geneva: WHO; 2009. https://www.who.int/publications/i/item/9789241547871. Acesso em 13/5/2024.)

b) Sabe-se que infecções subsequentes aumentam o risco do desenvolvimento de dengue grave e que os pacientes podem apresentar uma fase crítica. Considerando as informações apresentadas na figura – relacionadas ao curso da doença –, qual é a alteração potencialmente associada ao sangramento? Justifique a sua resposta.

Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:
Biodiversidade:
– Biologia dos animais.

Saúde humana:
– O que é saúde?
– Estrutura e função de células, órgãos e sistemas;
– Doenças causadas por microrganismos e vetores transmissores de doenças.

Em relação ao conhecimento de Biologia, o candidato foi avaliado quanto a sua capacidade de: (a) conhecer a forma de transmissão da dengue; (b) conhecer o hábito alimentar dos mosquitos hematófagos; (c) reconhecer fatores ambientais que influenciam na transmissão da dengue e relacioná-los com o ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti*; (d) conhecer a função das plaquetas.

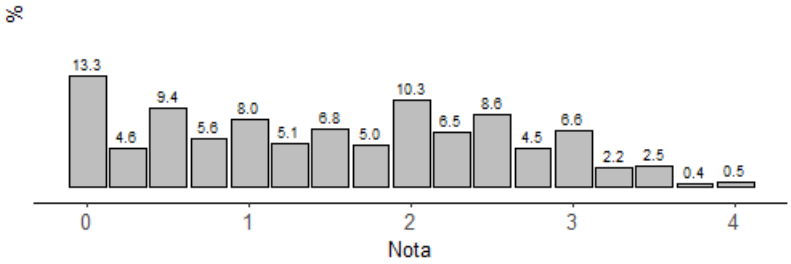
Quanto às capacidades desejadas do candidato, a questão avaliou: (a) a capacidade de interpretação das informações fornecidas em texto e na figura para resolução da questão; e (b) a capacidade de elaboração de hipótese lógica e argumentação coerente com o tema da questão.

Resposta Esperada

a) Em mosquitos hematófagos, apenas a fêmea se alimenta de sangue, sendo ele necessário para o desenvolvimento e maturação dos seus ovos. Assim, a transmissão se dá quando uma fêmea se alimenta de sangue de uma pessoa infectada com o vírus e depois se alimenta novamente em outra pessoa sem o vírus. Dois fatores ambientais que favorecem — no Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país — a transmissão da dengue nos primeiros meses do ano são o aumento de temperatura e o aumento da quantidade de chuva.

b) A alteração potencialmente associada ao sangramento na fase crítica é a redução de plaquetas. As plaquetas desempenham importante função no processo de coagulação sanguínea, reduzindo o risco de hemorragias; por isso, seu nível baixo no sangue representa um risco à saúde.

Desempenho dos Candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi 1,52 e o desvio padrão de 1,05 (item **a** com média de 0,48 e desvio padrão de 0,47; item **b** com média de 1,05 e desvio padrão de 0,82).

Comentários Gerais

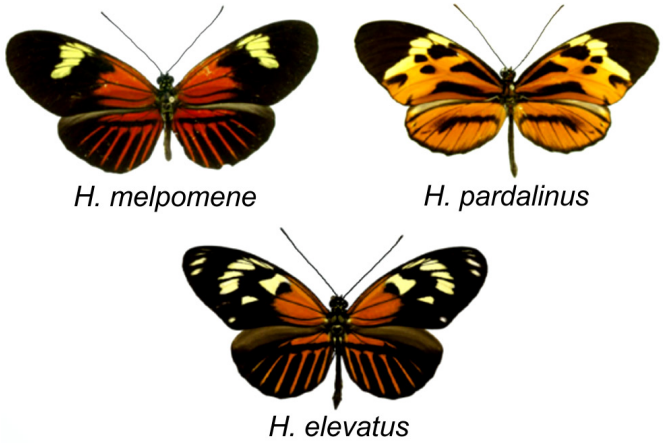
Item **a**: Erros comuns entre os candidatos: a transmissão do vírus ocorre quando as fêmeas botam os ovos ao picar uma pessoa; apenas as fêmeas resistem ao vírus e por isso podem transmiti-lo; os machos não transmitem o vírus pois cuidam dos filhotes; a transmissão da doença está ligada ao cromossomo X e por isso apenas as fêmeas transmitem; apenas as fêmeas possuem o gene para transmissão do vírus da dengue; vírus são protozoários; a dengue é uma doença mitocondrial transmitida apenas pelas fêmeas; indicaram como fator a maior urbanização nos primeiros meses do anos; indicaram maior descarte de lixo nos primeiros meses do ano; citaram maior desmatamento nos primeiros meses do ano.

Item **b**: Erros comuns entre os candidatos: não consideraram a fase crítica da doença e sim outra fase (como a febril) na resposta; as hemácias provocam sangramento; o sangramento ocorre para eliminar o vírus; indicaram alterações que não constam na figura; indicaram a função das plaquetas como anticoagulante; indicaram a dengue como causa de hemofilia; sangramento é causado aumento de oxigênio nas hemácias.
Na previsão da banca elaboradora e na da banca revisora a questão seria de dificuldade média, apresentando maior dificuldade no item **b**. Considerando o desempenho dos candidatos, a questão foi classificada como difícil, com índice de facilidade geral de 0,38. Especificamente, a questão foi de dificuldade média para os candidatos do curso de Medicina, com índice de facilidade de 0,58.
De modo importante, o índice de discriminação geral da questão foi de 0,47, considerado bom, e a questão apresentou capacidade de discriminar candidatos com maior e menor nota geral. Separadamente, a capacidade discriminatória para o curso de Medicina foi marginal e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi boa, com índices de 0,28 e 0,37, respectivamente.

QUESTÃO 8

Um grupo de pesquisadores revelou que a borboleta *Heliconius elevatus*, da Amazônia, é uma espécie híbrida. A espécie se originou do cruzamento entre outras duas do mesmo gênero, *H. melpomene* e *H. pardalinus*, e acredita-se que a hibridização aconteceu há cerca de 180 mil anos, segundo análises genéticas.

a) A borboleta *H. elevatus* tem apenas 1% do material genético idêntico ao de *H. melpomene*, mas essa pequena proporção tem impacto na aparência, pois esses genes são os responsáveis por conferir o desenho e as cores nas asas. Sabe-se que a espécie *H. melpomene* é tóxica e tem um sabor desagradável. Explique, do ponto de vista evolutivo, a importância para a *H. elevatus* de ser parecida com uma espécie já existente ao invés de ter um padrão de desenho e cores completamente novo.



(https://revistapesquisa.fapesp.br/borboleta-amazonica-surgiu-do-cruzamento-entre-duas-especies/. Acesso em 13/5/2024.)

b) Os liquens, assim como as borboletas, são reconhecidos como importantes indicadores biológicos. Explique duas razões pelas quais as borboletas podem ser consideradas indicadores biológicos no monitoramento ambiental.

Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:
Origem e evolução da vida:
– Origem e diversificação da vida;
– Especiação;

O Ambiente e a vida:
– Interações ecológicas;
– Preservação e estratégias necessárias para conservação do ambiente e da vida.

Biodiversidade:
– Biologia dos animais.

Em relação ao conhecimento de Biologia, o candidato foi avaliado quanto a: (a) conhecer conceitos gerais de evolução das espécies e diversificação da vida; (b) reconhecer na teoria do mimetismo a vantagem para a proteção contra predadores e sobrevivência de uma espécie; (c) conhecer características importantes dos bioindicadores para o monitoramento ambiental; e (d) reconhecer características das borboletas como bioindicadores para o monitoramento ambiental.

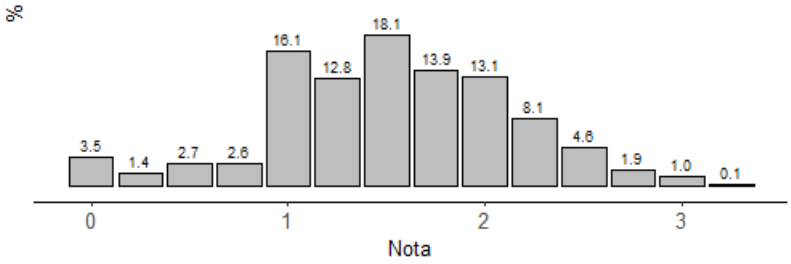
Quanto às capacidades desejadas do candidato, a questão avaliou: (a) capacidade de interpretação das informações fornecidas em texto e na figura para resolução da questão; (b) capacidade de argumentação lógica e coerente com o tema da questão; e (c) a habilidade de integração de conhecimento.

Resposta Esperada

a) Para *H. elevatus*, ser parecida com uma espécie já existente, espécie esta tóxica e de sabor indesejável, reforça esse sinal aos seus predadores, aumentando a sua proteção e consequentemente sua sobrevivência. Isso é mais vantajoso do que desenvolver um padrão de cor totalmente novo, o que demandaria um novo aprendizado por parte dos seus predadores.

b) As borboletas podem ser consideradas importantes indicadores biológicos no monitoramento ambiental, pois, como muitos insetos, possuem ciclos de vida curtos e por isso respondem rapidamente às mudanças ambientais; por serem coloridas e diurnas, são facilmente amostradas em estudos ecológicos.

Desempenho dos Candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi 1,52 e o desvio padrão de 0,62 (item **a** com média de 1,06 e desvio padrão de 0,39; item **b** com média de 0,46 e desvio padrão de 0,40).

Comentários Gerais

Item **a**: Erros comuns entre os candidatos: explicaram mimetismo na falsa coral sem fazer referência à *H. elevatus*; explicaram a importância da semelhança do material genético; indicaram competição pelo nicho ecológico.

Item **b**: Erros comuns entre os candidatos: indicaram a cor das borboletas na Revolução Industrial (brancas e cinzas); indicaram que as borboletas se camuflam na poluição; explicaram a importância dos líquens.
Na previsão da banca elaboradora e na da banca revisora, a questão seria de dificuldade média. Considerando o desempenho dos candidatos, a questão foi classificada como difícil, com índice de facilidade geral de 0,38. Especificamente, a questão foi de dificuldade média para os candidatos do curso de Medicina, com índice de facilidade de 0,46.
O índice de discriminação geral da questão foi de 0,20, considerado marginal. Separadamente, a capacidade discriminatória para o curso de Medicina e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi fraca, com índices de 0,12 e 0,18, respectivamente.

QUESTÃO 9

Uma etapa essencial no estabelecimento de plantas é a germinação das sementes. Nesse processo, o balanço hormonal determina a dormência, a germinação das sementes e o consumo de reservas para o crescimento das plântulas resultantes do desenvolvimento inicial do embrião. Sabe-se que plântulas não possuem folhas completamente expandidas e maduras e, portanto, são incapazes de produzir fotoassimilados suficientes para suportar o seu crescimento.

a) Considerando a giberelina e o ácido abscísico, qual é a condição que determina a quebra da dormência de sementes? Além da atuação na germinação, cite uma resposta em plantas induzida pela giberelina e uma pelo ácido abscísico.

b) Em relação às sementes de eudicotiledôneas, cite o tecido onde as reservas são encontradas e o principal polissacarídeo de reserva. Explique como as plântulas em crescimento utilizam esse composto de reserva das sementes.

Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:
Biodiversidade:
– Biologia das plantas e algas.

Bases moleculares e celulares da vida:
– Componentes bioquímicos das células;
– Organelas em células vegetais e animais: estrutura e função.

Sobre o conhecimento em Biologia, o candidato foi avaliado quanto a: (a) conhecer o papel dos hormônios vegetais no desenvolvimento das plantas; (b) conhecer o metabolismo energético celular em plantas, assim como a composição estrutural das sementes; e (c) reconhecer a importância da respiração para o crescimento das plantas.

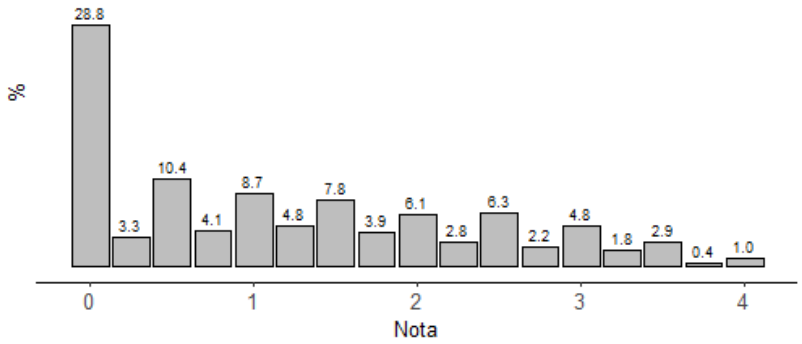
Quanto às capacidades desejadas do candidato, a questão avaliou: (a) capacidade de interpretação das informações fornecidas em texto; (b) capacidade de argumentação lógica e coerente com o tema da questão; e (c) a habilidade de integração de conhecimento.

Resposta Esperada

a) Considerando o balanço hormonal, a germinação será favorecida com o aumento da concentração de giberelina e redução da concentração de ácido abscísico, ou seja, aumento da razão giberelina/ácido abscísico. Além da atuação na germinação, a giberelina estimula o alongamento celular e promove a floração. Já o ácido abscísico é um inibidor da divisão celular e também causa o fechamento estomático.

b) As reservas das sementes são encontradas no endosperma e o principal polissacarídeo de reserva é o amido. O amido é degradado pelas plântulas e os monossacarídeos produzidos são usados na respiração celular para produzir energia e intermediários para a síntese de outras moléculas necessárias para o crescimento.

Desempenho dos Candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi 1,18 e o desvio padrão de 1,11 (item **a** com média de 0,50 e desvio padrão de 0,62; item **b** com média de 0,68 e desvio padrão de 0,63).

Comentários Gerais

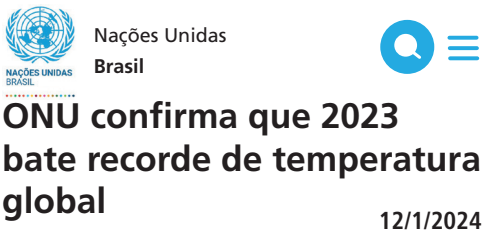
Item **a**: Erros comuns entre os candidatos: simplesmente falar que aumenta/diminui o balanço hormonal, sem mencionar o que ocorre; associar a germinação a apenas um hormônio quando a questão tratava de balanço hormonal; confundir alongamento celular e divisão celular quando considerada a giberelina; citar que o ácido abscísico controla o pH na planta; associar a germinação à luz, água e CO_2 e não ao balanço hormonal.

Item **b**: Erros comuns entre os candidatos: tratar o tecido de reserva da semente como xilema, tecido adiposo, albúmen, vitelo e útero; considerar glicose, celulose, glicogênio, frutose e quitina como os carboidratos de reserva na semente.
Na previsão das bancas elaboradora e revisora, a questão seria difícil. Considerando o desempenho dos candidatos isso se confirmou: a questão foi de fato difícil, com índice de facilidade geral de 0,30. Especificamente, a questão foi de dificuldade média para os candidatos do curso de Medicina, com índice de facilidade de 0,58.
De modo importante, o índice de discriminação geral da questão foi de 0,56, considerado ótimo, e a questão apresentou capacidade de discriminar candidatos com maior e menor nota geral. Separadamente, a capacidade discriminatória para o curso de Medicina e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi boa, com índices de 0,32 e 0,37, respectivamente.

QUESTÃO 10

Durante a Conferência das Partes sobre Mudanças do Clima (COP28), realizada em dezembro de 2023, o secretário geral das Nações Unidas, António Guterres, alertou: "*Estamos em uma corrida contra o tempo... Nosso planeta está a minutos da meia-noite do limite de 1,5 °C... E o relógio não para*".

(https://unric.org/pt/cop28-guterres-alerta-estamos-numa-corrida-contra-o-tempo-e-o-relogio-nao-para/. Acesso em 17/6/2024.)


Nações Unidas
Brasil

ONU confirma que 2023 bate recorde de temperatura global

12/1/2024


CNN BRASIL

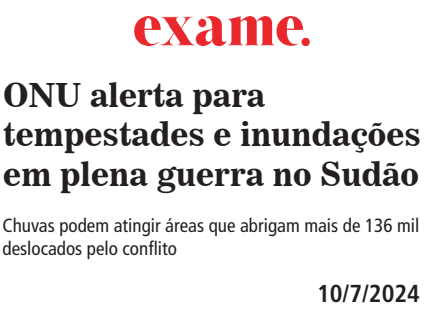
Com mais chuva, universidade do RS prevê novo recorde de cheia no Guaíba

12/5/2024


BBC NEWS

Oceanos quebraram recorde de temperatura todos os dias em um ano, indica levantamento

8/5/2024


exame.

ONU alerta para tempestades e inundações em plena guerra no Sudão

Chuvas podem atingir áreas que abrigam mais de 136 mil deslocados pelo conflito

10/7/2024

a) Defina o que são mudanças climáticas. Considerando as informações apresentadas nos textos acima, indique duas evidências de que as mudanças climáticas estejam acontecendo.

b) A Organização das Nações Unidas (ONU) aponta que, desde a revolução industrial, as atividades antrópicas são as grandes responsáveis pelas mudanças climáticas. Explique a relação entre a revolução industrial e as mudanças climáticas.

Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:
O Ambiente e a vida:
– Problemas ambientais contemporâneos;
– Preservação e estratégias necessárias para conservação do ambiente e da vida.

Quanto ao conhecimento em Biologia, o candidato foi avaliado quanto às seguintes habilidades: (a) conhecer a definição de mudanças climáticas; (b) reconhecer e identificar as evidências da ocorrência das mudanças climáticas; (c) conhecer as atividades antrópicas associadas às mudanças climáticas.

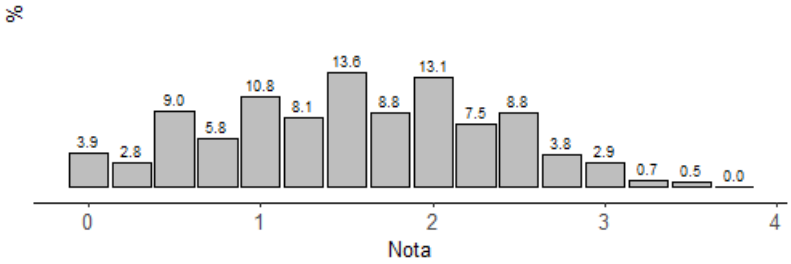
Quanto às capacidades desejadas do candidato, a questão avaliou: (a) capacidade de interpretação das informações fornecidas em texto e em manchetes de notícia; (b) capacidade de argumentação lógica e coerente com o tema da questão; e (c) habilidade de integração de conhecimento.

Resposta Esperada

a) As mudanças climáticas são alterações de longo prazo nos regimes hídrico e térmico em escala global. Duas evidências apresentadas seriam o aumento da temperatura global e a ocorrência de chuvas excessivas em diferentes continentes.

b) Desde a revolução industrial, a queima de combustíveis fósseis (carvão, gás natural e petróleo) tem liberado grandes quantidades de CO_2 na atmosfera. O acúmulo desse gás leva ao aumento do efeito estufa e faz com que a atmosfera terrestre retenha mais energia. Com isso, temos o aumento da temperatura global.

Desempenho dos Candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi 1,54 e o desvio padrão de 0,79 (item **a** com média de 0,50 e desvio padrão de 0,36; item **b** com média de 1,04 e desvio padrão de 0,63).

Comentários Gerais

Item **a**: Erros comuns entre os candidatos: houve respostas com definição incompleta de mudanças climáticas, sem a referência de longo prazo e escala global; indicaram evidências que não constavam nas informações apresentadas (como o desmatamento ou derretimento de geleiras ou a ocorrência de chuva ácida).

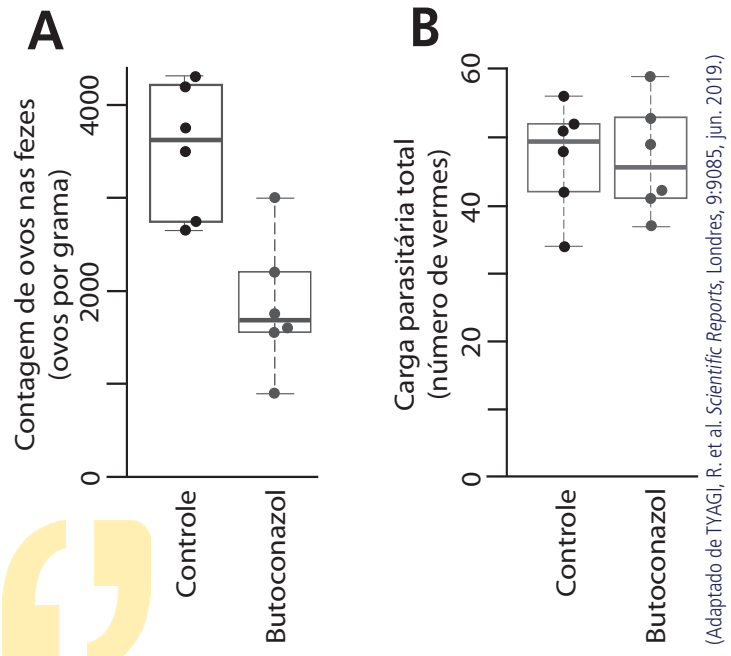
Item **b**: Erros comuns entre os candidatos: explicação referente ao capitalismo; aumento do desmatamento e ocorrência de chuva ácida; falta de percepção que se trata de um evento em escala global; consideração de alterações de curto prazo.
Na previsão da banca elaboradora e na da banca revisora, a questão seria de dificuldade média. Considerando o desempenho dos candidatos, a questão foi, no entanto, difícil, com índice de facilidade geral de 0,38. Especificamente, a questão foi de dificuldade média para os candidatos do curso de Medicina, com índice de facilidade de 0,52.
De modo importante, o índice de discriminação geral da questão foi de 0,32, considerado bom, e a questão apresentou capacidade de discriminar candidatos com maior e menor nota geral. Separadamente, a capacidade discriminatória para o curso de Medicina foi fraca e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi marginal, com índices de 0,14 e 0,27, respectivamente.

QUESTÃO 11

No universo ficcional de Duna, criado pelo escritor Frank Herbert, existe uma criatura gigante que habita os desertos do planeta: o Shai-Hulud ou verme de areia. Trata-se de um anelídeo colossal de mais de 450 metros de comprimento quando adulto.

(Adaptado de https://super.abril.com.br/cultura/biologia-de-duna-os-vermes-gigantes-seriam-possiveis-na-vida-real. Acesso em 31/3/2024.)

a) Nessa obra de ficção, esses vermes movem-se pelas areias do deserto e não têm nenhum predador ou inimigo natural. Entretanto, no mundo real, tais vermes enfrentariam desafios biomecânicos e fisiológicos. Explique dois desafios, sendo um do ponto de vista respiratório e o outro do ponto de vista do sistema locomotor, para a existência desses vermes gigantes no planeta Terra.



(Adaptado de TYAGI, R. et al. *Scientific Reports*, Londres, 9:9085, jun. 2019.)

b) Um anti-helmíntico foi testado e a figura ao lado apresenta os resultados do experimento no qual hamsters infectados pelo parasita *Ancylostoma ceylanicum* foram tratados com Butoconazol. Com base na interpretação dos resultados da ação desse anti-helmíntico, o que pode ser concluído do experimento?

Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:
Biodiversidade:
– Bases biológicas da classificação dos seres vivos;
– Biologia dos animais.

Em relação ao conhecimento de Biologia, o candidato foi avaliado quanto à habilidade de: (a) conhecer as características básicas dos anelídeos; (b) comparar a fisiologia respiratória dos anelídeos com animais gigantes; (c) comparar a fisiologia do sistema locomotor dos anelídeos com animais gigantes; (d) conhecer a biologia do ciclo de vida de um parasita; (e) interpretar resultados em diferentes etapas do ciclo de vida de um parasita em um experimento com uso de um anti-helmíntico.

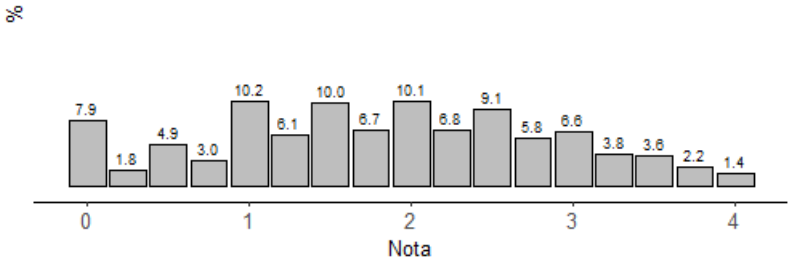
Quanto às capacidades desejadas do candidato, a questão avaliou: (a) capacidade de interpretação das informações fornecidas em texto e na figura para resolução da questão; (b) capacidade de argumentação lógica e coerente com o tema da questão; e (c) a habilidade de integração de conhecimento.

Resposta Esperada

a) A respiração cutânea seria um problema, pois, dada a relação área de superfície/volume, a área toda de contato com o ar poderia não ser suficiente para prover o oxigênio necessário para todas as células do organismo. No caso da locomoção, um anelídeo terrestre desse porte não poderia se locomover sem um sistema esquelético para suportar toda sua massa corporal.

b) O experimento mostra que a droga tem efeito na redução da contagem de ovos (figura A), mas não na redução da carga parasitária (figura B). Isto é, apesar de ter efeito na redução da fecundidade do parasita, diminuindo assim a dispersão do parasita pelo ambiente, não é efetivo para eliminar os parasitas do hospedeiro contaminado.

Desempenho dos Candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi 1,83 e o desvio padrão de 1,03 (item **a** com média de 0,67 e desvio padrão de 0,60; item **b** com média de 1,16 e desvio padrão de 0,63).

Comentários Gerais

Item **a**: Erros comuns entre os candidatos: vermes muito grandes que teriam dificuldade de respirar ou haveria pouco oxigênio disponível no planeta Terra; animais com grande massa e afundariam na areia; sistema respiratório seria prejudicado pelas ventanias do deserto; animais sem pernas/braços/asas e por isso não poderiam se mover; animais com metabolismo lento.

Item **b**: Erros comuns entre os candidatos: ao invés de inferir, pela análise do gráfico B, que o anti-helmíntico não altera a carga parasitária, interpretaram que há aumento da mesma; interpretação de que há doses diferentes de butoconazol ou que foram utilizados diferentes anti-helmínticos no estudo; interpretação que ocorre proliferação e/ou eclosão dos ovos dentro do hospedeiro e aumento a carga parasitária.
Na previsão da banca elaboradora e na da banca revisora, a questão seria difícil. Considerando o desempenho dos candidatos, a questão foi de dificuldade média, com índice de facilidade geral de 0,46. Especificamente, a questão foi fácil para os candidatos do curso de Medicina, com índice de facilidade de 0,65.
De modo importante, o índice de discriminação geral da questão foi de 0,49, considerado bom, e a questão pôde discriminar candidatos com maior e menor nota geral. Separadamente, a capacidade discriminatória para o curso de Medicina foi marginal e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi boa, com índices de 0,29 e 0,43, respectivamente.

QUESTÃO 12

Em 2023, uma operação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) apreendeu 28,7 toneladas de barbatanas de tubarão que seriam exportadas ilegalmente para a Ásia. As barbatanas são de duas espécies: tubarão Azul e tubarão Anequim.

(Adaptado de https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/noticias/2023/operacao-do-ibama-apreende-28-7-toneladas-de-barbatanas-de-tubarao-com-origem-irregular. Acesso em 27/5/2024.)

a) Cite duas características que permitem classificar os tubarões como vertebrados. A remoção de barbatanas torna alguns tubarões incapazes de nadar com eficiência, fazendo com que afundem até o leito do oceano e morram. Explique a importância da natação para a respiração dos tubarões.

b) A pesca direcionada a tubarões não é permitida no Brasil, pois a captura indiscriminada tem causado a diminuição drástica das populações, com várias espécies se tornando ameaçadas de extinção, como o tubarão Anequim. Explique dois impactos ecológicos da extinção dos tubarões no oceano.

Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:
Biodiversidade:
– Bases biológicas da classificação dos seres vivos;
– Biologia dos animais.

O Ambiente e a vida:
– Ecossistemas, populações e comunidades;
– Interações ecológicas;
– Problemas ambientais contemporâneos.

No que diz respeito ao conhecimento de Biologia, o candidato foi avaliado quanto a sua habilidade em: (a) conhecer as principais características dos vertebrados; (b) conhecer os diferentes tipos de respiração dos animais e sua importância para o processo de trocas gasosas, com ênfase na respiração branquial; (c) identificar a importância ecológica dos tubarões; (d) conhecer diferentes interações ecológicas nos oceanos e os impactos na cadeia alimentar.

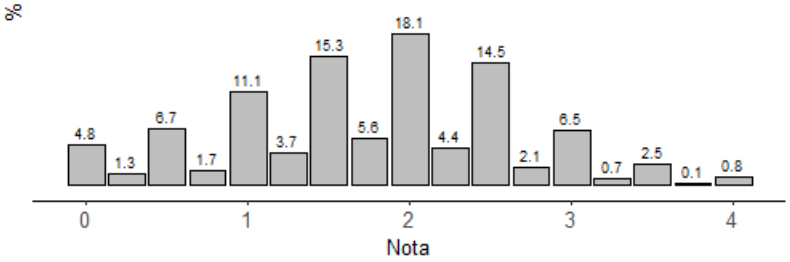
Quanto às capacidades desejadas do candidato, a questão avaliou: (a) capacidade de interpretação das informações fornecidas em texto; (b) capacidade de argumentação lógica e coerente com o tema da questão; e (c) a habilidade de integração de conhecimento.

Resposta Esperada

a) Os tubarões possuem coluna vertebral e crânio bem estruturados, duas características dos vertebrados. Os tubarões precisam nadar para conseguir respirar, pois só assim a água irá fluir pelas fendas branquiais até as brânquias, onde ocorrem as trocas gasosas.

b) Os tubarões auxiliam na manutenção do equilíbrio dos ecossistemas marinhos, pois como predadores de topo nos oceanos, regulam as populações de outras espécies marinhas; assim, a eliminação ou diminuição desse tipo de predador pode alterar toda a teia alimentar dos oceanos. Como consequência possível, alguns animais não teriam predador e, com isso, sua população poderia aumentar sem controle. Além disso, os tubarões contribuem para a saúde dos oceanos, auxiliando a controlar a população de espécies invasoras e predando animais mais velhos ou doentes.

Desempenho dos Candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi 1,76 e o desvio padrão de 0,86 (item **a** com média de 0,91 e desvio padrão de 0,54; item **b** com média de 0,85 e desvio padrão de 0,56).

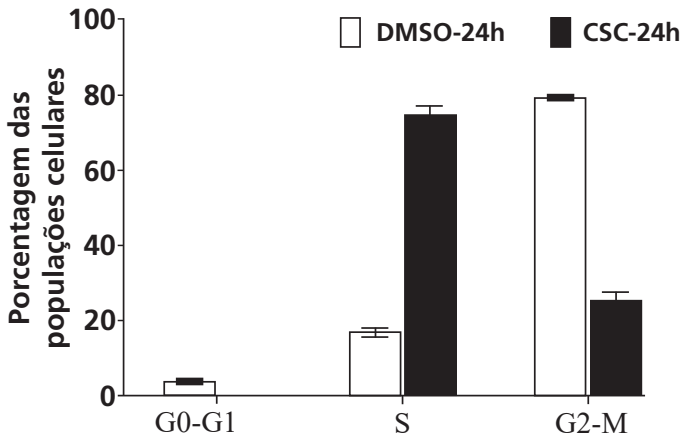
Comentários Gerais

Item **a**: Erros comuns entre os candidatos: citaram características que não são exclusivas de vertebrados; explicaram a importância da natação pela presença de bexiga natatória; não fizeram referência ao fluxo de água pelas fendas brânquias para trocas gasosas; tubarão tem respiração pulmonar

Item **b**: Erros comuns entre os candidatos: explicaram apenas um impacto ecológico.
Na previsão da banca elaboradora e na da banca revisora, a questão seria de dificuldade média. Considerando o desempenho dos candidatos, isso de fato se confirmou: a questão foi de dificuldade média, com índice de facilidade geral de 0,44. Especificamente, a questão também foi de dificuldade média para os candidatos do curso de Medicina, com índice de facilidade de 0,54. De modo importante, o índice de discriminação geral da questão foi de 0,32, considerado bom, e a questão apresentou capacidade de discriminar candidatos com maior e menor nota geral. Separadamente, a capacidade discriminatória para o curso de Medicina foi marginal e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi boa, com índices de 0,24 e 0,33, respectivamente.

QUESTÃO 13

A fumaça do cigarro contém mais de 4 mil produtos químicos, incluindo 60 carcinógenos. Os constituintes tóxicos da fumaça do cigarro que se acumulam no fluido seminal prejudicam a viabilidade e a fertilidade dos espermatozoides. Como consequência, as exposições crônicas à fumaça do cigarro podem causar toxicidade testicular e infertilidade masculina.



(Adaptado de ESAKKY, P. et al. *Journal of Molecular Cell Biology*, Oxford, v.7, p. 73-87, fev. 2015.)

a) Em um experimento, os espermatócitos foram expostos a uma solução controle (☐ DMSO) ou ao condensado da fumaça do cigarro (■ CSC, 100 mg/mL). Os resultados na figura ao lado representam as porcentagens de células obtidas nas fases G0-G1, S e G2-M, após 24 horas. Qual é o principal evento que ocorre na fase S do ciclo celular? Com base no experimento, o que o tratamento com CSC induziu nos espermatócitos? Justifique sua resposta.

b) O tabagismo durante a gravidez é prejudicial tanto para a mãe quanto para o feto. Sabendo que os constituintes tóxicos da fumaça do cigarro atingem o feto, explique duas funções da estrutura transitória responsável pela interface entre a mãe e o feto durante a gestação.

Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:
Bases moleculares e celulares da vida:
– Células-tronco, ciclo celular e divisão celular mitótica e meiótica.

Saúde humana:
– O que é saúde?
– Estrutura e função de células, órgãos e sistemas.

Relativamente ao conhecimento de Biologia, o candidato foi avaliado quanto a sua capacidade de: (a) conhecer as características básicas do ciclo celular (G0-G1, S, G2, M); (b) relacionar os efeitos de condensado de fumaça de cigarro no ciclo celular de espermatócitos, a partir da interpretação de um gráfico; (c) identificar a estrutura transitória responsável pela interface materno-fetal e identificar as funções da placenta.

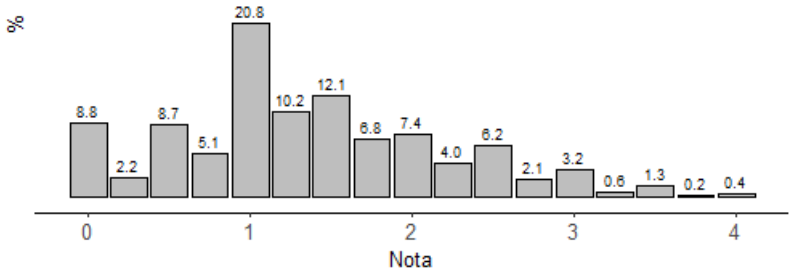
Quanto às capacidades desejadas do candidato, a questão avaliou: (a) capacidade de interpretação das informações fornecidas em texto e na figura para resolução da questão; (b) capacidade de argumentação lógica e coerente com o tema da questão; e (c) habilidade de integração de conhecimento citando e explicando funções corretamente.

Resposta Esperada

a) Na fase S do ciclo celular ocorre a duplicação do DNA. Com base no experimento, observa-se que 24 horas após o início, a maioria das células avançou no ciclo celular no grupo controle (DMSO), chegando às fases G2-M, enquanto a maioria das células permaneceu na fase S no grupo CSC. Isso nos permite concluir que há um atraso no ciclo celular dos espermatócitos tratados com CSC, provavelmente por ocorrência de mutações e danos ao DNA induzidos pelo tratamento.

b) A estrutura transitória, isto é, a placenta, responsável pela interface entre a mãe e o feto durante a gestação, é responsável por funções como: nutrição ao possibilitar a passagem de glicose, vitaminas, água, entre outros nutrientes, da circulação materna para a fetal; e imunização passiva ao possibilitar a transmissão dos anticorpos produzidos pela mãe para a circulação fetal.

Desempenho dos Candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi 1,36 e o desvio padrão de 0,84 (item **a** com média de 0,44 e desvio padrão de 0,53; item **b** com média de 0,92 e desvio padrão de 0,47).

Comentários Gerais

Item **a**: Erros comuns entre os candidatos: parte dos candidatos teve dificuldade de interpretar o gráfico mostrando o percentual de células em cada fase do ciclo celular após 24h de tratamento; essa dificuldade de interpretação se deu principalmente na comparação do grupo tratado com o grupo controle, levando o candidato a inferir sobre: células sofrerem apoptose no processo ou infertilidade masculina; fumaça se acumula no líquido seminal; diversos erros na definição da principal função na fase S, exemplo: fase de simbiose, duplicação da célula, duplicação dos cromossomos, aumento da taxa metabólica e do crescimento do citoplasma.

Item **b**: Erros comuns entre os candidatos: não era necessária a identificação da estrutura transitória, mas muitos candidatos evidenciaram que desconheciam que se tratava da placenta (respostas: cordão umbilical e útero, muito frequentes); é responsável por realizar conexão sentimental entre mãe e feto; é responsável por conectar o sistema nervoso; é responsável por transmitir cromossomos e características genéticas; é responsável pelo compartilhamento de sangue entre mãe e feto.
Na previsão das bancas elaboradora e revisora, a questão seria difícil. Considerando o desempenho dos candidatos, a questão foi de fato difícil, com índice de facilidade geral de 0,34. Especificamente, a questão foi de dificuldade média para os candidatos do curso de Medicina, com índice de facilidade de 0,53.
De modo importante, o índice de discriminação geral da questão foi de 0,41, considerado bom, e a questão apresentou capacidade de discriminar candidatos com maior e menor nota geral. Separadamente, a capacidade discriminatória para o curso de Medicina e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi marginal, com índices de 0,27 e 0,28, respectivamente.

QUESTÃO 14

A hemofilia é uma doença hereditária recessiva, ligada ao cromossomo sexual X. Essa doença é resultante da deficiência nos fatores de coagulação sanguínea. A infusão intravenosa de fator de coagulação exógeno é o padrão atual de tratamento paliativo para pacientes com hemofilia. Infusões frequentes, de até três vezes por semana, são necessárias para atingir níveis que mantenham a resposta fisiológica normal do corpo para a integridade vascular e a fluidez do sangue.

a) Em junho de 2023, a *Food and Drug Administration* (FDA) dos EUA aprovou o Roctavian, uma terapia gênica baseada em vetor viral para uso em adultos com hemofilia grave. Explique o princípio da terapia gênica para o tratamento da hemofilia. Por que esse método pode ser considerado curativo para a hemofilia?

(Adaptado de https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-approves-first-gene-therapy-adults-severe-hemophilia. Acessado em 2/6/2024.)

b) Considere que a filha do casal X^HX^H e X^hY engravidou de um homem X^hY. Qual é a probabilidade de ela ser mãe de uma criança hemofílica? Justifique sua resposta.

Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:
Hereditariedade:
– Leis de segregação mendeliana e padrões de herança;
– Manipulação do DNA e biotecnologia;
– Doenças genéticas humanas e seu impacto na saúde.

No que diz respeito ao conhecimento de Biologia, o candidato foi avaliado quanto às seguintes habilidades: (a) conhecer o conceito de terapia gênica; (b) interpretar o uso de uma terapia gênica viral em pacientes hemofílicos; (c) comparar métodos curativos e paliativos; (d) conhecer genética e padrões de herança.

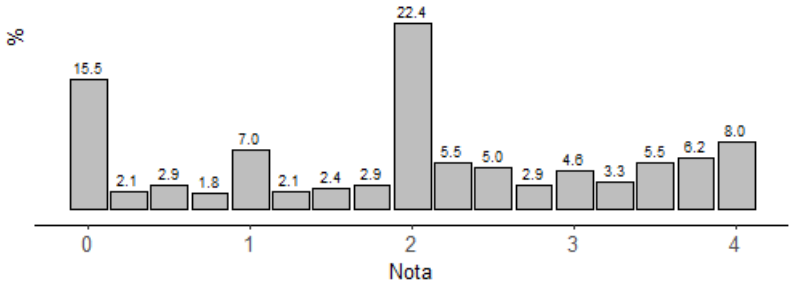
Quanto às capacidades desejadas do candidato, a questão avaliou: (a) capacidade de interpretação das informações fornecidas em texto para resolução da questão; (b) capacidade de argumentação lógica, atual e coerente com o tema da questão; e (c) habilidade de integração de conhecimento.

Resposta Esperada

a) A terapia gênica consiste em um vetor viral que transporta um gene funcional, nesse caso para o fator de coagulação, cuja expressão gênica nas células do paciente restabelece os níveis sanguíneos desse fator de forma estável e a longo prazo, reduzindo o risco de sangramento descontrolado. Assim, essa tecnologia permite que o indivíduo produza o fator de coagulação (método curativo), ao invés de recebê-lo pronto (método paliativo).

b) A filha do casal em questão será X^HX^h, isto é, não hemofílica, mas portadora do alelo para hemofilia. Assim, ao engravidar de um homem hemofílico (X^hY), a probabilidade de ela ser mãe de uma criança hemofílica é de 50% (mãe X^HX^h e pai X^hY = 25% X^HX^h, 25% X^HY, 25% X^hX^h, 25% X^hY).

Desempenho dos Candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi 1,98 e o desvio padrão de 1,28 (item **a** com média de 0,56 e desvio padrão de 0,73; item **b** com média de 1,42 e desvio padrão de 0,80).

Comentários Gerais

Item **a**: Erros comuns entre os candidatos: muitos candidatos definiram que a terapia gênica era capaz de criar anticorpos para tratamento da hemofilia; anemia falciforme foi usado erroneamente como sinônimo de hemofilia; terapia gênica como capaz de eliminar o gene causador da hemofilia; vetores virais interferem no processo de coagulação; vírus da COVID-19 causa trombose e cura hemofilia; mudança do código genético.

Item **b**: Erros comuns entre os candidatos: houve quem tivesse dificuldade de expressar nas respostas o cruzamento ou diagrama (quadro de Punnett) e genótipo da família; detectou-se dificuldade de interpretação e realização de cálculos em herança ligada ao cromossomo sexual X; houve quem fizesse referência ao fato de a mãe ter 50% de probabilidade ou probabilidade grande/alta de transmitir a hemofilia; alguns candidatos indicaram 25% de probabilidade, considerando somente um dos sexos.
Na previsão da banca elaboradora e na da banca revisora, a questão seria de dificuldade média. Considerando o desempenho dos candidatos, isso se confirmou: a questão foi de dificuldade média, com índice de facilidade geral de 0,49. Especificamente, a questão foi muito fácil para os candidatos do curso de Medicina, com índice de facilidade de 0,80.
De modo importante, o índice de discriminação geral da questão foi de 0,66, considerado excelente, e a questão apresentou capacidade de discriminar candidatos com maior e menor nota geral. Separadamente, a capacidade discriminatória para o curso de Medicina foi marginal e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi ótima, com índices de 0,27 e 0,53, respectivamente.

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.

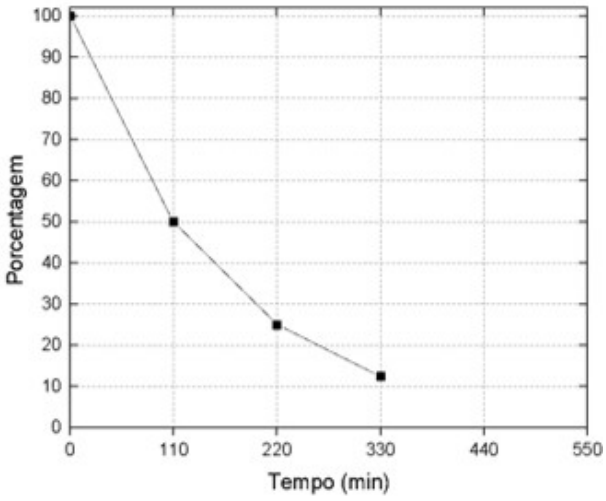
b) Considerando o que está no texto principal e nas informações do item a), faz-se a seguinte afirmação: um radiofármaco para diagnóstico por imagem deve emitir uma radiação "incapaz de atravessar o corpo humano e, ao contrário de um radiofármaco terapêutico (para tratamento), deve promover o mínimo 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)



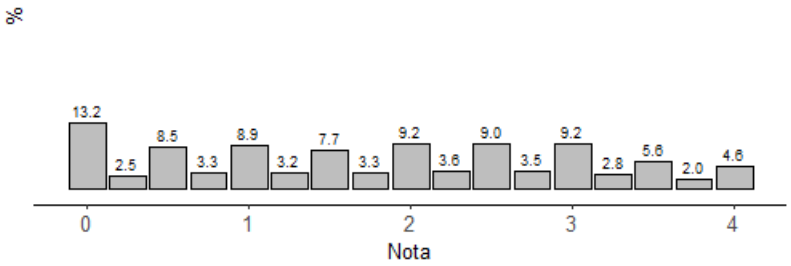
O tempo decorrido desde o momento em que o paciente recebe a medicação até o final do exame é de 90 min. Após ele deixar a clínica, deve-se somar 240 min (4h) ao tempo de 90 minutos. Portanto, o tempo total a ser considerado é de 330 minutos. Sendo o tempo de meia vida do $^{18}_{9}F$ de 110 min, a porcentagem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

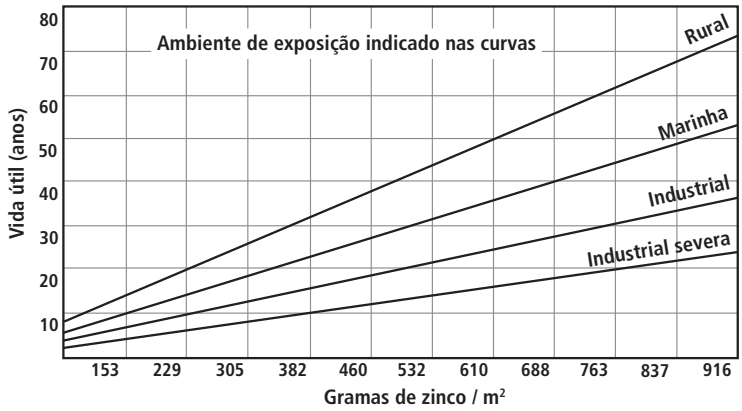
Com relação ao item **a**, o principal equívoco de interpretação dos candidatos foi quanto ao tempo total a ser considerado na construção do gráfico. O enunciado do item diz que "o paciente deve permanecer em repouso 1 h depois da administração" do fármaco; que "imediatamente" após o repouso, o exame 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

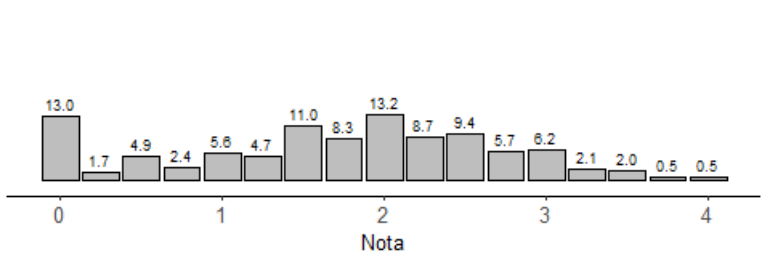
a) Neste item, esperava-se que os candidatos destacassem os seguintes recursos naturais utilizados na fabricação das telhas:

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



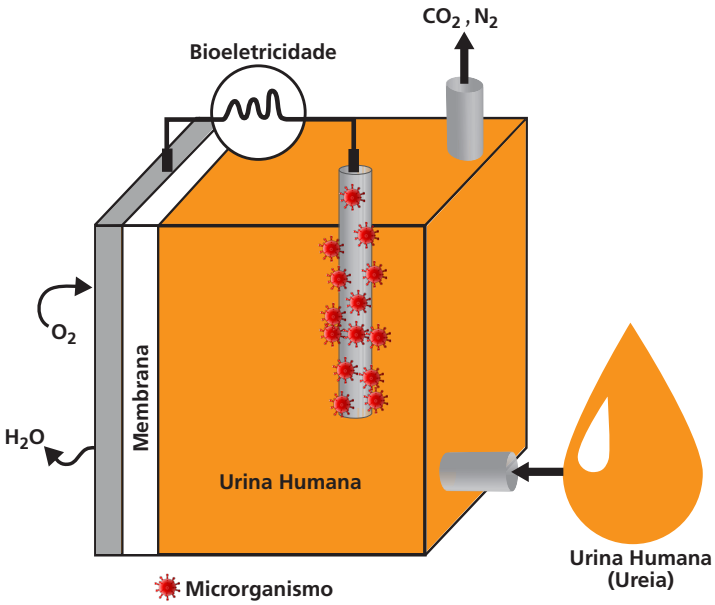
Os candidatos apresentaram um desempenho mediano nesta questão conforme visto no gráfico de barras acima sobre a distribuição de notas. Apesar de 13% dos candidatos não terem pontuado, observa-se que 72,8% dos candidatos ficaram com médias entre 1 e 3, sendo que 13,2% obtiveram nota 2 e outros 30% entre 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 $1{,}6 \times 10^{10}$ 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)

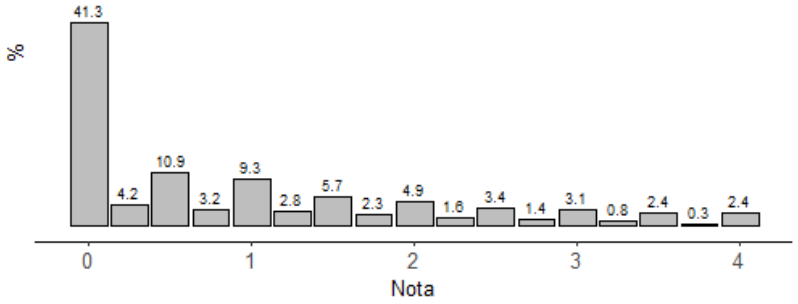
$$(NH_2)_2CO \rightarrow 2\ NH_4^+$$

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

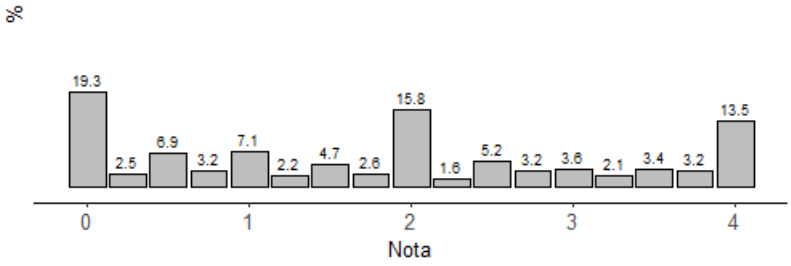
a) ☐ Pastagem irrigada com alta lotação ☒ Pastagem sem irrigação com alta lotação
☐ Pastagem sem irrigação com lotação média ☐ Pastagem degradada

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



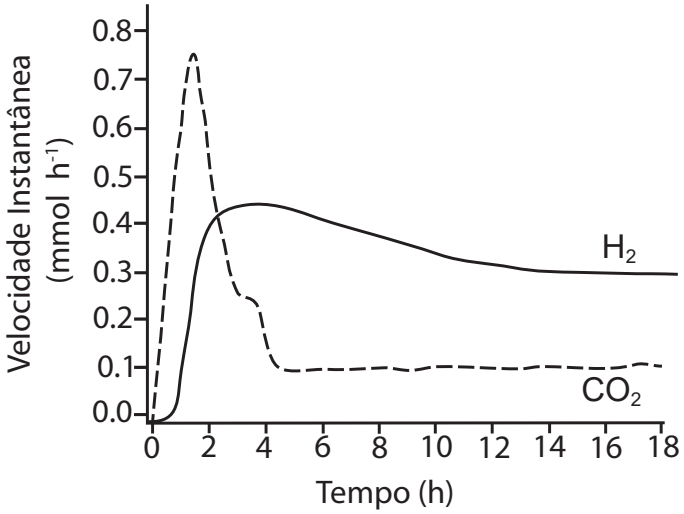
Houve um número significativamente elevado, de 19,3%, de candidatos que não pontuaram nesta questão. Porém, como pode ser observado, 15,8% dos candidatos acertaram metade da questão e outros 13,5% acertaram a questão por completo. Foi interessante notar a distribuição muito próxima no gráfico das porcentagens 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.

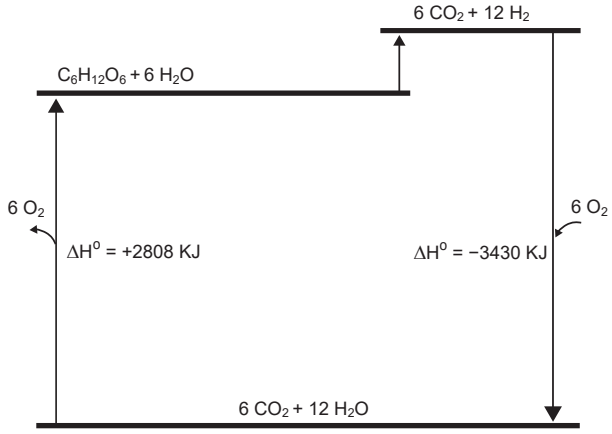


a) A figura ao lado mostra a velocidade instantânea de formação de hidrogênio e dióxido de carbono em função do tempo do processo estudado. A equação química que representa quantitativamente o resultado desse processo é dada por:

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

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.

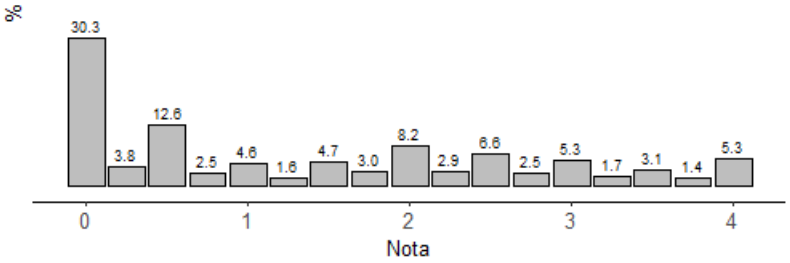
Resposta Esperada

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

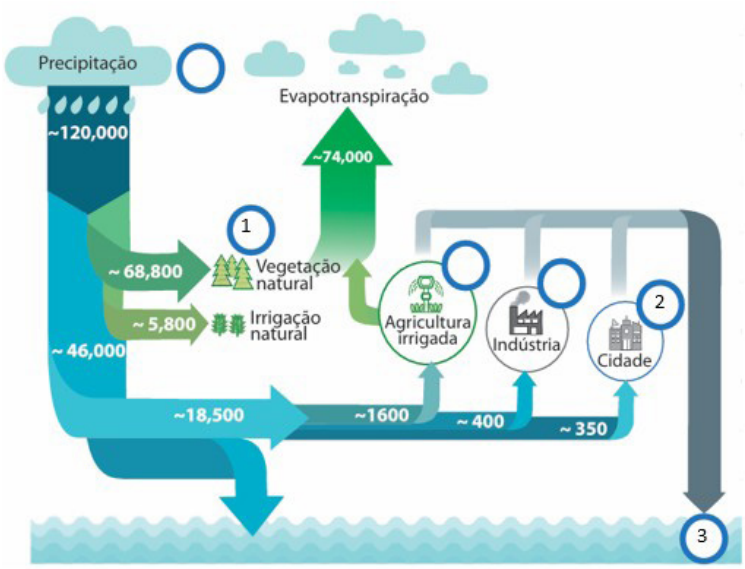
O item **a** da questão 20 tem como objetivo avaliar o letramento científico ao exigir interpretação de excertos de artigos científicos recentes, relativos à falta de umidade atmosférica em diversos pontos do planeta, associada a problemas advindos do aquecimento global e relativo a técnicas de captura 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)

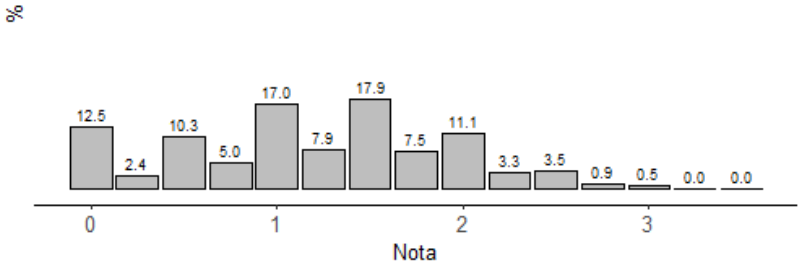
i) A preocupação central do primeiro artigo diz respeito a ações humanas no ciclo da água; portanto, a captura da água atmosférica (segundo artigo) pode impactar ainda mais em um problema já existente em relação ao ciclo natural da água.
ii) Técnicas que permitem capturar água no estado gasoso da atmosfera (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".