



PROVA COMENTADA

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



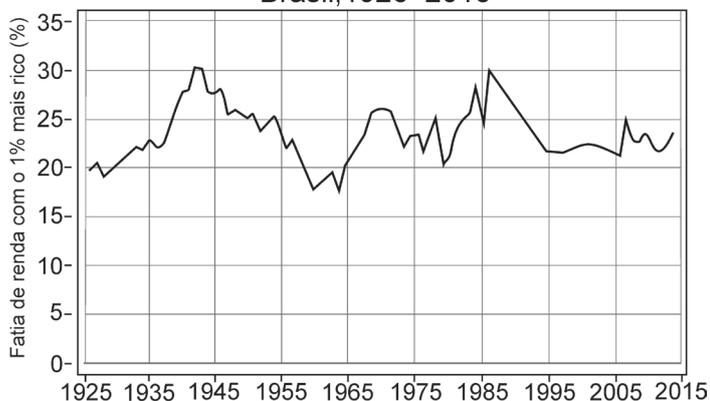
INTERDISCIPLINARES DE CIÊNCIAS HUMANAS

As questões Interdisciplinares de Ciências Humanas tiveram como objetivo relacionar as disciplinas de História e Sociologia, buscando promover uma leitura integrativa entre ambas. A proposta era promover a comparação entre tempos históricos para fortalecer a compreensão dos processos de formação de estruturas de estratificação social. Também buscamos estimular a compreensão dos distintos modos de produção da diferença entre os sexos e das justificativas sociais para a distância social criada entre os sexos.

QUESTÃO 1

Texto 1

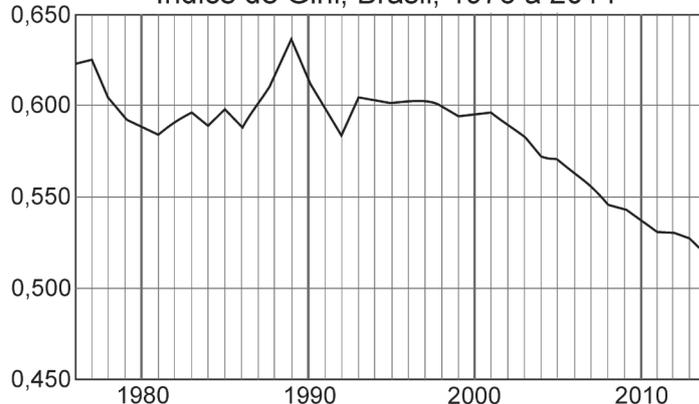
Concentração de renda no 1% mais rico
Brasil, 1926–2015



(Adaptado de: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-45960213> a partir dos dados de Souza, Pedro Ferreira. *Uma história da desigualdade: a concentração de renda entre os ricos no Brasil (1926-2013)*. São Paulo: Hucitec, 2018. Acesso em: 01/11/2023.)

Texto 2

Índice de Gini, Brasil, 1976 a 2014



(Adaptado de: IPEADATA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=37818&module=M>. Acesso em: 01/11/2023.)

Texto 3

O índice de Gini é um instrumento para medir o grau de concentração de renda. Ele aponta a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e os rendimentos dos mais ricos. Numericamente, varia de zero a um. O valor zero representa a situação de igualdade, o que indica, na prática, que todos têm a mesma renda. O valor um está no extremo oposto, devendo ser entendido como representando a situação em que uma só pessoa detém toda a riqueza. (Adaptado de: IPEA. *Desafios do desenvolvimento*. Ano 1. Edição 4. 2004.)

Tendo em vista seus conhecimentos sobre o fenômeno da desigualdade e considerando os textos 1, 2 e 3, responda:

- Que relações podem ser identificadas entre a desigualdade e os respectivos períodos de democracia e de ruptura democrática no Brasil? Cite dois exemplos que justifiquem sua resposta.
- Cite duas políticas de Estado no período que vai desde a promulgação da Constituição de 1988 até 2014, políticas essas que expliquem a tendência observada no índice de Gini. Justifique sua resposta.

Objetivo da Questão

Inicialmente previmos uma questão menos direcionada. Inicialmente, na letra A, a questão solicitava uma descrição do índice de Gini e a relação de seu comportamento com dois eventos do período, de modo mais genérico. Tornamos o comando mais direcionado a identificar os períodos de democracia e ditadura e relacioná-los com o crescimento e queda das desigualdades.

O item B pedia para identificar períodos de ruptura democrática e explicar como ele se relacionava com as desigualdades. Mudamos para a versão final, que solicita uma reflexão sobre história contemporânea e sobre mecanismos de justiça social.

Isso tornou a prova mais adequada. Na avaliação do revisor, uma prova “mais difícil”, “que “conseguiu segmentar bem as notas” e que “pode ser salutar na estratificação de notas na área de humanas”. Isso nos fez ficar atentos a ajustes nos Gráficos, como as linhas verticais que permitiam uma melhor identificação dos comportamentos das linhas horizontais com os períodos solicitados. Fez-nos também ficar mais atentos com a informação sobre o índice de Gini, que apareceu na forma de dicionário para apoiar os/as candidatos/as na resolução da questão.

Itens do programa das provas que foi abordado na questão:

Sociologia:

Dimensões sociais:

- Emprego, trabalho e renda vistos em diferentes espaços, escalas e tempos, associando-os a processos de estratificação e desigualdade socioeconômica; caracterização e análise dos impactos das transformações tecnológicas nas relações sociais e de trabalho próprias do mundo contemporâneo.

História:

Período contemporâneo:

- A República no Brasil até 1930: política, movimentos sociais, economia, crises e cultura.
- Brasil entre 1930-1945: política, movimentos sociais, economia, crises e cultura.

História do tempo presente:

- A ditadura civil militar no Brasil (1964-1985): estado de exceção, processos sociais, políticos, culturais, a questão das memórias e a violação dos direitos humanos.
- O Brasil após 1985: política, movimentos sociais, economia, crises e cultura.

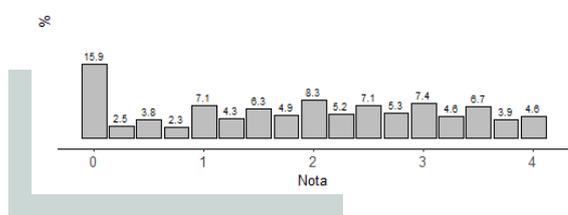
Exemplo prático para utilização do conhecimento:

Diagnósticos da realidade social para a elaboração de políticas públicas; Compreensão dos efeitos de políticas públicas; Compreensão dos efeitos das formas de organização da vida política em sociedade.

Resposta Esperada

a) Em períodos democráticos há menos desigualdades relativamente a períodos ditatoriais. Exemplo disso são os períodos de ruptura democrática, como o Estado Novo (1937-1945) e a ditadura militar (1964-1985), nos quais há uma ampliação da concentração de renda no 1% mais rico. Tendência contrária ocorre nos períodos de democracia, conforme demonstra a queda do índice de Gini a partir da Constituição de 1988.

b) A tendência de queda no índice de Gini pode ser explicada por: criação do Plano Real, que proporcionou a valorização da moeda brasileira, a redução da inflação e o aumento do poder de compra da população; e o Programa Bolsa Família, que promoveu a saída da extrema pobreza das populações vulneráveis.

Desempenho dos candidatos

A questão 1 foi classificada como tendo dificuldade média e teve ótimo índice de discriminação.

Comentários Gerais

a) De modo geral, os/as candidatos/as foram hábeis em identificar os períodos de queda e crescimento das desigualdades pelo texto 1. Eram capazes de identificar o período da Ditadura Militar e Vargas e relacioná-las com os períodos de ampliação das desigualdades.

b) Os/as candidatos foram capazes de identificar a queda do índice de Gini a partir de 1988 e nomeá-la como queda da desigualdade. Citaram mais massivamente políticas de Estado como o Plano Real e a Bolsa Família como aquelas que tiveram impacto na redução das desigualdades sociais.

Os erros mais comuns no item **a** foram: identificar apenas períodos de ditadura e relacioná-los com o aumento das desigualdades sem citar os períodos de democracia e relacioná-los com sua redução. Também houve casos em que o/a candidato/a citava apenas a relação entre ditadura e ampliação das desigualdades sem nomear os períodos ou localizá-los temporalmente. Por fim, em poucas provas houve falha em identificar a relação entre ditaduras e crescimento da desigualdade assim como dificuldades em identificar parte do período varguista como autoritário. Já no item **b**, os erros mais comuns foram: citar, de modo genérico, políticas de redistribuição de renda, sem nomeá-las; citar a Constituição Federal como política de Estado; e, mais diretamente, não dizer qual era a tendência observada no índice de Gini no período.

A banca esperava que a questão 1 fosse a mais difícil e que causaria mais problema para realizar o ajuste de grade e a correção, já que se tratava de relacionar dois Gráficos e identificar períodos históricos e políticas sociais que fazem parte de um debate mais contemporâneo, um conteúdo que às vezes escapa do conteúdo das escolas. No entanto, foi uma questão que teve uma dificuldade média e que discriminou bem, não tendo causado problemas no ajuste de grade nem na correção.

Tivemos muitas provas com zero por se tratar de provas em branco (15,9%). Na Q1, não houve grande inconsistência entre o conhecimento esperado e o conjunto geral de respostas.

QUESTÃO 2

Texto 1

Em Sevilha, no século XVI, havia um conceito de ordem social calcada nas relações entre os sexos masculino e feminino que eram, ao mesmo tempo, paralelas e assimétricas. Um provérbio comum (“Nem espada quebrada, nem mulher errante”) enfatizava tais relações na justaposição de dois símbolos de desordem: a espada quebrada – simbolizando homens desonrados – e as mulheres errantes – representando a vergonha feminina. A ordem social derivava justamente dessa justaposição que dependia, em primeiro lugar, da honra masculina que, por sua vez, dependia do controle imposto sobre a mulher.

(Adaptado de: PERRY, M. E. *Gender and Disorder in Early Modern Seville*. Princeton: Princeton University Press, p. 19, 1990.)

Texto 2



(MOÉS, G. Da reconfiguração dos papéis da mulher e da maternidade em narrativas gráficas presentes em Mafalda: feminino singular, de Quino. *Sociopoética*. jul.-dez./2021, n. 23, v. 2. p. 78.)

O texto 1 e o texto 2 analisam a interdependência dos papéis tradicionais de gênero: o primeiro, na Espanha do século XVI; o segundo, na Argentina dos anos 1960.

- Identifique pelo menos dois símbolos de controle social presentes nos textos. Explique como eles se relacionam com os ideais de masculinidade e feminilidade de cada período.
- Segundo os textos 1 e 2, qual é a relação entre os papéis de gênero e os espaços público e privado na Espanha do século XVI e na Argentina dos anos 1960? Justifique.

Objetivo da Questão

Inicialmente, a questão seria sobre relações raciais e estratificação social nos séculos XVIII e XXI, a partir de um texto sobre a inserção de pessoas negras na Universidade de Coimbra, no século XVIII. Houve indicação da revisão de que o tema da estratificação estava se repetindo. Também houve indicação de que a questão 2 poderia ser a titular. Diante dessas considerações, a banca procedeu com a troca.

Itens do programa das provas que foi abordado na questão:

Sociologia

I. Conceitos fundamentais:

- Diferença e desigualdade: Etnias, raça; classes sociais; gênero; geração.

II. Dimensões sociais:

- Demandas por direitos e protagonismos políticos, sociais e culturais de grupos historicamente marginalizados, tais como povos indígenas, mulheres, pretos, pardos e LGBTQIA+.

História:

Período Moderno

- O Estado Moderno: a formação das monarquias confessionais, o absolutismo e o mercantilismo.

História do tempo presente:

- Cultura de massas, artes, movimentos alternativos, militarismos, ditaduras e redemocratizações na América Latina.
- Protagonismos, conquistas femininas e debates multiculturais.

Exemplo prático para utilização do conhecimento:

Compreender que as dinâmicas de gênero não são as mesmas ao longo do período histórico de média e longa duração; compreender que as desigualdades de gênero podem ser modificadas.

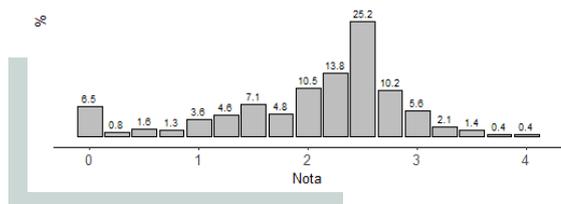
Resposta Esperada

- No primeiro texto, “espada quebrada” que relaciona a honra masculina, marcada pela atuação dos homens nas guerras e a sua virilidade como dependentes do controle que tinham sobre as mulheres; e “mulher errante”, que relaciona a vergonha

feminina no caso da quebra desse controle. No Texto 2, o “casamento”, a “escolaridade” e o “trabalho”, que descrevem o controle social dos homens sobre as mulheres pelo casamento, quando eles se tornam provedores, e interdita a continuidade de seus estudos e sua atuação no mercado de trabalho, limitando sua atuação à esfera doméstica e ao trabalho de cuidados.

b) Na Espanha do século XVI, a masculinidade se relaciona com sua presença majoritária no espaço público (guerra/política), e a feminilidade, ao espaço privado (mulher não errante), provendo a honra masculina. Na Argentina do século XX, a masculinidade também se associa com a presença majoritária dos homens no espaço público (trabalho) e das mulheres no espaço privado (casa), mas com possibilidades de atuação delas no espaço público (crítica de Mafalda).

Desempenho dos candidatos



A questão 2 teve dificuldade média e um índice de discriminação marginal. Os motivos para a baixa discriminação nessa questão serão explicados abaixo, mas de modo geral se tratou de uma expectativa, da banca, de que os/as candidatos/as pudessem ter controle sobre a comparação de tempos his-

tóricos e espaços sociais distintos e, a partir dessa comparação, compreender as diferenças nas

formas de organização dos sistemas de poder e das especificidades nas relações de desigualdade entre os sexos. Esse controle, no entanto, se mostrou muito restrito.

Comentários Gerais

a) Em geral, os símbolos de controle social eram identificados (honra, espada, vergonha, mulher errante, homem provedor, escolaridade, mulher no mercado de trabalho, mulher dona de casa etc.), e relacionados com a ideia de virilidade (guerra, homem provedor) e dependência (mulher oculta no espaço doméstico e dependente econômica e moralmente dos maridos).

b) Os/as candidatos/as acertavam a associação entre espaço público como majoritariamente masculino e privado, como majoritariamente feminino.

O erro mais comum no item **a** foi o de estabelecer uma continuidade temporal nas formas de dominação exercidas pelo sexo masculino sobre o feminino. Os/as candidatos/as tiveram dificuldade em compreender que há diferenças na forma de organização das relações sociais de gênero entre a Espanha do século XVI e a Argentina dos anos 1960, defendendo um entendimento de submissão total das mulheres aos homens nos dois períodos.

No item **b** os/as candidatos/as novamente tiveram dificuldades de distinguir os tempos históricos e as especificidades das relações de poder que estabelecem normas de gênero em cada período.

A questão 2 estava como pergunta reserva, mas por ter sido apontada como média na revisão a trocamos por uma que havia sido considerada mais fácil. Como o debate sobre gênero é dissolvido nos debates feministas fora de sala de aula, foi difícil calibrar as respostas dos/as candidatos/as. A banca se surpreendeu, sobremaneira, com a incapacidade de distinguir os tempos históricos e suas relações de poder específicas, em especial, quando se tratava da Espanha do século XVI. Também ficamos surpresos com a ausência de um olhar crítico sobre as transformações recentes nas relações de poder entre homens e mulheres, simbolizada na crítica que Mafalda, uma criança do sexo feminino, dirige ao pai.

Tivemos muitas provas com zero por se tratar de provas em branco (6,5%). Também tivemos uma distribuição maior de notas até 2,5 na questão 2. Compreendemos, pelo conteúdo das provas, que se tratou de estratégia de candidatos/as para ganhar tempo em questões que pesavam mais na F2 para sua aprovação. Na Q2, os/as candidatos/as tiveram dificuldade de tecer relação entre os sistemas de poder vigentes em cada período e as relações sociais de gênero específicas desses períodos. Esperávamos que tivessem maior habilidade em realizar comparações históricas, tendo os tempos e espaços sociais como eixos para contextualizar relações sociais.



MATEMÁTICA

O objetivo da prova de Matemática do Vestibular da Unicamp é avaliar, com base no Programa do Vestibular, o conhecimento dos candidatos sobre o conteúdo dessa área, aprendido no Ensino Fundamental e Médio. Nos anos recentes, o Vestibular da Unicamp tem adequado o programa das disciplinas ao que está na BNCC vigente, e isso teve grande impacto nas questões da segunda fase. A lista de conteúdos foi reduzida, o que não tornou, contudo, o vestibular menos eficiente para seu propósito, como veremos nos dados estatísticos a seguir.

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, exigindo 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 VU2024 foi diferente da estrutura do ano anterior.

- 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).

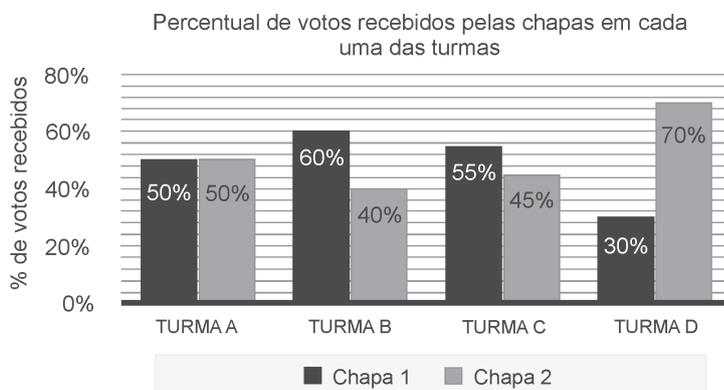
As quatro questões da prova direcionada a candidatos a cursos de Ciências Biológicas e área da saúde abordaram vários tópicos de matemática. Algumas questões foram contextualizadas, outras envolviam o conhecimento matemático em sua forma mais pura.

A nota média dos candidatos na prova de matemática foi de 8,5 (num total de 16), com um desvio padrão de 4,7. A distribuição “uniforme” das notas, considerando os candidatos que fizeram a prova, mostra que a prova serviu bem ao propósito de selecionar os estudantes para a Unicamp.

QUESTÃO 3

Uma escola tem 4 turmas: A, B, C e D. As turmas B e C têm, cada uma delas, uma quantidade x de alunos, e as turmas A e D têm, cada uma delas, uma quantidade $3x$ de alunos.

Em determinado momento do ano, foi realizada uma eleição para o Grêmio Estudantil, e havia duas candidaturas: a da Chapa 1 e a da Chapa 2. O gráfico abaixo mostra o resultado da votação, em percentual, em cada uma das turmas. Sabe-se que todos os alunos da escola votaram, e não houve nenhum voto branco ou nulo.



Há duas propostas sobre como definir a chapa vencedora da eleição:

- Proposta 1: vence a eleição a chapa que receber a maior quantidade de votos, considerando o total de votos da escola.
 - Proposta 2: vence a eleição a chapa que ficar em primeiro lugar (isto é, a que receber mais votos) no maior número de salas.
- a) Qual chapa seria a vencedora se fosse adotada a Proposta 1? Haverá alguma mudança se a Proposta 2 for adotada? Justifique suas respostas.
- b) Sabendo que a escola tem 160 alunos, informe, na tabela disposta no campo de resolução, quantos alunos cada uma das turmas tem, e justifique sua resposta.

b)

	Turma A	Turma B	Turma C	Turma D
Quantidade de alunos				

Objetivo da Questão

A questão apresenta o número de votos em uma escola, e apresenta duas alternativas para que o resultado seja computado. O candidato deve refletir sobre duas propostas para apuração, e fazer alguns cálculos simples para determinar o vencedor, considerando cada uma das propostas. A leitura atenta do enunciado e a capacidade de modelar o problema matemático, além do cálculo de médias, são as habilidades necessárias.

Resposta Esperada

a) Caso a Proposta 1 seja adotada, vence a eleição a chapa que receber a maior quantidade de votos. Sendo x a quantidade de alunos das turmas B e C, e $3x$ a quantidade de alunos das turmas A e D, temos:

$$\text{Votos da Chapa 1: } \left(\frac{1}{2}\right)3x + \left(\frac{6}{10}\right)x + \left(\frac{55}{100}\right)x + \left(\frac{3}{10}\right)3x = \left(\frac{71}{20}\right)x$$

$$\text{Votos da Chapa 2: } \left(\frac{1}{2}\right)3x + \left(\frac{4}{10}\right)x + \left(\frac{45}{100}\right)x + \left(\frac{7}{10}\right)3x = \left(\frac{89}{20}\right)x$$

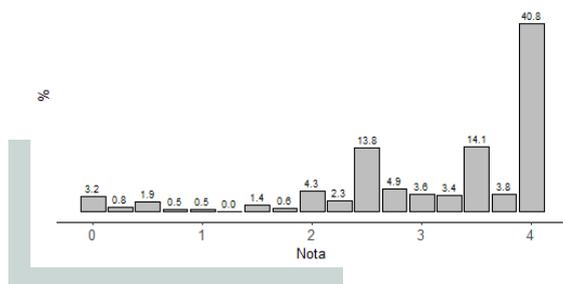
Portanto, pela Proposta 1, a Chapa 2 vence a eleição, pois $\frac{90}{20} > \frac{71}{20}$.

Caso a Proposta 2 seja adotada, vence a eleição a chapa que vencer em mais salas. Como a Chapa 1 vence em duas turmas (turmas B e C) e a Chapa 2 só vence em uma turma (turma D), então a vencedora seria a Chapa 2; portanto, haveria mudança.

b) Como a escola tem 160 alunos, e o número de alunos nas turmas é igual a $3x$, x , x e $3x$, o total de alunos na escola é $3x + x + x + 3x = 160$, ou seja, $8x = 160$. Assim, $x = 20$ e, portanto, o número de alunos em cada uma das turmas é:

Turma A: 60 alunos
 Turma B: 20 alunos
 Turma C: 20 alunos
 Turma D: 60 alunos

Desempenho dos candidatos



O desempenho dos candidatos foi bom, sendo que grande parte dos candidatos aos cursos de CB atingiram a pontuação total. O percentual de candidatos que ficou com zero na questão foi baixo.

Comentários Gerais

Esta questão foi considerada fácil em todas as provas, com discriminação boa na prova de CB.

Os candidatos tiveram um desempenho muito bom nesta questão, o que era esperado pela banca. O contexto em que a prova foi aplicada, após um ano de muitas discussões sobre o resultado das últimas eleições para presidente, provavelmente ajudou alguns candidatos no entendimento do que a questão pedia. Grande parte dos erros foram de aritmética, e na simplificação de algumas frações.

QUESTÃO 4

Considere a função

$$f(x) = \frac{ax - 1}{2x + 3}$$

a) Para $a = 0$, calcule $f^{-1}(3/5)$.

b) Determine o(s) valor(es) de a para que $f(f(1)) = 1$.

Objetivo da Questão

O objetivo da questão é medir o conhecimento dos candidatos sobre composição de funções e funções inversas. Este é um assunto que tem sido tradicional na prova da Unicamp, pois é de suma importância em disciplinas de matemática de nível superior. Na (a), a questão apresenta uma função e pede para que os alunos calculem um valor inverso. O importante é o aluno perceber que o cálculo de $f^{-1}(3/5)$ recai no problema de resolver uma equação linear. Na (b), o aluno precisa calcular um iterado de uma função, e novamente recair numa equação, desta vez de grau 2. É muito importante fazer a manipulação correta das expressões.

Resposta Esperada

a) Para $a = 0$, temos que $f(x) = \frac{-1}{2x + 3}$.

Calcular $f^{-1}\left(\frac{3}{5}\right)$ é o mesmo que encontrar x , tal que $f(x) = \frac{3}{5}$. Portanto, precisamos resolver a equação $-\frac{1}{2x + 3} = \frac{3}{5}$,

que é equivalente $a - 5 = 6x + 9$, o que nos dá $6x = -14$ e daí $x = -\frac{7}{3}$.

Note que $f^{-1}(y) = \frac{-1 - 3x}{2x - a}$.

b) Temos que $f(1) = \frac{a-1}{5}$ e daí $f(f(1)) = \frac{a\left(\frac{a-1}{5}\right) - 1}{2\left(\frac{a-1}{5}\right) + 3}$.

Se $f(f(1))=1$, então ficamos com a equação

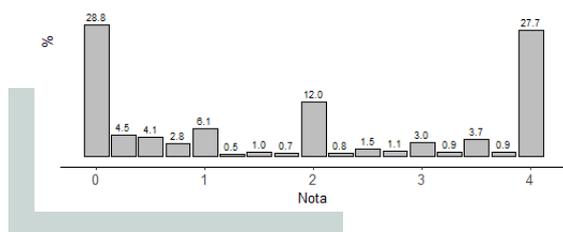
$$\frac{a\left(\frac{a-1}{5}\right)-1}{2\left(\frac{a-1}{5}\right)+3}=1,$$

que nos dá $a\left(\frac{a-1}{5}\right)-1=2\left(\frac{a-1}{5}\right)+3,$

que se reduz para $a^2 - a - 5 = 2a + 13$

e finalmente para $a^2 - 3a - 18 = 0$. Esta equação tem como soluções $a = -3$ e $a = 6$, que são os valores procurados.

Desempenho dos candidatos

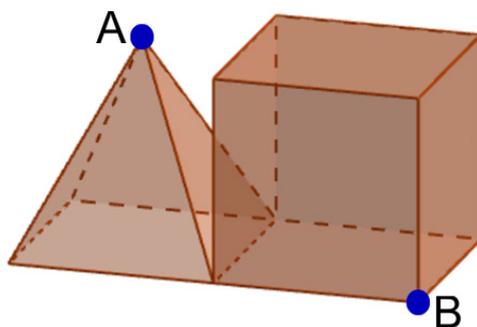


Comentários Gerais

Esta questão foi considerada de dificuldade média, com discriminação excelente. O percentual de zeros foi de 28%. Um erro muito comum foi confundir o cálculo de $f^{-1}(3/5)$ com o cálculo de $1/f(3/5)$, que são dois conceitos bastante diferentes. Isso, juntamente com a quantidade de questões em branco, justifica o percentual de zeros. Como este assunto está na BNCC, no Programa do Vestibular, e tem sido cobrado de forma regular no vestibular da Unicamp, era esperado que os estudantes tivessem um desempenho um pouco melhor.

QUESTÃO 5

A figura abaixo mostra uma pirâmide e um cubo, que compartilham uma aresta da base da pirâmide. A pirâmide tem altura medindo 1m; sua base, bem como os lados do cubo, são quadrados de lados medindo 1m.



- Um sólido é formado pela união desses dois objetos. Qual é o seu volume?
- Determine a distância do ponto A (vértice superior da pirâmide) até o ponto B (vértice “frontal” da base do cubo que não está na aresta em comum com a pirâmide).

Objetivo da Questão

A questão aborda o conteúdo de sólidos e seus volumes. Na (a), o candidato precisa fazer um cálculo simples de volume, que é um conteúdo muito visto no ensino médio. Na (b), ele precisa usar seus conhecimentos sobre geometria espacial para criar um problema de geometria plana e resolvê-lo. Observamos que grande parte dos estudantes considerou que a pirâmide era uma pirâmide reta, talvez induzidos pela figura. No entanto, esta hipótese não é necessária, como pode ser visto na resposta esperada a seguir.

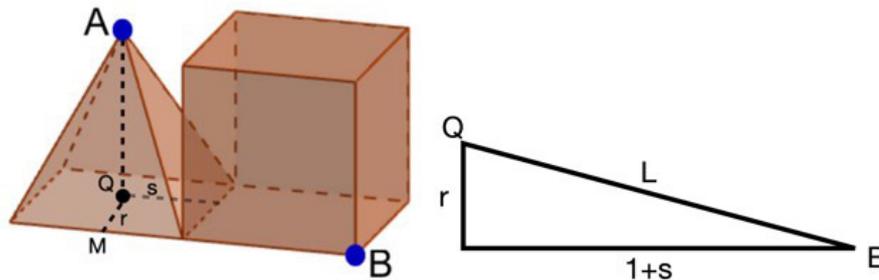
Resposta Esperada

a) O volume do sólido é igual à soma do volume do cubo com o volume da pirâmide. O cubo tem aresta medindo 1m, então seu volume é $V_c = 1\text{ m}^3$. Já o volume da pirâmide é $V_p = \frac{1}{3} \cdot 1^2 \cdot 1 = \frac{1}{3}\text{ m}^3$. Portanto, o volume total é de $V = \frac{4}{3}\text{ m}^3$.

b) Considere que a projeção do vértice superior da pirâmide na base da pirâmide está a uma distância r da aresta “inferior frontal” da base da pirâmide e a uma distância s da aresta da pirâmide que também é aresta do cubo. Seja Q esta projeção.

Se $r = 0$, podemos calcular diretamente a distância de B até A a partir da hipotenusa do triângulo retângulo AQB: $d = \sqrt{1 + (1 + s)^2}$.

Caso $r \neq 0$, primeiro calculamos a distância de B até Q pelo Teorema de Pitágoras, calculando o comprimento L da hipotenusa do triângulo BQM, conforme figuras abaixo, onde M é obtido considerando a interseção de uma reta paralela à aresta “lateral” da pirâmide que passa pelo ponto Q.



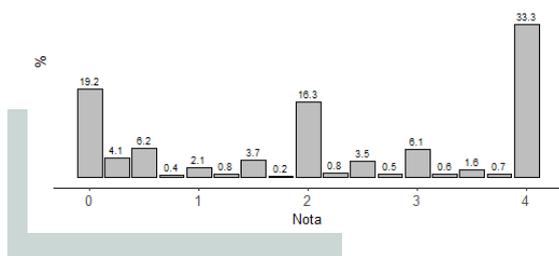
Esta medida é $L = \sqrt{(1 + s)^2 + r^2}$ ($L = \sqrt{10} / 2$).

Finalmente, a distância de A até B pode ser calculada novamente com o uso do Teorema de Pitágoras, agora para calcular o comprimento da hipotenusa do triângulo AQB, obtendo a distância procurada d :

$$d = \sqrt{1 + L^2} = \sqrt{1 + (1 + s)^2 + r^2} \quad (d = \sqrt{14} / 2 \text{ ou } \sqrt{7} / 2) \quad (d = \sqrt{13} / 2 \text{ no outro caso})$$

Observação: Soluções de casos particulares, como o caso da pirâmide reta, ou o caso em que o vértice A está no plano que contém a face frontal do cubo, também foram aceitas.

Desempenho dos candidatos



O percentual de notas zero foi, em parte, induzido pela quantidade de provas em branco.

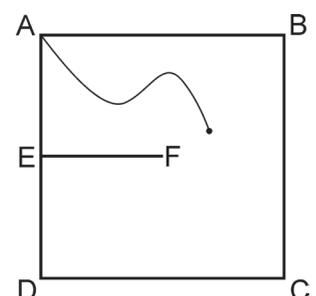
Comentários Gerais

A questão teve discriminação “excelente”. Na prova de CB, a questão foi considerada de dificuldade média. O percentual de zero foi similar em ambas as provas. O conteúdo é bastante abordado no ensino médio e é comum que seja cobrado em vestibulares. Alguns candidatos não conseguiam sequer usar a fórmula para a área do cubo. Esperava-se uma maior quantidade de notas 1 e 2, principalmente pela alternativa (a).

QUESTÃO 6

Na figura ao lado, ABCD representa um terreno quadrado cujos lados medem 10m, coberto por grama alta. O ponto E é o ponto médio do lado AD; o segmento EF, paralelo ao lado DC, representa um muro de 5m de comprimento e bem alto, sendo, portanto, intransponível.

Um cortador de grama robótico será usado para cortar a grama do terreno. Ele será ligado na energia no ponto A e seu cabo de energia tem comprimento de 10m. Para funcionar, ele tem que estar ligado todo o tempo na tomada.



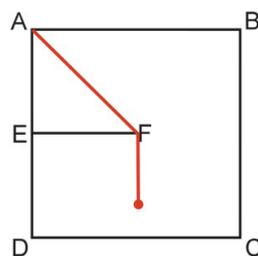
- a) Ao usar o aparelho para cortar a grama do terreno, uma pessoa tenta se aproximar, ao máximo, do lado CD. Nessa situação, calcule a distância que falta para o cortador de grama alcançar o lado CD. Justifique.
- b) O robô não conseguirá cortar a grama do terreno todo, já que seu fio é curto e o muro é um obstáculo. Qual a maior área do terreno que o robô conseguirá cortar a grama?

Objetivo da Questão

Esta questão apresentava uma contextualização em termos de um “cortador de grama” e o candidato deveria converter a situação em um problema matemático. A correta compreensão do enunciado era fundamental para o sucesso na questão, pois a configuração do fio do robô era muito específica. Em termos de conhecimentos, tanto o cálculo de distância entre pontos quanto conhecimentos sobre áreas de figuras planas eram necessários.

Resposta Esperada

a) A situação descrita, isto é, aproximar-se o máximo possível do lado CD, pode ser obtida como na figura abaixo, em que o segmento vermelho representa o cabo esticado do cortador de grama.

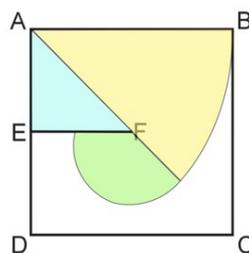


A distância de A até F pode ser calculada com o Teorema de Pitágoras: ela é o comprimento L da hipotenusa do triângulo retângulo AEF, que mede $L = \sqrt{5^2 + 5^2} = \sqrt{25 + 25} = 5\sqrt{2}$.

A distância de F até o final do fio pode ser calculada fazendo $10 - L = 10 - 5\sqrt{2}$.

Finalmente, como a distância de F até o lado CD é 5, a distância que falta para o cortador de grama chegar até o lado CD é $5 - (10 - 5\sqrt{2}) = 5(\sqrt{2} - 1)$ metros.

b) A região total atingida pelo robô é composta de três sub-regiões, como indicado na figura a seguir:



Vamos chamar a área em azul de A_1 , a área em amarelo de A_2 , e a área em verde de A_3 .

A região A_1 é um triângulo com base 5 e altura 5. Portanto, a área em azul mede $A_1 = 5 \cdot \frac{5}{2} = 25/2$.

A região A_2 consiste em $1/8$ de um círculo de raio 10. Portanto, sua área é $A_2 = \pi \cdot 10^2 / 8 = 25\pi / 2$.

A região A_3 consiste em $1/4 + 1/8 = 3/8$ de uma circunferência de raio $10 - 5\sqrt{2}$, ou seja, $A_3 = \pi(10 - 5\sqrt{2})^2 \cdot \left(\frac{3}{8}\right)$

Somando tudo, obtemos $\frac{25}{2} + \frac{25\pi}{2} + \pi(10 - 5\sqrt{2})^2 \cdot \left(\frac{3}{8}\right) m^2$.

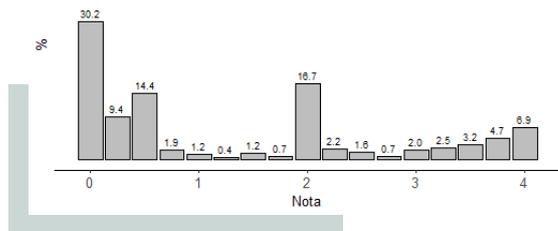
Outras formas de resposta: $\frac{25}{2} + \frac{100\pi}{2} + \pi \frac{135}{360} (10 - 5\sqrt{2})^2 \approx 61,87$ (ou 60,125 ou 61,25)

$$\frac{25}{2} \left(1 + \pi \left(\frac{11}{2} - 3\sqrt{2} \right) \right)$$

$$\frac{25}{2} + \frac{25\pi}{2} + \frac{75}{4} \pi (3 - 2\sqrt{2})$$

$$\frac{25}{2} + \frac{25\pi}{2} + \frac{225\pi}{4} - \frac{75(\pi\sqrt{2})}{2}$$

Desempenho dos candidatos



Comentários Gerais

A questão foi considerada “difícil” e com discriminação “excelente”. A maior dificuldade da questão está em modelar corretamente o problema matemático associado. O candidato deveria entender como se calcula distância (em geral é a menor distância, em linha reta). Errar neste conceito torna a conclusão da questão impossível. Em todo caso, grande parte dos candidatos teve um bom desempenho, conseguindo entender corretamente o problema descrito no enunciado e efetuar alguns cálculos na direção da solução.



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 2024, com cuidado especial para não haver sobreposição de temas com a prova da 1ª Fase do mesmo vestibular, com as provas das duas últimas edições dos vestibulares da UNICAMP, UNESP, USP e ENEM, e com a prova de Vagas Remanescentes. Houve também 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.

Novamente, todos os corretores apontaram dificuldades no entendimento da caligrafia, assim como desvios das normas gramaticais e de ortografia nas respostas dos candidatos.

QUESTÃO 7

Embora os yanomami colem alimentos no solo, pesquem e cacem, sua sobrevivência vem sendo continuamente ameaçada pela prática do garimpo ilegal. Quadros graves de desnutrição e óbitos marcaram a crise humanitária nas comunidades indígenas que fazem parte da Reserva Yanomami. A maioria das crianças apresentava diminuição de massa muscular e da camada de gordura, pele ressecada e pálida, cabelos ralos, apatia e fraqueza.

(Adaptado de: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-64388465> e <https://portal.fiocruz.br/noticia/pesquisadora-do-iff/fiocruz-analisa-o-quadro-de-desnutricao-das-criancas-yanomami>. Acesso em: 11/08/2023.)

- a) A desnutrição de causa primária deve-se, basicamente, à falta de alimentos em quantidade e qualidade suficientes para atender à demanda nutricional. Além da contaminação pelo mercúrio, apresente duas possíveis justificativas para a escassez de alimentos causada pelo garimpo ilegal na Reserva Yanomami. A pesca e a caça são importantes fontes de proteínas; cite e explique uma função das proteínas.
- b) A digestão é de fundamental importância, pois permite que as grandes moléculas do alimento ingerido sejam separadas em suas unidades estruturais, unidades essas que podem ser absorvidas pelas células. Explique a função do fígado no processo de digestão dos lipídios. Que composto orgânico essencial será obtido desse processo e, por beta-oxidação, será utilizado para produção de energia nos seres humanos?

Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:

Bases moleculares e celulares da vida:

- Componentes bioquímicos da célula.

O ambiente e a vida:

- Problemas ambientais contemporâneos;
- Preservação e estratégias necessárias para conservação do ambiente e da vida.

Saúde humana:

- Estrutura e função de células, órgãos e sistemas.

Quanto ao conhecimento de Biologia, foi avaliada a capacidade do candidato em: (a) reconhecer os problemas ligados à poluição do meio ambiente em virtude do garimpo ilegal, com consequências para a saúde humana e para a qualidade de vida das comunidades locais; (b) conhecer a função das proteínas para os organismos; (c) conhecer a importância da função do fígado no processo de digestão dos lipídios; e (d) conhecer e identificar os processos de produção de energia nos seres humanos.

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

Resposta Esperada

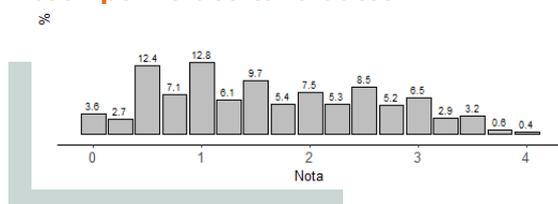
a) Além da contaminação com mercúrio, uma possível justificativa para a escassez de alimentos causada pelo garimpo ilegal é o assoreamento dos rios, o que pode levar à diminuição da quantidade de peixes. Adicionalmente, pode haver escassez de animais para caça, pois com o desmatamento gerado pelo garimpo ilegal, há a redução da biodiversidade local, o que afugenta a fauna e dificulta a caça.

As proteínas podem ter função estrutural, sendo componentes do citoesqueleto, da membrana celular e constituintes básicos dos tecidos.

b) O fígado produz bile, a qual desempenha papel importante de emulsificação de gorduras e facilita a ação de enzimas digestivas do suco pancreático e do suco entérico.

O composto orgânico obtido da digestão dos lipídios que, por beta-oxidação, será utilizado para a produção de energia nos seres humanos é o ácido graxo.

Desempenho dos candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi 1,63 e o desvio padrão foi de 0,97 (**item a** com média de 0,91 e desvio padrão de 0,45; **item b** com média de 0,72 e desvio padrão de 0,67).

Comentários Gerais

Item a: Erros comuns entre os candidatos: incluíram na resposta a contaminação por mercúrio (embora o enunciado indicasse “além da contaminação pelo mercúrio”); não apresentaram justificativas para escassez de alimento; indicaram justificativas não relacionadas com o garimpo (como caça de animais silvestres e o contrabando de animais silvestres); confundiram a função de proteínas com a de carboidratos; citaram a função da proteína sem explicar.

Item b: Erros comuns entre os candidatos: utilizaram o texto do enunciado e apenas indicaram que o fígado participa do processo de digestão de lipídios; indicaram que o fígado quebra e dissolve os lipídios; indicaram que o fígado separa as gorduras boas e ruins; indicaram o composto orgânico como sendo: insulina, glucagon, oxigênio, gás carbônico, colesterol, ATP, carboidratos, glicogênio, amônia, ácido lático entre outros. Erros comuns de ortografia: *bili, billie, bilie, bily*.

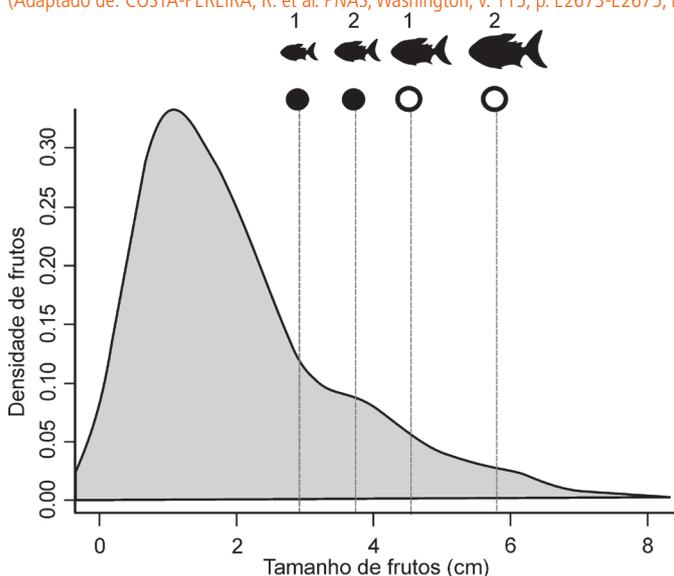
Na previsão da banca elaboradora, a questão seria de dificuldade média; na da banca revisora, seria fácil. Considerando o desempenho dos candidatos, a questão foi considerada como “de dificuldade média”, com índice de facilidade geral de 0,41. Vale notar que a questão foi considerada fácil para o curso de Medicina, e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi considerada difícil, com índices de 0,62 e 0,31, respectivamente.

De modo importante, o índice de discriminação geral da questão foi de 0,50, 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 foi marginal, com índice de 0,25; para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi boa, com índice de 0,35.

QUESTÃO 8

No ecossistema amazônico, peixes grandes, que se movimentam por distâncias maiores e consomem frutos maiores, são os preferencialmente pescados. Pesquisadores compararam o tamanho dos peixes (indicados na figura abaixo) em áreas próximas a Manaus (1) e em áreas mais distantes (2). Usando modelagem, simularam a relação entre o tamanho do peixe e o do fruto do qual ele se alimenta. Na figura, os círculos pretos (●) indicam os tamanhos máximos dos frutos consumidos pelos tambaquis pescados recentemente; os círculos brancos (○), o tamanho máximo dos frutos consumidos pelo maior tambaqui já pescado em cada área do estudo. A área cinza indica a distribuição dos tamanhos dos frutos das 264 espécies vegetais encontradas na área do estudo.

(Adaptado de: COSTA-PEREIRA, R. et al. *PNAS*, Washington, v. 115, p. E2673-E2675, mar. 2018.)



- Com base nos dados apresentados, como a flora amazônica é influenciada pela pesca excessiva?
- As espécies vegetais citadas no texto pertencem a qual grupo de fanerógamas? Justifique a sua resposta. O consumo dos frutos por dispersores vertebrados, como os peixes, é uma pressão de seleção para características que aumentam a sua detecção pelos animais. Considerando a morfologia dos frutos, qual é a parte responsável por atrair os peixes?

Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:

O ambiente e a vida:

- Ecossistemas, populações e comunidades;
- Problemas ambientais contemporâneos.

Biodiversidade:

- Biologia das plantas e algas.

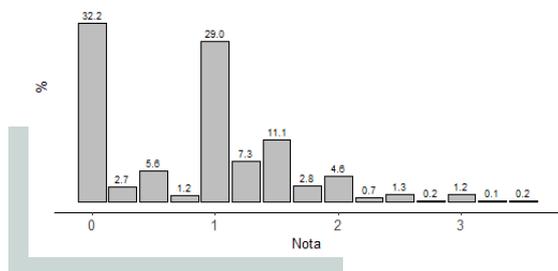
Quanto ao conhecimento de Biologia, esperava-se que o candidato conhecesse: (a) a relação ecológica entre os animais e as plantas; (b) os problemas ligados à pesca excessiva e os impactos na flora; e (c) as características morfológicas dos frutos de angiospermas.

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

Resposta Esperada

- a) Uma vez que os peixes maiores tendem a consumir frutos maiores, conclui-se que a pesca excessiva pode levar ao menor consumo dos frutos maiores e, conseqüentemente, à menor dispersão das sementes destas espécies.
- b) As plantas com flores (fanerógamas) e sementes protegidas por frutos pertencem ao grupo das angiospermas. O epicarpo é morfologicamente a região do fruto responsável por atrair os herbívoros frugívoros.

Desempenho dos candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi 0,83 e o desvio padrão foi de 0,72 (**item a**, com média de 0,22 e desvio padrão de 0,40; **item b**, com média de 0,61 e desvio padrão de 0,51).

Comentários Gerais

Item a: Erros comuns entre os candidatos: incluíram na resposta temas que não eram pertinentes ao enunciado, tais como: seleção natural; evolução das angiospermas; densidade dos peixes; cadeia alimentar; polinização; relação entre presa e predador. Frequentemente, citaram na resposta como a fauna poderia ser influenciada pela pesca excessiva e indicaram o impacto dessa pesca excessiva, considerando os frutos pequenos.

Item b: Erros comuns entre os candidatos: citaram espécies animais (embora o enunciado indicasse plantas fanerógamas); indicaram o grupo das gimnospermas; indicaram as algas; e indicaram como parte morfológica do fruto: o odor; o ovário; a cor; o sabor; e o tamanho.

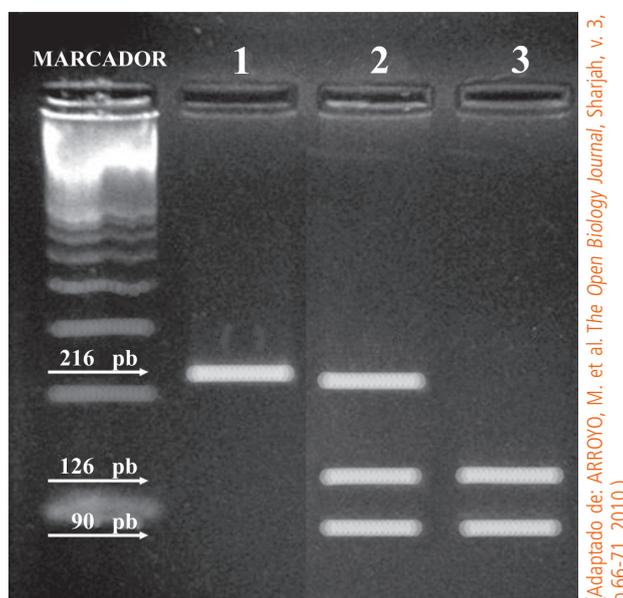
Na previsão da banca elaboradora e na da banca revisora, a questão seria difícil. Considerando o desempenho dos candidatos, a questão foi, de fato, difícil, com índice de facilidade geral de 0,21 entre os candidatos. Vale notar que a questão foi considerada difícil também para o curso de Medicina; para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi considerada muito difícil. Os índices foram de 0,34 e 0,15, respectivamente.

O índice de discriminação geral da questão foi de 0,31, 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, com índice de discriminação de 0,12; para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde, foi marginal, com índice de 0,25.

QUESTÃO 9

A enzima lactase tem capacidade de hidrolisar lactose em galactose e glicose. A presença de lactase ativa na vida adulta é uma característica autossômica dominante. Alelos diferentes do gene *MCM6* determinam a alta ou a baixa expressão de lactase ativa: o alelo T determina alta quantidade de lactase ativa, enquanto o alelo C determina baixa quantidade de lactase ativa.

- a) Um experimento de reação em cadeia da polimerase (PCR) foi realizado para a identificação dos alelos do gene *MCM6* em três indivíduos (1, 2 e 3). Neste experimento, uma região do gene é amplificada; na sequência, os pedaços do DNA resultantes são avaliados em um aparato de eletroforese, conforme figura ao lado. Na figura, são avaliados os indivíduos 1, 2 e 3, sendo que os pedaços de DNA de cada um deles são indicados pelos traços mais claros nas canaletas verticais da figura. Se o indivíduo possui um alelo C, é verificado um pedaço de DNA de 216 pares de bases (pb). Se um alelo T está presente, são verificados dois pedaços de DNA, sendo um de 126 pb e outro de 90 pb, respectivamente. Considerando um casal formado pelos indivíduos 1 e 3, qual é a probabilidade de o(a) filho(a) desse casal apresentar alta expressão de lactase ativa? Justifique sua resposta.



- b) A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda que os bebês sejam alimentados exclusivamente com leite materno até os 6 meses de idade. Explique a importância da amamentação para a imunidade dos bebês.

(Adaptado de: ARROYO, M. et al. The Open Biology Journal, Sharjah, v. 3, p.66-71, 2010.)

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.

Saúde humana:

- O que é saúde?;
- Estrutura e função de células, órgãos e sistemas.

Quanto ao conhecimento de Biologia, o candidato foi avaliado quanto à capacidade de: (a) conhecer os conceitos de genótipo, fenótipo e dominância; (b) conhecer a importância do leite materno para a saúde dos bebês; (c) conhecer a resposta imunológica passiva.

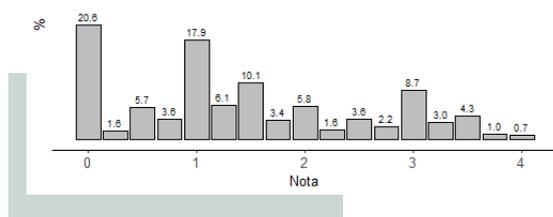
Quanto às capacidades desejadas do candidato, a questão avaliou: (a) a capacidade de interpretação da figura fornecida para a resolução da questão; e (b) a capacidade de elaboração de hipótese lógica e argumentação coerente com o tema da questão.

Resposta Esperada

a) De acordo com a figura apresentada, é possível definir que o indivíduo 1 é homocigoto para o alelo C e o indivíduo 3 é homocigoto para o alelo T. Assim, sendo os parentais CC x TT, o(a) filho(a) apresentará genótipo CT, o que significa que ele(a) terá 100% de probabilidade de apresentar alta expressão de lactase ativa devido à presença do alelo T.

b) O leite materno fornece anticorpos para o bebê, conferindo imunidade passiva natural, pois nos primeiros meses de vida dos bebês o sistema imunológico não está completamente desenvolvido.

Desempenho dos candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi de 1,40 e o desvio padrão foi de 1,12 (**item a**, com média de 0,62 e desvio padrão de 0,81; **item b**, com média de 0,79 e desvio padrão de 0,58).

Comentários Gerais

Item a: Erros comuns entre os candidatos: não interpretaram corretamente a figura e a descrição dos resultados do experimento apresentado no enunciado; confundiram o número de bandas no gel de eletroforese com o número de alelos; não compreenderam o conceito de característica autossômica dominante; não compreenderam o enunciado que indicou que alelos diferentes determinam a alta ou a baixa expressão de lactase ativa.

Item b: Erros comuns entre os candidatos: citaram importância no leite materno para nutrição, hidratação e crescimento no bebê, sem, contudo, explicar a importância para a imunidade — como solicitado diretamente no comando da questão —; indicaram a importância do leite materno para prevenir a intolerância à lactose; indicaram o linfócito como sendo o anticorpo.

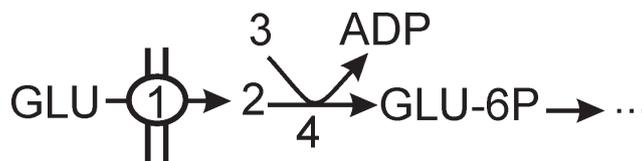
Na previsão da banca elaboradora, a questão seria difícil; na da banca revisora, seria muito difícil. Considerando o desempenho dos candidatos, a questão foi difícil, com índice de facilidade geral de 0,35 entre os candidatos. Vale notar que a questão foi considerada de dificuldade média para o curso de Medicina, e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi considerada difícil, com índices de 0,55 e 0,26, respectivamente.

De modo importante, o índice de discriminação geral da questão foi de 0,50, 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 também foi boa, com índice de 0,31 e 0,40, respectivamente.

QUESTÃO 10

Microrganismos podem ser considerados um laboratório biotecnológico. Em *Escherichia coli*, a galactose permease (GalP) e a glicoquinase (Glc) compõem uma via alternativa que permite, respectivamente, a absorção e a posterior fosforilação da glicose pela célula. A partir da glicose, a bactéria produzirá etanol. Plasmídeos contendo os genes *GalP* e *Glc* de *E. coli* podem ser construídos com variantes de promotores, visando ao aumento da expressão gênica.

(Adaptado de: HERNÁNDEZ-MONTALVO, V. et al. *Biotechnology and Bioengineering*, Nova Jersey, v. 83, p. 687-694, 2003.)



Legenda: GLU = glicose; GLU-6P = glicose-6-fosfato; ADP = adenosina difosfato.

- a) Defina o que são promotores e plasmídeos. Considerando o esquema ao lado, identifique a posição das duas proteínas mencionadas no texto, tendo em vista as possíveis posições de 1 a 4.
- b) *Zymomonas mobilis* e *Saccharomyces* produzem etanol e CO_2 por uma rota que usa duas enzimas, a piruvato descarboxilase e a álcool desidrogenase. Todavia, *Z. mobilis* produz mais etanol do que a *Saccharomyces*, e ambas metabolizam uma variedade limitada de açúcares. Com base em seu conhecimento sobre engenharia genética e tendo em vista o texto apresentado, proponha uma estratégia biotecnológica para aumentar a produção de etanol por microrganismos.

Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:

Bases moleculares e celulares da célula:

- Componentes bioquímicos da célula.

Hereditariedade:

- Hereditariedade e material genético: DNA e RNA;
- Manipulação do DNA e biotecnologia.

Biodiversidade:

- Biologia de vírus, bactérias, protistas e fungos.

Quanto ao conhecimento de Biologia, a questão exigia que o candidato: (a) conhecesse conceitos de biotecnologia, especialmente a definição de promotor e de vetor em clonagem plasmidial; e (b) identificasse as vias bioquímicas de absorção e fosforilação da glicose.

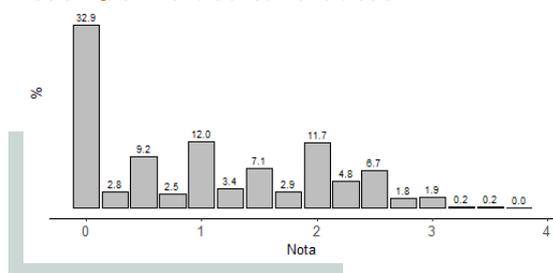
Quanto às capacidades desejadas do candidato, a questão avaliou: (a) a capacidade de interpretação da figura fornecida e das informações fornecidas para a resolução da questão; e (b) a capacidade de elaboração de hipótese lógica e argumentação coerente com o tema da questão.

Resposta Esperada

a) Um promotor é uma região regulatória do DNA que controla o processo de transcrição (e, portanto, de expressão) de um dado gene. Plasmídeos são moléculas de DNA circular encontradas naturalmente em bactérias e que podem ser modificados para funcionarem como vetores de clonagem, carregando genes de interesse. Na figura, a galactose permease é identificada na posição 1, enquanto a glicoquinase é representada na posição 4.

b) Uma possível abordagem seria identificar microrganismos altamente eficientes e então isolar genes de enzimas associadas à síntese de etanol e também genes que promovam o aumento da oferta de substrato usado para a produção de etanol. Após o isolamento dos genes, os mesmos seriam introduzidos em microrganismos de interesse.

Desempenho dos candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi 1,02 e o desvio padrão foi de 0,95 (item a, com média de 0,53 e desvio padrão de 0,52; item b, com média de 0,49 e desvio padrão de 0,55).

Comentários Gerais

Item a: Erros comuns entre os candidatos: confundiram plasmídeos com antígenos; indicaram que promotores e plasmídeos são células ou organelas; relacionaram promotores e plasmídeos com parasitas e hospedeiros; definiram promotores como catalizadores; indicaram que plasmídeos são platelmintos, anelídeos ou células do plasma; indicaram erroneamente as posições das duas proteínas mencionadas no texto.

Item b: Erros comuns entre os candidatos: citaram e utilizaram conceitos de outras questões, tais como, mitocôndria, códon, alelo, terapia gênica entre outros; indicaram como estratégia biotecnológica aumentar os microrganismos ou fornecer mais glicose ou modificar o ambiente de cultivo.

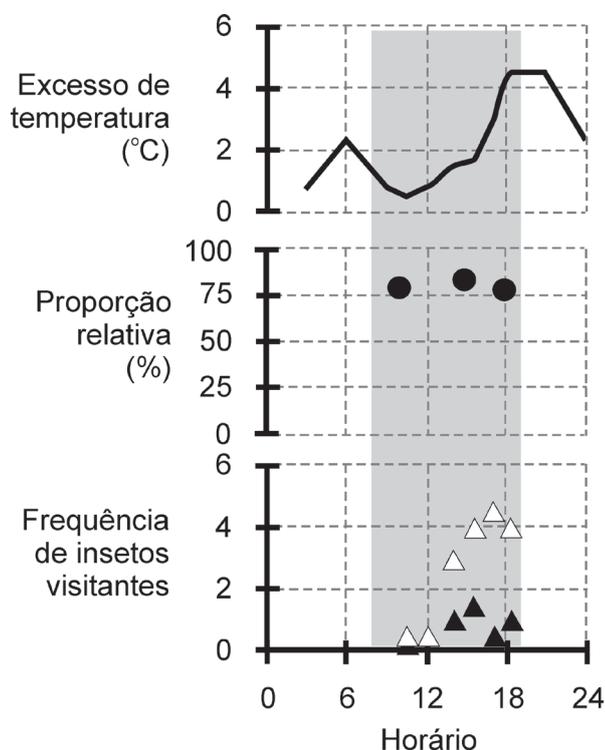
Na previsão da banca elaboradora e na da banca revisora, a questão seria de dificuldade média. Considerando o desempenho dos candidatos, a questão foi difícil, com índice de facilidade geral de 0,26 entre os candidatos. Vale notar que a questão foi considerada de dificuldade média para o curso de Medicina, e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi considerada muito difícil, com índices de 0,47 e 0,15, respectivamente.

O índice de discriminação geral da questão foi de 0,48, 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 com índice de discriminação de 0,26; para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde, foi boa, com índice de 0,32.

QUESTÃO 11

As mitocôndrias têm papel fundamental na respiração celular e na produção de energia. A cadeia de transporte de elétrons nas cristas mitocondriais é possível graças à presença de proteínas que oxidam compostos e permitem a criação de um gradiente de prótons transmembranar, usado na síntese de adenosina trifosfato (ATP).

- a) Desenhe a estrutura de uma mitocôndria e indique onde ocorre o ciclo do ácido tricarboxílico e onde ocorre a cadeia de transporte de elétrons. Cite dois compostos com poder redutor, oriundos das fases iniciais da respiração celular, que são oxidados na cadeia transportadora de elétrons na mitocôndria.
- b) Em plantas, ocorre uma rota alternativa de oxidação, sendo produzido calor devido à energia liberada durante o transporte de elétrons. A termogênese aumenta a temperatura das flores de algumas espécies. Os gráficos ao lado representam: o excesso da temperatura da flor em relação à temperatura do ar; a proporção relativa de compostos voláteis (●); e a frequência de visitação das flores por abelhas (△) e por besouros sugadores (▲) durante a floração da magnólia. As áreas em cinza indicam os momentos em que as flores estão abertas. Estabeleça uma associação entre as variáveis apresentadas nos gráficos. Cite uma importância ecológica da termogênese para as plantas e uma para os insetos.



(Adaptado de: WANG, R. et al. *Plos One*, São Francisco, v. 9, n. 6, p. e99356, jun. 2014.)

Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:

Bases moleculares e celulares da vida:

- Estrutura celular em procariotos e eucariotos;
- Organelas em células vegetais e animais: estrutura e função.

Ambiente e a vida:

- Interações ecológicas.

Biodiversidade:

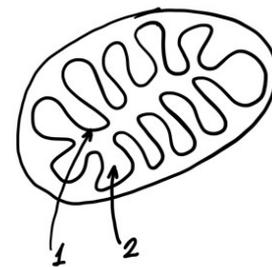
- Biologia das plantas e algas.

Quanto ao conhecimento de Biologia, o candidato deveria: (a) conhecer o processo respiratório; (b) elaborar uma representação esquemática de uma mitocôndria; e (c) conhecer as interações ecológicas entre insetos e plantas.

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

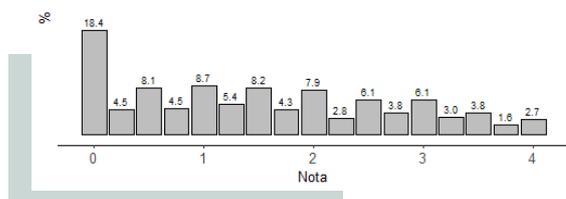
Resposta Esperada

a) Uma crista mitocondrial (membrana interna da mitocôndria) é indicada pelo número 1, onde ocorre a cadeia de transporte de elétrons. O número 2 indica a matriz mitocondrial, onde ocorre o ciclo do ácido tricarboxílico. Os compostos com potencial redutor oriundos das fases iniciais da respiração celular são NADH e FADH₂.



b) O aumento da temperatura das flores leva à maior produção de voláteis, os quais atraem os insetos, em especial as abelhas. Portanto, a termogênese em plantas pode influenciar a polinização, uma vez que aumenta a visitação por insetos. Para os insetos, a maior produção de voláteis pelas plantas devido à termogênese indicaria uma fonte de alimento.

Desempenho dos candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi 1,50 e o desvio padrão foi de 1,19 (**item a**, com média de 0,57 e desvio padrão de 0,70; **item b**, com média de 0,93 e desvio padrão de 0,70).

Comentários Gerais

Item a: Erros comuns entre os candidatos: apresentaram desenhos incompreensíveis que não representam uma mitocôndria e o seu sistema interno de membranas; apresentaram o desenho de cloroplastos; citaram os dois compostos orgânicos como sendo ATP, ADP, NADPH, glicose, hidrogênio, gás carbônico, água, sódio, potássio e ferro, entre outros.

Item b: Erros comuns entre os candidatos: citaram conceitos de transpiração, respiração, fotossíntese ou cadeia transportadora de elétrons; estabeleceram associação entre variáveis que não foram apresentadas nos gráficos; citaram a ocorrência e a importância da termogênese apenas para os insetos ou para as plantas, quando o enunciado mencionava os dois organismos.

Na previsão da banca elaboradora e na da banca revisora, a questão seria de dificuldade média. Considerando o desempenho dos candidatos, a questão foi considerada difícil, com índice de facilidade geral de 0,37 entre os candidatos. Vale notar que a questão foi considerada fácil para o curso de Medicina, e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi considerada difícil, com índices de 0,63 e 0,26, respectivamente.

De modo importante, o índice de discriminação geral da questão foi de 0,61, 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 e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi boa, com índice de discriminação de 0,35 e 0,43, respectivamente.

QUESTÃO 12

A destruição dos habitats e o aumento da fragmentação ambiental com redução das interações populacionais têm aumentado a necessidade de intervenções para a conservação de espécies de animais. A miopatia da captura é a principal responsável pela morte de animais em intervenções que visam à sua preservação, sendo ocasionada pelo estresse induzido e pelo esforço físico que tipicamente ocorrem durante a perseguição, captura, contenção e transporte dos animais. Como sinais da miopatia da captura, os animais apresentam rigidez muscular, fraqueza, falta de coordenação motora, acidose metabólica e presença de mioglobina na urina.

(Adaptado de: BREED, D. et al. *Conservation Physiology*. Oxford, v. 7, p. coz027, jul. 2019.)

- a) Foi proposto que a miopatia da captura poderia ser compreendida como um mecanismo inerente aos animais e que os levaria a morrer mais rápido quando capturados por um predador, o que auxiliaria o predador a conservar energia. Essa proposta está de acordo com a teoria da seleção natural? Justifique a sua resposta.
- b) A condição da miopatia da captura é frequentemente fatal, e a degeneração do tecido muscular estriado esquelético é induzida por estresse ou esforço. Cite as duas proteínas que compõem os filamentos de uma miofibrila e que são responsáveis pela capacidade de contração do músculo estriado esquelético. Na placa motora, qual é a interação que determina a contração muscular?

Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:

Origem e evolução da vida:

– Seleção natural.

Saúde humana:

– Estrutura e função de células, órgãos e sistemas.

Quanto ao conhecimento de Biologia, o candidato foi avaliado quanto a: (a) conhecer os conceitos de evolução e seleção natural; (b) conhecer a composição dos principais filamentos responsáveis pela capacidade de contração do músculo estriado esquelético; e (c) conhecer a estrutura da placa motora e as interações que determinam a contração do músculo estriado esquelético.

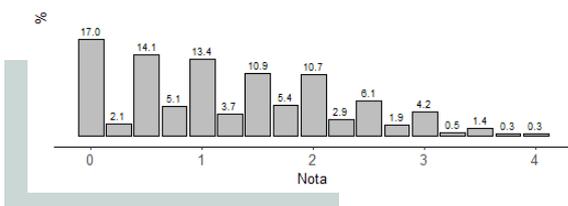
Quanto às capacidades desejadas do candidato, a questão avaliou: (a) capacidade de interpretação das informações fornecidas para resolução da questão; e (b) a capacidade de elaboração de hipótese lógica e argumentação coerente com o tema da questão.

Resposta Esperada

a) A proposta apresentada não está de acordo com a teoria de seleção natural. Na seleção natural, o organismo mais apto sobrevive e se reproduz e, em presas com miopatia da captura, não há possibilidade de seleção vantajosa desses efeitos, pois a presa morre.

b) Nas miofibrilas, a actina e a miosina são as proteínas responsáveis pela capacidade de contração do músculo estriado esquelético. Na placa motora, forma-se a sinapse química entre o axônio terminal do neurônio motor, responsável por liberar neurotransmissor (acetilcolina), que se liga a receptores específicos na membrana da fibra muscular e estimula a geração do potencial de ação para a contração muscular.

Desempenho dos candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi 1,25; o desvio padrão foi de 0,95 (**item a**, com média de 0,63 e desvio padrão de 0,58; **item b**, com média de 0,62 e desvio padrão de 0,59).

Comentários Gerais

Item a: Erros comuns entre os candidatos: citaram a intervenção humana para justificar a resposta; incluíram conceitos de mais forte, mais adaptado ou mais desenvolvido para associar à teoria da seleção natural; indicaram que estaria de acordo com a teoria da seleção natural.

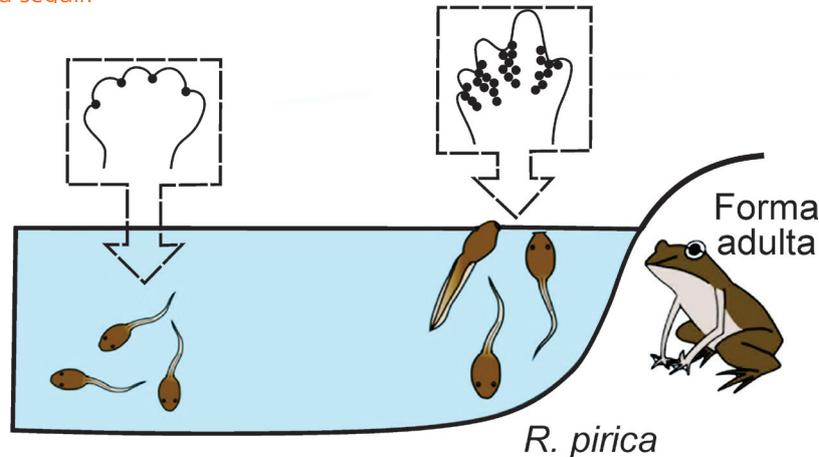
Item b: Erros comuns entre os candidatos: citaram a mioglobina, fibrina, elastina, lignina entre outros; indicaram que a interação das proteínas com os filamentos contráteis ocorre na placa motora; citaram a teoria do deslizamento dos filamentos contráteis.

Na previsão da banca elaboradora e na da banca revisora, a questão seria de dificuldade média. Considerando o desempenho dos candidatos, a questão foi considerada difícil, com índice de facilidade geral de 0,31. Vale notar que a questão foi considerada de dificuldade média para o curso de Medicina, e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi considerada difícil, com índices de 0,50 e 0,22, respectivamente.

De modo importante, o índice de discriminação geral da questão foi de 0,45, 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, com índice de 0,22; para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi boa, com índice de 0,32.

QUESTÃO 13

Os anfíbios moldam seus membros pelo desenvolvimento diferencial de dedos e regiões interdigitais. Foi demonstrado que a disponibilidade de oxigênio regula a formação dos membros em girinos de *Rana pirica*, sendo essa formação representada esquematicamente na figura a seguir.



(Adaptado de: S. F. Ono et al. *Zoological Letters*, Londres, v. 9, art. 2, jan. 2023.)

- a) Na figura, qual processo celular – que ocorre nas regiões indicadas pelos círculos pretos (●) – é responsável por moldar os membros dos girinos? Justifique a importância desse processo para a formação dos membros desses animais na forma adulta.
- b) Cite e explique a principal modificação respiratória para a conquista do ambiente terrestre que ocorre no processo de transformação do girino para a forma adulta em anuros.

Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:

Bases moleculares e celulares da célula:

- Estrutura celular em procariontos e eucariontos;
- Ciclo celular e divisão celular mitótica e meiótica.

Biodiversidade:

- Bases biológicas da classificação dos seres vivos;
- Biologia dos animais.

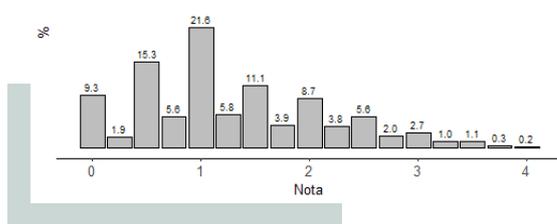
Em relação ao conhecimento de Biologia, o candidato foi avaliado quanto a: (a) conhecer os processos celulares básicos de proliferação, diferenciação e apoptose; (b) conhecer os conceitos da formação dos membros nos vertebrados; (c) conhecer as formas de respiração em anfíbios.

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

Resposta Esperada

- a) Nas regiões interdigitais, ocorre extenso processo de apoptose, ou morte celular programada, resultando na separação dos dedos. Esse processo é importante para a locomoção desses animais na sua forma adulta em ambiente terrestre.
- b) Durante o processo de transformação dos girinos para a forma adulta em anuros, ocorre a involução das brânquias — estrutura capaz de captar o oxigênio presente na água — e o desenvolvimento dos pulmões, o que lhes garante a capacidade de captar o oxigênio presente no ar atmosférico, assegurando, portanto, a sobrevivência no ambiente terrestre.

Desempenho dos candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi 1,27 e o desvio padrão foi de 0,85 (**item a**, com média de 0,39 e desvio padrão de 0,54; **item b**, com média de 0,88 e desvio padrão de 0,49).

Comentários Gerais

Item a: Erros comuns entre os candidatos: citaram o processo intracelular de autofagia; citaram o processo de metamorfose; citaram o processo de mitose; citaram o processo de divisão celular; citaram o processo de respiração celular.

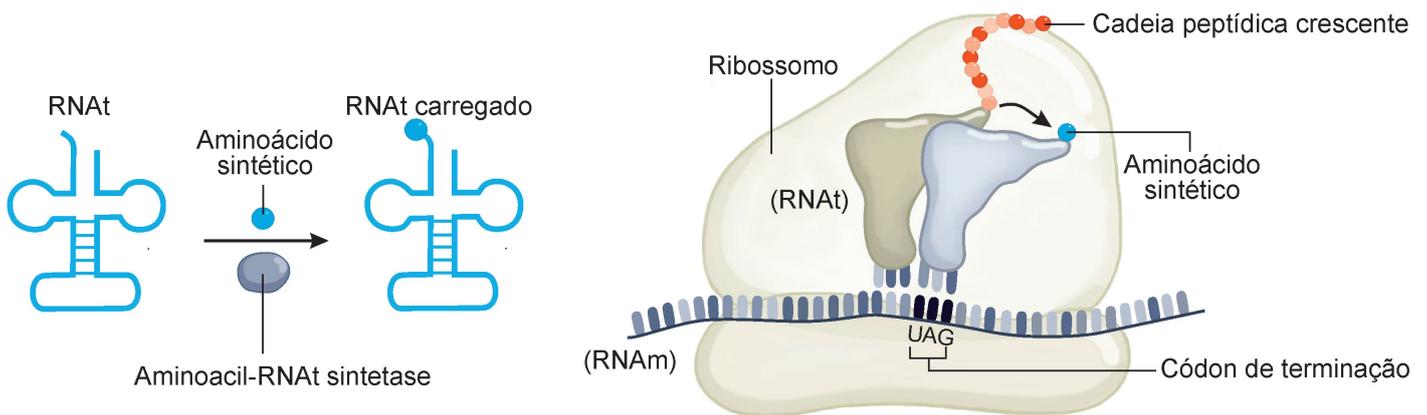
Item b: Erros comuns entre os candidatos: citaram a respiração branquial; citaram a respiração anaeróbia; citaram respiração pelas narinas ou traqueia.

Na previsão da banca elaboradora e na da banca revisora, a questão seria de dificuldade média. Considerando o desempenho dos candidatos, a questão foi difícil, com índice de facilidade geral de 0,32 entre os candidatos. Vale notar que a questão foi considerada de dificuldade média para o curso de Medicina, e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi considerada difícil, com índices de 0,49 e 0,24, respectivamente.

De modo importante, o índice de discriminação geral da questão foi de 0,39, 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 índice de 0,22 e 0,26, respectivamente.

QUESTÃO 14

O RNA transportador (RNAt) atua como uma ponte entre RNA mensageiro (RNAm) e os aminoácidos, sendo incorporados nas proteínas produzidas pelo ribossomo. Neste processo, o RNAt lê um códon no RNAm e traz para o ribossomo o aminoácido correspondente (um dos 20 tipos de aminoácidos normalmente encontrados em proteínas). Na tentativa de expandir artificialmente o código genético de um organismo, pesquisadores induziram-no a fabricar um RNAt reprogramado, capaz de acoplar um aminoácido sintético a um RNAt, como representado na figura. Nesse caso, o ribossomo insere o aminoácido sintético na cadeia peptídica crescente sempre que um dos códons de terminação é encontrado no RNAm.



(Adaptado de: KWON, D. *Nature*, Londres, v. 618, p.874-876, jun. 2023.)

- Defina o que é código genético e explique por que ele é considerado degenerado (ou redundante).
- Ao expandirem o código genético da forma apresentada, o que os pesquisadores estão permitindo que aconteça com as proteínas? Considerando o código genético universal e as informações apresentadas, por que a técnica pode se limitar à incorporação de até três diferentes aminoácidos simultaneamente?

Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:

Hereditariedade:

- Hereditariedade e material genético: DNA e RNA;
- Código genético e síntese de proteínas;
- Manipulação do DNA e biotecnologia.

Quanto ao conhecimento de Biologia, o candidato deveria conhecer: (a) a definição de código genético; (b) o processo de decodificação da informação no RNAm por RNAt durante a síntese proteica; e (c) o processo de reconhecimento de códons.

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

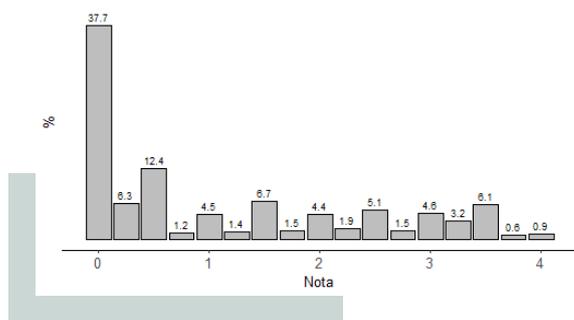
Resposta Esperada

a) Código genético é o nome que se dá para a correspondência entre os códons no RNAm e os aminoácidos que eles representam na proteína que está sendo sintetizada. O código genético é considerado degenerado, pois um mesmo aminoácido pode

ser codificado por diferentes tipos de códons no RNAm (à exceção da metionina e do triptofano, no caso do código genético universal).

b) Ao expandirem o código genético como apresentado, os pesquisadores permitiram que alguns códons de terminação da tradução fossem lidos pelo ribossomo para sinalizar a incorporação de um novo aminoácido sintético nas proteínas codificadas. Este processo pode expandir o repertório bioquímico para a síntese de proteínas e eventualmente levar à diversificação artificial das características e funções das proteínas codificadas pelo organismo modificado. Em condições que levam em conta o código genético universal, só há três códons de terminação diferentes, o que significa que uma estratégia como essa só poderia levar à incorporação de três diferentes tipos de aminoácidos sintéticos em um organismo modificado.

Desempenho dos candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi 1,09 e o desvio padrão foi de 1,25 (**item a**, com média de 0,55 e desvio padrão de 0,76; **item b**, com média de 0,54 e desvio padrão de 0,62).

Comentários Gerais

Item a: Erros comuns entre os candidatos: citaram a definição de código genético como sendo a herança dos pais, informações dos pais, herança dos genes, conjunto de gene, DNA e RNA, entre outros; indicaram que o código genético é degenerado, uma vez que os genes não se alteram, ou então que é degenerado pois as características genéticas são únicas para cada pessoa e o DNA possui duas fitas; confundiram aminoácido com proteínas ou trincas de bases nitrogenadas com trincas de aminoácidos ou proteínas.

Item b: Erros comuns entre os candidatos: citaram que aumentaria a quantidade de proteína produzida; e não responderam (deixaram em branco).

Na previsão da banca elaboradora e na da banca revisora, a questão seria difícil. Considerando o desempenho dos candidatos, a questão foi, de fato, difícil, com índice de facilidade geral de 0,27. Vale notar que a questão foi considerada de dificuldade média para o curso de Medicina, e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi considerada muito difícil, com índices de 0,59 e 0,13, respectivamente.

De modo importante, o índice de discriminação geral da questão foi de 0,64, 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 e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi boa, com índice de 0,41 e 0,31, respectivamente.

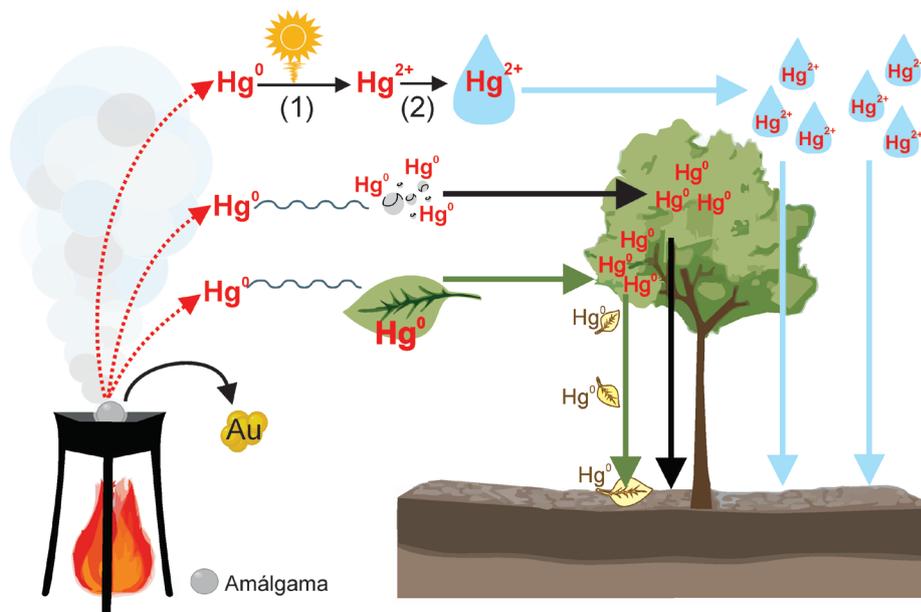


QUÍMICA

A prova de Química da segunda fase do vestibular da Unicamp 2024 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). Assim, das seis questões da prova, três abordaram temas relacionados à energia, meio ambiente e sustentabilidade (questões 15, 16 e 18), duas questões abordaram temas relacionados à ciência e tecnologia e saúde (questões 18 e 19) e duas temas relacionados à química e cotidiano, ao explorar as variáveis do preparo do café (17) e processos de combustão em silos de armazenagem de grãos (questões 20). Muitas questões exploram mais de um tema. Todas essas temáticas foram abordadas nos enunciados das questões e nas perguntas em específico, sempre explorando aspectos gerais ou de conteúdo programático da área de química. Tendo em vista o desempenho dos candidatos, pode-se considerar que a prova foi de nível difícil (1 questão de nível muito difícil, 4 de nível difícil e 1 de nível médio, segundo a análise estatística), apesar de os temas abordados — como equilíbrio químico, solubilidade, termoquímica, estequiometria, química e cotidiano relacionados a questões ambientais — estarem presentes na maioria das provas de Química dos vestibulares recentes. A Banca Elaboradora acredita que a exigência de leitura atenta, interpretação dos enunciados e avaliação de figuras, tabelas ou gráficos pode 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

O garimpo artesanal de ouro é responsável por 37% da emissão global antropogênica de mercúrio, mercúrio este proveniente do processo de recuperação do ouro a partir do aquecimento da amálgama (liga metálica entre o Hg e o Au) usada para separar o ouro do solo. Conforme representado na figura ao lado, em um dos processos de contaminação do meio ambiente, o mercúrio metálico reage com o gás ozônio, formando gás oxigênio e óxido de mercúrio (processo 1). Esse óxido formado reage com a água, gerando hidróxido de mercúrio (processo 2), o qual se deposita em ambientes aquáticos e no solo, atingindo o ser humano.



- a) Nomeie o tipo de reação que ocorre nos processos 1 e 2 identificados na figura acima e escreva as respectivas equações químicas balanceadas.
- b) A política, a ciência e a sociedade civil têm seu papel na preservação ambiental. Oportunidades de pesquisa química para reduzir os impactos da mineração artesanal de ouro passam pelo desenvolvimento de: (1) filtros de ar e máscaras para prevenção de inalação de vapores de mercúrio; (2) ajustes do solo para evitar a absorção de mercúrio nas culturas; (3) processos químicos específicos para extrair ouro de rejeitos e (4) diagnósticos pontuais para exposição e envenenamento por mercúrio. Preencha a tabela no campo de resposta, associando o número de cada desenvolvimento à correspondente oportunidade de pesquisa. Justifique sua escolha para o desenvolvimento atribuído somente à oportunidade "Mitigação de riscos".

b)

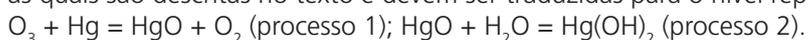
Oportunidades de pesquisa química para reduzir os impactos da mineração artesanal de ouro				
	Detecção de mercúrio	Mitigação de riscos	Remediação	Mineração sem mercúrio
Desenvolvimento de:	()	()	()	()

Objetivo da Questão

O item **a** tem como objetivo avaliar o conhecimento sobre a linguagem química. O item pede que se nomeiem dois tipos de reações químicas e também as respectivas equações químicas. Entretanto, o texto dá informações valiosas para a resolução do item, já que informa que uma das reações ocorre entre o mercúrio metálico e o gás ozônio, um velho e conhecido oxidante, e também dá informações sobre o nome da outra reação, pois informa que o óxido formado reage com a água, logo um processo de hidrólise. A figura, por outro lado, além de ilustrativa, também dá pistas sobre os estados de oxidação do mercúrio, o que, de certa forma, facilita a tarefa de escrever as equações químicas. O objetivo do item **b** é avaliar a habilidade em atribuir verbos (comandos) que representem corretamente ações específicas de pesquisa. Especificamente, exige-se que sejam estabelecidas correlações entre as ações: detectar, mitigar, remediar com a ação de mineração e as ações ou atividades de pesquisa correspondentes. Assim, exige-se fundamentalmente que se correlacionem termos e definições científicas. Trata-se, portanto, de um item que verifica essencialmente um "letramento científico", já que não há questionamentos sobre nenhum conhecimento técnico.

Resposta Esperada

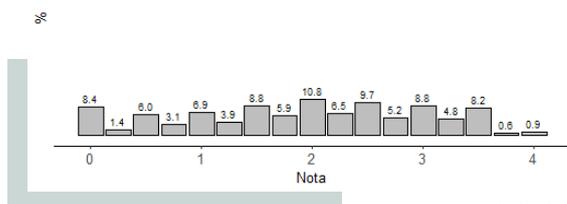
Para resolver o item **a**, é necessário nomear as duas reações químicas que são pedidas: na primeira delas, o mercúrio metálico reage com o gás ozônio, formando gás oxigênio e óxido de mercúrio (processo 1) e, na segunda, o óxido formado anteriormente reage com a água, gerando hidróxido de mercúrio (processo 2). No processo 1, ocorre uma reação de oxidação e redução (óxido-redução ou redox), enquanto que a segunda é uma reação de hidrólise — não confundir com hidratação ou solvatação, que são processos distintos. A segunda parte da pergunta a pede as correspondentes equações químicas dessas duas reações, as quais são descritas no texto e devem ser traduzidas para o nível representacional:



O item **b** da questão pede, inicialmente, que se associe o número de uma determinada ação (desenvolvimento): (1) filtros de ar e máscaras para prevenção de inalação de vapores de mercúrio; (2) ajustes do solo para evitar a absorção de mercúrio nas culturas; (3) processos químicos específicos para extrair ouro de rejeitos e (4) diagnósticos pontuais para exposição e envenenamento por mercúrio, a um tipo de oportunidade de pesquisa. Assim, Detecção de mercúrio se associa a (4), Mitigação de riscos se associa a (1), Remediação se associa a (2) e Mineração sem mercúrio se associa a (3). A segunda parte da questão pede que se justifique

a escolha para mitigação de riscos. Mitigar é uma ação que significa reduzir ou aliviar o efeito de algo, geralmente prejudicial. Nesse sentido, o desenvolvimento de filtros de ar ou máscaras para prevenir a inalação de vapores de mercúrio cumpre bem o papel de mitigar os riscos de uma inalação potencial de mercúrio gasoso.

Desempenho dos candidatos



Os candidatos apresentaram um desempenho médio na questão, sendo que o desempenho foi melhor no item **b**. Isso se justifica pelo fato de que parte do item **a** exige que se escrevam fórmulas químicas e equações químicas. Assim, mesmo se tratando de fórmulas e equações químicas integralmente descritas no texto da questão e com informações de parte do que se exige na resposta, parece que o assunto não está sendo ensinado

na profundidade necessária para responder à questão. De forma geral, ao longo do tempo,

observa-se que questões de Química que envolvem diretamente o conhecimento de determinado assunto apresentam dificuldades crescentes por parte dos candidatos, mesmo que tais questões envolvam um conhecimento bem básico e elementar. Isso também se observa em questões que exigem leitura e interpretação de dados. No primeiro caso, os erros são declaradamente no sentido de "não saber do que trata o problema"; já no segundo caso, a dificuldade é utilizar, de forma adequada e lógica, as informações dadas e também produzir uma resposta com uma estrutura lógica. A nota ligeiramente maior no item **b** dessa questão se justifica, pois parte desse item exige respostas fechadas (simples escolhas), o que estatisticamente pode favorecer o desempenho.

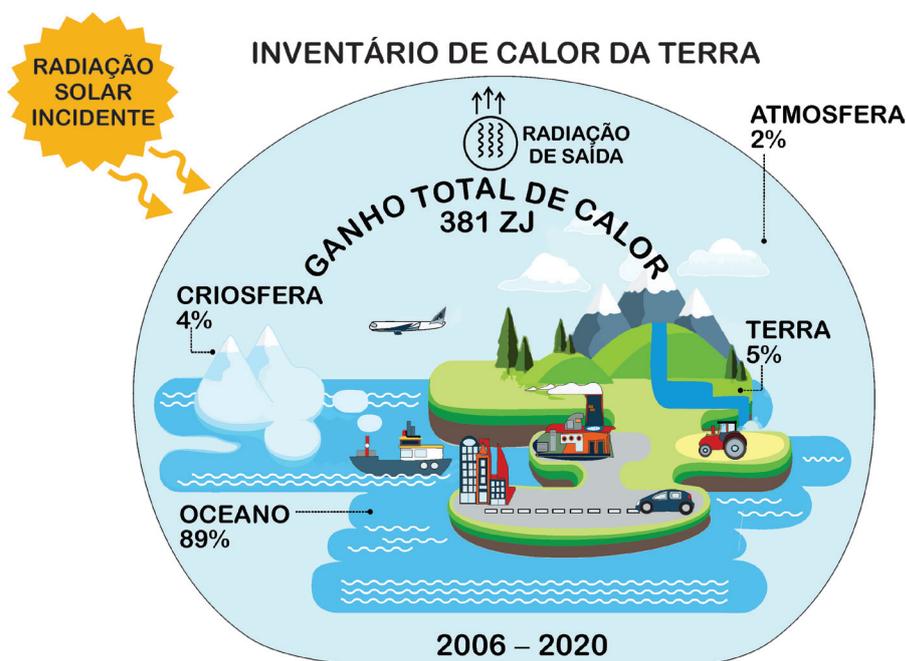
Comentários Gerais

No item **a** da questão, observou-se um grande número de candidatos que desconhecem a fórmula do gás ozônio, uma substância presente na natureza, muito importante para a vida no planeta e que corriqueiramente frequenta os meios de comunicação. Então, foi muito frequente observar fórmulas como **O** e **O³** em lugar de **O₃**. Em geral, os candidatos que sabiam a fórmula do ozônio, conseguiram escrever a equação química de formação do óxido de mercúrio apontado no texto. É importante observar que na figura há informações sobre o estado de oxidação do mercúrio na formação do óxido; assim, restava ao candidato saber a fórmula do ozônio e que o óxido é uma espécie com uma carga 2-. Uma porcentagem razoável dos candidatos que sabiam a fórmula do ozônio e que escreveram corretamente a equação de oxirredução, descrita anteriormente, não soube escrever a fórmula do hidróxido de mercúrio formado na reação de hidrólise do óxido de mercúrio. Nesse aspecto, foi frequente a observação de que ao invés de $\text{Hg}(\text{OH})_2$, fórmula escrita conforme convenção, viesse escrito H_2HgO_2 . Esta última representação é geralmente utilizada para compostos orgânicos, mas ela deixa de informar coisas importantes, como no caso em análise em que se quer destacar que as entidades presentes no hidróxido de mercúrio são o Hg^{2+} e o OH^- .

No item **b**, a maior dificuldade foi distinguir entre mitigar e remediar. *Mitigar* significa diminuir ou prevenir algo que está por acontecer ou pode acontecer, enquanto que *remediar* também é sinônimo de diminuir, porém se refere a algo que já ocorreu e cujo efeito (maléfico) vai ser diminuído. "Melhor prevenir que remediar"; o verbo remediar vem do Latim, *remedium*, em português *remédio*, algo que se usa para curar algo que já ocorreu. Diminui-se o uso de açúcar para prevenir o desenvolvimento do diabetes; no entanto usa-se insulina para diminuir (contornar, remediar) os efeitos do diabetes. Observou-se, também, com muita frequência que quando o candidato fazia as atribuições corretamente, ele também conseguia também justificar a escolha para mitigação, mas quando as atribuições não eram feitas, o candidato sequer tentava explicar o que significa mitigação.

QUESTÃO 16

De acordo com a Organização Meteorológica Mundial, a temperatura média global para julho de 2023 foi a mais alta já registrada, e este ano poderá ser o mais quente da história. Alguns cientistas afirmam que o sistema climático da Terra está fora do seu balanço energético, com um contínuo acúmulo de calor observado nas últimas décadas. Com base no texto e nas informações apresentadas na figura, responda às questões a seguir:



- a) Para o período de 2006-2020, calcule quantas toneladas de água foram acrescentadas aos oceanos por conta do derretimento do gelo, considerando que este tenha sido o único evento térmico ocorrido na criosfera. Calcule o aumento da temperatura média dos oceanos, desconsiderando a água proveniente do derretimento do gelo e considerando a água do mar como sendo água pura.
- b) Observando a figura, explique o mecanismo e as causas que levaram ao ganho total extra de energia (381 ZJ) da Terra no período considerado.

Dados: Massa de água dos oceanos: $1,4 \times 10^{21}$ kg; calor específico da água: 4180 J/kg·K; entalpia de fusão da água: $3,3 \times 10^5$ J/kg; ZJ = 1×10^{21} J.

Objetivo da Questão

O item **a** tem como objetivo avaliar o conhecimento sobre termoquímica (primeira lei da termodinâmica) ao requerer que se calcule a quantidade de água acrescentada aos oceanos por conta do derretimento do gelo e também que se calcule o aumento da temperatura média dos oceanos, dois fenômenos diretamente dependentes do desbalanço energético no sistema Terra. A resolução do item **a** exige, portanto, que se estabeleça uma correlação entre a “sobra de energia” no sistema Terra e a quantidade extra de água que se fundiu; e também entre essa “sobra de energia” e o aumento da temperatura média dos oceanos. Vale a pena observar que foram necessárias dezenas de pesquisadores de diversos países para fazer esse inventário sobre a energia circulando o sistema Terra, mas algumas quantidades foram calculadas por equações simples que aprendemos em termoquímica. Também é preciso lembrar que, nesses casos, devido à complexidade do sistema estudado, aproximações são necessárias. O item **b** da questão, por outro lado, exige apenas uma leitura e interpretação de elementos que compõem a figura dada. O item **b** pede que se observe a figura, e que se explique o mecanismo e as causas que levaram ao ganho total extra de energia no sistema Terra no período considerado. Assim, o item **a** exige um conhecimento “acabado”, com aplicação de fórmula e cálculos, enquanto que o item **b** explora aspectos fenomenológicos do aquecimento global.

Resposta Esperada

No item **a**: A primeira parte pede que se calculem quantas toneladas de água foram acrescentadas aos oceanos por conta do derretimento do gelo, considerando que este tenha sido o único evento térmico ocorrido na criosfera. A figura informa que o ganho energético total foi de 381 ZJ = 381×10^{21} J. A criosfera, local em que ocorreu o derretimento, absorveu 4% da energia ganha, portanto: $381 \times 10^{21} \text{ J} \times 0,04 = 1,52 \times 10^{22} \text{ J}$ absorvidos (ou ganhos) pela criosfera. Sabe-se que a energia de fusão da água é $\Delta H_f = 3,3 \times 10^5$ J/kg, assim

$$3,3 \times 10^5 \text{ J fundem } 1,0 \text{ kg H}_2\text{O}$$

$$1,52 \times 10^{22} \text{ J fundirão } Y.$$

Foram acrescentadas $4,62 \times 10^{16}$ kg ou $4,62 \times 10^{13}$ toneladas de H₂O aos oceanos.

A segunda parte pede que se calcule o aumento da temperatura média dos oceanos, desconsiderando a água proveniente do derretimento do gelo e considerando a água do mar como sendo água pura. O oceano (onde ocorre o aquecimento) absorve 89% da energia total ganha, portanto: $381 \times 10^{21} \text{ J} \times 0,89 = 3,39 \times 10^{23} \text{ J}$. O aquecimento pode ser calculado a partir de uma das expressões da primeira lei, $Q = m \times c \times \Delta T$, em que Q é a quantidade de energia calculada anteriormente, m é a massa de água dos oceanos, c é o calor específico e ΔT é a variação de temperatura que se deseja saber. Assim,

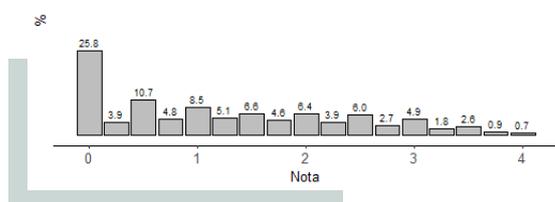
$$3,39 \times 10^{23} \text{ J} = (1,4 \times 10^{21} \text{ kg}) \times (4180 \text{ J/kg}\cdot\text{K}) \times \Delta T.$$

Portanto, o aumento da temperatura média dos oceanos foi de $\Delta T = 0,06$ K (0,06 °C).

Retomando a questão das aproximações comentadas anteriormente (condições de contorno), vale lembrar que, no item **a**, elas foram usadas duas vezes: “considerando que este tenha sido o único evento térmico ocorrido na criosfera” e “considerando a água do mar como sendo água pura”. Para os autores do artigo, no entanto, foram necessárias muitas outras condições de contorno, já que o sistema estudado é muito complexo.

O item **b** pede que se observe a figura e que se explique o mecanismo e as causas que levaram ao ganho total extra de energia (381 ZJ) da Terra no período considerado. Assim, a partir da figura observa-se que as principais causas do ganho extra de energia do sistema Terra foram: urbanização, atividade agroindustrial, industrialização, uso de combustíveis fósseis. O mecanismo pelo qual se deu esse ganho pode ser resumido pelo aumento dos gases do efeito estufa devido à intensificação de alguns fatores, reportados anteriormente como causas, que provocaram um aumento do calor retido na atmosfera e o desbalanço energético.

Desempenho dos candidatos



Os candidatos apresentaram um desempenho baixo na questão, o que poderia fazer algum sentido apenas no item a, em que se exigem cálculos com potências e com grandezas de alto valor. No entanto, parte desses cálculos é facilitada pela apresentação dos dados que devem ser utilizados para os cálculos. Assim, quando se olha para as unidades da energia de fusão da

água, já se depreende que é preciso uma quantidade de energia para se fundir uma quantidade específica de água. Também se observa que essa quantidade de água já é dada em massa. Por outro lado, na segunda parte do item **a**, uma leitura atenta do calor específico já permite perceber como calcular a variação de temperatura; além disso, como se informa que na primeira parte deve-se considerar somente a fusão da água e na segunda parte deve-se considerar a água do oceano como água pura, essas condicionantes também ajudam a encontrar o caminho para a resolução. No item **b**, a principal exigência é a observação da figura e a interpretação das informações nela contidas, um processo que independe de um conhecimento prévio de um assunto específico.

Comentários Gerais

No item **a** da questão, o erro mais comum foi não ter a mínima ideia de como efetuar os cálculos. Para uma boa parte que sabia como calcular as quantidades pedidas, o erro mais comum foi não observar que em cada um dos dois casos era preciso levar em conta os percentuais de energia que permeavam cada sistema, sendo que nesses casos os candidatos utilizaram diretamente o valor de 381 ZJ fornecido na figura. Há que se acrescentar que os candidatos que calcularam o percentual de 4% da energia total para a criosfera, também calcularam o percentual de 89% para os oceanos. Por último, para os candidatos que souberam usar as equações e os percentuais corretamente, o erro mais comum foi não saber operar cálculos com potências e com quantidades grandes. No item **b**, a maior dificuldade dos candidatos foi separar o mecanismo e as causas do aquecimento global. Raramente descreveram a entrada de energia pela radiação solar como o início do mecanismo de aquecimento. Frequentemente, quando o candidato identificava o efeito estufa como principal evento, ele não especificava os gases envolvidos, deixando apenas no genérico “gases do efeito estufa”. Por outro lado, quando o candidato especificava algum gás do efeito estufa, geralmente apontava somente o gás carbônico, muito raramente citava o metano ou os óxidos de nitrogênio. Com uma frequência pequena, candidatos sinalizaram “buraco na camada de ozônio” ao invés do “efeito estufa”. Também houve poucas respostas em que o candidato tenha separado o mecanismo de entrada de energia na Terra com as causas que levaram ao aquecimento ou acúmulo de energia térmica no sistema Terra.

QUESTÃO 17

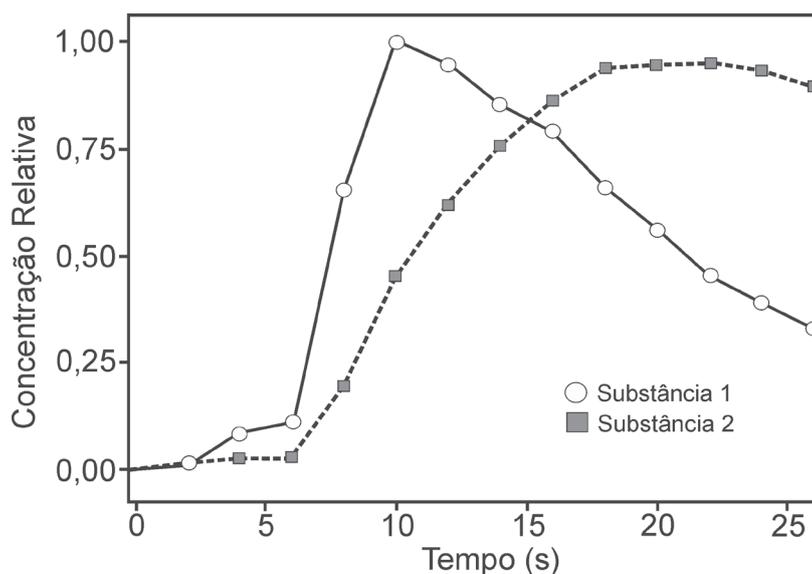
Uma reportagem afirma: “Se você der o mesmo grão de café a 10 baristas, você vai terminar com 10 diferentes sabores da bebida”. Mesmo que a origem dos grãos seja única, são vários os aromas (substâncias voláteis) e sabores (substâncias pouco voláteis) distintos para esta bebida. Além da composição química da matéria-prima, há outras variáveis que influenciam o processo de extração sólido-líquido na preparação do café: a temperatura, a pressão de extração, a qualidade da água, a relação entre quantidades de pó e água, o tempo de contato e o tamanho dos grãos de pó (moagem) e a vazão de água.

a) Explique as alterações na intensidade do aroma e do sabor do café, quando da sua ingestão imediatamente após o preparo, em cada um dos casos a seguir: (1) utilizando água a 86 °C e 98 °C, e mantendo-se as demais variáveis constantes; e (2) variando o grau de moagem (fino e grosso). Considere que o grão de café torrado apresenta poros.

b) A figura ao lado mostra como, durante a extração para preparar um café espresso, a concentração de duas substâncias voláteis varia em função do tempo. O tempo de máxima extração se relaciona diretamente com a solubilidade em água e conseqüentemente com atributos da substância, como polaridade da molécula e coeficiente de partição, K_{ow} . A partir dessas informações, complete a tabela no campo de resposta, com as palavras **maior** ou **menor**, de modo a comparar, entre as substâncias, os atributos citados. Justifique sua escolha.

Dado:

$$K_{ow} = [\text{sóluto em fase orgânica}] / [\text{sóluto em água}]$$



	Atributo da substância		
	Polaridade	Solubilidade em água	K_{ow}
Substância 1			
Substância 2			

Objetivo da Questão

A questão traz um tema presente no cotidiano, que envolve a preparação de café, para demonstrar que uma série de variáveis do processo de extração sólido-líquido, para uma mesma origem dos grãos, podem afetar a qualidade da bebida, em particular, o sabor e o aroma. O item **a** explora duas variáveis relacionadas ao aroma e sabor do café: a temperatura de extração, que afeta a solubilidade, e a volatilidade das substâncias e o grau de moagem do pó, que impacta sobre a área superficial do pó e, consequentemente, sobre a capacidade de extrair as substâncias presentes no grão do café torrado. O item **b** apresenta uma figura de como varia a concentração de duas substâncias voláteis em função do tempo, durante o processo de extração com água em uma mesma condição de temperatura. A questão explora o conhecimento da solubilidade em água em função da polaridade da molécula soluto e do coeficiente de partição, K_{OW} .

Resposta Esperada

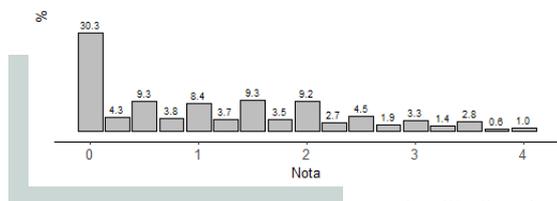
a) A intensidade do aroma e do sabor do café é maior utilizando-se água a 98 °C quando comparada a 86 °C. Já que a solubilidade, em geral, aumenta com o aumento da temperatura. Por outro lado, a intensidade do aroma e do sabor do café é maior para uma moagem fina em comparação com a grossa, pois quanto mais fina a moagem maior a superfície de contato e maior a permeabilidade da água na estrutura porosa.

b)

	Atributo da Substância		
	Polaridade	Solubilidade	K_{OW}
Substância 1	MAIOR	MAIOR	MENOR
Substância 2	MENOR	MENOR	MAIOR

Como se observa no gráfico, a substância 1 é extraída mais rapidamente que a substância 2. Considerando as informações do texto, isso significa que a sua solubilidade em água é maior que a solubilidade da substância 2 em água. A água, sendo um solvente polar, vai extrair mais rapidamente uma substância mais polar; portanto, a substância 1 é mais polar que a 2. Por outro lado, como K_{OW} representa a relação entre a solubilidade em fase orgânica e fase aquosa, quanto mais polar a substância, menor será o K_{OW} .

Desempenho dos candidatos



Considerando as informações do gráfico, os candidatos tiveram um baixo desempenho nesta questão. A análise estatística indica que o índice de facilidade (IF) da questão foi de 0,28, o que a classifica como difícil. O índice de discriminação foi de 0,456, sendo considerado bom. A questão foi considerada difícil pela banca elaboradora e muito difícil pelo revisor de área, de forma que os dados estatísticos corroboram a percepção da banca.

Com relação à distribuição das notas, considerando a somatória dos itens **a** e **b**, a principal parte da pontuação corresponde à percepção do candidato de que o sabor do café é mais intenso com o aumento da temperatura e do grau de moagem (fino), pois aumenta a solubilidade e a capacidade de extração, respectivamente.

Comentários Gerais

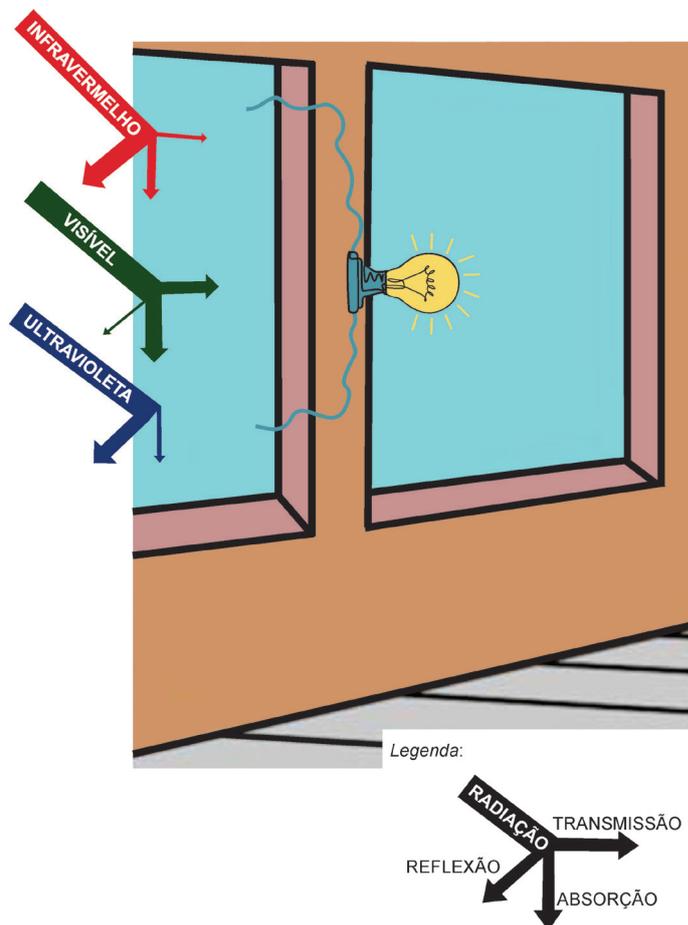
Com relação ao item **a**, uma característica geral dos candidatos na elaboração da resposta foi a dificuldade de responder os itens (1) e (2) de forma independente, frequentemente correlacionando o efeito da temperatura sobre o grau de moagem, embora a questão fosse explícita em estabelecer que para a análise da temperatura (item 1) eram mantidas as demais variáveis constantes. No que se refere ao efeito da temperatura sobre a intensidade do sabor do café, sendo este o principal parâmetro de acerto dos candidatos na questão, a maioria dos candidatos concluiu corretamente que o aumento da temperatura aumenta a capacidade de extração (aumenta a solubilidade) das substâncias pouco voláteis, tornando o café mais intenso. Entretanto, no que se refere ao aroma, o enunciado deixa explícito que a ingestão (degustação) foi feita imediatamente após o preparo. Isso porque, a volatilidade das substâncias voláteis, responsáveis pelo aroma, também aumenta com o aumento da temperatura, intensificando o aroma. Muitos candidatos entenderam, no entanto, que o aumento da temperatura leva à perda das substâncias voláteis e, como consequência, a uma menor intensidade. Quanto ao grau de moagem, embora uma parcela maior de candidatos tenha indicado que o grão mais fino torna o café mais intenso (tanto em aroma como sabor), poucos candidatos trouxeram em sua explicação o efeito da área superficial. O pó mais fino possui maior área superficial, o que possibilita uma maior capacidade de extração tanto das substâncias voláteis (aroma) como das substâncias não-voláteis (sabor) intensificando a concentração dessas substâncias no café com moagem fina. Com relação ao item **b**, o principal conceito químico explorado é o fato de que a solubilidade depende da polaridade. A água sendo um solvente polar irá solubilizar mais e melhor substâncias polares. O gráfico mostra que a substância 1 atinge o máximo de concentração (relativa) em um tempo menor que a substância 2. Portanto, conclui-se, que a substância 1 é mais polar que a substância 2. Na tabela do campo de resposta, se a substância 1 possui MAIOR polaridade, irá possuir MAIOR solubilidade em água, consequentemente observa-se o efeito contrário para a substância 2. Portanto, sendo o K_{OW} , a razão entre [soluto em fase orgânica]/[soluto em água], se a substância é polar, sua substância será maior em água do

que na fase orgânica apolar. Assim, a substância 1 terá menor K_{OW} . A principal fonte de acerto nesta questão foi a percepção de que a substância 1 era mais polar e, portanto, mais solúvel. Entretanto, houve maior dificuldade na compreensão do conceito de K_{OW} (o qual fez parte de questão da 2ª fase do VU2023). Embora a tabela tenha sido preenchida corretamente, em sua maioria, quanto à polaridade e solubilidade, uma maioria significativa dos candidatos não conseguiu apresentar a justificativa correta ou deixou a questão a justificativa em branco.

QUESTÃO 18

À medida que as evidências da origem antropogênica do aquecimento global ficam mais claras, o desenvolvimento de tecnologias capazes de produzir trabalho sem gerar CO_2 , ou que diminuam essa emissão, torna-se cada vez mais urgente. Dentro deste contexto, em 2018, pesquisadores desenvolveram uma janela inteligente que interage com a radiação eletromagnética conforme figura ao lado. A figura evidencia, de forma simplificada, como essa janela interage com as radiações eletromagnéticas incidentes. As espessuras das setas são proporcionais às intensidades dos fenômenos que ocorrem com essas radiações.

- Considerando que a figura represente quantitativamente o comportamento do material da janela diante das radiações incidentes, descreva esse comportamento.
- Como desenvolvedor dessa janela inteligente, você precisa apresentá-la a potenciais compradores. Levando em conta as características da janela, apresente duas aplicações e os benefícios advindos dessas aplicações, que serviriam de argumento para justificar o investimento na compra da janela inteligente.



Objetivo da Questão

O objetivo desta questão é avaliar o conhecimento sobre química de materiais, mais especificamente, a interação de um material específico com a radiação eletromagnética. É uma questão que se correlaciona com outras áreas do conhecimento como a Física, e não contempla nenhum assunto específico do programa de Química do vestibular da Unicamp. Trata-se de um assunto que se insere em Química e Sociedade e explora a habilidade de extrair e combinar informações textuais com informações em formato de gráfico ou figura. O item **a**, por exemplo, pede que, a partir de uma figura, se descreva o comportamento de um material em relação a radiações eletromagnéticas nele incidentes. O texto da questão, entretanto, informa que algumas dimensões da figura descrevem quantitativamente o comportamento do material. Assim, para responder ao item **a**, é necessário fazer uma “descrição” do que se observa na figura em função das informações. Isso mostra que se trata de um item que, praticamente, exige apenas a habilidade de construção de um texto; não há exigência de conhecimento de nenhum assunto específico. O item **b**, por outro lado, pede que, a partir das características do material da janela, se apresentem duas aplicações e os benefícios advindos dessas aplicações, que serviriam de argumento para convencer alguém a adquirir o produto (janela). Para esse item, é preciso, então, algum conhecimento sobre o que podem significar os fenômenos físicos apresentados na figura, em relação ao possível uso da janela, em soluções relativas a problemas ambientais ou de saúde, conforme aparece descrito na primeira frase do texto introdutório da questão. Exemplos práticos da utilização deste conhecimento estão presentes no dia a dia, como na composição de vidros de janelas de casas, automóveis e em painéis solares, dentre outros.

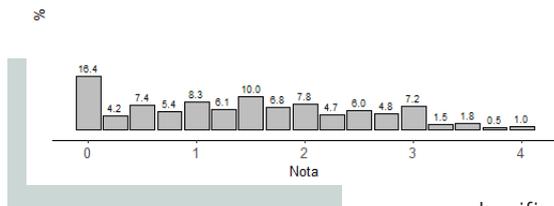
Resposta Esperada

a) As espessuras das setas indicam, relativamente, as intensidades das radiações. Como pode ser visto, as três radiações incidentes atingem o material do dispositivo com a mesma intensidade. A radiação infravermelha é majoritariamente refletida e absorvida pelo dispositivo, sendo que uma pequena fração é transmitida. A radiação visível é majoritariamente transmitida e absorvida e muito pouco refletida. A radiação ultravioleta é majoritariamente refletida, não é transmitida e uma pequena fração absorvida. Os candidatos poderiam optar também pela construção de uma tabela, como segue:

	IR	VIS	UV
Reflexão	ALTA	BAIXA	ALTA
Absorção	MÉDIA	ALTA	BAIXA
Transmissão	BAIXA	MÉDIA	NÃO

b) Aplicação como portas e janelas para barrar as radiações infravermelho e ultravioleta, tendo como benefício a minimização do calor (radiação infravermelha) e proteção de exposição à radiação ultravioleta, esta prejudicial à saúde humana. Aplicação do dispositivo em painéis solares, que utilizam a absorção da radiação para a geração de energia elétrica (painéis fotovoltaicos). Geração de energia elétrica de fonte limpa e renovável.

Desempenho dos candidatos



O gráfico informa que aproximadamente 60% dos candidatos obtiveram notas entre 1 e 3, de um total de 4 pontos. Esta questão foi considerada como tendo um grau de dificuldade médio pela banca elaboradora e pelo revisor de área. A análise estatística, no entanto, mostrou que o índice de facilidade (IF) da questão foi de 0,362 (média 3,62 em 10 pontos possíveis),

o que a classifica como difícil.

Comentários Gerais

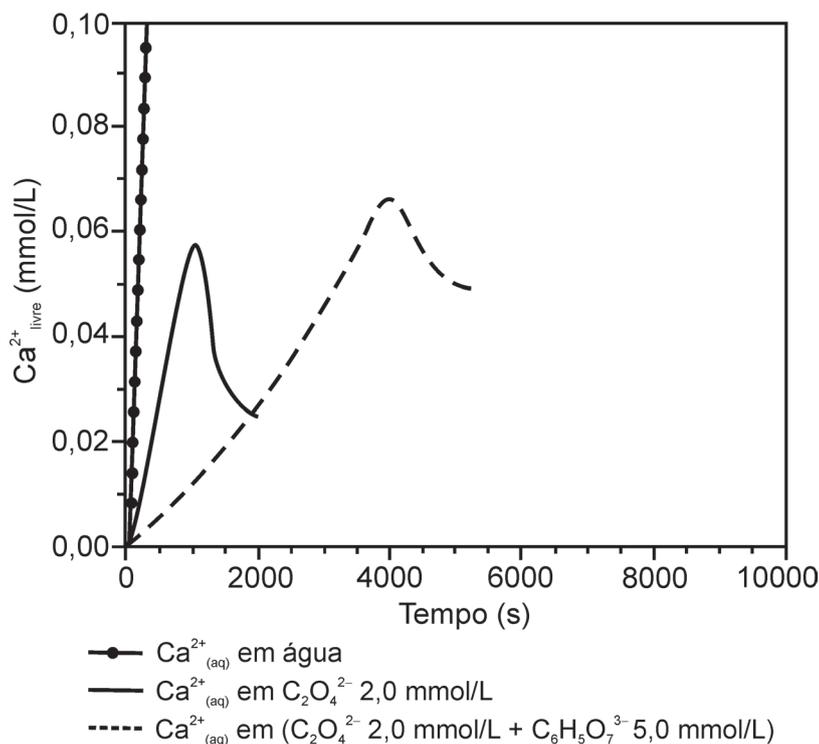
O item **a** da questão se baseou fundamentalmente na capacidade dos candidatos em interpretar a figura apresentada. A não observação das diferentes intensidades das setas foi um erro, relativamente comum, cometido pelos candidatos. Foram observadas diferentes abordagens para a resposta desta questão: alguns candidatos optaram pela elaboração de uma tabela comparativa, o que tornou a resposta clara e mais objetiva, enquanto boa parte dos candidatos elaborou um texto longo sobre o que acontecia com cada radiação incidente em relação aos fenômenos de absorção, reflexão e transmissão. No item **b** foram solicitadas duas aplicações para a janela inteligente apresentada na figura. Foi observado que os candidatos correlacionaram majoritariamente a capacidade da janela inteligente em proteger as pessoas contra a radiação ultravioleta evitando doenças como o câncer de pele. Outra aplicação comum encontrada nas respostas foi a conversão de energia luminosa em energia elétrica e seus impactos ambientais. O índice de facilidade ficou abaixo do esperado pela banca elaboradora e pelo revisor de área, e o grau de dificuldade elevado parece estar relacionado com a interpretação da figura no item **a** e com a atribuição correta dos fenômenos em questão.

QUESTÃO 19

O oxalato de cálcio em humanos está associado a calcificações benignas do tecido mamário e a pedras nos rins. Em indivíduos saudáveis, a urina é tipicamente supersaturada em oxalato de cálcio. O desenvolvimento de pedras nos rins, por outro lado, é prevenido por proteínas e pequenas moléculas contendo grupos carboxilatos.

a) Considerando o que se informa no texto, escreva uma equação química e a expressão da constante de equilíbrio associada, que representam a formação da pedra no rim. O texto informa que a urina é supersaturada em oxalato de cálcio; o que isso significa conceitualmente, isto é, do ponto de vista do equilíbrio químico?

b) Pesquisadores avaliaram como a concentração de cálcio livre (Ca^{2+}) em solução varia quando se adiciona $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ em soluções contendo oxalato de cálcio de concentração 2 mmol/L e diferentes concentrações de citrato, conforme a figura. Os dados permitem inferir que o citrato pode ser um agente terapêutico na prevenção de pedra no rim. Faça uma descrição quantitativa de modo a justificar, do ponto de vista do equilíbrio químico, a afirmação sobre a função do citrato na prevenção de



pedra no rim.

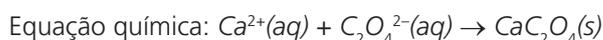
Dados: Oxalato: $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$; citrato: $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$.

Objetivo da Questão

Esta questão tem como objetivo avaliar conhecimentos em equilíbrio químico aplicado à solubilidade de substâncias iônicas. O item a pede que se escreva uma equação química e a expressão da constante de equilíbrio associada à formação de oxalato de cálcio, um conceito básico e fundamental no estudo de equilíbrio químico. O mesmo item também questiona sobre definições de critérios de solubilidade e classificação de soluções. O item b, por outro lado, pede uma descrição quantitativa que justifique o fato de o íon citrato ser capaz de prevenir a formação de oxalato cálcio sólido (pedra no rim), a partir de informações quantitativas apresentadas em forma de gráfico. Dessa forma, os dois itens permitem uma avaliação do conhecimento em equilíbrio químico de solubilidade, envolvendo tanto aspectos qualitativos e fenomenológicos quanto quantitativos; neste último caso, porém, sem nem mesmo exigir cálculos numéricos. Também se observa que esses questionamentos estão contextualizados e servem para explicar um aspecto importante da saúde animal.

Resposta Esperada

a) Na primeira parte deste item, com base nas informações do enunciado da questão, deve-se escrever uma equação química que representa a formação de oxalato de cálcio a partir dos íons cálcio e oxalato e a expressão da constante de equilíbrio associada a esta equação:



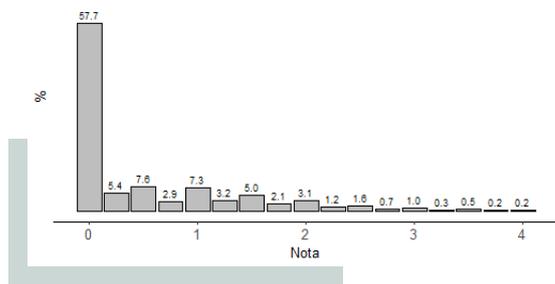
$$\text{Expressão da constante de equilíbrio: } K = 1 / [\text{Ca}^{2+}] \times [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq})] K = \frac{1}{[\text{Ca}^{2+}] \times [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}$$

Obs: A concentração de $\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s})$ não aparece na expressão da constante de equilíbrio, pois, de acordo com a convenção, seu valor é unitário.

A segunda parte do item a pede que se comente o que representa o conceito de solução supersaturada. Uma solução supersaturada é aquela cuja concentração do soluto em solução é maior que a concentração prevista pelo equilíbrio químico na temperatura considerada.

b) Esse item pede que se faça uma descrição quantitativa, a partir das informações da figura apresentada, que justifique, do ponto de vista do equilíbrio químico, que o citrato previne a formação de pedra no rim. De acordo com a figura, a curva contínua com esferas mostra como varia a concentração de cálcio livre em solução quando a diluição da solução de Ca^{2+} é feita em água pura. A curva contínua lisa indica como a concentração de íons cálcio livres varia numa solução contendo oxalato. Nessa curva, observa-se que a precipitação do oxalato de cálcio sobe até aproximadamente 1000 segundos, a partir daí ela sofre um declínio, mesmo com a adição de mais Ca^{2+} . Esse ponto de inflexão na curva mostra o momento em que começa a precipitar o oxalato de cálcio. A curva pontilhada, por outro lado, mostra a concentração de íons cálcio livres numa solução de oxalato que contém, também, íons citrato. Nesse caso, porém, em comparação com a curva sem citrato, a concentração de cálcio livre cresce menos acentuadamente e o ponto de inflexão ocorre mais tarde (~4000s). Isso significa que o íon citrato foi capaz de retardar a formação do oxalato de cálcio (pedra no rim), exatamente o que se espera na prevenção da doença.

Desempenho dos candidatos



Considerando as informações do gráfico, os candidatos tiveram um baixo desempenho nesta questão. A análise estatística indica que o índice de facilidade (IF) da questão foi de 0,129, o que a classifica como muito difícil. O índice de discriminação foi de 0,327 sendo considerado bom. A questão foi considerada difícil pela banca elaboradora e muito difícil pelo revisor de área. Equilíbrio químico é um assunto trabalhado de forma pouco contextualizada no ensino médio. Além disso, o foco principal tem sido aspectos qualitativos que envolvem a adição de um ou mais íons que fazem parte da equação que representa o equilíbrio, explorando-se, exageradamente, o chamado "Princípio de Le Chatelier". Também se exploram exageradamente valores de constantes e cálculos envolvendo essas constantes. Isso, de certa forma, "desvia" um foco mais importante no estudo do equilíbrio químico, lembrando que o equilíbrio químico permeia a maioria dos processos naturais em sistemas vivos, ou não vivos, em equilíbrio na natureza.

alizada no ensino médio. Além disso, o foco principal tem sido aspectos qualitativos que envolvem a adição de um ou mais íons que fazem parte da equação que representa o equilíbrio, explorando-se, exageradamente, o chamado "Princípio de Le Chatelier". Também se exploram exageradamente valores de constantes e cálculos envolvendo essas constantes. Isso, de certa forma, "desvia" um foco mais importante no estudo do equilíbrio químico, lembrando que o equilíbrio químico permeia a maioria dos processos naturais em sistemas vivos, ou não vivos, em equilíbrio na natureza.

Comentários Gerais

No item a, os candidatos apresentaram, de modo geral, uma dificuldade em representar corretamente a equação química da formação do oxalato de cálcio a partir dos íons Ca^{2+} e $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$. O baixo desempenho neste item sugere que os estudantes têm trabalhado pouco com as representações das equações químicas no ensino médio, sem a necessidade de escrevê-las a partir de informações textuais. Ao representar de forma incorreta a equação química, a expressão da constante de equilíbrio foi representada incorretamente, também. Notou-se também que muitos candidatos não tinham clareza sobre as definições (conceitos) de

soluções saturadas, insaturadas ou supersaturadas.

No item **b**, é preciso associar as informações do texto e do gráfico apresentado para responder corretamente a questão. Notou-se uma dificuldade na interpretação das informações gráficas, sobretudo na comparação entre a curva contínua lisa e a curva pontilhada. A dificuldade na comparação entre as curvas levou muitos candidatos a uma conclusão equivocada do papel da adição dos íons citrato e, portanto, a uma resposta incorreta do item. A formatação de um texto coerente com informações dadas também é uma deficiência dos estudantes do ensino médio que vem sendo observada ao longo do tempo nas provas de Química. Vale a pena ressaltar que esse é um aspecto altamente exigido nas provas de Química do vestibular da Unicamp, em detrimento de cálculos numéricos ou do “Princípio de Le Chatelier”.

QUESTÃO 20

“Explosão em silo no Paraná acende alerta para prevenção de acidentes em armazéns” (notícia veiculada na mídia em julho de 2023). As estatísticas para esse tipo de desastre são alarmantes no mundo todo, e não se trata apenas de negligência. Há parâmetros intrínsecos da silagem que a tornam potencialmente perigosa; portanto, devem ser muito bem controlados. Segundo um profissional que atua no controle de incêndios em silos: “Este ano a silagem pode estar muito seca, havendo maior possibilidade de fogo no silo. A combustão interna do material da silagem pode ocorrer se ele for colocado muito seco no silo. Para qualquer coisa pegar fogo são necessários três ingredientes: ...”

- a) Por que a baixa umidade favorece o incêndio num silo? Quais os três ingredientes que completariam a fala do profissional ao final do texto e qual o papel de cada um deles no fenômeno em questão?
- b) No silo, a fermentação dos grãos pode levar à ignição, combustão e explosão. Considerando a fermentação e a combustão, qual delas é a causa e qual delas é a consequência? Ainda considerando a fermentação e a combustão, no caso da silagem de grãos, por que é necessário usar sensores de umidade, de dióxido de carbono e de temperatura dentro do silo?

Objetivo da Questão

Esta questão teve como base acidentes envolvendo a explosão de silos de armazenagem de grãos, em que parâmetros intrínsecos da silagem (como umidade) tornam esse processo potencialmente perigoso, requerendo, portanto, que seja muito bem controlado. Um dos objetivos desta questão foi explorar os fundamentos da Química relacionados ao fogo quanto aos componentes necessários e a função de cada um na produção do fogo. Outro objetivo foi explorar o conhecimento dos candidatos quanto ao processo de fermentação e como ele pode ocorrer na silagem de grãos e suas potenciais consequências para o processo de combustão.

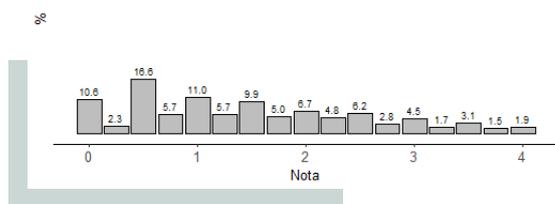
Resposta Esperada

a) Devido à baixa umidade (baixo teor de água), a matéria orgânica fica mais propensa à combustão e a uma rápida propagação do fogo.

“**Ingredientes**”: **(1) Combustível**: substância capaz de gerar calor por meio de uma reação química. É o material que reage com o oxidante. Neste caso, o combustível é o grão armazenado ou a poeira dos grãos no silo. **(2) Comburente**: substância oxidante que promove o consumo (queima) do combustível na reação; neste caso, o oxigênio. **(3) Calor**: é a fonte de ignição ou a energia que dá início ao fogo. Exemplos: faísca, chama, fontes de calor.

b) No binômio fermentação/combustão, a causa é a fermentação e a consequência é a combustão. A alta umidade favorece o processo de fermentação e amplifica o ataque de fungos e insetos. Portanto, sensores de umidade são fundamentais. Sensores de CO₂ e de temperatura são dois importantes indicadores da ocorrência do processo de fermentação, o qual leva a um aumento da concentração de CO₂ e da temperatura.

Desempenho dos candidatos



Considerando as informações do gráfico, os candidatos tiveram um desempenho razoável nesta questão, porém, abaixo do esperado pela banca elaboradora, principalmente quanto ao desempenho no item **a**. A questão foi considerada média pela banca elaboradora e muito difícil pelo revisor de área. A análise estatística indica que o índice de facilidade (IF) da questão

foi de 0,364, o que a classifica como difícil. O índice de discriminação foi de 0,481, sendo considerado bom. O desempenho no item **a**, abaixo da expectativa da banca de elaboração, está associado ao fato de que os três componentes responsáveis pela produção do fogo são explorados ainda no Ensino Fundamental, representados por combustível, comburente e energia. A maioria dos candidatos não conseguiu expressar esses três termos diretamente, fazendo menção a exemplos desses termos, muitas vezes de forma equivocada ou invertendo suas funções no processo de produção do fogo. Adicionalmente, uma fração

minoritária dos candidatos efetivamente explicou o papel dos componentes no fenômeno de produção do fogo. No item **b**, a questão correlacionava a causa e consequência entre a fermentação dos grãos e a combustão, com a necessidade de sensores de umidade, dióxido de carbono e temperatura. A maior dificuldade dos candidatos foi associar que o excesso de umidade favorece a fermentação, o qual é um processo exotérmico e que libera CO_2 . Assim, sensores que monitoram essas variáveis, dentro do contexto da causa/consequência associada à fermentação/combustão, poderiam monitorar e evitar a combustão provocada pela fermentação.

Comentários Gerais

Com relação ao item **a**, a maioria dos candidatos não conseguiu expressar diretamente os três termos componentes do fogo: combustível, comburente e calor, que constituem o triângulo do fogo. O termo comburente, representado pelo gás oxigênio, responsável pela oxidação do combustível, foi citado por uma minoria dos candidatos. Fazia-se menção ao gás oxigênio, mas sem trazer a explicação do seu papel na produção do fogo. Uma fração minoritária dos candidatos efetivamente explicou o papel dos componentes no fenômeno de produção do fogo. Os termos e exemplos de combustível e comburente foram recorrentemente trocados. Este fato surpreendeu a banca de elaboração, que considerava este item como sendo fácil, visto que é tratado ainda nos últimos anos do Ensino Fundamental. Entretanto, as notas demonstram que o item se mostrou difícil além de demonstrar claramente a dificuldade dos candidatos em expressar suas respostas de forma clara e objetiva. Quanto ao item **b**, a grande maioria atribuiu corretamente que a causa é a fermentação e a consequência a combustão. A principal dificuldade foi não considerar somente esse binômio fermentação/combustão na justificativa da necessidade dos sensores de umidade, dióxido de carbono e temperatura. O excesso de umidade favorece a fermentação (sensor de umidade). A fermentação é exotérmica (sensor de temperatura) e a fermentação libera CO_2 . A maioria das atribuições da necessidade dos sensores foi: baixa umidade favorece os grãos pegarem fogo (matéria orgânica seca), sensor de temperatura foi associado à temperatura ambiente elevada ou à presença propriamente dita do fogo, e o sensor de CO_2 também como consequência do fogo. Há uma distribuição larga das notas nesta questão, pois, entre os três elementos de análise do item **a** e os três do item **b**, ocorreram as mais variadas proporções de acerto. O item **a**, revelou uma deficiência clara de formação básica em fundamentos da Química. Tal justificativa poderia ser aplicada também ao item **b**, mas provavelmente o mesmo item foi também prejudicado pela dificuldade em compreender corretamente o que estava sendo cobrado dentro da questão.