



2023

UNICAMP

PROVA COMENTADA

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



MATEMÁTICA

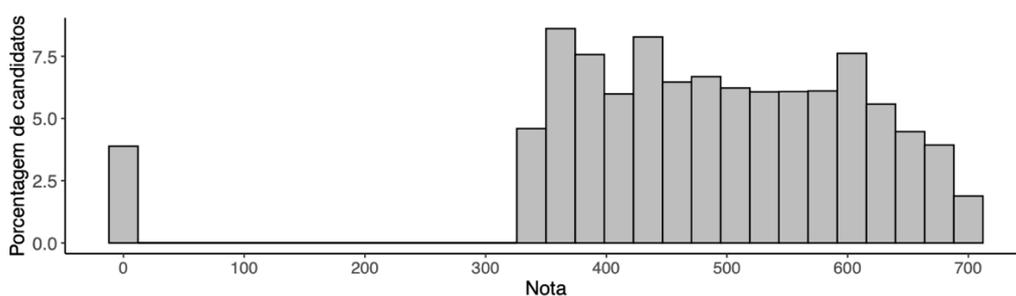
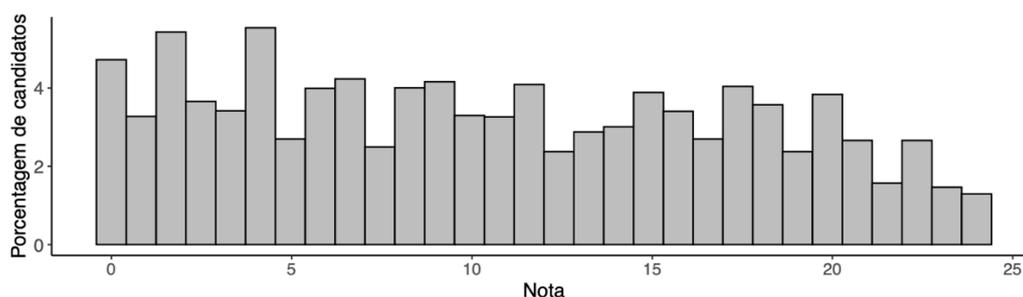
O objetivo da prova de Matemática do Vestibular da Unicamp é avaliar o nível de conhecimento dos candidatos em termos do conteúdo de matemática do ensino fundamental e médio.

Como é uma prova dissertativa, o conhecimento do candidato não é avaliado simplesmente na aplicação direta de fórmulas, ou em termos da resposta final da questão, mas sim em termos da construção da solução que leve à resposta correta. As questões avaliam mais do que uma competência, envolvendo mais do que um conteúdo matemático.

Desde o VU2022, na segunda-fase do vestibular são aplicadas provas de matemática distintas para candidatos conforme a área do curso para o qual eles se inscreveram, sendo uma prova para candidatos aos cursos de Artes e Ciências Humanas (CH), e outra prova para as áreas de Ciências Biológicas, Profissões de Saúde, Ciências Exatas, Tecnológicas e da Terra (EX).

As provas aplicadas avaliam o candidato nas habilidades e competências que serão especialmente úteis nos cursos de interesse dos alunos. Algumas questões foram mais técnicas e outras contextualizadas, exigindo análise de gráficos, leitura de tabelas e modelagem de problemas matemáticos. As questões foram originais e apresentaram enunciados objetivos. Nesta parte do documento, trataremos da prova aplicada aos cursos de Ciências Biológicas, Profissões de Saúde, Ciências Exatas, Tecnológicas e da Terra, à qual iremos nos referir como Matemática – EX.

A nota média dos candidatos na prova de Matemática – EX foi de 10,61 (num total de 24), com um desvio padrão de 6,87. Um total de 8.340 candidatos fizeram a prova. As próximas figuras mostram, respectivamente, a distribuição das notas brutas e das notas padronizadas da prova de Matemática – EX.

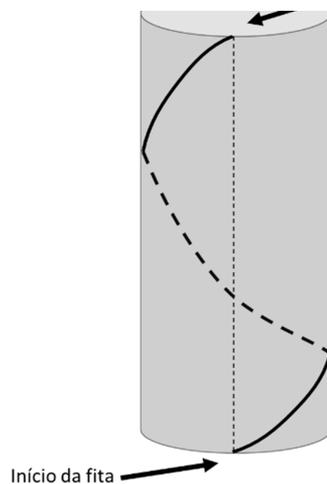


Nas próximas seções, apresentaremos detalhes sobre cada uma das questões. A tabela abaixo indica os índices de facilidade e a classificação de cada uma das questões da prova de Matemática - EX.

Questão	IF	Classificação IF	ID	Classificação ID
1	0.568	Média	0.701	Excelente
2	0.470	Média	0.607	Excelente
3	0.447	Média	0.831	Excelente
4	0.453	Média	0.753	Excelente
5	0.429	Média	0.853	Excelente
6	0.287	Difícil	0.582	Ótima

QUESTÃO 1

Márcia está decorando sua casa para o Natal e pretende cobrir uma pilastra com um papel de parede de temas natalinos e depois enrolar uma fita de lâmpadas de *led* na pilastra coberta, dando uma única volta, de modo que o ponto em que a fita começa a ser enrolada esteja exatamente embaixo do ponto onde ela termina, como ilustrado na figura a seguir.



A pilastra tem o formato de um cilindro circular reto com 3 m de altura; a medida do perímetro da circunferência da base é 1 m, e sua lateral será coberta completamente com papel de parede colado sem sobreposição.

- Sabendo que o metro quadrado do papel de parede custa R\$ 20,00, determine quanto Márcia terá que gastar em papel de parede para cobrir a pilastra como ela quer.
- Qual é o menor comprimento que a fita de *led* precisa ter para ser possível esta instalação?

Objetivo da Questão

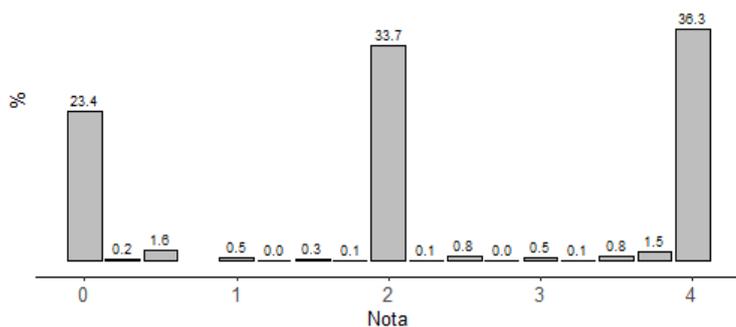
O objetivo da questão é medir o conhecimento dos candidatos sobre geometria espacial e planificação, por meio da apresentação de um problema concreto e comum: a compra de papel de parede para enrolar uma pilastra. É um conhecimento útil em muitos momentos. Os candidatos deveriam decidir o custo do papel de parede, com base nas dimensões mínimas necessárias para enrolá-lo numa pilastra, bem como decidir o menor comprimento possível para enrolar uma fita de *led* na pilastra.

Resposta Esperada

- A área da superfície é de $3 \times 1 = 3 \text{ m}^2$. Como cada metro quadrado do papel de parede custa R\$ 20,00, o custo total será de R\$ 60,00.
- Na planificação da figura, a fita de *led* enrolada na pilastra se torna a hipotenusa de um triângulo retângulo de lados medindo 1 e 3. Portanto, a fita precisará medir no mínimo $\sqrt{10} \text{ m}$.

Desempenho dos Candidatos

O desempenho dos candidatos pode ser visto no gráfico abaixo.



As notas foram bem distribuídas entre 0, 2 e 4, sendo a maior quantidade de notas igual a 4.

Comentários Gerais

O principal erro dos candidatos foi na planificação, que é um cilindro de dimensões 3m x 1m. Muitos candidatos, erroneamente, incluíam a “tampa” e a “base” do cilindro no cálculo. Alguns candidatos erravam na multiplicação para calcular o preço. Outros candidatos aparentemente não entenderam a informação do enunciado de que o perímetro da circunferência da base é 1m, e usaram este valor como sendo o do raio e/ou o do diâmetro da circunferência da base.

Foi uma questão classificada como média, e que teve índice de discriminação excelente.

QUESTÃO 2

Considere o sistema

$$\begin{cases} x + py = q, \\ 2x - z = p, \\ x + y + z = 3. \end{cases}$$

- Para $p = q = 1$, resolva o sistema.
- Determine os valores de p, q para que o sistema tenha infinitas soluções.

Objetivo da Questão

O objetivo da questão foi medir o conhecimento dos candidatos na solução dos sistemas de equações lineares, um conteúdo muito importante, visto no ensino médio e necessário para a maioria dos cursos de exatas. A questão foi apresentada de forma descontextualizada, pois a alternativa (b) exigia do candidato uma análise qualitativa sobre o sistema, o que leva algum tempo; então, a questão “teórica” ajuda neste aspecto, evitando que se gaste tempo fazendo modelagem matemática.

Resposta Esperada

- Para $p = q = 1$, a primeira equação indica que $x + y = 1$. Substituindo esta informação na última equação, teremos que $1 + z = 3$, ou seja, $z = 2$. Usando esta informação na segunda equação, obtemos que $2x - 2 = 1$, ou seja, $x = 3/2$. Voltando com este valor na primeira equação, temos que $y = -1/2$.
- Para que o sistema tenha infinitas soluções, é preciso fazer substituições. Isolando o valor de x na primeira equação e substituindo este valor nas outras duas equações, obtemos o sistema auxiliar:

$$2(q - py) - z = p, \quad (q - py) + y + z = 3.$$

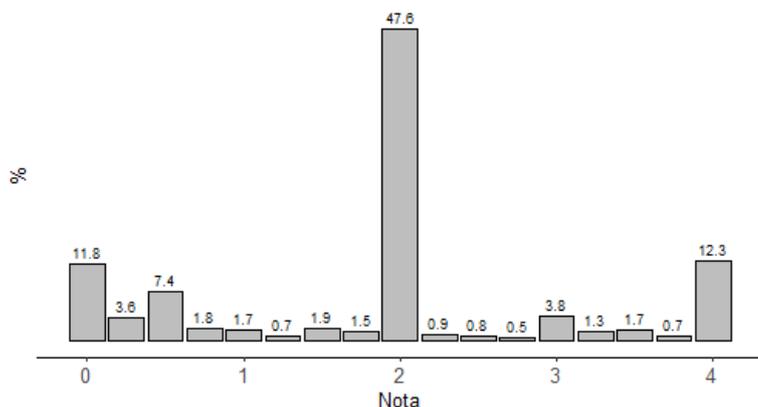
Simplificando, obtemos:

$$2py + z = -p + 2q, \quad (1-p)y + z = -q.$$

Como queremos infinitas soluções, essas equações precisam ser múltiplas. Como o coeficiente do z é o mesmo, deveremos ter os outros coeficientes iguais também, ou seja, $1 - p = 2p$ e $-p + 2q = 3 - q$, o que resolvendo nos dá $p = 1/3$, $q = 10/9$.

Desempenho dos Candidatos

O desempenho dos candidatos pode ser visto no gráfico abaixo.



A nota mais obtida pelos candidatos foi 2, nota que se justifica, na maioria dos casos, por os candidatos terem acertado integralmente a (a) e errado a (b).

Comentários Gerais

Em geral, na pergunta (a), os candidatos acertavam a substituição de $p = q = 1$ no sistema, mas cometiam erros na solução. Já na pergunta (b), erros variados aconteciam quando eles tentavam isolar uma variável e substituí-la nas demais equações, ou quando tentavam escalonar o sistema.

Em termos do índice de facilidade, a questão foi classificada como média, e teve índice de discriminação excelente.

QUESTÃO 3

Considere a função real $f(x) = \cos(2x) - 2\sin(x)$, definida para $x \in [0, 2\pi]$.

- Calcule $f\left(\frac{\pi}{4}\right)$.
- Encontre todos os valores de $x \in [0, 2\pi]$ tais que $f(x) = -1/2$.

Objetivo da Questão

O objetivo da questão foi avaliar o conhecimento dos candidatos sobre funções trigonométricas e a resolução de equações envolvendo funções trigonométricas.

Resposta Esperada

- Basta fazer o cálculo:

$$f\left(\frac{\pi}{4}\right) = \cos \cos\left(2\frac{\pi}{4}\right) - 2\sin \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = \cos \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) - \sqrt{2} = -\sqrt{2}$$

- b) A equação $f(x) = -\frac{1}{2}$ é equivalente a $\cos(2x) - 2\sin x = -\frac{1}{2}$. Como $\cos(2x) = 1 - 2\sin^2 x$ ficamos com a equação $1 - 2\sin^2 x - 2\sin x = -\frac{1}{2}$. Usando a identidade trigonométrica fundamental, podemos transformar $\cos(2x) = 1 - 2\sin^2 x$ e daí ficar com

$$(***) \quad 1 - 2\sin^2 x - 2\sin x = -\frac{1}{2}.$$

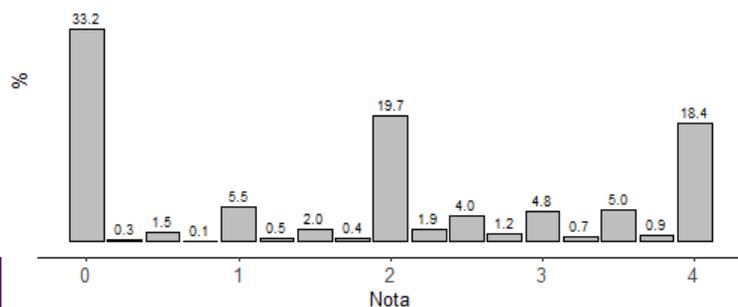
Fazendo agora $s = \sin x$, ficamos com a equação quadrática

$$(***) \quad 1 - 2s^2 - 2s = -\frac{1}{2}.$$

Esta equação tem duas soluções, $s = -1/2$ e $s = 1/2$, mas só uma delas nos interessa. Finalmente, resolvendo $\sin x = 1/2$, obtemos dois valores: $\pi/6$ e $5\pi/6$.

Desempenho dos Candidatos

O desempenho dos candidatos pode ser visto no gráfico abaixo.



A questão teve cerca de 13% de provas em branco. A distribuição entre notas 2 e 4 foi parecida, com algumas notas intermediárias também sendo atingidas.

Comentários Gerais

A questão teve índice de discriminação excelente e foi classificada como média. Na (a), o candidato deveria inicialmente calcular seno e cosseno em valores bem conhecidos, e errar estes cálculos foi comum. Na (b), o erro comum foi usar de forma incorreta as identidades trigonométricas fundamentais.

QUESTÃO 4

Uma estudante está praticando suas habilidades de geometria. Para isso, lança simultaneamente dois dados, um amarelo e um branco, e desenha a reta r dada por $y = a_1x + b_1$, sendo a_1 o resultado obtido no lançamento do dado amarelo e b_1 o resultado obtido no lançamento do dado branco.

Ela repete este processo, lançando novamente ambos os dados, e desenha assim uma segunda reta s dada por $y = a_2x + b_2$, com a_2 sendo o resultado obtido no segundo lançamento do dado amarelo e b_2 o resultado obtido no segundo lançamento do dado branco.

- Qual a probabilidade de as retas r e s terem apenas um ponto em comum?
- Numa rodada do jogo, os resultados dos dados foram $a_1 = 2$, $b_1 = 3$, $a_2 = 5$ e $b_2 = 6$. Determine o ponto de interseção das retas encontradas.

Objetivo da Questão

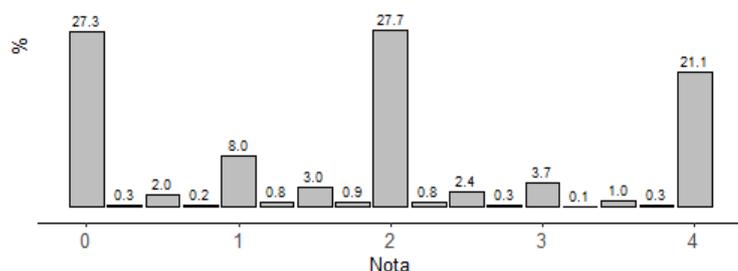
A questão abordou dois conteúdos: probabilidade/contagem e geometria analítica. O objetivo era avaliar o conhecimento do candidato nestes dois tópicos.

Resposta Esperada

- a) A partir do sorteio dos coeficientes da primeira reta, para que elas não tenham um ponto em comum, ou elas são paralelas, ou elas são iguais. Isto dá $5/6$ das vezes, pois basta que o coeficiente angular não seja o mesmo da reta original. Outra possibilidade é o aluno perceber que, dada uma reta, basta que a outra não tenha o mesmo coeficiente angular para que elas se interceptem em um único ponto.
- b) A partir dos resultados dos lançamentos dos dados, obtemos as retas $y = 2x + 3$ e $y = 5x + 6$. Para determinar o ponto de encontro dessas retas, resolvemos primeiro a equação $2x + 3 = 5x + 6$ e obtemos $-3x = 3$, ou seja, $x = -1$, o que nos dá $y = 1$, e o ponto $(-1, 1)$.

Desempenho dos Candidatos

O desempenho dos candidatos pode ser visto no gráfico abaixo.



A questão teve cerca de 14% de provas em branco. Ao contrário das demais questões, a (b) é de resolução mais simples que a (a); então, a pontuação 2 foi em geral obtida por candidatos que acertaram a (b) e erraram a (a).

Comentários Gerais

Na (b), o erro mais comum foi o candidato errar a solução da equação. Na (a), um erro comum foi o candidato ignorar o caso das retas coincidentes, ou então considerar este caso como sendo o único.

O índice de discriminação da questão foi excelente, e ela foi considerada como de "dificuldade média".

QUESTÃO 5

Uma pesquisadora está testando o efeito de um medicamento em uma bactéria. Sabe-se que a função que descreve a quantidade de bactérias vivas na amostra em um tempo t , dado em minutos, é $Q(t) = C \cdot 10^{-bt}$, com b e C dependendo de características da bactéria e do medicamento.

- a) Para uma certa amostra com 5 milhões de bactérias, verificou-se que, nos primeiros 10 minutos, $9/10$ da quantidade de bactérias na amostra morreram. Qual é a quantidade de bactérias vivas que restaram após 20 minutos?
- b) Numa outra amostra, onde foi descoberto experimentalmente que $b = 3$, quanto tempo levará para que a quantidade de bactérias fique reduzida à metade?

Dados: $\log_{10} 2 \approx 0,3$.

Objetivo da Questão

O objetivo da questão é avaliar o entendimento do candidato a cerca da modelagem matemática de fenômenos do mundo real, no caso a quantidade de bactérias numa amostra após um tempo t . Em termos matemáticos, trata-se de uma função exponencial. A questão (a) exige que o candidato calcule o valor da função num certo tempo, e a (b) exige que o candidato faça algumas manipulações algébricas e resolva a equação.

Resposta Esperada

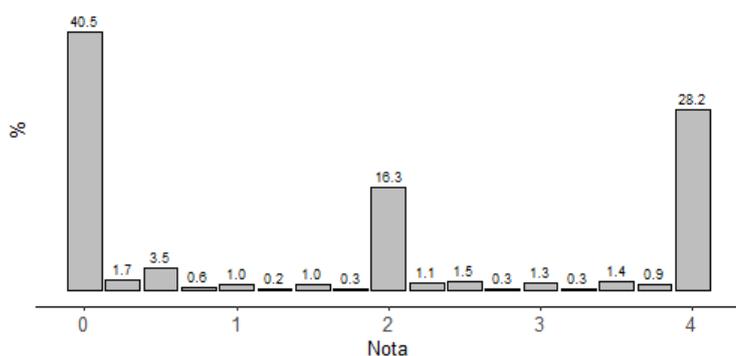
- a) Como após 10 minutos restaram somente $1/10$ do total inicial de bactérias, temos que $\frac{C}{10} = C10^{-10b}$ ou seja, $10^{-1} = 10^{-10b}$ e, com isso temos, a equação $-10b = -1$, o que nos dá $b = \frac{1}{10}$.

Calculando agora para $t = 20$ minutos, temos $Q(20) = 5.000.000 \times 10^{-2} = 50.000$ bactérias.

- b) Sabendo que $b = 3$, queremos determinar o tempo t para que $\frac{C}{2} = C10^{-3t}$, ou seja, $\frac{1}{2} = 10^{-3t}$. Aplicando o logaritmo na base 10 em ambos os lados da equação, temos que $-\log \log 2 = -3t$, ou seja, $t = 2) \frac{1}{3} \approx 0,1$ minutos, ou cerca de 6 segundos.

Desempenho dos candidatos

O desempenho dos candidatos pode ser visto no gráfico abaixo.



A questão teve cerca de 15% de provas em branco, com quase 1/3 dos candidatos obtendo a pontuação total e 1/6 com pontuação parcial de 2.

Comentários Gerais

Muitos candidatos não entenderam que o parâmetro t , na função, era exatamente o tempo passado desde o começo do processo, e substituíram os valores em outras variáveis. Outro erro foi não conseguir calcular a quantidade inicial de bactérias, relacionando-a com a variável C . Em particular na (b), muitos erros envolvendo manipulações algébricas da função \log . Um erro comum na pergunta (b) foi que muitos alunos manipulam incorretamente a função \log .

A questão foi considerada "de dificuldade média", e teve índice de discriminação excelente.

QUESTÃO 6

Considere um triângulo ABC.

- a) Supondo que ABC é um triângulo retângulo com perímetro igual a 16 cm e hipotenusa de comprimento 7 cm, calcule sua área.
- b) Sabendo que em um triângulo qualquer a soma dos comprimentos de quaisquer dois lados é sempre maior que o comprimento do terceiro lado e assumindo que as medidas dos lados de um certo triângulo são a , a^2 , a^3 , calcule os possíveis valores de a .

Objetivo da Questão

A questão envolvia geometria plana, em particular condições para existência de triângulos, sendo que a primeira pergunta era sobre área em triângulos retângulos.

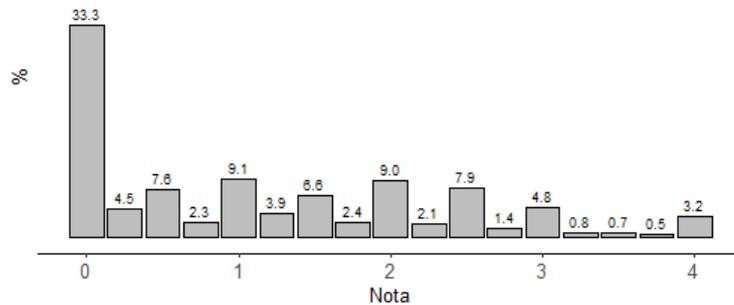
Resposta Esperada

- a) Sejam a, b, c as medidas dos lados do triângulo, sendo c a medida da hipotenusa. Temos que $a + b + 7 = 16$ e que $a^2 + b^2 = 49$. Para calcular a área, precisamos encontrar o valor de $ab/2$. Como $a + b = 9$, segue que $(a + b)^2 = 81$, e, por outro lado, que $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2 = 2ab + 49$. Logo, $2ab = 32$, o que nos dá $\frac{ab}{2} = 8$, que é a área procurada.

- b) Utilizando a informação fornecida, temos que, no caso, $a > 1$; o maior lado é a^3 e, portanto, $a^3 < a + a^2$. Já no caso de $a < 1$, o maior lado será a e, portanto, temos $a < a^2 + a^3$. No caso $a = 1$, todos os lados são iguais, e este é um valor possível para a . Nos outros casos, é preciso resolver as desigualdades.

Desempenho dos Candidatos

O desempenho dos candidatos pode ser visto no gráfico abaixo.



A questão teve cerca de 12% de provas em branco, e notas bem distribuídas entre as demais opções.

Comentários Gerais

A questão teve índice de discriminação ótimo, e foi considerada difícil. Cerca de 11% das provas estavam em branco. Na questão (a), foi comum errarem a “fórmula” da área do triângulo (muitos candidatos esqueceram de dividi-la por 2), bem como não usarem corretamente a condição do perímetro. Na (b), o maior erro dos candidatos foi não considerar os 3 casos possíveis, em geral considerando somente $a > 1$ ou $a < 1$.

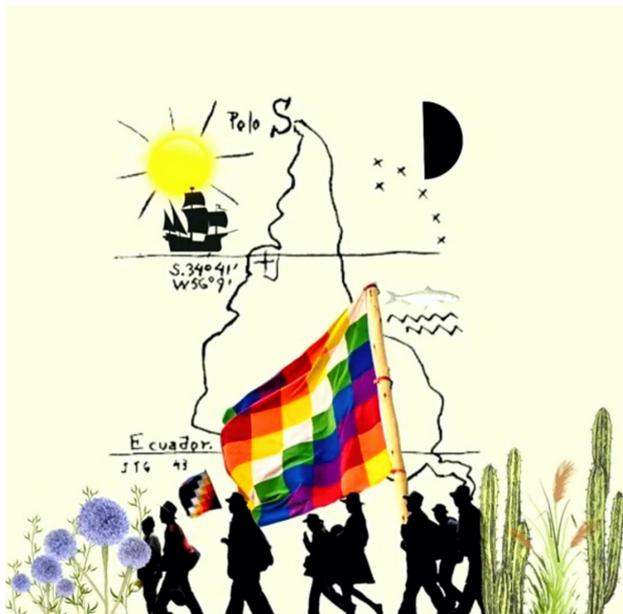
CIÊNCIAS HUMANAS

A prova interdisciplinar de humanas foi composta de duas questões da segunda fase, a saber, as de número 7 e 8. Em ambas, buscou-se relacionar conteúdos de diversas áreas das humanidades, como a sociologia, a história, a política entre outras. Ao mesmo tempo, cobrava-se do vestibulando que fosse capaz de fazer a leitura de diferentes excertos documentais, que variavam de gráfico a letra de música, de obras plásticas a textos acadêmicos.



QUESTÃO 7

Texto 1



Texto 2

Eu sou apenas um rapaz latino-americano / Sem dinheiro no banco, / Sem parentes importantes, e vindo do interior / Mas sei que tudo é proibido, /aliás, eu queria dizer / Que tudo é permitido (...)

(Belchior, Apenas um rapaz latino-americano. *Alucinações*, 1976.)

Texto 3

A América Latina padece da falta de uma expressão unânime que compreenda a todas as nações situadas ao sul do Rio Bravo e que se estendem pelo vasto continente até a Patagônia e a Terra do Fogo.

(Adaptado de DELATORRE, Víctor Raúl Haya. *El problema histórico de Nuestra América. Amauta*, Lima, p. 20, fevereiro de 1928.)

- “O Brasil faz parte da identidade latino-americana”. A partir da leitura dos textos e de seus conhecimentos, justifique essa afirmação, apresentando um aspecto econômico e outro cultural como parte de sua resposta.
- O texto 1 é uma releitura da obra “América invertida”, de 1943, criada pelo uruguaio Joaquín Torres García. A obra original é o mapa ao fundo. Como a obra original dialoga com a produção de certo imaginário latino-americano das décadas de 1960-1970? Como a releitura proposta na imagem de 2022 ressignifica a identidade latino-americana?

Objetivo da Questão

- Compreender de forma crítica documentos históricos de múltiplas naturezas (textual, iconográfico, cartográfico, material, entre outros), produzidos por diferentes atores sociais; 2. relacionar os documentos históricos aos seus contextos de produção e sentidos em relação aos tempos históricos em que estão inseridos, estabelecendo relações e conceitos com aderência e pertinência histórica;
- descrever, analisar e relacionar conceitos básicos da História em suas múltiplas temporalidades;
- cotejar fontes, cotejar fonte e estudos historiográficos e os estudos históricos entre si, notando a capacidade de percepção das relações tecidas ou não entre os processos históricos e suas operações de memória e esquecimento;
- elaborar respostas escritas que envolvam descrição, exposição e argumentação com base nas informações e conhecimentos listados no conteúdo programático de História e Filosofia.

A questão teve como objetivo a compreensão da noção de identidade latino-americana, sua conexão com a experiência econômica e cultural brasileira, além da interação entre colonialidade e latino-americanismo, no prisma da crítica cultural.

Resposta Esperada

Item A

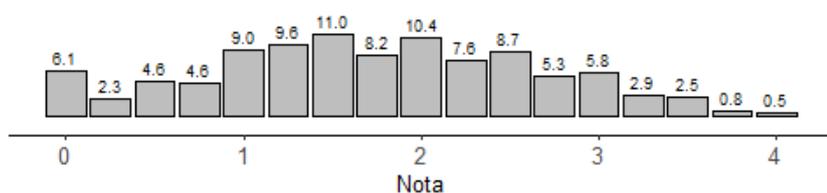
O Brasil faz parte de uma identidade latino-americana, pois o país está ligado a nações que compartilham (como aspecto cultural) histórias coloniais de exploração (desde o catolicismo, a mestiçagem, o racismo etc.) – como afirma Mignolo – e de uma história recente com governos ditatoriais. Do ponto de vista econômico, somos agroexportadores, com latifúndios, além de o Brasil estar situado num mesmo bloco econômico na atualidade, o Mercosul. Era possível fazer referência ao texto de Belchior, em que o jovem assume ser um rapaz latino-americano sem dinheiro, familiares importantes ou cultura urbana. O Brasil também compartilha com diferentes países da América Latina a identidade cultural marcada pela presença de populações originárias, afrodescendentes, suas práticas, históricas e formas de resistência.

Item B

No Uruguai, o artista Torres García celebrou uma inversão crítica do mapa-múndi, na obra “América Invertida”, de 1943, colocando o sul global, historicamente deslegitimado e explorado, como centro de visibilidade e projeção imaginária. Tal obra representa um rompimento com uma hegemonia artística europeia e do hemisfério norte, pois o artista deseja reafirmar a arte tipicamente latino-americana. De qualquer forma, a obra original pensava uma homogeneidade da cultura do continente e a caravela aportando no Uruguai mostrava-o como centro irradiador. Entre os anos de 1960 e 1970, diferentes países da América Latina passaram por processos políticos violentos e vivenciaram golpes e crises econômicas, regimes populistas, autoritários, antidemocráticos e ditaduras militares, que aprofundaram as experiências compartilhadas. Na releitura de 2022, o continente ganha cores, vegetação e a população indígena com suas reivindicações, mostrando ideais de diversidade, multiculturalidade e resistência dos povos nativos.

Desempenho dos candidatos

%



As notas concentraram-se demasiadamente entre 1 e 2,5, mostrando a dificuldade dos alunos em tirarem nota máxima. Zerar na questão foi algo, infelizmente, comum (6,1%).

Comentários Gerais

A dificuldade maior dos vestibulandos no item A foi associar o que era pedido no enunciado com os textos apresentados. Aliás, foram muito comuns respostas que sequer citavam ou faziam menção a esses textos. Outro erro bastante comum foi caracterizar o país como excepcional em relação ao que se entendia por América Latina, mostrando-o como um líder ou uma potência regional capaz de eclipsar vizinhos ou deixá-los como seus satélites.

No item B, embora o enunciado estivesse claro, foi muito comum que os candidatos não conseguissem perceber que se tratava da releitura de uma obra. No geral, mesmo os aqueles que conseguiam alguma pontuação não reconheciam a imagem original de Torres García ou a tomavam como a releitura contemporânea. A bandeira Whipala foi comumente entendida como um símbolo LGBTQIA+. A paisagem árida foi lida como a migração do nordeste para o sudeste, sugerindo que os candidatos tomaram o mapa do continente como se fosse o do Brasil.

Os acertos comuns percebiam o mapa invertido e o ligavam, ainda que minimamente, ao contexto dos anos 1960 e 1970, ou associavam a releitura à diversidade cultural de povos no continente. Esses aspectos eram esperados.

Esta questão teve mais notas zero do que a 8 da prova interdisciplinar de Ciências Humanas e isso pode estar relacionado ao fato de que a América Latina é pouco estudada no Ensino Médio brasileiro.



QUESTÃO 8

“Acontece, porém, que a verdade sobre a fome incomoda os governos e fere as suscetibilidades patrióticas e, por isso mesmo, são frequentemente vedadas ao grande público, pelas respectivas censuras políticas. (...) Será a calamidade da fome um fenômeno natural, inerente à própria vida, uma contingência irremovível como a morte? Ou será a fome uma praga social criada pelo próprio homem?”

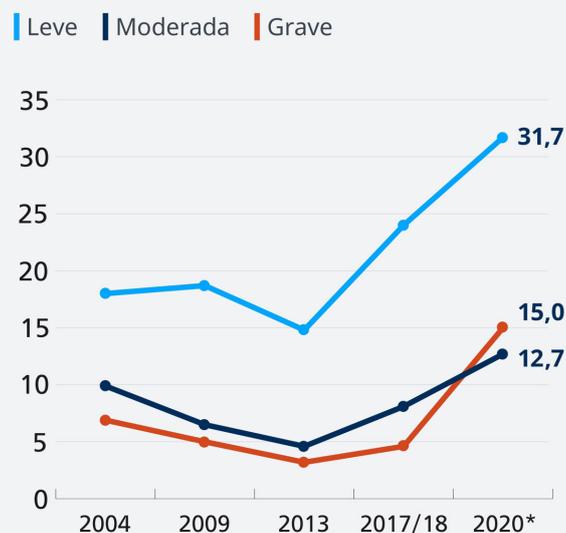
(CASTRO, Josué de. *Geopolítica da Fome*. Rio de Janeiro: Casado Estudante do Brasil, 2ª ed., 1953.)

“Vivemos em um país que produz muito alimento e tem muita gente passando fome. Para além do escândalo ético, isso é uma aberração em termos de organização econômica e social. No plano moral, beira o criminoso: são 33 milhões de pessoas famintas, enquanto exportamos e produzimos mais de três quilos, só de grãos, por pessoa por dia.”

(DOWBOR, Ladislau. *Fome, uma decisão política corporativa*. In: CAMPELLO, Tereza; BORTOLETTO, Ana Paula (orgs.). *Da fome à fome: diálogos com Josué de Castro*. São Paulo: Elefante, 2022, p. 181.)

Insegurança alimentar no Brasil

% da população



Fonte: IBGE. *Pesquisa "Alimento para Justiça"

- Para Josué de Castro, há poucos debates sobre a fome. Por que a questão da fome é ocultada dos debates contemporâneos? A insegurança alimentar é uma questão moral e política? A partir dos textos, justifique suas respostas.
- Cite um aspecto histórico e um social que explicam a existência da fome no Brasil. Analise, a partir do gráfico, o que houve com a questão da insegurança alimentar no país, desde o início do século XXI.

Objetivo da Questão

- Compreender de forma crítica documentos históricos de múltiplas naturezas (textual, iconográfico, cartográfico, material, entre outros), produzidos por diferentes atores sociais;
- relacionar os documentos históricos aos seus contextos de produção e sentidos em relação aos tempos históricos em que estão inseridos, estabelecendo relações e conceitos com aderência e pertinência histórica;
- cotejar fontes, cotejar fonte e estudos historiográficos e os estudos históricos entre si, notando a capacidade de percepção das relações tecidas ou não entre os processos históricos e suas operações de memória e esquecimento e
- elaborar respostas escritas que envolvam descrição, exposição e argumentação com base nas informações e conhecimentos listados no conteúdo programático de História e Filosofia.

A questão 8 teve como tema a fome no Brasil. Seu objetivo direto era que o aluno fosse capaz de, ao ler a coletânea, entender que a fome é um problema histórico no Brasil e que a solução para ela passa pela implementação de políticas públicas. Desde sua primeira concepção, este era o objetivo e assim foi percebido pelo revisor específico.

Relacionando a leitura histórica e sociológica do problema da fome, o item A da questão exigia a leitura de um texto de Josué de Castro sobre a fome décadas atrás; no texto, retoricamente, se perguntava se a fome era um fenômeno natural ou criado pelo homem. O segundo trecho, de Ladislau Dowbor, praticamente respondia às perguntas retóricas do texto anterior, ao relacionar a produção massiva de alimentos no Brasil, a existência da fome e a ausência de políticas públicas eficientes.

Por fim, no item B, havia um gráfico do IBGE (publicado pela DW) que demonstrava como os índices de insegurança alimentar tiveram oscilação ao longo dos anos 2000 no Brasil, atingindo ponto mais baixo em 2013, com aumento de todos os graus dali em diante, até o ano 2020. O vestibulando, por meio do gráfico e de seus conhecimentos prévios, teria de elencar uma razão histórica e outra social para a fome no Brasil.

O objetivo era que o vestibulando fosse capaz de atestar a existência da fome como fenômeno social, as contradições advindas do fato de o Brasil ser um produtor de alimento e ter insegurança alimentar em níveis alarmantes, bem como perceber, por meio do gráfico e da leitura do segundo excerto, como políticas públicas eficientes podem mitigar muito o problema ou ignorá-lo e exacerbá-lo.

Resposta Esperada

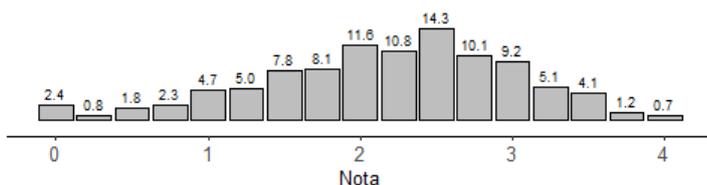
Item A

Josué de Castro mostrou como o problema da fome foi ocultado da esfera pública por afetar negativamente a legitimidade dos Estados e de seus governantes sendo, portanto, uma questão política. Mostrar a fome afetaria a imagem e a identidade nacional, ferindo ainda a visão patriótica. A invisibilidade da fome é também uma questão moral criminosa, já que ela afeta, por exemplo na atualidade brasileira, um contingente de 33 milhões de pessoas, tendo o país retornado ao Mapa da Fome da ONU — sem, no entanto, que medidas efetivas de combate sejam tomadas pelo Estado (o que mostra como também se trata de uma questão política) —, mesmo sendo um grande exportador de alimentos. A segurança alimentar é um direito e a fome atenta contra a vida e contra condições dignas de sobrevivência.

Item B

Pode-se citar, como aspectos históricos e sociais que contribuíram para a existência da fome do Brasil, na longa duração: a ausência de políticas de distribuição de terras (desde a colônia, passando pelo império e a Lei de Terras, por exemplo, até a ausência de reforma agrária efetiva em tempos republicanos); a concentração de terras para monoculturas de exportação; as migrações massivas campo-cidade que afastaram as comunidades das culturas de subsistência; a ausência de políticas de assistência social até o início do século XXI. A análise do gráfico mostra como a insegurança alimentar diminuiu no Brasil, por meio de políticas assistenciais do governo Lula. A situação volta a piorar a partir de 2013, momento de conturbado conflito político, seguido do Impeachment de Dilma Rousseff. Percebe-se o aumento vertiginoso da fome em 2017/2018, com o governo de Jair Bolsonaro, com cortes em programas sociais e nos incentivos à agricultura familiar, além de má gestão na pandemia de covid-19 no Brasil, resultando em carestia de gêneros alimentares, altos níveis de desemprego, ataque a direitos trabalhistas.

Desempenho dos candidatos



A questão foi concebida como de dificuldade média e foi assim percebida pelo revisor. A versão que constou da prova foi simplificada em relação a sua concepção original. Ainda assim, as múltiplas perguntas em cada item exigiam uma correlação do que se pedia nas respostas dos alunos e isso não se mostrou eficaz. Se, por um lado, foram raras as notas 0, mostrando que uma

leitura ainda que rasa da coletânea propiciava algum ponto, também foi escassa a prova com nota 4. Isso se deveu, em nosso entender, ao fato de que era preciso, no item A, pensar a partir do texto de Castro, relacioná-lo com o de Dowbor, para, então, pensar 1) se a fome seria uma questão política e moral e 2) por que era ocultada dos debates contemporâneos. A rigor, todas essas informações estavam na coletânea, o que garantia uma nota 2 com mais frequência na resposta esperada. Contudo, a conjugação de perguntas no mesmo item parece ter levado a respostas apenas parciais.

O item B tinha dois comandos (um que exigia conhecimentos prévios; outro que era leitura e interpretação de gráfico), mas a redação parece ter favorecido a compreensão do que era pedido, pois teve índice de acerto mais constante que o A.

No total, a maior concentração das notas ficou entre 2 e 3 pontos.

Comentários Gerais

No item A, os acertos mais comuns eram os que relacionavam as informações do texto de Dowbor (Brasil como produtor de alimentos e agroexportador; existência de 33 milhões de pessoas com fome) ao que se dizia no texto de Castro (que a fome é vedada do debate público porque fere suscetibilidades políticas). Foi muito comum citar diretamente essas passagens do texto, o que conferia 2 pontos. O erro mais comum foi o que não fazia a correlação acima, ficando, no geral, apenas na citação direta de um trecho de um dos dois excertos. Isso, em geral, desde que minimamente contextualizado e concatenado ao que se perguntava, conferia 1 ponto, deixando o zero bastante raro. Essa era a expectativa de acertos da banca elaboradora para este item. O zero era, em geral, alguém que deixava em branco e a nota 1 acabou sendo a média.

No item B, os acertos mais comuns estavam ligados ou a apontar uma questão histórica e social ou a analisar aspectos do gráfico. Era muito comum que tivéssemos uma primeira parte da resposta muito completa, mas o candidato não comentava o gráfico. Mais comum ainda foi o contrário: quando apenas se comentava aspectos do gráfico, ignorando o comentário sobre aspectos históricos e sociais.

Ainda é preciso dizer que, no gráfico, um erro bastante comum foi escrever que houve tendência de crescimento das curvas “desde o início do século XXI”, ignorando a curva para baixo até 2013 e o salto da insegurança grave depois de 2017-2018, por exemplo. Por essas razões, as notas ficaram abaixo da expectativa da banca, com mais zeros do que esperávamos (ainda que em número aceitável).

A questão teve Índice de Facilidade médio de 0,54 e acabou discriminando pouco (0,28, no geral).

BIOLOGIA

A Banca Elaboradora formulou seis questões de Biologia para a prova da Área de Ciências Biológicas/Saúde, contemplando uma variedade de temas do programa do vestibular 2023, 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 do vestibular 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.

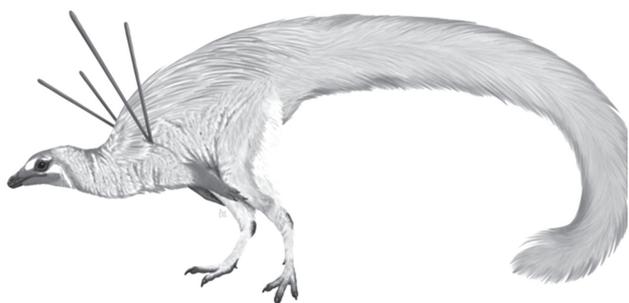
Além disso, foram elaboradas questões que pudessem selecionar candidatos que trouxessem algumas das características desejadas para o aluno ingressante da UNICAMP, a saber, conhecimento de assuntos atuais e de temas importantes para a ciência e para a sociedade, capacidade de interpretação de figuras 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.

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

QUESTÃO 9

Retirado ilegalmente do Brasil em 1995, o fóssil do dinossauro *Ubirajara jubatus*, descoberto na Bacia do Araripe – na divisa dos estados do Ceará, Piauí e Pernambuco –, será repatriado da Alemanha. O fóssil – datado do período Cretáceo – serviu de base para a descrição da espécie, que viveu entre 110 e 115 milhões de anos atrás, tornando-se o dinossauro mais antigo da Bacia do Araripe.

(Adaptado de <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/museu-alemao-tera-de-devolver-fossil-de-dinossauro-levado-ilegalmente-do-brasil/>. Acesso em 8/8/2022.)



(Representação do dinossauro *Ubirajara jubatus*, Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Ubirajara_jubatus. Acesso em 8/8/2022.)

a) O *Ubirajara jubatus* é um dinossauro que se destacava por seus adornos com elaboradas estruturas tegumentares. A espécie possuía monofilamentos delgados (uma forma rudimentar de penas) associados à base do pescoço – que aumentavam em comprimento ao longo da região dorsal – bem como prolongamentos semelhantes a fitas que presumivelmente emergiam dos ombros. Cite e explique uma possível importância dessas estruturas que possa ser associada ao sucesso evolutivo da espécie.

b) A história da Bacia do Araripe começa durante a fragmentação do supercontinente Gondwana. A Bacia do Araripe representa um dos principais afloramentos que permite o estudo dos fósseis do Cretáceo. Defina a deriva continental. Explique como fósseis encontrados na Bacia do Araripe podem auxiliar na comprovação da existência do supercontinente Gondwana.

Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:

Origem e evolução da vida:

– Origem e diversificação da vida.

Biodiversidade:

– Biologia dos animais.

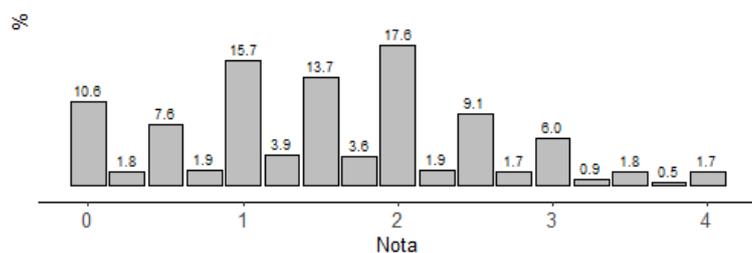
Em relação ao conhecimento de Biologia, o candidato foi avaliado quanto a: (a) conhecer as principais teorias evolutivas; (b) reconhecer que a evolução ocorreu e continua ocorrendo; (c) conhecer a importância do estudo dos fósseis como evidência da evolução; e (d) conhecer a teoria da deriva continental e sua importância.

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

Resposta Esperada

- a) A presença de elaboradas estruturas tegumentares pode ser importante enquanto elemento de exibição, com a função de cortejar parceiras sexuais para garantir a reprodução e a continuidade da espécie. Outra possível importância pode estar relacionada à termorregulação, pois as estruturas tegumentares poderiam auxiliar na manutenção do calor ou na dispersão de calor, dependendo da posição das estruturas.
- b) Deriva continental é uma teoria que afirma que, no passado, as terras emersas do planeta formavam um único bloco continental, denominado Pangeia. Esse supercontinente, devido ao movimento das Placas Tectônicas, fragmentou-se várias vezes até proporcionar a configuração atual dos continentes. Se a história da Bacia do Araripe começa na fragmentação do supercontinente Gondwana, a ocorrência de fósseis da mesma espécie, em um mesmo período geológico, nesse sítio e em qualquer região da África, serviria como uma evidência da existência de Gondwana, pois a América do Sul e a África estavam próximas antes da fragmentação.

Desempenho dos candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi 1,56 e o desvio padrão de 0,96 (item a com média de 0,89 e desvio padrão de 0,67; item b com média de 0,67 e desvio padrão de 0,56).

Comentários Gerais

Item a: Erros comuns entre os candidatos: não apresentaram explicação lógica e coerente com a importância citada das estruturas tegumentares; embora claro no texto, não entenderam que os monofilamentos delgados são uma forma rudimentar de pena a fim de citar e explicar uma possível importância; não interpretaram o texto corretamente, pois elaboradas estruturas tegumentares compõem o revestimento externo do animal; e citaram que o animal era aquático.

Item b: Erros comuns entre os candidatos: não definiram deriva continental; copiaram trechos do enunciado; definiram Gondwana como sinônimo de Pangeia; interpretaram que o fóssil foi encontrado na Alemanha e no Brasil.

Na previsão da banca elaboradora e da banca revisora, a questão seria de dificuldade média, apresentando maior dificuldade no item b. Considerando o desempenho dos candidatos, a questão foi classificada como difícil, com índice de facilidade geral de 0,39. Especificamente, a questão foi de dificuldade média para os candidatos do curso de Medicina, com índice de facilidade de 0,51.

De modo importante, o índice de discriminação geral da questão foi de 0,40, 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 boa, com índices de 0,30 e 0,36, respectivamente.

QUESTÃO 10

Considerando os trechos selecionados da música “Alma” de Zélia Duncan, responda às perguntas.

Alma

Deixa eu ver sua alma

A epiderme da alma

Superfície

Alma

Deixa eu tocar sua alma

Com a superfície da palma

Da minha mão

Superfície

[...]

Alma

Como um reflexo na água

Sobre a última camada

Que fica na

Superfície

[...]

Lisa, que me alisa

Seu suor, o sal que sai do Sol

Da superfície

Simplex, devagar, simplex

a) Do ponto de vista morfológico ou funcional, cite dois termos associados à pele que constam nos trechos da música. Justifique sua resposta.

b) A radiação ultravioleta emitida pelo Sol (RUV) é um dos fatores ambientais que influenciam na função e na sobrevivência de muitos tipos celulares. Há evidências crescentes de que a exposição à RUV durante o dia – particularmente pela manhã – é benéfica para a saúde.

Explique como a exposição à RUV participa da formação do tecido ósseo. Considerando esse processo, cite uma possível consequência da baixa exposição à RUV para a saúde humana.

Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:

Saúde humana:

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

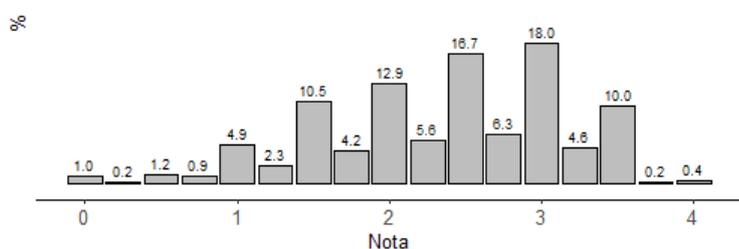
Em relação ao conhecimento de Biologia, o candidato foi avaliado quanto a: (a) conhecer as características estruturais e funcionais do sistema tegumentar humano; (b) reconhecer a importância da RUV na formação do tecido ósseo; (c) conhecer a integração metabólica para a produção de vitamina D e absorção do cálcio, considerando a RUV, o sistema digestório e o tecido ósseo; (d) reconhecer as consequências da deficiência da baixa exposição à RUV para a saúde humana.

Quanto às capacidades desejadas do candidato, a questão avaliou: (a) capacidade de interpretação de trechos da música “Alma” de Zélia Duncan com a estrutura e função do sistema tegumentar; (b) habilidade de reconhecer e de integrar a importância de fatores abióticos (como a RUV) na constituição do corpo humano saudável; (c) capacidade de argumentação lógica e coerente com o tema da questão.

Resposta Esperada

- a) Os termos morfológicos ou funcionais que podem ser considerados são: superfície, lisa ou ainda última camada, suor, sal e epiderme. A epiderme reveste a superfície externa do corpo humano, essa última camada de células é estratificada e justaposta, formada por células pavimentosas lisas. A pele também possui glândulas produtoras de suor, líquido composto principalmente de água e sais minerais, com importância para a regulação térmica do corpo.
- b) A RUV emitida pelo sol é importante para a produção de vitamina D. A vitamina D é especialmente importante na absorção de cálcio pelo intestino e conseqüentemente na regulação das funções osteoblásticas, atuando na calcificação da matriz óssea. Como possível consequência da baixa exposição à RUV para saúde humana, pode-se citar o raquitismo e a osteoporose.

Desempenho dos candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi 2,36 e o desvio padrão de 0,79 (item a com média de 1,47 e desvio padrão de 0,48; item b com média de 0,89 e desvio padrão de 0,47).

Comentários Gerais

Item a: Erros comuns entre os candidatos: citaram trechos completos da música sem identificar explicitamente qual seria o termo; não associaram o termo com a morfologia ou função da pele; citaram termos que não estão associados com a morfologia ou função da pele, como exemplo “alma” e “reflexo”; citaram folhetos embrionários como sendo camadas da pele.

Item b: Erros comuns entre os candidatos: copiaram trechos do enunciado como resposta; citaram o papel da vitamina C; citaram a participação da melanina; fizeram associação com o câncer de pele; fizeram associação da falta de luz com a depressão; fizeram associação com a medula óssea e anemia.

Na previsão da Banca Elaboradora e da Banca Revisora a questão seria de dificuldade média, apresentando maior dificuldade no item b. Considerando o desempenho dos candidatos, essa conjectura se confirmou: a questão foi, de fato, de dificuldade média, com índice de facilidade geral de 0,59 entre os candidatos. Vale notar que a questão foi fácil para os candidatos do curso de Medicina, com índice de facilidade de 0,73.

De modo importante, o índice de discriminação geral da questão foi de 0,38, considerado bom, e a questão apresentou capacidade de discriminar candidatos com maior e menor nota geral. Especificamente, a capacidade discriminatória para o curso de Medicina foi fraca e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi boa, com índices de 0,16 e 0,34, respectivamente.

QUESTÃO 11

Sancionada em 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) previa eliminar lixões a céu aberto no país, aumentar os índices de reaproveitamento dos resíduos recicláveis e responsabilizar os grandes produtores de lixo. Porém, em 2019, dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil relevaram que 40% do lixo foi descartado incorretamente em aterros controlados ou lixões a céu aberto.

(Fonte: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em 10/10/2022.)

- a) Cite e explique dois benefícios para o meio ambiente e/ou para a saúde humana que tornam mais adequados para o descarte de resíduos sólidos os aterros sanitários do que os aterros controlados e lixões a céu aberto.
- b) O Protocolo de Kyoto foi um marco no compromisso mundial sobre as alterações climáticas, sendo substituído pelo Acordo de Paris, em vigor desde 2016. Indique o principal gás produzido pela decomposição do lixo orgânico e explique uma forma de utilizá-lo favoravelmente aos compromissos assumidos no âmbito do Acordo de Paris. Indique o nome do processo realizado pelas bactérias para a decomposição da matéria orgânica e obtenção de energia na ausência de oxigênio.

Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:

O ambiente e a vida:

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

Saúde humana:

- Doenças causadas por microrganismos e vetores transmissores de doenças.

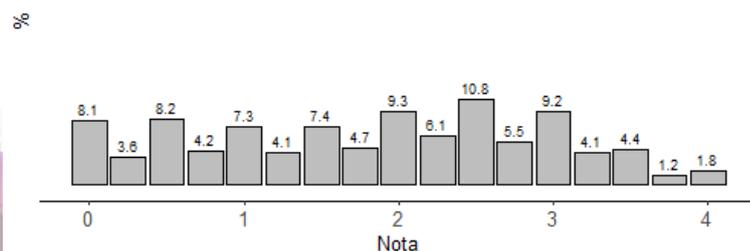
Em relação ao conhecimento de Biologia, o candidato foi avaliado quanto a: (a) reconhecer os impactos que o ser humano pode causar ao meio ambiente; (b) conhecer os conceitos de poluição e poluentes; (c) conhecer as formas de descarte de resíduos sólidos; (d) conhecer os benefícios dos aterros sanitários; (e) reconhecer a importância de estratégias de conservação do meio ambiente estabelecidas em acordos internacionais, tais como, o Protocolo de Kyoto e o Acordo de Paris; e (f) conhecer processos básicos de decomposição da matéria orgânica e seus principais produtos.

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

Resposta Esperada

- a) Os aterros sanitários possuem impermeabilização do solo, o que reduz a possibilidade de contaminação dos lençóis freáticos ou do solo pelo chorume (líquido poluente que resulta da decomposição de matéria orgânica). Nos aterros sanitários, camadas alternadas de lixo são cobertas com terra e compactadas, dificultando a proliferação de vetores de doenças e pragas.
- b) O principal gás produzido é o metano. O Acordo de Paris visa a reduzir a emissão de gases de efeito estufa; assim, uma forma adequada de usar o metano seria como fonte sustentável na produção de energia. O nome do processo realizado é decomposição anaeróbia.

Desempenho dos candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi 1,82 e o desvio padrão foi de 1,09 (item a com média de 0,71 e desvio padrão de 0,53; item b com média de 1,12 e desvio padrão de 0,73).

Comentários Gerais

Item a: Erros comuns entre os candidatos: citaram benefícios da coleta seletiva e não do descarte de resíduos sólidos em aterros sanitários; consideraram como sinônimo aterro sanitário e locais para descarte de resíduo reciclável; citaram prejuízos ao meio ambiente e para a saúde humana do descarte em lixões a céu aberto sem incluir benefícios do descarte em aterros sanitários.

Item b: Erros comuns entre os candidatos: copiaram trechos do enunciado como resposta; citaram o gás carbônico como o principal produto da decomposição do lixo orgânico; não fizeram menção à meta de redução da emissão de gases de efeito estufa estabelecida pelo Acordo de Paris; não explicaram uma forma para utilizar o metano favoravelmente no âmbito do Acordo de Paris.

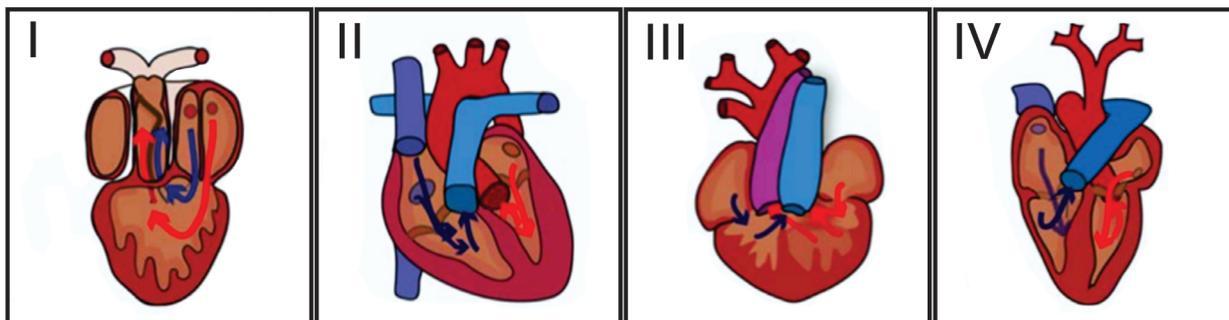
Na previsão da banca elaboradora e da banca revisora, a questão seria de dificuldade média, apresentando maior dificuldade no item b. Considerando o desempenho dos candidatos, a questão foi de dificuldade média, com índice de facilidade de 0,46 entre os candidatos. Vale notar que a questão foi fácil para os candidatos do curso de Medicina, com índice de facilidade de 0,68.

De modo importante, o índice de discriminação geral da questão foi de 0,56, considerado ótimo, e a questão apresentou capacidade de discriminar candidatos com maior e menor nota geral. Separadamente, a capacidade discriminatória para o curso de Medicina foi marginal e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi boa, com índices de 0,23 e 0,46, respectivamente.

QUESTÃO 12

O primeiro órgão semelhante ao coração surgiu em nossa história biológica há mais de 500 milhões de anos e passou por muitas mudanças.

- a) Complete a tabela do quadro de resolução com a indicação da classe de animal vertebrado que apresenta a estrutura do coração correspondente ao esquematizado pelas figuras de I a IV.



Legenda: → sangue com alta pressão parcial de O₂.
→ sangue com baixa pressão parcial de O₂.

(Fonte: KLEYTE, A. L. et al. Birth Defects Res Part C-Embryo Today-Rev. Hoboken, 102 (3), p. 319–323, set. 2014.)

- b) O surgimento do coração de quatro câmaras e suas subestruturas subjacentes foi um evento crítico na evolução dos vertebrados. Indique um benefício do coração com ventrículos totalmente divididos e associe esse benefício com a rápida expansão e sucesso dos mamíferos.

CLASSE
I -
II -
III -
IV -

Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:

Biodiversidade:

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

Origem e evolução da vida:

- Origem e diversificação da vida.

Em relação ao conhecimento de Biologia, o candidato foi avaliado quanto a: (a) conhecer a estrutura do coração de diferentes vertebrados e identificar a classe de animal correspondente; e (b) conhecer a importância do coração para os animais, com ênfase nos mamíferos.

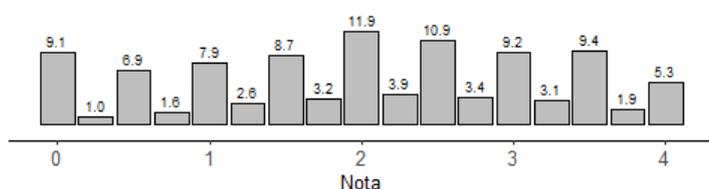
Quanto às capacidades desejadas do candidato, a questão avaliou: (a) a capacidade de interpretação das figuras fornecidas para a resolução da questão, com destaque para cor e legenda da figura; e (b) a capacidade de elaboração de hipótese lógica e argumentação coerente com o tema da questão.

Resposta Esperada

- a) I-anfíbio, II-mamífero, III-réptil e IV-ave.
- b) Como um benefício do coração com ventrículos totalmente divididos, podemos indicar a completa separação do sangue com alta pressão parcial de oxigênio do sangue com baixa pressão parcial de oxigênio. Isso possibilita uma maior eficiência na oxigenação das células e dos tecidos, necessária para suportar uma maior taxa metabólica e a manutenção da temperatura corporal (endotermia). Essa característica é associada à rápida expansão e sucesso dos mamíferos.

Desempenho dos candidatos

‰



Nessa questão, a média de pontos foi 2,02 e o desvio padrão foi de 1,17 (item a com média de 1,02 e desvio padrão de 0,71; item b com média de 1,00 e desvio padrão de 0,68).

Comentários Gerais

Item a: Erros comuns entre os candidatos: citaram erroneamente a classe do vertebrado; citaram a espécie ou outra classificação de vertebrado e não a sua classe correspondente.

Item b: Erros comuns entre os candidatos: associaram a rápida expansão dos mamíferos com o tamanho corporal desses animais; não apresentaram associação lógica e coerente com o benefício indicado.

Na previsão da banca elaboradora e da banca revisora a questão seria de dificuldade média. Considerando o desempenho dos candidatos, a questão foi de dificuldade média, com índice de facilidade geral de 0,51 entre os candidatos. Vale notar que a questão foi fácil para os candidatos do curso de Medicina, com índice de facilidade de 0,73.

De modo importante, o índice de discriminação geral da questão foi de 0,59, 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 e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi ótima, com índices de 0,28 e 0,51, respectivamente.

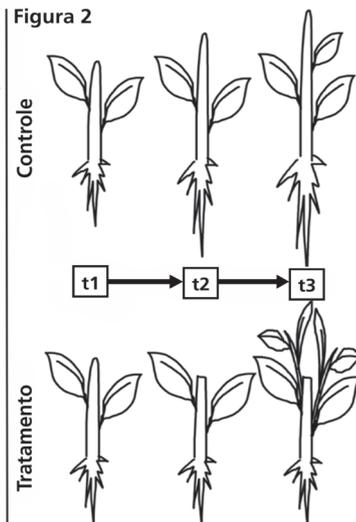
QUESTÃO 13

O crescimento e o desenvolvimento das plantas são dependentes dos hormônios vegetais. A seguir, situações dependentes da presença e da localização de hormônios vegetais são apresentadas nas figuras 1 e 2. Na figura 2, plantas dos grupos controle e tratamento são idênticas no tempo t1 e houve a remoção do ápice caulinar entre t1 e t2 no grupo tratamento.

Figura 1



Figura 2



Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:

Biodiversidade:

– Biologia das plantas e algas.

Em relação ao conhecimento de Biologia, o candidato foi avaliado quanto a: (a) conhecer os tropismos exibidos pelas plantas em função do ambiente; (b) conhecer onde os hormônios vegetais são produzidos; e (c) entender como esses hormônios determinam o padrão de crescimento e de desenvolvimento das plantas.

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

Resposta Esperada

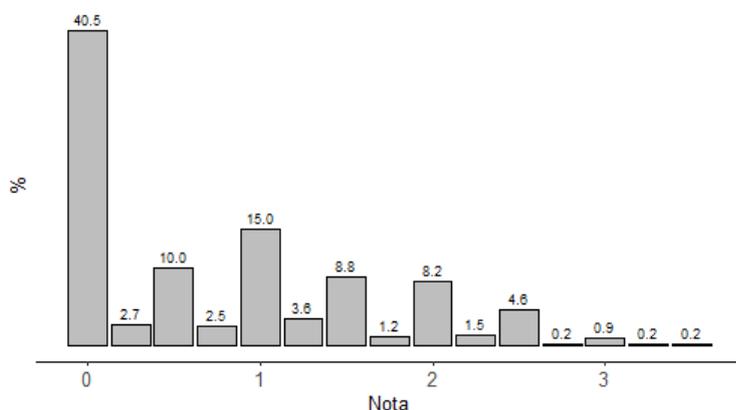
a) (2 pontos)

O fenômeno observado é o fototropismo positivo, em que a planta cresce em direção à luz. Há a migração da auxina para a região não iluminada (lado oposto à fonte de luz), ocasionando expansão celular desigual entre as porções iluminadas e não iluminadas e a consequente curvatura. Como a auxina é sintetizada no ápice caulinar, a remoção do ápice caulinar – indicada na figura 2 no tempo t2 – impede que a auxina seja produzida e então translocada para as raízes, inibindo, assim, o crescimento radicular.

b) (2 pontos)

A remoção do ápice caulinar – indicada na figura 2 no tempo t2 – elimina a fonte de auxina, responsável por manter as gemas laterais dormentes. Por sua vez, essas são estimuladas a brotar pela citocinina produzida nas raízes. Dessa forma, a ramificação da planta – indicada na figura 2 no tempo t3 – é ocasionada pela redução da relação auxina/citocinina nas gemas laterais.

Desempenho dos candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi 0,78 e o desvio padrão foi de 0,84 (item a com média de 0,59 e desvio padrão de 0,58; item b com média de 0,19 e desvio padrão de 0,39).

Comentários Gerais

Item a: Erros comuns entre os candidatos: apenas citaram o fenômeno observado na figura 1; citaram o fenômeno da fotossíntese; citaram a clorofila como hormônio vegetal envolvido; citaram a ocitocina como hormônio vegetal envolvido; explicaram o fenômeno observado considerando a figura 2; não identificaram que no tratamento indicado na figura 2, no tempo t2, houve a remoção do ápice caulinar; não perceberam que o tratamento promoveu crescimento diferencial das raízes na figura 2.

Item **b**: Erros comuns entre os candidatos: não fizeram menção ao balanço hormonal entre auxina/citocinina; citaram a auxina como o hormônio vegetal que explicava o padrão de ramificação.

Na previsão da banca elaboradora e da banca revisora, a questão seria difícil. Considerando o desempenho dos candidatos, a questão se revelou muito difícil, com índice de facilidade geral de 0,19 entre os candidatos. Vale notar que a questão foi difícil para os candidatos do curso de Medicina, com índice de facilidade de 0,39.

De modo importante, o índice de discriminação geral da questão foi de 0,40, considerado bom, e a questão apresentou capacidade de discriminar candidatos com maior e menor nota geral. A capacidade discriminatória para o curso de Medicina e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi marginal, com índices de 0,24 e 0,23, respectivamente.

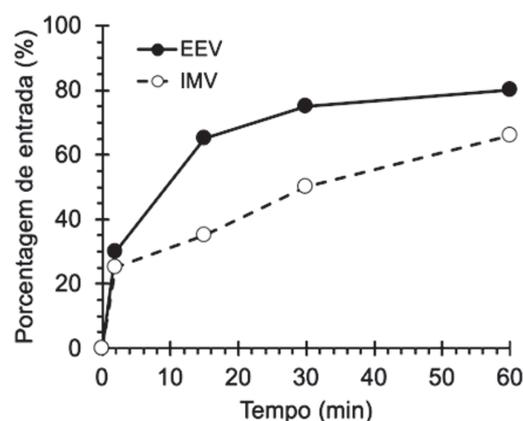
QUESTÃO 14

A varíola dos macacos é uma zoonose transmitida pelo vírus *monkeypox*, um vírus de DNA de fita dupla. A transmissão ocorre por contato próximo com lesões, fluidos corporais, gotículas respiratórias e materiais contaminados. O diagnóstico da varíola dos macacos é feito por exames moleculares que confirmam a presença do DNA viral em amostras humanas de lesões cutâneas ou mucosas.

(Adaptado de <https://bvsm.sau.gov.br/02-6-variola-dos-macacos/>. Acesso em 28/8/2022).

a) O exame de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) convencional baseia-se na amplificação do DNA em três etapas sequenciais: desnaturação, anelamento ou hibridização, e extensão ou polimerização. Explique as três etapas do exame de PCR convencional para a detecção do DNA viral.

b) Durante a formação dos vírus da família do *monkeypox*, duas formas infectantes com o mesmo DNA de fita dupla são produzidas pela célula hospedeira: o vírus maduro intracelular (IMV) e o vírus envelopado extracelular (EEV). A membrana das cisternas do complexo de Golgi faz parte apenas do envoltório do EEV. A figura ao lado apresenta os resultados de um experimento de infecção de células em que foi adicionado o mesmo número de partículas virais, e foi analisada a porcentagem de entrada, em função do tempo, das formas IMV e EEV. Considerando os dados apresentados, indique a forma viral com maior capacidade de infecção. Justifique a sua resposta. Cite um mecanismo de liberação para cada forma viral da célula hospedeira.



(Adaptado de LOCKER, J.K. et al. *Mol Biol Cell*. Bethesda, 11, p.2497-2511, jul.2000.)

Objetivo da Questão

Itens do programa das provas abordados na questão:

Hereditariedade:

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

Bases moleculares e celulares da vida:

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

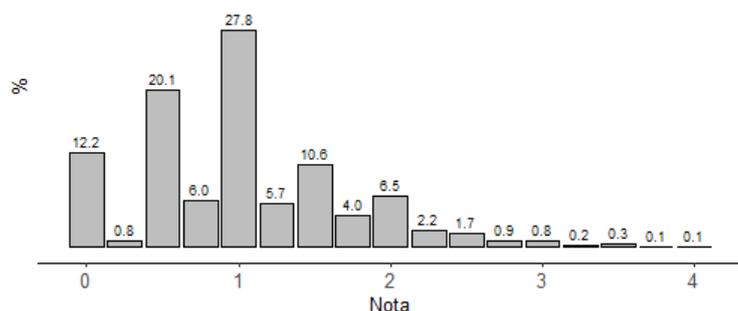
Em relação ao conhecimento de Biologia, o candidato foi avaliado quanto a: (a) conhecer os princípios gerais da técnica experimental da PCR rotineiramente utilizada na biologia molecular; (b) reconhecer graficamente a infectividade de formas virais; e (c) integrar essa infectividade aos processos biológicos de formação e liberação virais da célula hospedeira.

Quanto às capacidades desejadas do candidato, a questão avaliou: (a) capacidade de interpretação das informações textuais e gráficas, fornecidas para resolução da questão; (b) habilidade de integração de conhecimento com assuntos relativos à saúde e à biologia molecular em alta na mídia; (c) capacidade de argumentação lógica e coerente com o tema da questão.

Resposta Esperada

- a) A desnaturação consiste na etapa de elevação da temperatura para que as duas cadeias em hélice do DNA se abram. Na etapa seguinte de anelamento, sequências específicas (primers) se ligam às sequências complementares do DNA na região que se pretende amplificar. Finalmente, durante a etapa de extensão, a taq/DNA polimerase promove a inserção das bases nitrogenadas nas cadeias simples do DNA desnaturado, formando uma nova fita dupla de DNA. Essas etapas são repetidas para promover a amplificação do DNA de interesse, com os fragmentos de DNA sendo duplicados a cada ciclo.
- b) A forma EEV possui maior capacidade de infecção celular comparada à IMV, pois se observa maior velocidade e maior porcentagem de entrada do vírus na célula. A IMV pode ser liberada durante a lise da célula hospedeira, enquanto a EEV pode ser liberada, por exocitose, a partir de fusão da sua membrana externa com a membrana plasmática celular.

Desempenho dos candidatos



Nessa questão, a média de pontos foi 1,02 e o desvio padrão foi de 0,69 (item a com média de 0,14 e desvio padrão de 0,31; item b com média de 0,89 e desvio padrão de 0,54).

Comentários Gerais

Item a: Erros comuns entre os candidatos: confundiram o termo DNA com proteínas, lipídios ou aminoácidos; confundiram processos biológicos de transcrição e tradução; citaram enzimas de restrição, estruturas primárias, secundárias, terciárias e quaternárias de proteína; copiaram o termos no enunciado sem a explicação das etapas; citaram que as fitas de DNA formam anéis na etapa de anelamento; citaram que existe a formação da mistura ou união do DNA humano com o viral na etapa de hibridização.

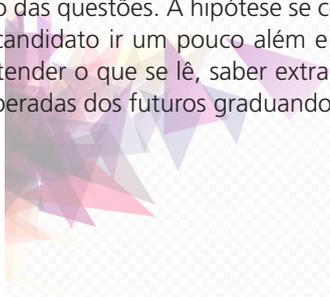
Item b: Erros comuns entre os candidatos: confundiram os mecanismos de entrada e de liberação da célula; citaram que o vírus ataca organelas e núcleo; citaram resposta envolvendo anticorpos e tratamento medicamentoso; citaram resposta imune e processos de defesa; não consideraram os dados apresentados no gráfico para resposta.

Na previsão da Banca Elaboradora e da Banca Revisora a questão seria difícil, apresentando maior dificuldade no item a. Considerando o desempenho dos candidatos, essa conjectura se confirmou: a questão se revelou, de fato, difícil, com índice de facilidade geral de 0,26 entre os candidatos. Vale notar que a questão foi também difícil para os candidatos do curso de Medicina, com índice de facilidade de 0,38.

De modo importante, o índice de discriminação geral da questão foi de 0,29, considerado marginal. Separadamente, a capacidade discriminatória para o curso de Medicina foi marginal e para os demais cursos de Ciências Biológicas/Saúde foi fraca, com índices de 0,23 e 0,18, respectivamente.

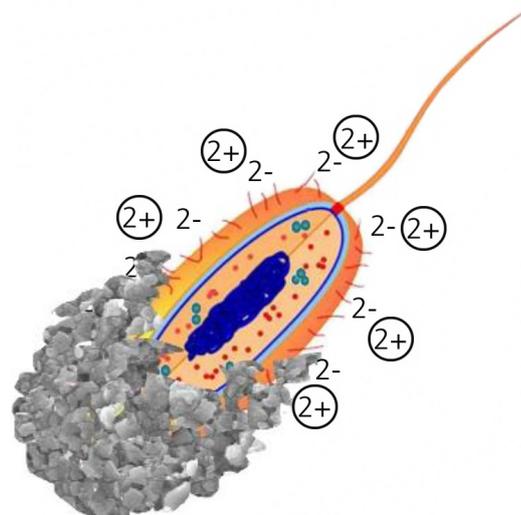
QUÍMICA

A prova de Química da segunda fase do vestibular da Unicamp 2023 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 a energia, meio ambiente e sustentabilidade (questões 16, 18 e 20), duas questões abordaram temas relacionados a ciência e tecnologia e saúde (questões 19 e 20) e duas outras temas relacionados a química e cotidiano, ao explorar a regeneração do concreto (19) e novos produtos disponibilizados no mercado para fins alimentícios (questões 17). Muitas questões exploram mais de uma abordagem. 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 médio a difícil (2 questões de nível médio e 4 de nível difícil, segundo a análise estatística), apesar de os temas abordados — como equilíbrio químico, acidez, termoquímica, cinética, estequiometria, interações intermoleculares, 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 concreto tem alta tendência a formar fissuras que reduzem sua vida útil e elevam custos de reposição. A autocura do concreto convencional é o preenchimento de suas fissuras, o que ocorre a partir da hidratação do óxido de cálcio presente na composição do próprio concreto. A hidratação produz hidróxido de cálcio, que reage com o dióxido de carbono presente na atmosfera ambiente. O bioconcreto, um novo produto no mercado, é caracterizado pela presença de bactérias cujas cargas negativas em sua superfície atraem íons metálicos positivos que precipitam com ânions do ambiente do concreto; forma-se, com isso, um sólido pouco solúvel, responsável por fechar as fissuras (figura ao lado).



- a) A partir do texto acima, equacione os processos químicos descritos na autocura do concreto convencional. Forneça o nome do produto que promove a reparação das fissuras e comente sobre sua solubilidade em água.
- b) Em relação aos ânions do ambiente na autocura do bioconcreto, um texto científico relata: “Em pH mais alto, as espécies carbonatadas estão desprotonadas. Como resultado, mais carbonato (CO_3^{2-}) está disponível para precipitação. Da mesma forma, o grupo fosfato (PO_4^{3-}) estará sujeito a mudanças na protonação, dependendo do pH do meio. O grupo sulfato (SO_4^{2-}) normalmente estará desprotonado devido aos seus baixos valores de pKa. Assim, a precipitação em pH baixo é possível, mas se aplica, no ambiente do concreto, principalmente ao fosfato e ao sulfato.” Equacione os equilíbrios ácido-base em que, necessariamente, apareçam esses ânions. Comente comparativamente os valores de pKa do ácido associado ao carbonato com os ácidos associados ao sulfato e ao fosfato.

Objetivo da Questão

Os conteúdos abordados na questão estão diretamente relacionados a: Materiais - Símbolos e fórmulas na representação de átomos, moléculas e íons; Transformações dos materiais - conservação de átomos e de cargas nas reações químicas; equilíbrio químico - sistemas em equilíbrio; constante de equilíbrio; conceitos ácido-base de Arrhenius, Bronsted e Lewis; equilíbrios envolvendo ácidos e bases, hidrólise e solubilidade e, o mundo em transformação - noções gerais sobre a composição, a utilização de recursos naturais da crosta terrestre, da atmosfera, da biosfera e da hidrosfera e as consequências dessa utilização. Como habilidades principais, a questão cobra que os candidatos sejam capazes de identificar e reconhecer, inferir e comparar. As habilidades secundárias cobradas são: estabelecer e explicitar relações entre informações, conceitos, fenômenos, contextos, problemas e pontos de vista a partir de evidências logicamente construídas; indicar as evidências nas quais se baseou para produzir as respostas solicitadas. Na área específica da Química são habilidades exigidas na questão: ler, analisar, comparar e interpretar informações em textos variados, inclusive tabelas, gráficos, figuras, imagens etc.; resolver problemas de Química que envolvam contextualização de fenômenos e processos científicos, aplicação de conceitos e informações a situações; descrever, analisar e relacionar conceitos fundamentais de Química e elaborar respostas escritas que envolvam descrição, exposição e argumentação crítica com base no conteúdo programático de Química. De modo direto, a questão trabalha com uma temática vinculada à construção civil e à aplicação de uma técnica bioquímica para a resolução de um problema comumente relatado nesta área, mostrando como a utilização do conhecimento químico pode servir para a solução de questões econômicas e sociais. Uma vez que a questão aborda a produção bioquímica de uma substância e sua utilização, há relação direta com a biologia, apesar de não haver a necessidade do uso de conhecimentos desta área para a sua resolução.

Resposta Esperada

- a) Os candidatos deveriam utilizar das informações contidas no enunciado para elaborar sua resposta. A principal informação contida no enunciado para responder o item (a) está descrita em “A hidratação produz hidróxido de cálcio, que reage com o dióxido de carbono presente na atmosfera ambiente. O bioconcreto, um novo produto no mercado, é caracterizado pela presença de bactérias cujas cargas negativas em sua superfície atraem íons metálicos positivos que precipitam com ânions do ambiente do concreto; forma-se, com isso, um sólido pouco solúvel, responsável por fechar as fissuras”. Em função desta informação os candidatos deveriam descrever o processo pela representação das seguintes equações químicas que representam os processos descritos:

Processo 1 - hidratação produz hidróxido de cálcio: $\text{CaO}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} = \text{Ca(OH)}_{2(aq)}$

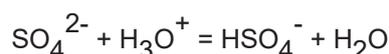
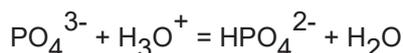
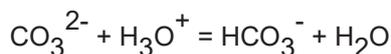
Processo 2 - hidróxido de cálcio, que reage com o dióxido de carbono presente na atmosfera ambiente, forma-se, com isso,

um sólido pouco solúvel: $\text{Ca}(\text{OH})_2 (\text{aq})^+$



O produto que promove a reparação das fissuras é o carbonato de cálcio (CaCO_3), um sólido pouco solúvel em água.

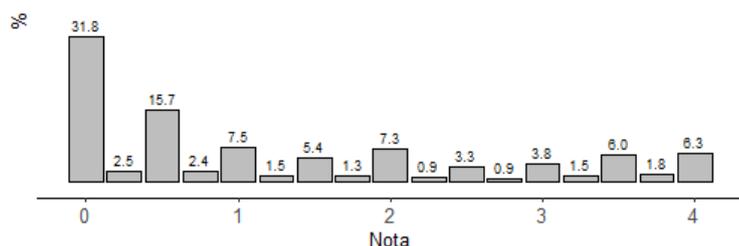
- b) Para o item (b), temos como resposta esperada o texto que segue. Primeiramente, os estudantes deveriam estabelecer os equilíbrios ácido-base associados aos ânions citados no texto:



Na segunda etapa, os estudantes deveriam utilizar das informações contidas no enunciado do item (b), destacado em *itálico*. De acordo com o texto, o ânion carbonato (CO_3^{2-}) está disponível em valores de pH mais elevados enquanto os ânions sulfato (SO_4^{2-}) e fosfato (PO_4^{3-}) estão disponíveis em valores de pH menores. Portanto, pode-se concluir que o ácido HSO_4^- e o ácido HPO_4^{2-} são ácidos mais fortes (apresentam maiores valores de K_a) que o ácido HCO_3^- . Deste modo, o pK_a do ácido HCO_3^- tende a ser maior do que o dos ácidos HPO_4^{2-} e HSO_4^- .

Observação: considerações semelhantes levando em conta H_2CO_3 , H_2SO_4 e H_3PO_4 foram igualmente aceitas.

Desempenho dos candidatos



Esta questão aborda alguns processos químicos que ocorrem durante a preparação do concreto utilizado na construção civil, um tema que se apresenta cotidiano. Apesar deste fato, a questão foi considerada muito difícil, com índice de facilidade de 0,32 mas, com grau de discriminação adequado (0,68). Alguns fatores podem estar relacionados à dificuldade dos

candidatos. Primeiramente, para resolver esta questão os candidatos deveriam identificar corretamente algumas espécies químicas e estabelecer quais transformações químicas estas espécies sofrem de acordo com as condições apresentadas. Para isso, precisariam ter noções de equilíbrios químicos, em especial aqueles envolvendo conceitos de modelos ácido-base. O item (a), envolvia reações com baixo grau de complexidade e, de modo geral, os candidatos tiveram melhor desempenho em tal item. Por exigir conhecimentos técnicos mais específicos como conceitos ácido-base, pH, pK_a e K_a , o item (b) apresentou um nível de dificuldade maior, o que se refletiu no maior número de erros. Para o item (a), a resposta esperada contempla a apresentação da reação de hidratação do óxido de cálcio formando hidróxido de cálcio, e da reação do hidróxido de cálcio com dióxido de carbono formando carbonato de cálcio. Muitos candidatos tiveram dificuldades para identificar a fórmula correta das espécies, o que influenciou na descrição correta das equações químicas. Por exemplo, havia respostas com erros nas fórmulas para CaO , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e CaCO_3 , nas quais os candidatos não apresentaram corretamente os índices das quantidades dos átomos em cada fórmula. Muitos candidatos não conseguiram identificar o carbonato de cálcio como o produto responsável para promover a reparação de fissuras, e não conseguiram atribuir corretamente a solubilidade em água deste produto. Por exemplo, muitos candidatos responderam incorretamente que o carbonato de cálcio é uma espécie solúvel em água. Para o item (b), que envolvia conceitos ácido-base, muitos candidatos tiveram dificuldades em estabelecer os equilíbrios ácido-base relacionados aos ânions carbonato, fosfato e sulfato. Em alguns casos, não descreveram um equilíbrio ácido base, pois em vez de escreverem a reação dos ânions com um ácido como reagentes resultando nos ácidos correspondentes (hidrogenocarbonato, hidrogenofosfato ou hidrogenosulfato) e água, escreveram a reação dos ânions com outra base. Em outros casos, usaram como reagentes os ácidos hidrogenocarbonato, hidrogenofosfato ou hidrogenosulfato, mas escreveram a reação destas espécies com outros ácidos. Estes erros mostram as deficiências de alguns candidatos em diferenciar corretamente espécies ácidas de espécies básicas. Houve também uma grande dificuldade associada aos conceitos de pH, pK_a e K_a . Alguns erros comuns foram a utilização equivocada de pK_a como se fosse K_a , o que pode estar relacionado com falhas no conceito de que pK_a corresponde a $-\log K_a$. Outros erros observados estão relacionados à dificuldade de associar quais equilíbrios seriam favorecidos em diferentes faixas de pH de acordo com as informações sobre desprotonação informadas no texto. O enunciado e as demais informações constantes na questão estavam claras. Nos parece que houve dificuldade por parte de boa parte dos candidatos em aplicar conceitos básicos da química, como reações ácido base.

Comentários Gerais

No item (a), os candidatos tiveram melhor desempenho e tal fato reside no menor grau de complexidade associado. Os nomes das substâncias se apresentavam no enunciado e a questão exigia apenas a transcrição para a linguagem química na forma de equações.

" Já o item (b), envolvia o conhecimento de conceitos chave como pK_a e K_a , além de o enunciado descrever as interações dos ânions e o grau de ionização das espécies, causando grande dificuldade na construção da resposta correta e ainda, muitas provas sem resposta (em branco)." Esta questão, como previsto pela banca, é uma questão com elevado grau de dificuldade por envolver, principalmente no item (b), assuntos associados a fórmulas, equilíbrios e, de certo modo, a um raciocínio matemático. Ao elaborar a questão, a banca já previa um índice de acertos baixo e, esta questão foi produzida de modo a balancear o grau de dificuldade mais fácil previsto em outros itens da prova e, portanto, com a intenção de discriminar candidatos de alto rendimento.

QUESTÃO 16

Em um artigo científico, os autores apresentam a figura A com o objetivo de resumir os aspectos mais importantes de um estudo realizado.

- A partir da figura A, indique a finalidade do experimento, nomeie o processo de transformação e descreva como o experimento foi conduzido. Não deixe de citar aspectos químicos representados pelos elementos gráficos da figura.
- A figura B mostra alguns resultados obtidos no referido trabalho. Tendo em vista os dados apresentados, proponha a pressão que deve ser escolhida para a produção com maior proporção de hidrocarbonetos mais leves. Justifique sua escolha.

Figura A

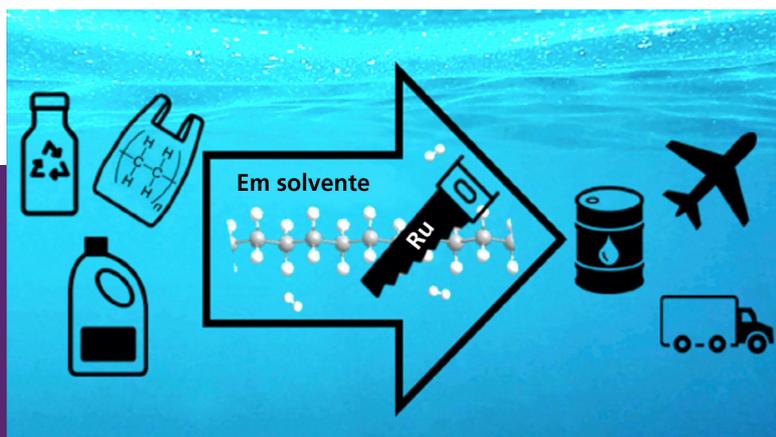
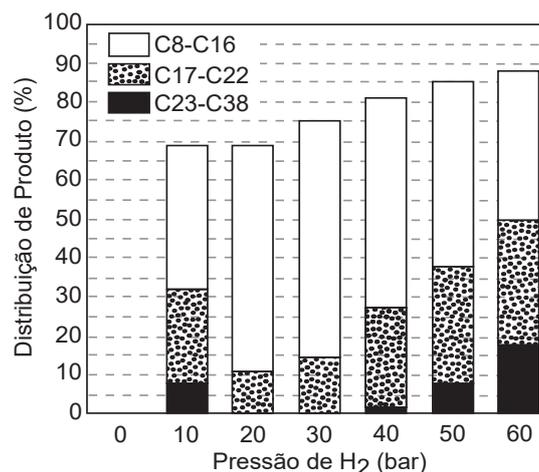


Figura B



Objetivo da Questão

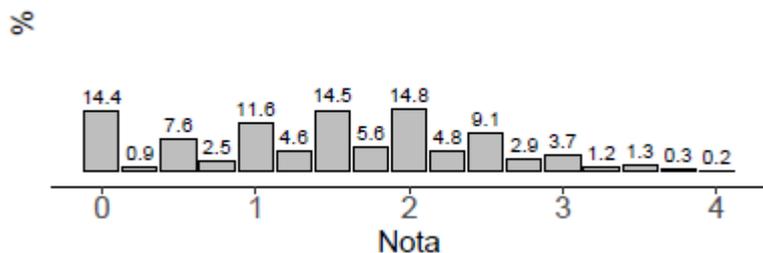
Esta questão teve por objetivo central avaliar a capacidade do candidato em identificar, a partir de uma figura, vários itens do programa de química, tais como: simbologia química, noções gerais sobre a composição, a utilização de recursos naturais da crosta terrestre, da atmosfera, da biosfera e da hidrosfera e as consequências dessa utilização; química de compostos orgânicos; noções de polímeros; efeito do estado de agregação, da concentração, da pressão, da temperatura, e do catalisador na velocidade das transformações das substâncias. De modo geral, a questão contempla todas as habilidades gerais propostas no programa (identificar e reconhecer; inferir, analisar criticamente, comparar, formular hipóteses a partir de evidências e aplicar). Como habilidades secundárias, a questão busca que os alunos possam: estabelecer e explicitar relações entre informações, conceitos, fenômenos, contextos, problemas e pontos de vista a partir de evidências logicamente construídas; explicar conceitos, fenômenos, contextos e problemas; indicar as evidências nas quais se baseou para produzir as respostas solicitadas e produzir textos curtos a partir de recursos como figuras. Especificamente para a química, as habilidades exigidas são: ler, analisar, comparar e interpretar informações em textos variados, inclusive tabelas, gráficos, figuras, imagens etc; descrever, analisar e relacionar conceitos fundamentais de Química; elaborar respostas escritas que envolvam descrição, exposição e argumentação crítica com base no conteúdo programático de Química.

Resposta Esperada

- A finalidade do experimento é transformar materiais poliméricos (plástico descartado), que apresentam uma cadeia orgânica longa, em combustível, que possui uma cadeia orgânica menor. O experimento consiste em quebrar as cadeias poliméricas, utilizando um reagente de Ru, que atua como um catalisador da reação. O processo consiste em um craqueamento catalítico, empregando um solvente.

- b) Deve ser escolhida a pressão de 20 ou 30 bar. Para ambas as pressões, não se observa a produção da fração mais pesada (C23-C28), sendo que as pressões apresentam uma maior proporção de hidrocarbonetos leves (C8-C16), em torno de 80%.

Desempenho dos candidatos



A questão apresentou um índice de facilidade de 0,369, sendo considerada difícil, porém, com um grau de discriminação considerado bom (0,41). Pode-se observar, pelo gráfico de distribuição de notas, que uma fração muito pequena dos candidatos acertou integralmente a questão. No item a), os candidatos encontraram dificuldade em interpretar que o processo envolvia a transfor-

mação de um material polimérico (representado pelas embalagens plásticas, reforçado por apresentar a fórmula , onde o n fora dos parênteses representa uma cadeia longa) e que essa transformação envolvia a reciclagem do material (representado pelo símbolo de reciclagem em uma das embalagens ). Embora muitos candidatos tenham compreendido que a transformação

envolvia a quebra de moléculas, não a associavam a um processo envolvendo um catalisador (Ru), assim como propunham que o produto final seria petróleo, um produto de cadeia longa e não utilizado diretamente como combustível em caminhões ou aviões, como indicado na figura. Desta forma, para o item (a), poucos candidatos compreenderam ou identificaram os vários elementos presentes na figura e fizeram sua análise considerando qual o reagente (substrato), qual o processo de transformação, qual o produto obtido para a aplicação apresentada. No item (b), o candidato tinha que identificar que a fração mais leve correspondia ao C8-C16 e que a pressão deveria ser escolhida para a produção com maior proporção de hidrocarbonetos mais leves e não a pressão com a maior quantidade absoluta da fração C8-C16. A identificação da pressão de 20 ou 30 como sendo 20 ou 30 bar, foi o item de maior índice de acerto na resposta da questão; entretanto, observou uma grande dificuldade em expressar a justificativa da escolha, ou seja, a apresentação de cálculos que evidenciassem ser nessas pressões que se observaram a proporção relativa.

Comentários Gerais

A questão exigia a interpretação da figura, tanto dos materiais quanto da transformação ilustrada. Os candidatos mostraram dificuldades em identificar o tema da reciclagem e o intuito de se produzir combustível a partir de plásticos/polímeros – seja por não perceber que todos os materiais de partida eram embalagens plásticas (entre outros, foram chamados de hidrocarbonetos, lixo/rejeitos e até vidros); seja por não identificar a produção de combustível como objetivo final (o erro mais comum foi indicar que se tentava obter petróleo). A maioria associou o serrote à quebra da molécula/quebra da cadeia, mas diversos termos, corretos (catálise, despolimerização, lise, quebra, ruptura, rompimento) e incorretos, foram utilizados para denominar a transformação ocorrida. Foi comum mencionarem que o processo ocorreria em água/em meio aquoso ou que seria realizado no oceano, sendo que a seta indicava o uso de um solvente, em que se tratando de polímeros e combustível, a água teria pouca ou nenhuma compatibilidade com o processo. Foi notável, ainda, o pouco conhecimento do Ru (rutênio) como elemento químico e de sua função no processo. Por vezes, evitou-se escrever o nome do elemento para não errar; ou foi escrito errado (rutânio, rutônio, ruênio) ou, ainda, foi confundido com outro elemento (rubídio, principalmente). No item (b), como mencionado, uma parcela significativa dos candidatos fez a escolha correta da pressão, porém, poucos, fizeram uma análise numérica e/ou percentual mais detalhada, para justificar a escolha. A porcentagem baixa de notas 4 surpreendeu a banca corretora, pois, o item (b) dependia essencialmente de leitura da interpretação do gráfico e de uma justificativa baseada na proporcionalidade. A estrutura da questão privilegia a leitura e interpretação de elementos gráficos, cada vez mais recorrentes com o avanço do conteúdo digital, que remetem a conceitos básicos de química.

QUESTÃO 17

Nos últimos tempos, os consumidores observaram que, nas gôndolas dos supermercados, apareceram vários produtos alternativos derivados de leite, como as bebidas lácteas. Matéria veiculada recentemente em portal de notícias questiona: “Essas bebidas lácteas são saudáveis?”. O entrevistado responde: “O soro de leite pode ser consumido como leite sem problema, já que é similar ao leite desnatado, porém sem gordura”. A reportagem traz ainda uma série de informações sobre a composição do leite, do soro e de uma bebida láctea, conforme apresentado na tabela 1.

Comparação entre leite, soro e bebida láctea para 1 copo de 200 mL.

Tabela 1				Tabela 2	
	Leite integral	Soro	Bebida láctea*	Leite desnatado**	
Proteínas / g	6,6	1,5	2,4	5,8	
Gorduras / g	8,0	0,5	4,0	1,0	
Lactose / g	9,8	9,8	9,8	10	
Cálcio / mg	280	70	95	260	

*A composição da bebida láctea foi calculada considerando uma mistura de 60% de soro de leite e 40% de leite integral.

**Dados obtidos a partir do rótulo de um produto comercializado.

- a) Com base nas informações das duas tabelas, você concorda totalmente, concorda parcialmente ou discorda da declaração atribuída ao entrevistado? Justifique sua resposta.
- b) Considerando que os dados da bebida láctea tenham sido calculados em conformidade com o que se informa no rodapé da tabela 1, e que os outros dados dessa tabela estejam corretos, há algum erro nos dados da bebida láctea? Justifique.

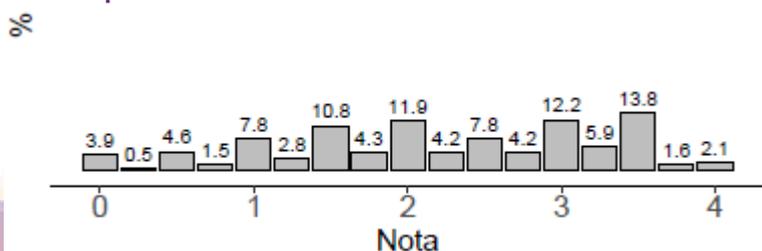
Objetivo da Questão

A questão, por si só, é um problema prático enfrentado pelo cidadão brasileiro em 2022 e que continua a existir em proporções cada vez maiores. Com o elevado valor dos produtos derivados do leite, as indústrias passaram a oferecer ao consumidor produtos similares aos convencionais, porém de qualidade e preços inferiores. Além disso, os supermercados colocam esses produtos nas mesmas gôndolas dos produtos convencionais, o que dificulta para o consumidor na hora da compra. Outras estratégias — como manter uma embalagem muito parecida com a do produto convencional, manter o volume da embalagem do produto, mas diminuir a quantidade em seu interior, mantendo-se o preço — são, no mínimo, mal intencionadas, mas que devem ser levadas em conta pelo cliente durante uma compra.

Resposta Esperada

- a) Na sua declaração, o entrevistado afirma que o soro de leite é similar ao leite desnatado, porém sem gordura. Para discutir a comparação do entrevistado é preciso observar a quantidade dos componentes em 200 mL para os dois líquidos (tabela 1 e tabela 2). Em relação à quantidade de proteínas, o soro apresenta 1,5 g e o leite desnatado 5,8 g, uma diferença considerável. Para a lactose, as quantidades são muito próximas; como ele fala em similaridade, a diferença pode ser desconsiderada. Em relação ao cálcio, a diferença é muito grande, já que no soro ele aparece como 70 mg e no leite desnatado 260 mg. Em relação à gordura, o entrevistado afirma que o soro não tem gordura, porém o teor é baixo, mas existe gordura. Assim, é possível concordar parcialmente com a afirmação do entrevistado.
- b) Para verificar se há algum erro nos dados calculados para a bebida láctea, é preciso calcular as quantidades de acordo com as informações e os dados da tabela e comparar os resultados com os dados apresentados. Isso se faz a partir de uma média ponderada, somando-se 0,60 da composição do componente considerado no soro e 0,4 no leite integral. Assim, para proteínas, na bebida seria = $(0,6 \times 1,5) + (0,4 \times 6,6) = 3,54$ g, que é bem diferente dos 2,4 g apresentados na tabela. O mesmo deve ser feito para todos os componentes, o que leva a: gordura = 3,5 g, lactose = 9,8 g e cálcio = 154 mg. Os resultados mostram que há erros nos dados da bebida láctea apresentados na tabela 1.

Desempenho dos candidatos



O desempenho geral dos candidatos foi em torno de 2,2 pontos em 4,0 possíveis, ou seja, uma média 5,5 pontos em 10, sendo classificada como uma questão média.

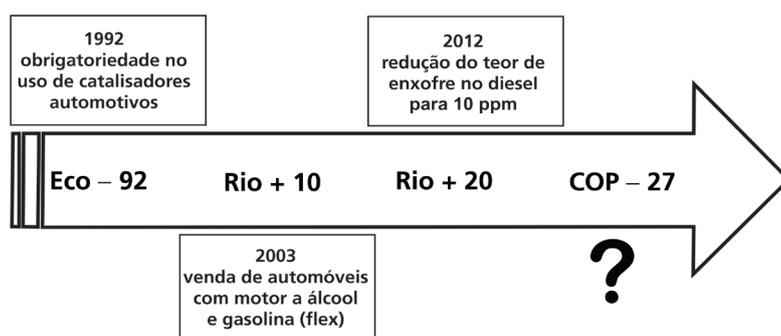
Comentários Gerais

O acerto mais comum no item (a) foi escolher concordar parcialmente com a declaração do entrevistado, porém sem apontar argumentos numéricos. Outro acerto comum foi concordar que o soro é similar ao leite desnatado, porém sem gordura, uma

resposta que é facilitada pelo fato de que nesse caso basta comparar dois valores apresentados nas tabelas. No item (b), o acerto mais comum foi calcular somente uma das quantidades de um componente e verificar que o valor diferia dos valores da tabela e que, portanto, havia erros na tabela. Também foi comum utilizar os dados para o cálcio de uma forma semiquantitativa, apontando que o valor de 95 mg estava muito próximo de 70 mg para o soro e que, portanto, isso configurava um erro na tabela. O erro mais comum nos dois itens da questão foi não utilizar valores numéricos para decidir se se concordava ou não com o entrevistado no item (a) e se havia erros nos valores atribuídos à bebida láctea na tabela 1. Para o item (a), da forma como está elaborada a questão, necessariamente a opção correta (concordar parcialmente) deve contemplar a comparação entre valores para, pelo menos, dois componentes, sendo uma delas concordante e outra discordante. Erro bastante comum nesse item foi fazer escolhas equivocadas, concordar totalmente ou discordar totalmente, apresentando argumentos (valores) incoerentes com a escolha. Também foi comum simplesmente fazer uma escolha e não utilizar argumento algum. Muitos candidatos tiveram muita dificuldade em perceber a extensão total da pergunta no item (a), não vislumbrando corretamente o que se pede no item. No item (b), essa dificuldade em perceber o que se pergunta está minimizada, uma vez que o que se questiona é mais comum. No entanto, o erro mais comum foi escolher corretamente que há erros na tabela, mas não utilizar nenhum valor numérico para justificar a escolha. Também foi comum o candidato não perceber ou não saber fazer o cálculo utilizando a média ponderada. Muitos candidatos também apresentaram os argumentos para justificar suas escolhas, utilizando textos pouco claros. O índice de facilidade foi de 0,55, o que evidencia uma questão de dificuldade média. Os dois itens mostraram resultados parecidos. A quantidade de brancos e zero ficou em 3,9%, e 48% dos candidatos tiveram nota abaixo da média da questão (2,2) e abaixo da média de pontos (2,0). Considerando o universo dos candidatos, esses resultados parecem normais em vista do assunto explorado. Como a questão exige comparações numéricas entre grandezas fornecidas ou então calculadas, sendo esses cálculos de baixa complexidade, os resultados estatísticos parecem normais. Há que se considerar que as perguntas exigem também certa interpretação de texto, já que os itens não explicitam exatamente como devem ser comparadas as grandezas físicas. Especificamente em relação ao conhecimento químico, o assunto diz respeito ao conceito de concentrações, quantidades e em matemática ao conhecimento de média ponderada.

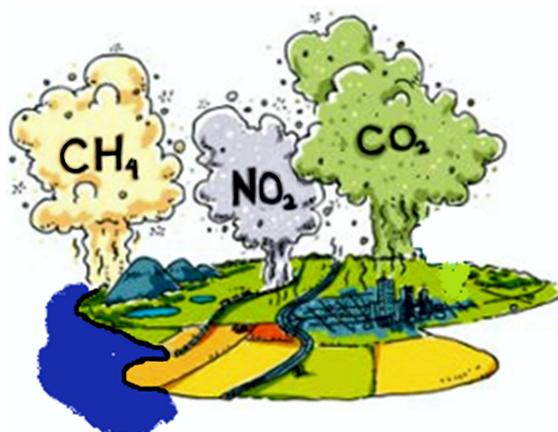
QUESTÃO 18

A linha do tempo ao lado apresenta eventos que ocorreram mundialmente com o objetivo comum de tentar estabelecer acordos entre os diferentes países para a mitigação de problemas ambientais – e algumas normativas (ações) adotadas no âmbito brasileiro (caixas de texto).



a) Cite um benefício, do ponto de vista da diminuição de problemas ambientais, obtido com cada uma das ações apontadas na linha do tempo. Proponha uma ação na mesma direção das ações adotadas anteriormente e justifique seu benefício no contexto atual.

b) Já em 1828, o cientista José Bonifácio de Andrada e Silva, conhecido como Patriarca da Independência, escreveu: “Nossas preciosas matas desaparecem, vítimas do fogo e do machado, da ignorância e do egoísmo. Sem vegetação, nosso belo Brasil ficará reduzido aos desertos áridos da Líbia. Virá então o dia em que a ultrajada natureza se ache vingada de tantos crimes”. Associe a visão de José Bonifácio a exemplos de atividades humanas e aponte, para cada atividade, o(s) gás(es) gerado(s), em conformidade com a figura ao lado.



Objetivo da Questão

Esta questão teve por objetivo central avaliar a capacidade do candidato em correlacionar ações de mitigação de problemas ambientais, propostos ao longo nos anos em fóruns internacionais, com os processos e fenômenos químicos diretamente relacionados, estando associado, dentre outros, com o tópico da utilização de recursos naturais da crosta terrestre, da atmosfera, da biosfera e da hidrosfera e as consequências dessa utilização. De modo geral, a questão contempla todas as habilidades gerais propostas no programa (identificar e reconhecer; inferir, analisar criticamente, comparar, formular hipóteses a partir de evidências e aplicar). Como habilidades secundárias, a questão busca que os alunos possam: estabelecer e explicitar relações entre informações, conceitos, fenômenos, contextos, problemas e pontos de vista a partir de evidências logicamente construídas; explicar conceitos, fenômenos, contextos e problemas; indicar as evidências nas quais se baseou para produzir

as respostas solicitadas e produzir textos curtos a partir de recursos como figuras. Especificamente para a química, as habilidades exigidas são: ler, analisar, comparar e interpretar informações em textos variados, inclusive tabelas, gráficos, figuras, imagens etc; descrever, analisar e relacionar conceitos fundamentais de Química; elaborar respostas escritas que envolvam descrição, exposição e argumentação crítica com base no conteúdo programático de Química.

Resposta Esperada

a) Linha do tempo:

1992: a transformação de gases poluentes liberados pelo motor (como CO, NO_x e C_xH_y) em compostos menos prejudiciais (como CO₂, H₂O e N₂).

2003: uso de combustível de fonte renovável, contribuindo para a redução na emissão de CO₂ (combustível de carbono neutro ou combustível neutro em carbono).

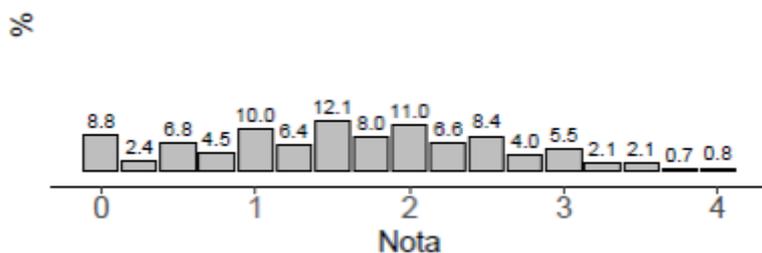
2012: redução de enxofre no diesel e concomitante diminuição na emissão de SO_x (SO₂).

2022: uso de H₂ (verde) como combustível, substituição de motores a combustão por motores elétricos, emprego de células a combustível (como exemplos de ações benéficas).

b) O poema de José Bonifácio se contemporiza pelas queimadas (fogo) e pelo desmatamento (machado). Exemplos de ações humanas geradoras dos gases incluem:

- produção de carvão vegetal: geração de CO₂;
- expansão imobiliária e ocupação do solo: geração de CO₂;
- produção de energia hidrelétrica: não captura de CO₂ e geração de CH₄;
- expansão agropecuária, produção de alimentos e biocombustíveis: não captura de CO₂, emissão de CH₄ e NO₂.

Desempenho dos candidatos



A questão apresentou um índice de facilidade de 0,40, sendo considerada de grau de dificuldade médio e com um grau de discriminação considerado bom (0,40). A banca elaboradora classificou a questão como difícil por envolver vários itens

para composição da resposta completa. Pode-se observar, pelo gráfico de distribuição de notas, uma distribuição bem ampla das notas concentradas entre 1 e 2,5, com uma fração muito pequena dos candidatos acertando integralmente a questão.

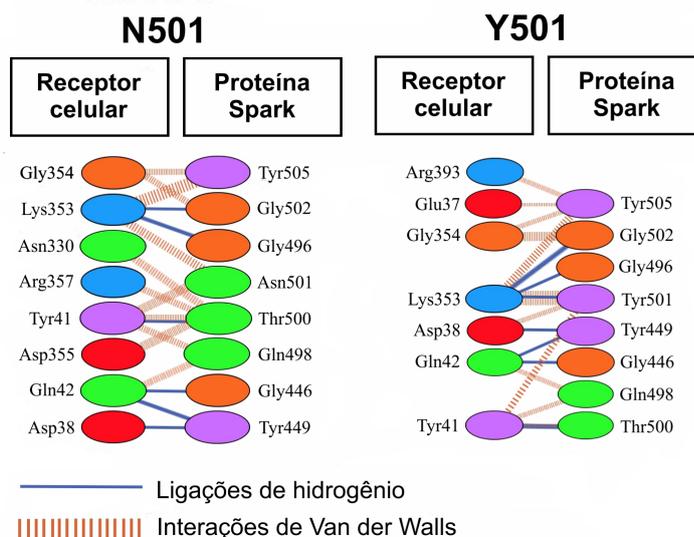
Comentários Gerais

O item (a) apresentava a linha do tempo com ações de mitigação de problemas ambientais e era solicitado que fosse citado, para cada ação proposta, qual a diminuição do problema ambiental obtido. Para a Eco-92, a obrigatoriedade do uso dos catalisadores proporcionou a emissão de gases menos prejudiciais/tóxicos/poluentes em virtude da conversão de CO, NO_x e C_xH_y em CO₂, H₂O e N₂. Equívocos comuns cometidos neste item foi: associar o uso dos catalisadores com o aumento da eficiência de combustão nos motores (os catalisadores automotivos estão localizados no saída dos gases, ou seja, no escapamento dos veículos), redução dos gases emitidos (há a redução do poder poluente dos gases emitidos, mas não redução propriamente dita do volume de gases emitidos, pois esta grandeza está associada à quantidade de combustível consumido pelo veículo), redução na emissão de CO₂ (como há conversão de CO a CO₂, o volume de emissão de CO₂ pode aumentar, o que é benéfico em comparação com a poluição por CO), redução de gases de efeito estufa (os catalisadores não eliminam a redução de CO₂ e SO₂). Para a Rio+10, a venda de automóveis com motor movido a álcool e gasolina (flex) traz como principal benefício o uso de combustíveis de fonte renovável, redução de uso de combustível fóssil e redução na emissão de CO₂, sendo o álcool um combustível de carbono neutro. Neste item, o principal erro foi a atribuição genérica à redução de poluição. Para a Rio+20, a redução do teor de enxofre no diesel para 10 pm, traz como principal benefício a diminuição na emissão de SO_x (SO₂) ou redução da chuva ácida. O principal erro neste item foi não associar o enxofre (S) de um gás (SO₂), limitando-se a ao uso genérico de redução de poluentes. O último item da questão (a) solicitava que se propusesse para a COP-27 uma ação na mesma direção das ações adotadas anteriormente, ou seja, que a ação estivesse dentro do contexto

de redução de poluição emitida por veículos. Assim, ações como uso de H_2 como combustível carro elétrico, células a combustível, carro híbrido, carro movido a energia solar indicavam a compreensão do enunciado da questão bem como o conhecimento das tendências desse setor, amplamente difundidos na mídia. O principal erro neste item foi a apresentação de ações dissociadas da poluição veicular. Por contemplar vários itens, que poderiam ser respondidos de forma objetiva e direta, observou-se textos longos e prolixos, com respostas genéricas. A capacidade de interpretação do enunciado e produção de textos curtos refletindo a análise crítica e conhecimento do tema foi de fundamental importância para o desempenho neste item da questão. Para o item (b), foi fornecido uma frase atribuída a José Bonifácio para que o aluno associasse as questões ambientes emergentes, principalmente na Amazônia brasileira e recorrentes na mídia. As respostas esperadas era relacionar “machado” com “desmatamento” e “fogo” com “queimadas”. Embora não fosse uma questão difícil e que estivesse bastante claro como relacionar os termos do verso com os problemas ambientais, foi bastante evidente que muitos alunos não conseguiram fazer estas ligações, acertando a questão muitas vezes apenas parcialmente ou errando completamente. A figura dificultava um pouco, uma vez que “desmatamento” poderia ser associado a questões indiretas, como os lixões a céu aberto, os gases poluentes, entre outros, que poderiam levar a uma contaminação do ambiente e, conseqüentemente, ao prejuízo ambiental (desmatamento). Adicionalmente, o candidato deveria associar ações humanas aos gases gerados, e a questão fornecia exemplos de gases, como CH_4 , CO_2 e NO_2 . As associações esperadas forma apresentadas no item “Respostas Esperadas”. O principal erro nesta questão foi associar a geração de CO_2 , gás mais utilizado como exemplo de ação humana, à queima de combustível fóssil, sendo que o texto de José Bonifácio remete às florestas e à época em que foi escrito não dispúnhamos de combustíveis fósseis. Tanto o item (a) como o (b) da questão eram compostos de vários tópicos para compor a resposta esperada e a distribuição de notas evidencia que poucos conseguiram identificar todos os principais elementos. Pelo grande grau de dispersão de acertos e erros entre os diferentes itens é muito difícil identificar qual o principal erro ou acerto. A banca elaboradora entende que se trata de uma questão ampla, em que o candidato tem também ampla possibilidade de se expressar (o índice de provas em branco foi em torno de 1%), aspecto esse positivo, mas que exige do candidato capacidade de síntese da resposta e objetividade ao expressar seu entendimento e conhecimento químico sobre os tópicos destacados na questão.

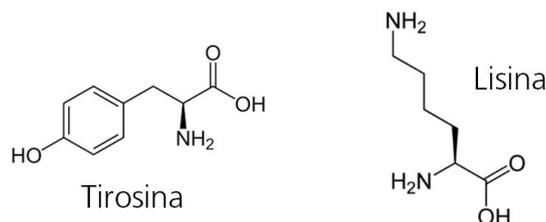
QUESTÃO 19

Um estudo realizado em 2021 identificou que a troca de um dos aminoácidos da proteína Spark do novo coronavírus pode ser um dos fatores que influencia uma maior taxa de contágio em uma de suas mutações. Na troca, o aminoácido asparagina (Asn) da posição 501 é substituído por tirosina (Tyr). Essa troca faz com que a cadeia da proteína Spark alterada (Y501) interaja com a cadeia proteica das células receptoras diferentemente de como interage a cadeia da proteína original (N501). A figura ao lado ilustra parte das interações intermoleculares entre os receptores celulares e a proteína do vírus original (N501) e a da mutação (Y501).



a) Identifique as diferenças nas interações intermoleculares entre os aminoácidos citados na troca e os aminoácidos do receptor celular. Justifique a alteração na taxa de contágio, considerando apenas mudanças nas energias das interações intermoleculares.

b) Considerando apenas a tirosina (Tyr501), explique e represente como esse aminoácido se liga ao seu vizinho (Tyr449) na proteína Spark. Escolha um dos tipos de interações que ocorrem entre a (Tyr501) e a (Lys353) do receptor celular e explique e represente como essa interação se estabelece.



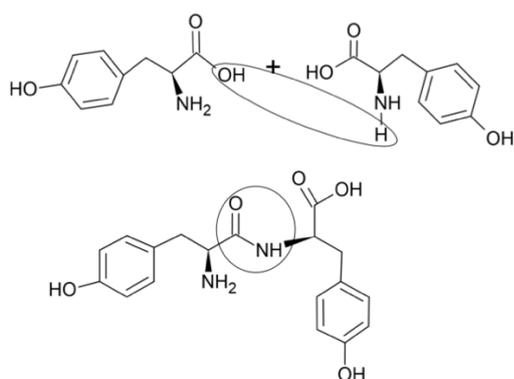
Objetivo da Questão

Os conceitos centrais envolvidos na questão estão relacionados ao estudo de: materiais - símbolos e fórmulas na representação de átomos, moléculas e íons; ligação química e as propriedades das substâncias; polaridade (restrito a moléculas mais simples como: água, dióxido de carbono, amônia, cloreto de sódio, metano etc.); interações intermoleculares: interações de Van der Waals e ligação de hidrogênio e Química de compostos orgânicos. De modo geral, a questão contempla todas as habilida-

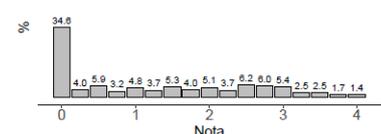
des gerais propostas no programa (identificar e reconhecer; inferir, analisar criticamente, comparar, formular hipóteses a partir de evidências e aplicar). Como habilidades secundárias, a questão busca que os alunos possam: estabelecer e explicitar relações entre informações, conceitos, fenômenos, contextos, problemas e pontos de vista a partir de evidências logicamente construídas; explicar conceitos, fenômenos, contextos e problemas; indicar as evidências nas quais se baseou para produzir as respostas solicitadas e produzir textos curtos a partir de recursos como paráfrases e sínteses para responder o que indica o enunciado. Especificamente para a química, as habilidades exigidas são: ler, analisar, comparar e interpretar informações em textos variados, inclusive tabelas, gráficos, figuras, imagens etc; descrever, analisar e relacionar conceitos fundamentais de Química; elaborar respostas escritas que envolvam descrição, exposição e argumentação crítica com base no conteúdo programático de Química. A questão trabalha com a temática das mutações virais do novo coronavírus, trazendo um estudo atual realizado por pesquisadores de uma universidade pública do estado de São Paulo. Portanto, a temática é atual e presente no cotidiano dos estudantes. De forma direta há uma relação com a biologia uma vez que relaciona as proteínas presentes nos vírus com os tipos de interação intermoleculares e ligações químicas. A questão apresenta, marcadamente, aspectos bioquímicos.

Resposta Esperada

- a) Para o item (a), pode-se estabelecer como resposta esperada o seguinte texto. No vírus que não sofreu a mutação, indicado na figura pela descrição N501, a asparagina (Asn), da posição 501, realiza interações de Van der Waals com outros dois aminoácidos, enquanto na mutação indicada na figura, descrita pela simbologia Y501, a tirosina (Tyr) na posição 501 realiza, além de interações de Van der Waals, Ligações de Hidrogênio. O conteúdo energético das Ligações de Hidrogênio é maior do que nas interações de Van der Waals, o que faz com que o vírus interaja mais fortemente com o receptor celular, tendo maior possibilidade de entrar na célula.
- b) Para o item (b), pode-se estabelecer como resposta esperada o seguinte texto. A interação entre a tirosina (501) e o aminoácido vizinho, também tirosina (449), é uma ligação química que faz parte da estrutura da proteína. A ligação é denominada ligação peptídica e se dá entre um grupo amina de um dos aminoácidos, com o grupo carboxila de outro aminoácido. A interação da tirosina da proteína Spark com a lisina do receptor é uma interação entre moléculas (forças intermoleculares sendo ligações de hidrogênio e interações de Van der Waals). Essas interações se dão devido à diferença de polaridade entre os grupos presentes nas moléculas. Alternativamente, o candidato pode ilustrar por meio de representações a ligação química formada no primeiro caso, como mostra a figura abaixo.

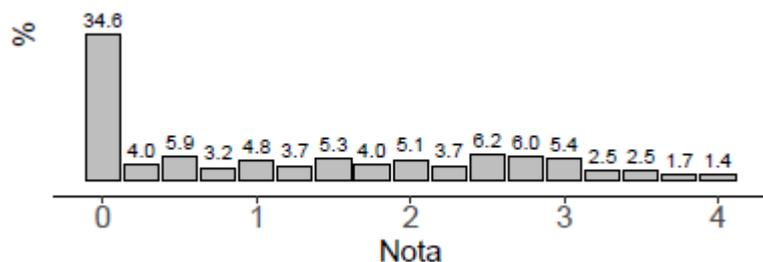


Os candidatos também poderiam representar as interações intermoleculares no segundo caso, como ilustra a representação abaixo.



É importante que os candidatos fizessem referência que, no primeiro caso, trata-se de uma ligação química (ligação peptídica) e, no segundo caso, trata-se de forças intermoleculares (Ligações de Hidrogênio ou forças de Van der Waals).

Desempenho dos candidatos



Esta questão teve um alto índice de respostas em branco (34,6%) mas, dentre os candidatos que responderam, houve uma boa discriminação. Pode-se estabelecer que, tanto as provas não respondidas, como as respostas avaliadas com valores inferiores à média foram causadas pelo fato de a questão envolver múltiplas linguagens e duas áreas de conhecimento. Os candida-

tos deveriam interpretar o texto do enunciado em conjunto com a figura disponibilizada para, a partir das informações extraídas, construir sua resposta na forma de argumento para o aumento da taxa de contaminação (no item (a)). Além disso, por envolver aspectos ligados à biologia, a mescla de áreas de conhecimento pode ter gerado maior dificuldade na interpretação e seleção de conceitos apropriados para a construção da resposta. No item (b), os candidatos foram cobrados em relação a dois conceitos principais: forças intermoleculares e ligações químicas. Apesar de conceitos com baixo grau de complexidade, o fato de os candidatos terem que representar as interações e a necessidade de ter que interpretar simultaneamente o texto e a imagem geraram dificuldades que se refletiram no desempenho.

Comentários Gerais

Os principais acertos da questão estão relacionados à identificação na mudança de interação que ocorre entre os aminoácidos do vírus e sua mutação. Os candidatos foram capazes de, ao interpretar a figura, notar que há mudança de forças de Van der Waals para Ligações de Hidrogênio e, sendo estas mais fortes, este fato poderia estar associado à maior taxa de contágio. Portanto o item (a) mostrou-se mais factível para os candidatos. As principais dificuldades, refletidas em erros, estão associadas ao item (b). Identificar e representar as interações entre os aminoácidos de cadeias distintas como forças intermoleculares e entre aminoácidos da mesma cadeia como uma ligação química (ligação peptídica) não foi trivial, gerando assim um maior conjunto de respostas erradas. Por envolver uma análise de múltiplas informações representadas em formatos diferentes e ainda envolver conceitos associados a duas áreas de conhecimento, a banca previa que a questão teria maior dificuldade, o que se refletiu no índice de facilidade de 0,32. Esta questão foi pensada pela banca para discriminar candidatos com mais alto rendimento, balanceando, deste modo, o grau de dificuldade da prova como um todo.

QUESTÃO 20

Apesar dos benefícios de proteção que o uso de cosméticos e bloqueadores solares traz à pele, sua presença também se conecta a problemas ambientais e de saúde. Para evitar reaplicações desnecessárias de bloqueadores de UV, a permeabilidade do princípio ativo na pele deve ser relativamente baixa. Essa permeabilidade pode ser descrita quantitativamente pelo coeficiente de permeabilidade, K_p (cm/s), que pode ser calculado a partir da massa molar M do produto químico e de seu coeficiente de partição K_{ow} = [soluto em octanol] / [soluto em água]. A relação empírica entre essas grandezas é dada pela equação:

$$\log K_p = 0,71 \log K_{ow} - 0,0061 M - 6,3$$

a) De acordo com esse modelo matemático, discuta, do ponto de vista quantitativo, como a massa molar e a hidrofobicidade do princípio ativo se correlacionam com o tempo de reaplicação do protetor.

b) Acredita-se que a presença de compostos per- e poli-fluoroalquís (PFAS) em cosméticos pode aumentar o conforto de uso, a durabilidade e a capacidade de espalhamento do cosmético. Sua presença em cosméticos, no entanto, pode vir de transformações de outros componentes presentes e não da adição intencional. A figura ao lado ilustra um trabalho sobre a presença dos PFAS em cosméticos. Interprete a figura levando em conta as informações dadas.



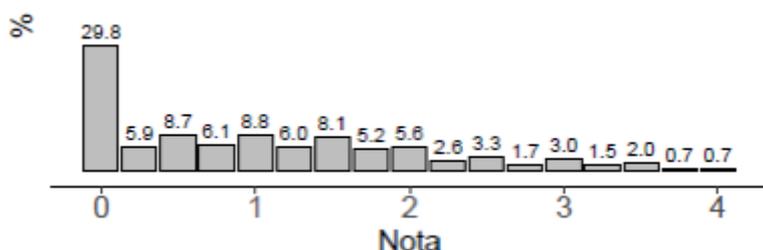
Objetivo da Questão

A questão, por si só, é um problema prático uma vez que aponta para problemas de saúde e ambientais no uso de cosméticos. O item (a) da questão é convencional dentro do ensino e mostra como um cientista pode prever algumas características do produto que deseja desenvolver; trata-se, portanto, de uma forma de modelagem das propriedades de um cosmético. O item (b), por outro lado, questiona os possíveis problemas ambientais e de saúde que o uso de cosméticos pode trazer, se certos cuidados na utilização dos produtos e no descarte das embalagens não forem observados. Dessa forma, essa questão explora dois tipos diferentes de avaliação, o item (a) exige conhecimentos em química e habilidades matemáticas e o item (b) exige habilidades de leitura e interpretação. A questão também se insere na área de biologia, saúde e ambiental.

Resposta Esperada

- a) O texto informa inicialmente que para evitar reaplicações o princípio ativo deve ser pouco permeável na pele e que o coeficiente K_p mede essa permeabilidade. Logo, quanto maior K_p mais permeável é o princípio ativo na pele e mais rapidamente deve ser reaplicado. De acordo com a equação, K_p é diretamente proporcional a K_{ow} e inversamente proporcional à massa molar M . Assim, quanto maior K_{ow} maior é K_p e, portanto, mais rapidamente o produto deve ser reaplicado. Como K_{ow} é o coeficiente de partição octanol/água do princípio ativo, esse valor será tanto maior quanto mais hidrofóbico ele for. Logo, quanto mais hidrofóbico é o princípio ativo menor é o tempo de reaplicação do produto. Em relação à massa molar, como massa molar menor e o K_p são inversamente proporcionais, quanto maior a massa molar, menor é o valor de K_p e, portanto, maior o tempo de reaplicação.
- b) O texto da questão inicia-se pela afirmação de que os cosméticos podem trazer malefícios à saúde e ao ambiente, exatamente o que é evidenciado na figura que acompanha o texto. Assim, o uso de cosméticos pode afetar a saúde humana já que seus componentes, intencionais ou não, podem ser absorvidos diretamente através dos canais lacrimais, por inalação e por ingestão, conforme mostra o lado esquerdo da figura. Por outro lado, caso ocorra um descarte irregular das embalagens contendo os componentes, esses componentes podem passar para o lençol freático, causando problemas ambientais e também sendo indiretamente absorvidos por ingestão da água contaminada

Desempenho dos candidatos



A média na questão foi aproximadamente 1,1 pontos em 4,0 possíveis, ou seja, uma média de 2,8 pontos em 10, sendo classificada como uma questão difícil.

Comentários Gerais

O acerto mais comum no item (a) foi relacionar a massa molar com o tempo de aplicação do protetor, uma vez que a equação matemática explicita diretamente que a correlação entre K_p e a massa molar é direta, ou seja, basta que se observe que há um sinal negativo para a massa molar, mostrando uma relação inversa entre as grandezas K_p e M . No item (b), o acerto mais comum foi observar que os cosméticos podem ser absorvidos diretamente pelos olhos, pelo nariz e pela boca. No geral, o desempenho dos candidatos foi muito baixo, de forma que esses acertos foram os maiores responsáveis pela baixa pontuação na questão. Difícil apontar erros mais comuns nos dois itens, já que as notas foram muito baixas nos dois itens. A questão apresentou cerca de 30% de notas zero ou branco, por isso é difícil apontar um erro que possa ser usado para corrigir didaticamente algum aprendizado. O índice de facilidade foi de 0,262, o mais baixo nas questões de química, o que evidencia uma questão de grande dificuldade. Os dois itens tiveram médias próximas, mas o item (a) teve uma pontuação menor que o item (b). A quantidade de brancos e zero ficou em 30%, e 60% dos candidatos tiveram nota abaixo da média da questão (1,05) e 84% tiveram nota abaixo da média de pontos (2,0). Na previsão da banca elaboradora e do revisor, o item (b) foi considerado muito difícil, uma vez que ele exige uma série de operações mentais, além do conteúdo exigido; para se chegar à resposta correta do item (a), é preciso operar correlações matemáticas entre grandezas de uma equação e, além disso, lembrar que o termo hidrofobicidade se relaciona diretamente ao valor de uma constante de equilíbrio de partição. Assim, o item (a) é uma questão que exige algum conhecimento químico e um certo domínio matemático. Por outro lado, o item (b) foi considerado fácil ou médio pela banca elaboradora, mas isso não se materializou na prova. A principal dificuldade dos candidatos deve ter sido a leitura pouco cuidadosa das informações, uma vez que a frase inicial do texto da questão já expõe possíveis prejuízos causados pelo uso de cosméticos e protetores solares. Se isso não é levado em conta na resolução do item (b), é possível que a dificuldade já comece em saber o que exatamente está sendo perguntado. Então, para que item (b) seja considerado fácil, é preciso que a primeira frase do texto seja levada em conta, o que transforma o item num problema de leitura e interpretação, ao contrário do item (a), que exige bom domínio de conteúdo.