

2010
vestibular nacional
UNICAMP

2ª Fase

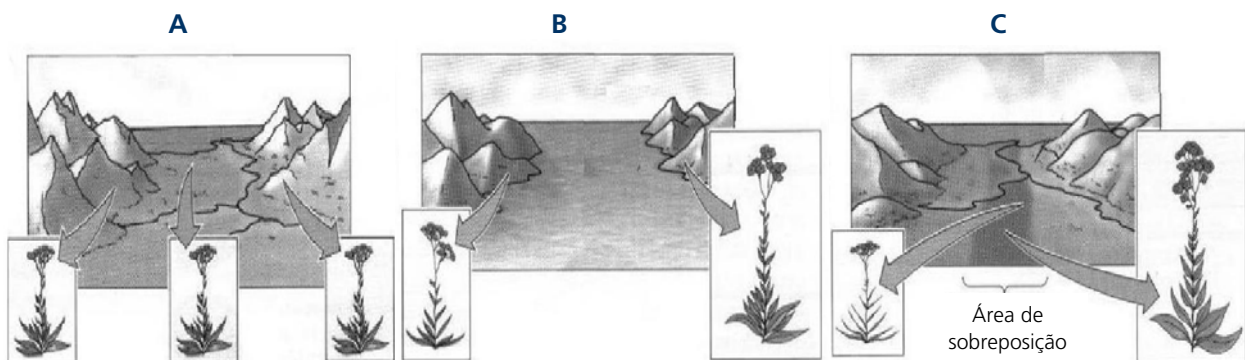
Ciências Biológicas

INTRODUÇÃO

A prova de Biologia da segunda fase procurou abranger as diversas áreas que fazem parte dos livros e do conteúdo programático de biologia para o Ensino Médio. Havia questões de evolução, biologia geral, biologia celular, ecologia, zoologia, fisiologia, genética e botânica. As questões tiveram discriminação moderada (ID=48,5) e foram de facilidade média (IF=43,3). As divergências de 1 ponto estiveram perto de 17%, o que não é um valor alto, considerando-se a diversidade de respostas em uma prova de biologia em que o candidato tem que justificar a sua resposta. Foram utilizados vários recursos pedagógicos como figuras, esquemas e gráficos, o que exigia que os candidatos os interpretassem corretamente para responder às questões. Das 12 questões, duas tiveram discriminação alta: a questão 14, que tratou de evolução e de reprodução vegetal, e a questão 21, que tratou especificamente de biologia celular. As demais tiveram discriminação moderada. A questão mais fácil foi a 19, com média de 2,2, que só não foi maior porque muitos vestibulandos interpretaram erradamente o gráfico, como se vê no comentário específico da questão. Em uma visão mais global e comparativa, a prova de biologia, em termos de discriminação, ficou na mesma faixa de química, matemática e inglês, só ficando distante da discriminação obtida pela prova de física, que foi muito alta.

13. As figuras abaixo mostram o isolamento, por um longo período de tempo, de duas populações de uma mesma espécie de planta em consequência do aumento do nível do mar por derretimento de uma geleira.

- Qual é o tipo de especiação representado nas figuras? Explique.
- Se o nível do mar voltar a baixar e as duas populações mostradas em **B** recolonizarem a área de sobreposição (Figura **C**), como poderia ser evidenciado que realmente houve especiação? Explique.



(Adaptado de Purves, W.K. e col., *Vida, a ciência da biologia*. ARTMED Ed., 2005, p. 416.)

Resposta Esperada

a) **(2 pontos)**

Especiação alopátrica ou geográfica, que é resultante da divisão de uma população em duas, por uma barreira física ou geográfica.

b) **(2 pontos)**

A especiação poderia ser evidenciada a partir do isolamento reprodutivo como consequência do isolamento geográfico. O isolamento geográfico pode tornar as duas populações tão diferentes geneticamente que a troca de genes entre elas não é mais possível, constituindo-se, então, duas espécies distintas.

Exemplo Acima da Média

a) O tipo é o allopátrico, pois surgiram novas espécies devido ao isolamento geográfico que impede o fluxo gênico. Assim, cada planta estará sujeita a pressão de um ambiente diferente, caracterizando esse tipo de especiação.

b) Poderia ser evidenciado através do isolamento reprodutivo, isto é, o cruzamento entre indivíduos da população que sofreram especiação não resultaria em descendentes ou se resultarem esses descendentes não são férteis. Infere-se então que os indivíduos cruzados que passaram pelo isolamento são de espécies diferentes, fato que resulta da especiação.

Exemplo Abaixo da Média

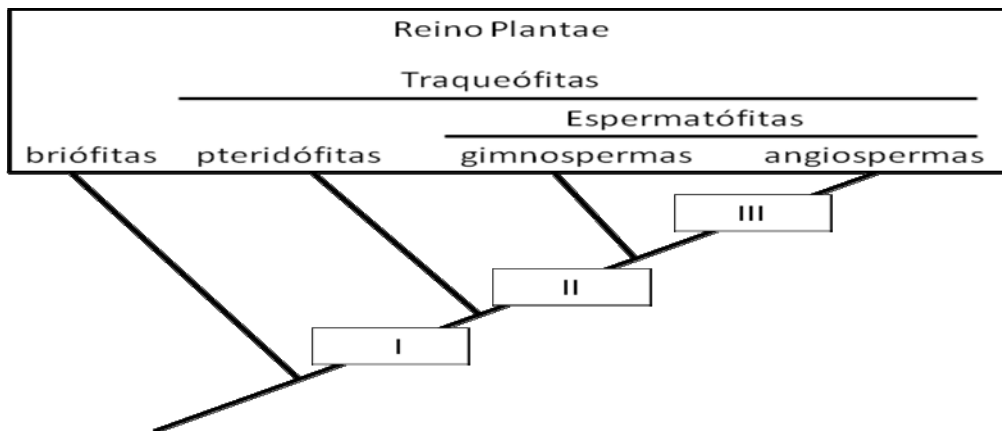
13a) O tipo de especiação representado nas figuras é de Angiospermas, pois essas plantas possuem flores e frutos e sementes. A polinização de sementes dessa planta se dá por meio de fatores ambientais, como o vento ou por meio de animais.

13b) Seria possível perceber se houve especiação na área de sobreposição se nesse local forem encontradas plantas germinadas com flores e frutos dessa espécie. As sementes, que antes não germinavam no solo, que se encontravam entre a água começaram a alcançar o solo que foi sobreposto sobre a água.

Comentários

A questão exigiu conceitos de evolução e especiação que, apesar de estarem bem apresentados nos livros didáticos do Ensino Médio, levaram 32% dos candidatos a errar integralmente a questão. O que se observou foi que muitos candidatos não sabiam nada sobre o assunto, e escreveram coisas sem nenhuma relação com uma possível resposta. Muitos apenas colocaram em palavras o que estavam vendo nos desenhos, sem responder às perguntas. No item b, houve muita confusão sobre a impossibilidade da troca de genes, aparecendo muitas respostas que mencionaram formação de híbridos, descendentes inférteis e impossibilidade de germinação como solução ao problema proposto.

14. O esquema abaixo representa o mais recente sistema de classificação do Reino Plantae.



- a) Os algarismos romanos representam a aquisição de estruturas que permitiram a evolução das plantas. Quais são as estruturas representadas por I, II e III? Qual a função da estrutura representada em I?
- b) A dupla fecundação é característica das angiospermas. Em que consiste e quais os produtos formados com a dupla fecundação?

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

I – tecido vascular ou vasos condutores ou tecido condutor ou xilema e floema; II – semente; III – fruto ou flor e fruto. A função da estrutura representada por I é condução /transporte de seiva bruta e elaborada.

b) (2 pontos)

A dupla fecundação é a união dos dois gametas masculinos produzidos pelas angiospermas, um com os núcleos polares ou célula média e o outro com a oosfera ou gameta feminino. A partir da fusão de um dos gametas masculinos com a célula média forma-se o endosperma $3n$ e a fusão de outro gameta com a oosfera resulta no zigoto $2n$.

Exemplo Acima da Média

Ⓐ O algarismo I representa os vasos condutores, o II representa as sementes nuas e o III representa os frutos. Os vasos condutores são responsáveis pelo transporte das seivas brutas e orgânica para toda a planta.

Ⓑ A dupla fecundação consiste na fertilização conjunta de um núcleo espermático com a oosfera formando o embrião e um segundo núcleo espermático com dois núcleos polares originando o endosperma ($3n$), responsável por nutrir o embrião ($2n$).

Exemplo Abaixo da Média

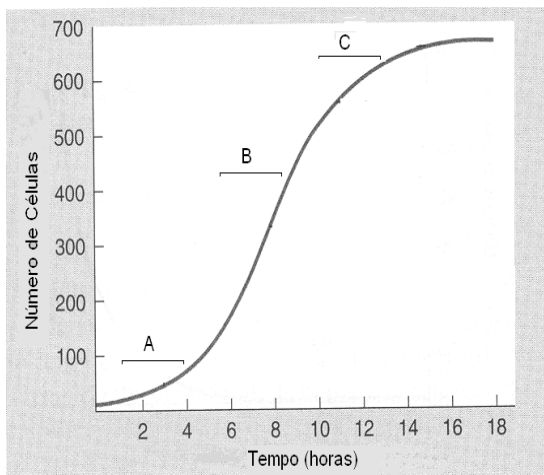
a) OS ALGARISMOS I, II E III REPRESENTAM SEMENTE, FLOR E FRUTO, RESPECTIVAMENTE. A FUNÇÃO DA SEMENTE É A REPRODUÇÃO DAS TRICÓFITAS, SENDO PROTEGIDO PELA FRUTO NAS ANGIOSPERMAS.

b) A DUPLA FECUNDAÇÃO OCORRE QUANDO UMA CÉLULA DIPLOIDE DA ORIGEM A DUAS CÉLULAS HAPLOIDES. O PRODUTO É UMA GERAÇÃO DE PLANTAS HAPLOIDE (N), QUE DÁ ORIGEM A UMA ÚNICA GERAÇÃO DIPLOIDE.

Comentários

Esta questão teve uma boa dispersão de notas, sendo uma das questões de maior discriminação. Exigia conhecimento de evolução dos grandes grupos de plantas e de ciclo de vida. Os 48% das notas entre 1 e 2 se devem em grande parte às respostas dadas ao item **a**. As respostas erradas no item **b** permitiram perceber que o tema da dupla fecundação em plantas ainda é um assunto difícil. Houve respostas afirmando que a dupla fecundação garante a alternância de gerações, ou que é a fecundação de um óvulo $2n$ por outro óvulo n , formando um óvulo $3n$.

15. O gráfico abaixo mostra o crescimento da população de uma determinada bactéria *in vitro*.



- Compare as tendências de crescimento populacional nos períodos A e C. Em qual desses períodos a tendência de crescimento é maior? Dê uma explicação para o fato de essas tendências serem diferentes nesses períodos.
- O crescimento da população de bactérias ocorre por reprodução assexuada, enquanto em eucariotos ocorre, principalmente, por reprodução sexuada, que permite maior variabilidade genética. Na meiose, além da separação independente dos cromossomos, um outro evento celular constitui importante fonte de variabilidade genética em espécies com reprodução sexuada. Que evento é esse? Explique.

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

Em **A** a tendência de crescimento é maior do que em **C**. Em **A** havia uma população pequena e bastante disponibilidade de alimento e espaço; já em **C** a população era maior e a quantidade de alimento e espaço era menor.

b) (2 pontos)

O evento celular que leva à variabilidade genética é a recombinação (ou *crossing-over* ou permuta) entre cromossomos homólogos. Esse evento ocorre na meiose e consiste na troca de partes entre cromossomos homólogos, resultando em cromossomos diferentes daqueles parentais.

Exemplo Acima da Média

a) Em A a tendência de crescimento é maior, pois a taxa de reprodução é alta para que as bactérias possam colonizar o ambiente e a taxa de nutrientes disponíveis é alta. Já em C o crescimento é menor pois há um número alto de indivíduos, a disponibilidade de alimento diminui, além da presença de toxinas produzidas pelas próprias bactérias, fatores que diminuem o crescimento, mantendo um certo equilíbrio populacional.

b) A permutação (crossing-over). Evento que ocorre na primeira divisão meiótica, em que ocorre a troca de fragmento entre os cromossomos homólogos.

Exemplo Abaixo da Média

a) No período C devido a proporção de número de células ser maior.

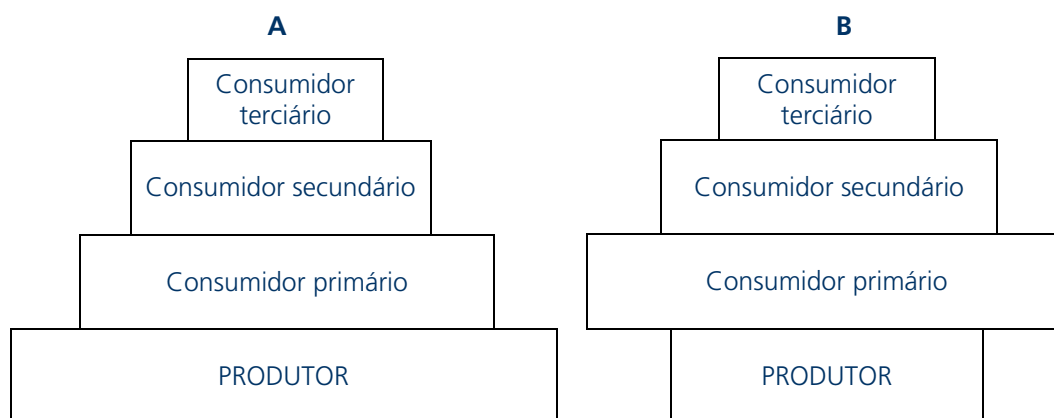
b) Permutação, originando mutação através da troca de seqüências de aminoácidos nos cromossomos homólogos.

Comentários

Foi uma questão de facilidade média (IF=0,51) e discriminação moderada (ID=0,49). O candidato precisava responder sobre a tendência de crescimento de uma população de bactérias a partir das informações de um gráfico. A grande maioria interpretou o gráfico corretamente, respondendo que no período **A** a tendência de crescimento era maior do que no período **C**; porém, muitos justificaram de forma completamente errada, afirmando que a diminuição do crescimento em **C** se devia à fagocitose. Algumas respostas chegaram mesmo a surpreender, pois os candidatos justificaram as diferenças de crescimento pelo fato de em **A** haver bactérias unicelulares ou acelulares, e em **C** haver bactérias pluricelulares, demonstrando um completo desconhecimento sobre bactérias. No item **b** dessa questão, os candidatos deveriam identificar o evento celular da meiose responsável pela variabilidade genética. O item foi bem respondido, mas só parcialmente pela maioria. Embora os candidatos tenham identificado corretamente a recombinação como o evento em questão, erraram ao explicá-la como a troca de seqüência de aminoácidos entre os cromossomos, demonstrando uma vez mais completo desconhecimento sobre composição das estruturas celulares.

16. Os seres vivos têm níveis de organização acima do organismo, e a Ecologia é a área da Biologia que estuda as relações entre os organismos e destes com o ambiente em que vivem. Dentre os vários níveis de organização podem ser citados a População, a Comunidade e o Ecossistema.

- a) As figuras abaixo representam a biomassa de níveis tróficos em dois tipos de ecossistemas. Relacione cada uma das figuras com um ecossistema. Justifique.
- b) Explique como o dióxido de enxofre (SO_2), liberado na atmosfera por diversas indústrias, pode afetar as populações dos diferentes níveis tróficos da pirâmide **A**.



Resposta Esperada

a) (2 pontos)

A: Ecossistemas terrestres (florestas, savanas, etc.) B: Ecossistemas marinhos.

Na maioria dos ecossistemas terrestres, a biomassa do nível inferior é sempre maior que a dos níveis superiores, em razão da perda de energia de um nível para o outro, causada pela respiração celular, que consome energia.

Nos ecossistemas marinhos, os produtores são algas unicelulares, organismos que têm reprodução muito mais rápida e taxa de mortalidade mais alta que os consumidores primários, os constituintes do zooplâncton. Desta forma, num dado momento, a biomassa do zooplâncton é normalmente maior do que a do fitoplâncton.

b) (2 pontos)

O SO_2 reage com o vapor d'água existente na atmosfera, produzindo ácido sulfúrico, que se dissolve na água das nuvens e cai no solo juntamente com a chuva (chuva ácida). Dessa forma, há uma acidificação do solo, o que altera a solubilidade de vários compostos nele presentes, prejudicando os produtores primários e afetando, assim, toda a cadeia alimentar do ecossistema.

Exemplo Acima da Média

a-) A figura A pode ser relacionada com um ecossistema de uma floresta, no qual a biomassa dos vegetais supera a dos consumidores devido ao grande peso das árvores. A figura B pode representar um ecossistema marinho, em que as algas possuem biomassa menor que a de seus consumidores, como o zooplâncton.

b-) O dióxido de enxofre na atmosfera reagirá com a água, gerando chuva ácida. Essa chuva ácida poderia causar a destruição dos vegetais, tanto pela queima das folhas quanto pela acidificação do solo, desestabilizando toda a cadeia alimentar, causando redução de certos consumidores por falta de alimento.

Exemplo Abaixo da Média

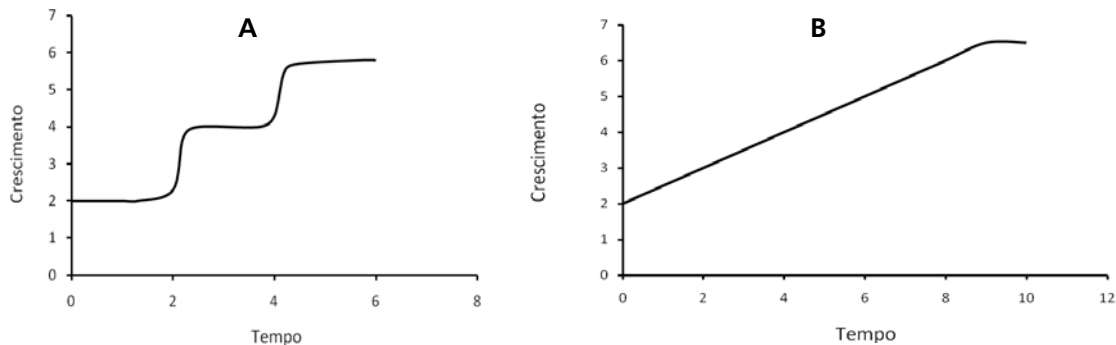
a) A pirâmide A pertence a um ecossistema equilibrado onde a quantidade de produtores é suficiente para alimentar o consumidor primário, e a quantidade de consumidores primários também é suficiente para alimentar o consumidor secundário e assim por diante. Já a pirâmide B pertence a um ecossistema em desequilíbrio pois não há quantidade suficiente de produtores para alimentar os consumidores primários.

b) Como o dióxido de SO_2 será observado por uma grande quantidade de produtores, por possuir efeito cumulativo o 2º e 3º nível trófico apresentará uma quantidade maior que o primeiro, e 3º nível uma quantidade maior que o 2º e assim por diante. Sendo assim o último nível trófico apresentará maior quantidade de SO_2 no organismo.

Comentários

Esta foi a questão que menos discriminou os candidatos na prova de Ciências Biológicas, apresentando ID igual a 0,4. A média foi de 1,4, o que indica que foi uma questão com dificuldade acima da média (IF=0,4). Esperava-se que o candidato pudesse identificar a diferença entre o fluxo de biomassa e o fluxo de energia entre os diversos níveis tróficos, e respondesse em quais ecossistemas essa diferença ocorre. Houve muitas respostas que confundiram o efeito do SO_2 no ecossistema com a bioacumulação de certas substâncias ao longo da cadeia alimentar. Muitas respostas erradas afirmaram que o efeito deletério do SO_2 era sua bioacumulação, e não a ocorrência de chuva ácida. A questão abordava o conceito de fluxo de energia e biomassa em um ecossistema, que, apesar de ser básico em Ecologia, ainda apresenta dificuldades para os alunos do Ensino Médio.

17. As figuras abaixo mostram o crescimento corporal de dois grupos de invertebrados até atingirem a fase adulta.



- a) Identifique um grupo de invertebrados que pode ter o crescimento corporal como o representado na figura **A** e outro como o representado na figura **B**. Justifique.
- b) Dê duas características morfológicas que permitam diferenciar entre si dois grupos de invertebrados relacionados com o gráfico **A**.

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

Figura A: qualquer grupo de artrópode (inseto, aracnídeo, crustáceo) e nemátoda; figura B: qualquer outro invertebrado (poríferos, equinodermos, etc.), pois os artrópodes têm exoesqueleto rígido, e seu crescimento só ocorre durante o processo de muda.

b) (2 pontos)

Insecta: corpo com cabeça, tórax e abdômen; um par de antenas; três pares de pernas torácicas nos adultos; respiração traqueal; presença de asas (na grande maioria dos grupos); olhos compostos; partes bucais com um par de mandíbulas (sem apêndices) e um par de maxilas; segunda maxila transformada em lábio. Pernas formadas apenas pelo endopodito; excreção por túbulos de Malpighi.

Aracnídeos: corpo com cefalotórax e abdômen; ausência de antenas; quatro pares de pernas cefalotorácicas nos adultos; respiração cutânea ou por filotraqueias; olhos simples; partes bucais com quelíceras; um par de pedipalpos; pernas formadas apenas pelo endopodito.

Crustáceos: cefalotórax e abdômen; dois pares de maxilas; um par de mandíbulas segmentadas, com palpos; pernas formadas por endopodito e exopodito; presença de pernas (apêndices) abdominais; respiração branquial nos adultos (em geral); excreção por glândula verde.

Miriápodos: corpo com cabeça e tronco; pernas nos segmentos do tronco; olhos compostos; partes bucais: 1 par de mandíbulas, um par de maxilas, lábio; pernas formadas pelo endopodito.

Exemplo Acima da Média

a) A figura A apresenta o crescimento de ~~invertebrados~~ Antrópodes e a figura B representa o crescimento de Moluscos. O primeiro grupo apresenta tal aspecto de crescimento devido às mudas ou ecdises, que não o momento em que o animal troca de exoesqueleto, modulando um maior, compatível com o maior tamanho do corpo. O segundo grupo tem um crescimento regular ao longo do tempo, como mostra o gráfico.

b) Dentre os Antrópodes, associados ao gráfico A, existem dois grupos com características diferentes: Insetos e Crustáceos. Os primeiros apresentam respiração traqueal e excreção por túbulos de Malpighi, enquanto os crustáceos apresentam respiração branquial e excreção por glândulas verdes.

Exemplo Abaixo da Média

a) O grupo de ~~invertebrados~~ que pode ter o crescimento corporal como representado na figura A é o grupo ^{dos serpentes} ~~dos réptis~~, pois eles sofrem o processo de muda durante o crescimento. Já o crescimento dos réptis pode ser representado pela figura B, pois eles têm um crescimento ininterrupto até a fase adulta.

b) Um grupo típico de peixes adquire o crescimento, o outro deve ser a caracapa.

Comentários

O objetivo básico desta questão era verificar: 1. o conhecimento da biologia do desenvolvimento de invertebrados, cobrando do candidato o conhecimento da diferença entre o desenvolvimento de um invertebrado que possui um exoesqueleto rígido e o desenvolvimento de um invertebrado sem tal característica; 2. o conhecimento das características morfológicas que diferenciam grupos de invertebrados com exoesqueleto rígido. Foi uma questão com um bom índice de discriminação (0,6) e com uma dificuldade média (0,4). Houve também uma grande variação de notas entre os candidatos com desempenho inferior (0,4) e os de desempenho superior (2,8). Apesar de a questão abrir a possibilidade para uma ampla gama de respostas corretas, muitos dos candidatos com baixo desempenho confundiram os grupos de invertebrados entre si, e invertebrados com vertebrados (invertebrados = serpentes, por exemplo). Embora se trate de conceitos básicos em zoologia, nota-se que muitos candidatos não os dominam.

18. Uma dona de casa, querendo preparar uma caldeirada de frutos do mar, obteve uma receita que, além de vegetais e temperos, pedia a inclusão de cação, camarão, lagosta, mexilhão e lula. Ela nunca havia preparado a receita e não conhecia os animais. O filho explicou que esses animais eram: um peixe cartilaginoso (cação), crustáceos (camarão e lagosta) e moluscos (mexilhão e lula).

a) Indique duas características exclusivas dos moluscos que poderão permitir sua identificação pela dona de casa.

b) Ao comprar o peixe, a dona de casa não encontrou cação e comprou abadejo, que é um peixe ósseo. Além da diferença quanto ao tipo de esqueleto, indique outras duas diferenças que os peixes ósseos podem apresentar em comparação com os peixes cartilaginosos.

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

Características gerais dos moluscos:

- corpo dividido em cabeça, pé e saco visceral (ou massa visceral);
- presença de concha com manto;
- presença de rádula;
- larva veliger (2º estágio larval, após a trocófora);
- corpo mole;
- presença de pálio (manto).

b) (2 pontos)

Peixes cartilaginosos têm brânquias que se abrem em fendas laterais, escamas placoides cobertas por esmalte semelhantes a um pequeno dente voltado para trás. Peixes ósseos: brânquias recobertas por um opérculo, pele com glândulas produtoras de muco, escamas achatadas.

Cartilaginosos	Ósseos
Opérculo (ósseo) ausente ou Brânquias que se abrem em fendas laterais	Opérculo (ósseo) presente ou Brânquias recobertas por opérculo (ou brânquias que se abrem em câmara comum)
Bexiga natatória (vesícula gasosa) ausente	Bexiga natatória presente
5 a 7 fendas branquiais	4 fendas branquiais
Fecundação interna	Fecundação externa
Boca ventral	Boca anterior
Cloaca	Ânus
Escamas placoides, de origem dermoepidérmica	Escamas achatadas, de origem dérmica
Excretam ureia	Excretam amônia
Nadadeira caudal assimétrica	Nadadeira caudal simétrica

Exemplo Acima da Média

a) Como característica exclusiva dos moluscos, tem-se: corpo dividido dividido em cabeça, pé, massa visceral, concha (interna ou externa) e rádula (língua de madeira). No caso, os pelecipoda não possuem concha, entretanto, mexilhões e lula pertencem a outras classes que dispõem de tal característica.

b) Algumas diferenças podem ser: - bexiga natatória presente
 - ausência de vesícula espiral
 - concha homocera
 - ausência das células de Koenigsi
 - excreta epitérmica
 - presença de brânquias
 - presença de opérculo

Exemplo Abaixo da Média

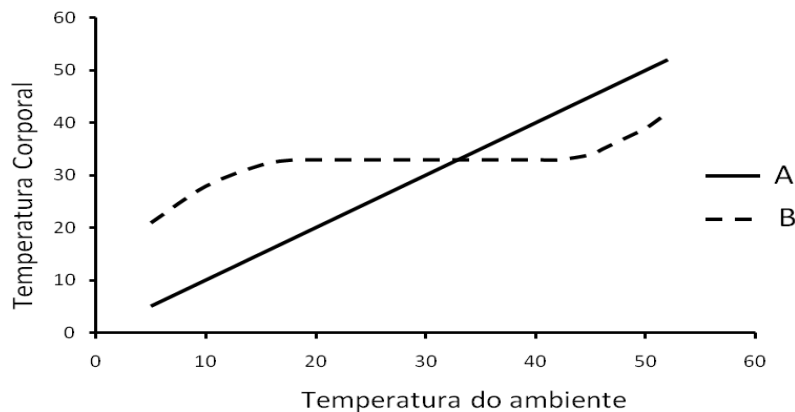
a) Os moluscos possuem pele muçosa e com simetria radial.

b) Podem se diferenciar pelo tipo de respiração pois o peixe ósseo possui respiração branquial.

Comentários

Esta foi uma questão com certo grau de dificuldade (IF= 0,4) e com boa discriminação (0,6). Ademais, a amplitude entre o grupo com desempenho inferior (0,5) e o grupo com desempenho superior (2,8) foi grande. A questão procurou cobrar dos candidatos: 1. conhecimentos sobre características morfológicas que diferenciam moluscos de outros invertebrados; 2. diferenças entre peixes ósseos e cartilagosos. São conhecimentos considerados básicos para um aluno do Ensino Médio. Entretanto, mais uma vez, muitos candidatos confundiram invertebrados com vertebrados, e mostraram desconhecimento das características morfológicas e fisiológicas básicas utilizadas na diferenciação entre táxons superiores de invertebrados e vertebrados.

19. O gráfico abaixo mostra a variação da temperatura corporal de dois grupos de animais em relação à variação da temperatura do ambiente.



- a) Dentre os anfíbios, aves, mamíferos, peixes e répteis, quais têm variação de temperatura corporal semelhante ao traço A e quais têm variação semelhante ao traço B? Justifique.
- b) Como cada um desses grupos de animais (A e B) controla sua temperatura corporal?

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

Anfíbios, peixes e répteis têm variação de temperatura semelhante ao gráfico A, enquanto aves e mamíferos têm variação de temperatura semelhante ao gráfico B.

Justificativa: anfíbios, peixes e répteis têm sua temperatura corpórea semelhante à do ambiente, enquanto aves e mamíferos mantêm sua própria temperatura, independentemente da temperatura ambiente.

b) (2 pontos)

Os animais cuja temperatura corporal varia conforme o gráfico A procuram lugares mais frescos, na sombra, quando a temperatura ambiente se torna elevada (e lugares mais quentes, quando a temperatura estiver baixa). Já os que se comportam conforme o gráfico B mantêm sua temperatura corpórea por meio do calor gerado pelo próprio metabolismo.

Exemplo Acima da Média

a) O traço A engloba os animais poiquilótermos, ou seja, aqueles que variam sua temperatura corporal segundo a ambiente, que são, no caso, os anfíbios, peixes e répteis. O traço B abrange os animais homeotermos, ou seja, aqueles cujas variações corporais na temperatura corporal são menores que as da temperatura ambiente, sendo o seu organismo, através de suas atividades metabólicas, capaz de fornecer alguma energia para manter a temperatura do corpo aproximadamente constante. O traço B engloba aves e mamíferos.

b) Os animais A regulam sua temperatura corporal de acordo com a temperatura ambiente, sendo que obtêm maiores temperaturas corporais nos meses mais quentes e menores nos mais frios, por exemplo. Já os animais representados por B mantêm, praticamente, constante sua temperatura corporal a partir da obtenção de energia pela oxidação de compostos orgânicos na respiração celular. Esse processo metabólico garante a manutenção da temperatura interna com uma menor influência da externa, em relação aos animais poiquilótermos em A.

Exemplo Abaixo da Média

a) Os animais de traço A possuem a temperatura corpórea constante, ou seja, eles são capazes de manter uma temperatura adaptando-se às variações do meio, são chamados homeotérmicos, eles são as aves e os mamíferos.

Os animais de traço B apresentam grandes variações de temperatura corpórea, ou seja, possuem capacidades reduzidas de manter-se em uma mesma temperatura; são chamados poiquilótermicos, eles são os anfíbios, os peixes e os répteis.

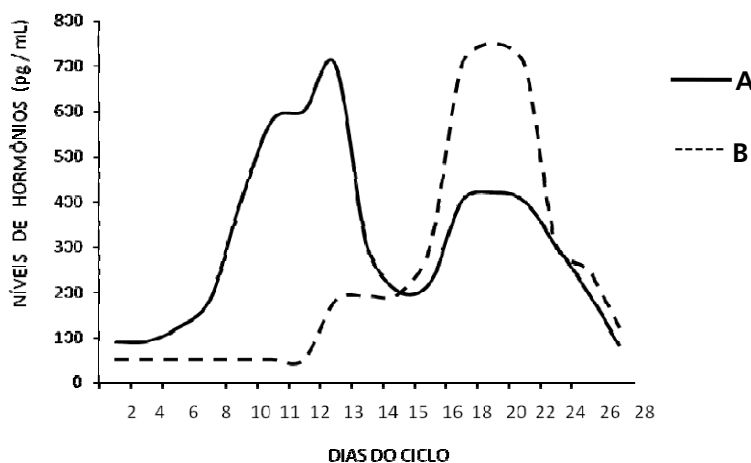
b) Os animais do grupo A controlam a temperatura corporal através do enrijecimento (ou não) de pelos ou penas, do controle da própria taxa metabólica e da realização ou não de tremores. Já esse grupo é capaz de controlar os níveis de calor dissipados pelo corpo (taxa metabólica e tremor) e de proteger do frio (com o enrijecimento).

Os animais do grupo B possuem, em geral, temperaturas próximas às do meio. O que eles podem fazer para manter uma temperatura é buscar locais mais frios no caso do aquecimento do meio, ou locais que lhe proporcionem proteção do frio. Eles ainda podem aumentar ou reduzir a superfície de contato do corpo com o meio, dependendo do posicionamento do corpo.

Comentários

Das questões da biologia, esta foi a mais fácil, com média de 2,2, facilidade média (IF=0,56) e discriminação moderada (ID=0,56). Inicialmente os candidatos tinham que interpretar corretamente o gráfico, identificar os grupos de animais que tinham variação de temperatura conforme o gráfico A ou conforme o gráfico B, e justificar a resposta. Embora tenha sido a questão mais fácil, houve erros primários em muitas provas. Muitos escolheram o traço **A** para animais que tinham temperatura constante, talvez porque entenderam que a inclinação constante pudesse significar também temperatura constante, demonstrando deficiência em leitura de gráficos. Em outras respostas, embora constasse que os pecilotermos correspondiam à curva B, os candidatos explicavam que esses animais não tinham como controlar sua temperatura, o que está errado. Também houve muitas respostas em que os candidatos identificaram anfíbios e répteis como pecilotermos, mas classificaram os peixes como homeotérmicos, juntamente com aves e mamíferos.

20. O gráfico abaixo mostra a variação na concentração de dois hormônios ovarianos, durante o ciclo menstrual em mulheres, que ocorre aproximadamente a cada 28 dias.



- a) Identifique os hormônios correspondentes às curvas A e B e explique o que acontece com os níveis desses hormônios se ocorrer fecundação e implantação do ovo no endométrio.
- b) Qual a função do endométrio? E da musculatura lisa do miométrio?

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

A= Estrógeno; B=Progesterona. Com a implantação do ovo no endométrio, os níveis dos dois hormônios sobem, devido à produção da gonadotrofina coriônica pelas vilosidades coriônicas, o que mantém o estímulo ao corpo amarelo para continuar produzindo os hormônios. Esses hormônios, a partir do quarto mês de gestação, são produzidos pela placenta.

b) (2 pontos)

Funções do endométrio:

- implantação do embrião. Outras funções: nutrição do embrião e participação na formação da placenta.

Função da musculatura lisa:

- promover a contração uterina durante o parto ou durante a menstruação.

Exemplo Acima da Média

a) O hormônio correspondente à curva A é o estrogênio, e à curva B é a progesterona. Caso haja a fecundação e a implantação do ovo no endométrio, os níveis desses hormônios aumentam, principalmente após o início da liberação destes pela placenta.

b) O endométrio tem como função manter o embrião preso à parede do útero. A musculatura lisa do miométrio é responsável pela contração do útero durante o parto, facilitando a retirada do bebê.

Exemplo Abaixo da Média

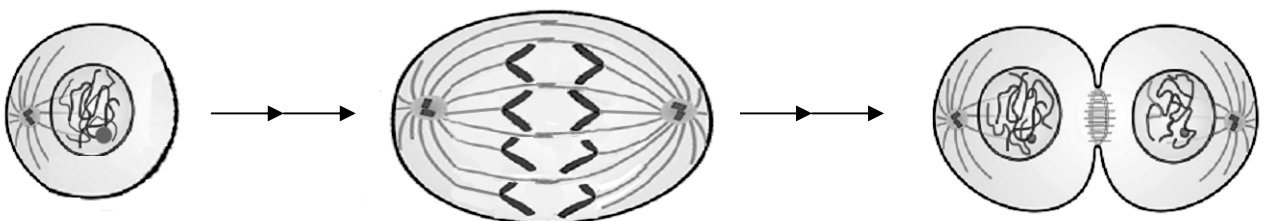
a) A é o hormônio gametofio e B é o hormônio de controle.

b) A calcula a temperatura e o nível de melhora da musculatura lisa mesmo que não se de parou com os hormônios femininos.

Comentários

Esta questão foi considerada a mais difícil da prova de Ciências Biológicas (IF=0,4 e média=1,4) e mostrou um dos maiores Índices de discriminação (ID=0,6). O objetivo básico da questão foi cobrar do candidato conhecimento sobre a variação dos níveis hormonais durante o ciclo menstrual da mulher, e sobre a influência da gravidez nesses níveis. Procurou também verificar o conhecimento dos candidatos sobre a função de alguns dos tecidos constituintes do útero (endométrio e miométrio). Este é um assunto exaustivamente abordado no Ensino Médio e muito explorado nos vestibulares. Entretanto, nota-se que muitos candidatos ainda não têm noções básicas sobre variação na concentração dos hormônios ovarianos que ocorre durante o ciclo menstrual em mulheres. Muitas respostas não continham nem mesmo o nome correto dos hormônios envolvidos nesse processo.

21. O esquema abaixo representa três fases do ciclo celular de uma célula somática de um organismo diplóide.



(Adaptado de Hernandes Faustino de Carvalho e Shirlei Maria Recco-Pimentel, A Célula. Manole, Ed., 2007, p. 380.)

- a) Qual é o número de cromossomos em uma célula haploide do organismo em questão? Justifique sua resposta.
- b) Identifique se a célula representada é de um animal ou de uma planta. Aponte duas características que permitam fazer sua identificação. Justifique.

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

O número de cromossomos na célula haploide do organismo em questão é 2 ($n=2$). Na anáfase representada é possível observar a separação das cromátides irmãs de 4 cromossomos. Sabendo que a célula diploide apresenta 2 representantes de cada cromossomo, conclui-se que $2n$ é igual a 4 e, portanto $n=2$.

b) (2 pontos)

A célula representada é de um animal, pois as características que podem ser observadas na figura são: citocinese promovida por anel contrátil (ou citocinese centrípeta ou "de fora para dentro"), presença de centríolos, ausência de parede celular.

Exemplo Acima da Média

A) O número haploide de cromossomos do organismo é $n=2$ pois na anáfase da célula somática ($2n$) há a divisão das cromátides irmãs de quatro cromossomos cujo multiplicador indicando que seu número diploide de cromossomos é $2n=4$.

B) A célula representada é de um animal pois há a manutenção do fuso formado pelo fuso pelo centríolos e não há a existência de membrana celular celulósica.

Exemplo Abaixo da Média

a) O número de cromossomos em uma célula haploide do organismo é igual a 23, pois a célula somática é uma célula $2n=46$.

b) A célula é de um animal, em função da presença de carioteca e do fato de o núcleo celular não estar disperso na célula, características exclusivas de seres eucariotes. As plantas, por outro lado, não apresentam carioteca e seu material genético fica disperso no citoplasma.

Comentários

Foi uma questão de facilidade moderada, com $IF=0,46$, que permitiu grande discriminação dos candidatos ($ID=0,72$). Envolveu conceitos básicos de biologia celular, como divisão celular e diferenças entre células animais e vegetais. Exigia, ainda, certa habilidade do candidato em reconhecer, em um esquema, diferentes estruturas celulares e uma célula em anáfase. No item **a**, um erro comum foi considerar que $n=4$. Respostas que apontavam $2n=46$ e $n=23$ (observados em humanos) ou que simplesmente mencionavam que o número de cromossomos em uma célula haploide é a metade daquele observado em células diploides também foram frequentes e evidenciaram dificuldade na interpretação do esquema com base em conceitos teóricos aprendidos. No item **b**, frequentemente apenas uma característica era apontada. Um erro comum nesse item foi confundir centríolos com centrômeros e outro foi considerar nucléolo como um componente exclusivo de células animais.

22. Nos cães labradores, apenas dois genes autossômicos condicionam as cores preta, chocolate e dourada da pelagem. A produção do pigmento da cor preta é determinada pelo alelo dominante **B** e a do pigmento chocolate, pelo alelo recessivo **b**. O gene **E** também interfere na cor do animal, já que controla a deposição de pigmento na pelagem. A cor dourada é determinada pelo genótipo **ee**.

Uma fêmea dourada cruzou com um macho chocolate e teve filhotes com pelagem preta e filhotes com pelagem chocolate, na mesma proporção. Quando essa mesma fêmea dourada cruzou com um macho preto, nasceram oito filhotes, sendo um chocolate, três pretos e quatro dourados.

- a)** Qual o genótipo da fêmea mãe? Identifique e explique o tipo de interação gênica observada entre os genes envolvidos.
- b)** Quais são os genótipos do cão preto (pai) e do seu filhote chocolate? Mostrar como chegou à resposta.

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

O genótipo da cadela é $Bbee$. A interação gênica observada é a epistasia (recessiva), ou seja, quando o alelo **e** estiver em homozigose (ee), independentemente da composição do loco **B**, não há pigmentação dos pelos e a cor resultante é dourada.

b) (2 pontos)

O genótipo do cão preto (pai) é $BbEe$ e o do filhote chocolate é $bbEe$. Já que tem pelagem chocolate, o filhote deve ser homozigoto para o alelo **b** (bb) e deve ter no mínimo um alelo **E**. Sabendo que sua mãe tem genótipo $Bbee$, conclui-se que ele é heterozigoto para o loco **E** (Ee). A inferência da heterozigose nos locos **B** e **E** do cão preto em questão decorre da observação de que, sendo preto, esse cão obrigatoriamente tem pelo menos um alelo dominante em cada loco ($B_E_$) e, tendo um filhote marrom ($bbEe$) e quatro dourados ($_ _ ee$), ele é portador de um alelo recessivo **b** e de um alelo recessivo **e**.

Exemplo Acima da Média

a) O genótipo da fêmea mãe é Bbee. A interação gênica é o epistasia pois o recessivo *ee* quando em dose dupla impede a manifestação do fenótipo dominante preto e do fenótipo recessivo chocolate, condicionando a existência de um novo fenótipo, o dourado.

b) De acordo com o enunciado o genótipo da mãe por ser dourada é:

ee. Analisando-se o primeiro cruzamento, tem-se:
 Devido ao filhote preto \uparrow Devido ao filhote chocolate que Bbb de acordo com o enunciado
 $Bbee \times bbEe$ } genótipo do pai chocolate de acordo com o enunciado.

Só pode ter 4 tipos de gametas $BbEe$ (preto) $bbEe$ (chocolate)

pois o pai é *bb* pois a mãe é *ee*. Portanto, o genótipo da mãe é Bbee e para o 2.º cruzamento, de acordo com a questão, tem-se:

$Bbee \times BbEe$ Devido ao filhote chocolate, que é *ee*.
 Devido ao filhote dourado, que é *ee*.

$BbEe : 3 B-Ee : 4 - ee$
 Devido a mãe que é *ee*.

Portanto, o genótipo do cão preto (pai) é BbEe, e do seu filhote chocolate é bbee.

Exemplo Abaixo da Média

a) *ee*, é do tipo de dominância dupla, como os raras, a presença de um só já altera a cor.

b) O genótipo do Pai é Bb e do filhote é be

fêmea dourada.
 Cruzamento $ee \times Bb$
 fi: (Be) , (be)
 preto chocolate.

Comentários

Foi uma questão de facilidade média, com IF=0,43, e discriminação moderada, com ID=0,57. Tratava de epistasia, um assunto de genética bastante explorado no Ensino Médio. No item **b**, foi comum a justificativa da resposta ser dada pela apresentação de uma tabela indicativa do cruzamento em questão. Erros comuns no item **a** foram relativos à classificação da interação gênica em questão, que muitas vezes foi definida como pleiotropia, linkage, codominância e polialelia. Em muitas dessas respostas ficava clara a confusão entre os conceitos de gene, loco gênico e alelo. No item **b**, foi comum a ausência de justificativa para um dos genótipos.

23. Em uma excursão de Botânica, um aluno observou que sobre a planta ornamental coroa-de-cristo (*Euphorbia millii*) crescia um organismo filamentososo de coloração amarela parecido com “fios de ovos”. Quando se aproximou, verificou que o organismo filamentososo era uma planta, o cipó-chumbo (*Cuscuta* sp.), que estava produzindo flores e frutos.

- Que hábito de vida tem essa planta chamada cipó-chumbo? Como ela consegue sobreviver, uma vez que é amarela, não tem clorofila e não faz fotossíntese?
- Qual a função da clorofila na fotossíntese? Que relação tem essa função com a síntese de ATP e de NADPH?

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

Hábito de vida parasitário. A planta consegue sobreviver porque tem uma raiz do tipo haustório, que penetra no floema, de onde retira os nutrientes orgânicos.

b) (2 pontos)

A clorofila absorve a energia luminosa. Com a absorção de energia luminosa ocorrerá liberação de elétrons para a cadeia transportadora de elétrons, que serão usados para a síntese de ATP e para a formação de NADPH.

OU

A clorofila absorve energia luminosa, que será utilizada na fotofosforilação (síntese de ATP) e na redução do NADP a NADPH.

Exemplo Acima da Média

a) A planta cipó-chumbo é parasita de outras plantas, pois suas raízes (haustórios) são adaptadas para penetrar no canal do xilema e sugar, diretamente do floema, a seiva elaborada (orgânica) para a sua sobrevivência.

b) A função da clorofila na fotossíntese é absorver luz, para que esta realize a fotólise do moléculo de água, transformando NADP⁺ em NADPH e ADP em ATP, pela fotofosforilação.

Exemplo Abaixo da Média

a) Essa planta cipó-chumbo gosta de muita água e sombra, essa planta é autotrofa, consegue o seu próprio alimento.

b) A função da clorofila na fotossíntese é a de servir como catalisadora da reação da água com o gás carbônico na produção de energia com a presença do sol. Durante essa reação, a molécula de glicose é formada e, através da respiração, ela será transformada em ATP. Já o NADPH é uma molécula auxiliadora na quebra da glicose.

Comentários

Foi uma questão de facilidade média, com IF=0,41, e discriminação moderada, com ID=0,46. No item **b**, foram comuns as respostas que não apresentavam a relação entre a função da clorofila e a síntese de ATP e NADPH. Foram também frequentes as respostas que consideravam que a síntese de ATP era decorrente apenas da respiração. Dentre as respostas mais completas, era comum encontrar algumas imprecisões, decorrentes da falta de correlação entre a síntese de ATP e a fotólise da água. Em vários desses casos, enquanto a fotólise da água era parcialmente relacionada à síntese de NADPH, a produção de ATP era considerada como resultado direto da absorção de energia luminosa pela clorofila. Outra imprecisão frequentemente observada nas respostas mais completas foi considerar que a síntese de NADPH a partir de NADP⁺ envolve apenas a reação deste com um H⁺, sem qualquer menção ao elétron proveniente da fotólise da água e transportado por várias moléculas constituintes da membrana dos tilacoides (componentes da cadeia transportadora de elétrons).

24. Atualmente, o Brasil está na corrida pela segunda geração do etanol, o álcool combustível produzido a partir da cana-de-açúcar, tanto do caldo, rico em sacarose, quanto do bagaço, rico em celulose. O processo para a produção do etanol é denominado fermentação alcoólica.

- a) Qual dos dois substratos, caldo ou bagaço da cana, possibilita produção mais rápida de álcool? Por quê?
- b) O milho é outra monocotiledônea que também pode ser usada na produção de álcool. Cite duas características das monocotiledôneas que as diferenciem das dicotiledôneas, atualmente denominadas eudicotiledôneas.

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

O caldo possibilita a produção mais rápida de álcool porque é rico em sacarose (dissacarídeo), uma molécula menor e mais simples que a celulose (polissacarídeo), presente no bagaço, e, portanto, mais fácil de ser degradada/hidrolisada em monossacarídeos.

b) (2 pontos)

Monocotiledôneas	Eudicotiledôneas
Nervuras paralelas	Nervuras reticuladas
Flores trímeras	Flores tetrâmeras ou pentâmeras
1 cotilédone	2 cotilédones
Folhas invaginantes	Folhas pecioladas
Feixes vasculares dispersos no caule	Feixes vasculares dispostos em único círculo
Sistema radicular fasciculado	Sistema radicular pivotante
Fruto com 3 lóculos	Frutos com 2 ou 5 lojas/lóculos

Exemplo Acima da Média

a) O caldo da cana possibilita produção mais rápida de álcool pois é rico em sacarose, um dissacarídeo, menos complexo que um polissacarídeo como a celulose. Como na fermentação alcoólica tem-se como reagente um monossacarídeo, quanto menor a molécula, maior a rapidez da reação.

b) Presença de raiz fasciculada e nervuras paralelas nas folhas.

Exemplo Abaixo da Média

a- o caldo, porque é mais fácil de ser destilado e arborizado o álcool.

b- as monocotiledôneas produzem um só substrato que é rico tanto em sacarose como em celulose.

Comentários

Essa questão teve uma boa distribuição de notas, sendo de média discriminação. A questão exigiu o conhecimento sobre a composição estrutural dos substratos “caldo” e “bagaço da cana” para produção de álcool, um tema bastante atual e constantemente presente na mídia escrita e falada. Além disso, a questão cobrava conhecimento básico de botânica sobre diferenças entre mono e eudicotiledôneas. O item a foi o mais fácil, com grande porcentagem de acerto. Apesar de ser um assunto básico de botânica, mais de 50% dos candidatos erraram o item b.