

2009  
vestibular nacional  
**UNICAMP**

**2ª Fase**

**Ciências Biológicas**

## INTRODUÇÃO

A prova de Biologia da segunda fase procura abranger o conteúdo de ensino médio nas várias áreas do conhecimento biológico e, algumas vezes, apresenta questões multidisciplinares, solicitando aos candidatos a demonstração de conhecimento integrado. Para atingir esses objetivos são utilizados vários instrumentos pedagógicos, como a interpretação de figuras e gráficos, além de avaliações críticas de textos retirados de jornais ou de informações apresentadas por outros meios de comunicação. Visava-se, desta forma, a aumentar as possibilidades dos candidatos de mostrar o seu conhecimento biológico, e procurando privilegiar sua capacidade de integração e interpretação das informações recebidas. Deste modo, a prova de Biologia valoriza o candidato que tem a capacidade de interpretar e fazer associações, utilizando as informações recebidas tanto na sala de aula como pelos meios de comunicação; que tem visão crítica do ambiente em que vive e conhecimento atualizado sobre os vários tópicos da Biologia. Os candidatos tiveram bom desempenho na maioria das questões, refletindo um conhecimento adequado sobre os temas das questões. A nota média geral das questões de Biologia foi a maior da prova juntamente com a de Língua Portuguesa. Deve-se destacar que a prova, no geral, foi mais discriminativa que as de Língua Portuguesa, Química, História, Geografia e Inglês. Observou-se que, entre as questões da prova, a 20 foi a mais fácil, e a mais difícil, a 18. A questão 19, que abordou a proliferação de uma alga nos mares de Pequim, durante os Jogos Olímpicos, foi a que mais selecionou os vestibulandos. De maneira geral pode-se considerar satisfatório o desempenho dos candidatos na maioria das questões, o que era esperado pelo fato de as questões abordarem temas amplamente estudados no ensino médio e em destaque nos meios de comunicação. Como em provas anteriores, a banca elaboradora desenvolveu uma prova abrangente e com vários níveis de dificuldade, inclusive em cada questão, em que praticamente todo o conteúdo programático do ensino médio foi abordado. O bom desempenho dos candidatos na maioria das questões refletiu o conhecimento sobre os temas das questões, contudo notaram-se algumas deficiências conceituais, apontadas nos comentários específicos de cada questão.

**13.** Horas depois de uma pequena farpa de madeira ter espetado o dedo e se instalado debaixo da pele de uma pessoa, nota-se que o tecido ao redor desse corpo estranho fica intumescido, avermelhado e dolorido, em razão dos processos desencadeados pelos agentes que penetraram na pele juntamente com a farpa.

- a) Indique quais células participam diretamente do combate a esses agentes externos. Explique o mecanismo utilizado por essas células para iniciar o processo de combate aos agentes externos.
- b) Ao final do processo de combate forma-se muitas vezes uma substância espessa e amarelada conhecida como pus. Como essa substância é formada?

## Resposta Esperada

a) (2 pontos)

As células são neutrófilos e macrófagos. O mecanismo utilizado é a fagocitose. Nesse processo essas células, ao migrarem para o interior dos tecidos afetados, emitem pseudópodes que envolvem as bactérias e o corpo estranho.

b) (2 pontos)

O pus é formado pelos macrófagos e neutrófilos (ou células de defesa) mortos, após o combate às bactérias, e pelos restos celulares dos tecidos afetados.

## Exemplo Acima da Média

a) As células que participam diretamente do combate aos agentes externos são os leucócitos. O mecanismo utilizado para iniciar o processo chama-se fagocitose, realizado principalmente pelos macrófagos, células que fazem parte dos leucócitos.

b) O pus é formado pela morte de inúmeras bactérias e agentes que penetraram a pele, assim como também a morte das células de defesa.

## Exemplo Abaixo da Média

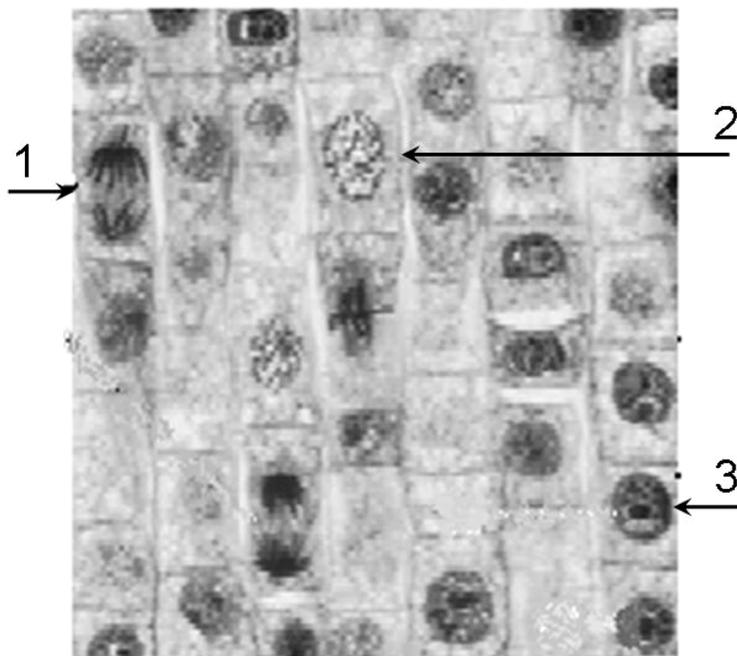
a) glóbulos brancos. Percebendo o agente externo, eles "avisam" (aos neurônios) do sistema nervoso, que faz com que os neurônios transmitam ao cérebro a sensação de dor.

b) O pus é formado por glândulas existentes na pele, que evitam a secreção, para impedir inflamações.

## Comentários

Essa questão foi de dificuldade média e discriminação moderada. Em relação ao item **a**, embora em muitas respostas constasse corretamente que as células envolvidas no combate aos agentes externos eram os leucócitos, raras respostas mencionaram especificamente os neutrófilos e macrófagos. Muitos responderam que a fagocitose era o mecanismo responsável pelo combate aos agentes externos, mas muitos fizeram confusão, respondendo que o mecanismo utilizado era o da coagulação sanguínea e em outras provas indicaram a participação do sistema nervoso nesse processo. No item **b** foi perguntado como o pus é formado, muitos responderam ser devido a restos de bactérias e leucócitos, mas muitos responderam que era formado por gorduras ingeridas na alimentação, plasma sanguíneo coagulado, fermentação de bactérias no fermento, e outros responderam que o pus se devia a material produzido por glândula sebácea ou sudorípara.

**14.** A figura abaixo mostra um corte histológico de um tecido vegetal em que estão assinaladas células em diferentes momentos do ciclo celular.



- a)** Em algumas das células mostradas na figura é esperado encontrar atividades de síntese de RNA mensageiro. Em qual das células, numeradas de 1 a 3, deve ocorrer maior atividade de síntese desse ácido nucléico? Justifique indicando a característica da célula que permitiu a identificação.
- b)** O que faz com que, em mitose, ocorra a separação das cromátides-irmãs de forma equitativa para os pólos das células? Indique em qual das células numeradas na figura está ocorrendo essa separação.

## Resposta Esperada

**a) (2 pontos)**

Na célula 3. É esperado encontrar maior atividade de síntese de RNA mensageiro na célula em interfase. A célula 3 mostra claramente a presença de nucléolo íntegro, o que indica que ela está em interfase.

**b) (2 pontos)**

A separação das cromátides ocorre pelo encurtamento de microtúbulos do fuso mitótico, que se ligam ao centrômero de cada cromátide, de tal forma que as cromátides-irmãs sejam levadas para polos opostos da célula no momento da anáfase. A célula em questão é a de número 1.

## Exemplo Acima da Média

a) Esse ácido nucleico deve ser produzido principalmente na célula 3 que apresenta um núcleo intacto com nucléolo visível indicando que não se apresenta em processo de mitose. Durante o período em que se encontra, a célula 3 necessita de proteínas, o que incentiva a maior produção de RNAm de acordo com o dogma central da biologia

b) A região ~~na~~ do centrômero é envolvida por proteínas do chamado cinetócoro. Essas placas de proteínas permitem o contato com microtúbulos que auxiliam na separação das cromátides uma para cada pólo. Essa separação só se inicia com a formação da placa equatorial de cromossomos durante a metáfase. A célula 1 mostra a anáfase, quando as cromátides irmãs estão sendo levadas para polos opostos de forma equitativa.

## Exemplo Abaixo da Média

a) → na célula 3, pois a divisão ainda está tendo início ou seja, está na fase de telófase, onde ocorre a condensação do RNA, a maior atividade de síntese de RNA, esta distinção é feita a partir da característica celular, com o núcleo visível, assim, sabe-se que tal célula está em fase de telófase.

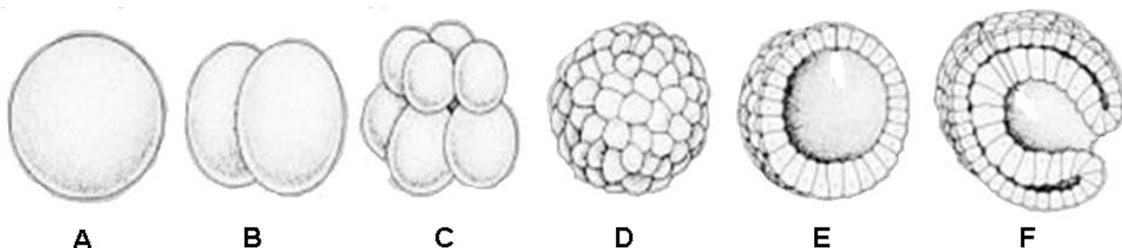
b) → A mitose é a "multiplicação de uma célula. Ocorre a todo momento no corpo, para repar. Por exemplo, perdemos 1g de pele ao dia, a mitose feita serve para repar este tecido. Por isso, tem de ser de forma equitativa a reparação dos pólos da célula, como podemos verificar na figura 2.

## Comentários

Foi uma questão de dificuldade média e de discriminação moderada. O assunto abordado é largamente explorado no ensino médio, por isso os alunos que estudaram não tiveram dificuldade para responder. Apesar de ser uma questão fácil, houve muita resposta errada, confundindo mitose, que é o caso da questão, com meiose. Alguns candidatos também confundiram o nucléolo, evidente na célula 3 da figura, com ribossomo. Outro engano cometido foi relacionar o tamanho da célula com sua atividade: assim identificaram a célula de menor tamanho, como uma célula em crescimento e, portanto, em maior atividade de síntese protéica. Alguns candidatos criticaram a figura, achando que estava com baixa resolução, porém é uma figura clássica, semelhante à encontrada em livros do ensino médio. O item **b** dessa questão foi bem respondido parcialmente, pois muitos candidatos responderam à pergunta mais difícil desse item, que pedia explicação sobre a separação das cromátides irmãs, mas, por falta de atenção, esqueceram de identificar em qual das células assinaladas ocorria a separação das cromátides.

**15.** Recentemente pesquisadores brasileiros conseguiram produzir a primeira linhagem de células-tronco a partir de embrião humano. As células-tronco foram obtidas de um embrião em fase de blástula, de onde foram obtidas as células que posteriormente foram colocadas em meio de cultura para se multiplicarem.

- a) As células-tronco embrionárias podem solucionar problemas de saúde atualmente incuráveis. Quais características dessas células-tronco permitem que os pesquisadores possam utilizá-las no futuro para este fim?
- b) Blástula é uma etapa do desenvolvimento embrionário de todos os animais. Identifique entre as figuras abaixo qual delas corresponde à fase de blástula e indique uma característica que a diferencia da fase anterior e da posterior do desenvolvimento embrionário.



## Resposta Esperada

a) (2 pontos)

O fato de serem células indiferenciadas, totipotentes ou pluripotentes. Essas células são capazes de originar qualquer tipo celular do organismo.

b) (2 pontos)

A blástula está representada na figura E. Uma característica que diferencia essa etapa da anterior (mórula) é a presença de blastocelo; uma característica que a diferencia da fase posterior (gástrula) pode ser a presença de arquêntero, blastóporo ou tecidos embrionários.

## Exemplo Acima da Média

a) As células-tronco embrionárias são células indiferenciadas e totipotentes, podendo transformar-se em qualquer outro tipo de células, possibilitando a reconstrução de tecidos.

b) A figura E corresponde à fase de blástula. A figura D, mórula, não possui a blastocelo. A figura F, gástrula, já possui o arquêntero.

## Exemplo Abaixo da Média

a) As características dessas célula-tronco é que essas células possuem a capacidade de duplicação e que faz com que um maior número de células possa aumentar o número dessas células originarem as células neurônios para o tratamento dessas doenças.

b) A figura que corresponde a fase de blástula é a figura F ela se diferencia da fase anterior pois já possui mesoderme, endoderme e ectoderme enquanto a da fase anterior não possui mesoderme nem mesoderme e ectoderme. Ela se diferencia da fase posterior pois não possui tubo neural enquanto a fase posterior possui.

## Comentários

Foi uma questão com dificuldade média e discriminação moderada. Por abordar um assunto bem atual e muito difundido na mídia, foi bastante respondida, porém com muitos equívocos. No item **a** foram frequentes os termos inadequados como células que se adaptam, regeneram, evoluem, ou desdiferenciam em outro tipo de célula. Em algumas provas foi afirmado que uma característica dessas células é terem capacidade de duplicação. Em outras respostas, considera-se que essas células são altamente diferenciadas, o que evidencia um grave erro conceitual. No item **b**, muitos candidatos não conseguiram identificar as fases do desenvolvimento embrionário, chegando a identificar a figura B como blástula. Em outras respostas, identificaram a blastocelo como o núcleo da célula. Muitos candidatos não descreveram de forma lógica as mudanças de uma fase para outra do desenvolvimento embrionário. Embora a célula-tronco seja assunto encontrado não só em livros, mas também em revistas, jornais e meios de comunicação, é grande a falta de informação básica sobre essas células.

**16.** Com a manchete "O Vôo de Maurren", *O Estado de São Paulo* noticiou, no dia 23 de agosto de 2008, que a saltadora Maurren Maggi ganhou a segunda medalha de ouro para o Brasil nos últimos Jogos Olímpicos. No salto de 7,04m de distância, Maurren utilizou a força originada da contração do tecido muscular estriado esquelético. Para que pudesse chegar a essa marca, foi preciso contração muscular e coordenação dos movimentos por meio de impulsos nervosos.

- a) Explique como o neurônio transmite o impulso nervoso ao músculo.
- b) Para saltar, é necessária a integração das estruturas ósseas (esqueleto) com os tendões e os músculos. Explique como ocorre a integração dessas três estruturas para propiciar à atleta a execução do salto.

## Resposta Esperada

a) (2 pontos)

Através de sinapse química. O neurônio motor libera um neurotransmissor na fenda sináptica ou placa motora, e esse neurotransmissor se liga a um receptor de membrana da célula muscular, desencadeando o processo de contração muscular.

b) (2 pontos)

Os músculos estão unidos aos ossos pelos tendões. Para execução do salto, ocorre a contração do músculo, que promove, por meio dos tendões, a movimentação dos ossos.

## Exemplo Acima da Média

a) O neurônio transmite o impulso nervoso ao músculo pela ~~si~~ sinapse axônio-músculo, e o impulso nervoso vem pelo axônio, e ao chegar perto da sinapse estimula a liberação de cálcio, que ao ser liberado estimula a secreção das bolhas neurotransmítoras, estas que atravessam a fenda fenda sináptica e chegam aos neuroreceptores do músculo, que decifram a informação e faz a ação requisitada que foi enviada pelo impulso nervoso.

b) Na execução do salto, o músculo contrai, como uma mola e armazena energia, o esqueleto, das os ossos da perna, e ~~base~~ base longos, definem posições à quada no impulso a per dedo ao corpo, e o tendão ~~ruce~~, ajudando o músculo a se distender e gerar força com o sistema esquelético o impulso, isto com os músculos inferiores do torso, ~~os~~ <sup>nos</sup> superiores ~~os~~ ocorre a contração, primeiro a distensão, depois a contração.

## Exemplo Abaixo da Média

a) O neurônio transmite quase que choques aos músculos para que eles contraiam ou relaxem, dependendo da necessidade.

b) A integração ocorre em movimentos organizados, sincronizados entre músculos, tendões e esqueletos, cada um com sua função.

## Comentários

Questão ampla de fisiologia animal relativa a tema bastante abordado no ensino médio, foi considerada de dificuldade média a alta, pois cerca de 32% dos candidatos obtiveram nota zero (incluindo-se aí muitas respostas deixadas em branco) e 26% obtiveram nota igual a 1 e 1,5. Apresentou discriminação moderada. O item **a** da questão pedia o conceito de sinapse neuro motora e foi respondido pela maioria dos candidatos sem muitos erros conceituais; alguns candidatos, porém, confundiram o impulso nervoso com força elétrica ou eletromagnética. Muitas respostas continham erro de nomenclatura das estruturas como: em vez de dendritos registravam "dentrítrios", "centríolos"; para axônio: "oxonio", "anfioxos"; sinapse era confundida com "silopse", "sintaxe", "sinopse". Alguns candidatos foram imprecisos, indicando a bomba de sódio e potássio como o estímulo nervoso. O item **b** da questão, bastante simples e objetivo, solicitava explicação da integração das três estruturas – tendões, músculos e ossos – para a transmissão da energia mecânica gerada pela contração muscular. A maioria dos candidatos respondeu de maneira bem precisa e concisa. Os principais erros encontrados foram: considerar o tendão como tecido nervoso ou cartilaginoso, que promove o amortecimento, ou flexibilidade, elasticidade ou a transmissão do impulso nervoso. Outro erro conceitual encontrado foi considerar que o tecido ósseo transmite o impulso nervoso.

**17.** Na Olimpíada de Pequim ocorreram competições de tiro ao alvo e de arco e flecha. O desempenho dos atletas nessas modalidades esportivas requer extrema acuidade visual, além de outros mecanismos fisiológicos.

- A constituição do olho humano permite ao atleta focar de maneira precisa o objeto alvo. Como a imagem é formada? Quais componentes do olho participam dessa formação?
- Os defeitos mais comuns na acomodação visual são miopia e hipermetropia. Por que as imagens não são nítidas no olho de uma pessoa míope e de uma pessoa hipermetrópe? Como os óculos podem corrigir esses dois problemas?

## Resposta Esperada

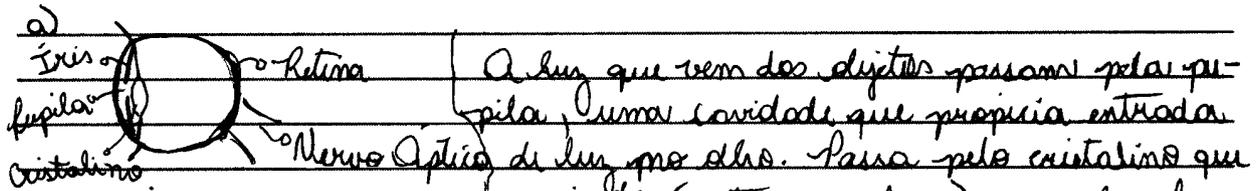
a) (2 pontos)

A imagem nítida se forma em posição invertida na retina pelo fato de o cristalino ser uma lente biconvexa que torna o feixe de luz convergente. O feixe luminoso atravessa a córnea, o humor aquoso, o cristalino, o humor vítreo e chega à retina, onde existem células fotorreceptoras, que captam a luz e enviam o sinal nervoso ao córtex visual.

b) (2 pontos)

No míope, que tem olho mais alongado, a imagem é formada antes da retina. O hipermetrópe tem olho mais curto e, portanto, em seu olho, a imagem é formada após a retina. Os óculos corrigem a miopia com lentes divergentes e a hipermetropia com lentes convergentes.

Exemplo Acima da Média



A luz que vem dos objetos passa pela pupila, numa cavidade que propicia entrada de luz pro olho. Passa pelo cristalino que se ajusta (contraí ou relaxa) para as formações da imagem na retina. Junto a essa última estrutura está o nervo óptico que capta essa informação luminosa e transmite ao sistema nervoso.

b.) O olho míope é mais alongado e a imagem se forma antes da retina. O míope não enxerga objetos distantes e tal problema pode ser corrigido com lente divergente. O olho de hipermetropia é acido e a imagem se forma depois da retina. Essa pessoa não enxerga objetos perto e tal problema pode ser corrigido com lentes convergentes. As lentes promoverão formação da imagem sobre a retina corrigindo tais problemas.

Exemplo Abaixo da Média

a) A imagem é formada no cérebro, onde ela chega invertida cabendo ao cérebro reinvertê-la. Os componentes que participam dessa formação são a retina, o cristalino, cones e bastonetes.

b) O problema que gera a ~~miopia~~ miopia ou hipermetropia é a má formação do cristalino, onde os óculos corrigem o ângulo de entrada da luz.

Comentários

A questão foi de dificuldade média a fácil. Exigia conhecimento da função ocular e de alterações dessa função, solicitando respostas objetivas. Cerca de 26% dos candidatos obtiveram média 4 e cerca de 33% médias entre 2 e 3. O item **a** da questão permitiu grande número de acertos demonstrando ser o tema do conhecimento dos candidatos. Mesmo assim, houve erros freqüentes, como "imagem invertida no cristalino", ou "retina posicionada antes da pupila", com "função de lente". Foi comum o uso de termos errôneos como: cones e bastonetes como sinônimo de retina; pupila e íris confundidas como estruturas do olho; ou ainda expressões como "imagem invertida no olho, globo ocular" e "células sensíveis a luz" consideradas sinônimas de fotorreceptores. O item **b** abordou de forma também bastante simples problemas frequentes de visão como miopia e hipermetropia, cobrando conceito integrado com a física. Foram comuns erros à formação da imagem, como a "imagem forma-se mais rápido ou mais tarde" ou a "imagem forma-se antes ou depois do globo ocular" ou "as lentes dos óculos afastam ou aproximam o objeto do olho".

18. O aumento na taxa de transpiração das plantas, levando-as a um maior consumo de água, torna-as mais sensíveis à deficiência hídrica no solo.

- a) Explique o mecanismo de reposição da água perdida pela planta com o aumento da taxa de transpiração.
- b) Explique o(s) caminho(s) que pode(m) ser percorrido(s) pela água nas plantas, desde sua entrada nos pelos absorventes até a sua chegada no xilema da raiz.

## Resposta Esperada

a) (2 pontos)

A transpiração provoca evaporação de água das células da folha, resultando numa tensão na água presente no xilema devido à coesão das moléculas de água (teoria da coesão-tensão de Dixon), o que provoca a absorção de mais água pela raiz para repor a que foi perdida.

b) (2 pontos)

A água penetra na raiz através dos pelos absorventes presentes na epiderme, atravessa as células do córtex (parênquima e endoderme, por onde, obrigatoriamente, passa pela membrana plasmática), passa pelo periciclo e chega ao xilema. Ao ser transportada, pode atravessar as paredes e os espaços intercelulares (apoplasto) ou a membrana plasmática (simplasto).

## Exemplo Acima da Média

a) Quando a taxa de transpiração aumenta a planta repõe água através da sucção foliar da copa. As moléculas de água estão "ligadas" por forças de tensão-coesão, quando uma evapora "puxa" a outra molécula próxima a ela, que puxa a seguinte, assim por diante, obtendo mais água do solo através dos pelos absorventes da raiz.

b) O caminho que a água percorre é: pelos absorventes, epiderme, parênquima (tecido de preenchimento), endoderme, periciclo e xilema.

## Exemplo Abaixo da Média

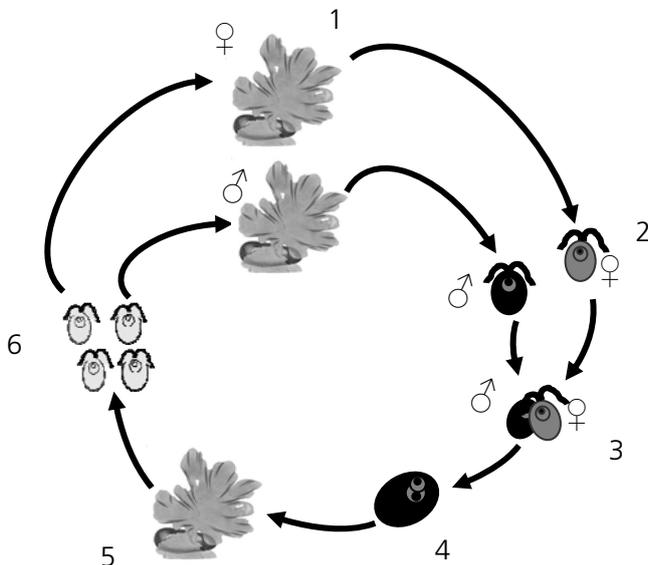
a) Com o aumento da transpiração a planta perde mais água, logo hormônios são transmitidos para que a planta absorva mais água do solo.

b) Os pelos absorventes absorvem a água e os minerais necessários para a planta. Depois eles passam pelos tecidos por processos de difusão e finalmente integram a seiva que nutrirá a toda a planta pelo xilema.

## Comentários

A questão exigiu um grau médio de conhecimento em fisiologia vegetal e apesar de a alternativa **a** ser a mais fácil de ser respondida, percebeu-se muita dificuldade por parte dos candidatos. Embora o item **a** solicitasse a explicação para a reposição da água na planta, algumas respostas se referiam apenas à abertura dos estômatos sem fazer menção a qualquer outro mecanismo. Outras consideravam o processo de fotossíntese como o responsável pela reposição da água. Já a alternativa **b** possibilitou dois tipos de respostas, mesmo sendo mais específica, obteve maior pontuação pelos alunos. Alguns erros permitiram perceber o quanto o ensino de botânica é pouco enfatizado no ensino médio, caso de respostas errôneas como: "a água entra através do pelo absorvente, chega ao floema e depois vai para o xilema"; "a água entra pelo estômato ou através do pelo absorvente presente na folha". Esta questão foi a mais difícil da prova e de menor discriminação.

**19.** Nos Jogos Olímpicos de Pequim, pouco antes do início das regatas, ocorreu grande proliferação de uma alga verde do gênero *Enteromorpha* na região costeira, levando à necessidade de sua retirada antes das competições. Essa alga apresenta ciclo de vida com alternância de gerações (abaixo esquematizado), no qual ocorrem indivíduos adultos haploides e diploides.



**a)** Os diploides são chamados esporófitos e os haploides são denominados gametófitos. Indique o número da figura que corresponde a cada um desses indivíduos e explique como cada um deles é originado.

**b)** Que vantagens resultam do fato de a alga apresentar geração gametofítica e geração esporofítica?

## Resposta Esperada

**a) (2 pontos)**

Os esporófitos (diploides) correspondem ao número 5, e os gametófitos (haploides) são indicados pelo número 1. A geração gametofítica, originada por indivíduos haploides, é produzida por meiose espórica. A geração esporofítica é produzida a partir do zigoto (diploide) formado pela união dos gametas (haploides).

**b) (2 pontos)**

A meiose espórica, responsável pela geração gametofítica, gera variabilidade genética, assim como o processo de união de gametas para a formação do esporófito. A geração esporofítica produz grande quantidade de esporos, possibilitando uma grande dispersão da população e consequente ocupação de vários ambientes.

Exemplo Acima da Média

a) Os indivíduos haploides são representados por 1 e os diploides, por 5. Nota-se a existência de um ciclo haplodiplonte. Os seres de número 4 produzem gametas por mitose que após se fecundarem, originam o zigoto (4) que forma o indivíduo 5 diploide. Este, produz esporos por meiose que brotam formando os seres de 1, (haploides), fechando o ciclo.

b) A meiose esporofítica que gera os indivíduos em 6 faz produzir um maior número de esporos, o que é importante fator de dispersão e proliferação da espécie. A fase gametofítica que produz os indivíduos em 3, através do crescimento de gametas promove uma maior variabilidade genética, no momento do crescimento gamético, fator que favorece o adapto desenvolvimento e adaptação da espécie ~~em~~ aos mais diversos meios.

Exemplo Abaixo da Média

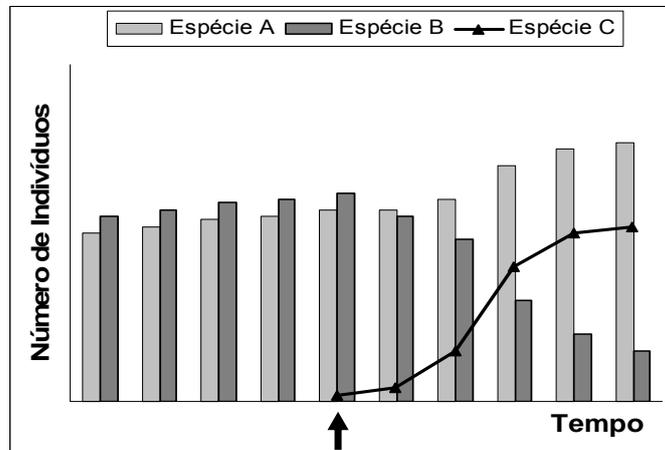
19) a) O número indicado como 2 corresponde aos esporófitos. a alga representada pelo número 1 por mitose lança os esporófitos no ambiente. Quando ocorre fecundação de um esporófito masculino com um esporófito feminino por meiose origina os gametófitos que no ciclo estão representados pelo número 4.

b) A vantagem de possuir reprodução gametofítica e esporofítica é que a planta não fica presa a semente uma forma de reprodução. Sendo também uma menor dependência da água no caso da reprodução somente com os esporângios.

Comentários

Esta questão foi de dificuldade média, mas a de maior discriminação da prova de ciências biológicas. Os candidatos confundiram frequentemente reprodução assexuada com meiose esporica. Apesar de se afirmar no enunciado que, somente os indivíduos adultos são denominados esporófitos ou gametófitos, muitas respostas apresentaram mais de um número para indicar qual era o gametófito e qual era o esporófito. Alguns candidatos manifestaram a idéia errônea de que a alternância de gerações produz indivíduos dos dois sexos e que isto acelera a reprodução. A grande maioria dos candidatos só sabia uma vantagem da alternância de gerações, que é a variabilidade genética, e não sabia explicar em que fase do ciclo ocorre essa variabilidade.

**20.** Pesquisadores vinham estudando a variação do número de indivíduos das espécies de peixes A e B em uma lagoa estável. Em um determinado momento (indicado pela seta), foi introduzida acidentalmente a espécie C. Os pesquisadores continuaram acompanhando o número de indivíduos das três espécies e apresentaram os dados na figura abaixo.



- Que relações ecológicas poderiam explicar a variação do número de indivíduos das espécies A e B a partir da introdução da espécie C? Justifique a sua resposta.
- Os pesquisadores também observaram que uma espécie de ave que visitava a lagoa diariamente para se alimentar não foi mais vista algum tempo depois da introdução da espécie C. Explique o que pode ter provocado esse fato. Que nível(is) trófico(s) essa ave ocupa?

## Resposta Esperada

a) (2 pontos)

A introdução da espécie C provocou a diminuição da espécie B. Essa diminuição poderia ser explicada pela competição entre as espécies C e B ou pela predação da espécie B pela C. Se a espécie B estivesse competindo com A, a introdução da espécie C poderia resultar em benefício (protocooperação) para a espécie A que, desta forma, aumentaria sua população.

b) (2 pontos)

Provavelmente a ave se alimentava da espécie B, e desta forma, a introdução da espécie C provocou o seu desaparecimento. Esta ave pode ocupar dois níveis tróficos: o 3º. nível trófico, ou superior.

Exemplo Acima da Média

a) A introdução da espécie C acarretou um aumento no número de indivíduos da espécie A, portanto tal espécie beneficiou-se dessa ação, caracterizando uma relação de ~~mutualismo~~ protocooperação, já que a espécie A consegue sobreviver sem a espécie C, porém apresenta um maior desempenho com esta espécie presente. A espécie B teve seu número de indivíduos reduzido, caracterizando uma relação de competição interespecífica com a espécie C, sendo que B leva desvantagem nessa competição.

b) Provavelmente essa ave alimentava-se, exclusivamente, de peixes da espécie B, que teve seu número de indivíduos muito reduzido, acarretando uma redução no número de aves. Esta ave poderia ser um consumidor secundário caso os peixes se alimentassem com algas ou com o fitoplâncton; a ave poderia ser também um consumidor terciário caso os peixes ~~se~~ <sup>decom</sup> alimentassem ~~com~~ outros animais como por exemplo os representantes do zooplâncton.

Exemplo Abaixo da Média

a) Se a espécie B não se adaptou com a C. Já a espécie A e C se deram bem, tendo assim crescimento dos indivíduos.

b) ~~(a)~~ ~~(b)~~ O que atraía as aves provavelmente eram os peixes de espécie B. Com sua queda de indivíduos, as aves não ficaram mais atraídas. Ave ocupa o papel de predador.

Comentários

A questão exigia conhecimentos fundamentais sobre as interações ecológicas entre espécies de uma lagoa e as consequências da introdução de uma espécie. Foi a questão mais fácil da prova e proporcionou um baixo grau de discriminação. Cerca de 70% dos candidatos obtiveram notas entre 3 e 4 e apenas cerca de 6% tiraram notas entre 0 e 1. O item a solicitava aos candidatos, a partir da observação das informações mostradas na figura, o reconhecimento das relações ecológicas que poderiam explicar a variação do número de indivíduos das espécies A e B a partir da introdução da espécie C. Várias respostas poderiam ser apresentadas pelos candidatos, todas igualmente corretas, e este objetivo foi atingido. No item b, os candidatos deveriam identificar os níveis tróficos ocupados por uma ave que não foi mais observada se alimentando na lagoa após a introdução da espécie C. Este item foi o que mais apresentou dificuldade aos candidatos, pois muitos indicaram apenas um nível trófico ou indicaram níveis incorretos.

**21.** Várias evidências científicas comprovam que as aves são descendentes diretas de espécies de dinossauros que sobreviveram ao evento de extinção em massa que assolou o planeta 65 milhões de anos atrás. O achado mais recente, um dinossauro emplumado chamado *Epidexipteryx hui*, foi apresentado na revista *Nature*. Alguns dinossauros menores adquiriram a capacidade de voar, e foram eles, provavelmente, que sobreviveram ao cataclismo e deram origem às aves modernas.

(Adaptado de Herton Escobar, Curiosidades e maravilhas científicas do mundo em que vivemos. [http://www.estadao.com.br/vidae/imagineso\\_265208,0.htm](http://www.estadao.com.br/vidae/imagineso_265208,0.htm). Acessado em 27/10/2008.)

- a) Conforme o texto, as aves provavelmente seriam descendentes de um grupo de dinossauros, relação cada vez mais evidenciada pelo estudo dos fósseis. Contudo, as aves modernas diferem dos répteis quanto ao sistema respiratório, diferença essa que pode ser considerada uma adaptação ao voo. Que diferença é essa e como ela está relacionada ao voo?
- b) A capacidade de voar ocorre não só em aves mas também em mamíferos, como os morcegos, e em insetos. Os pesquisadores explicam que as asas podem ser órgãos homólogos, em alguns casos, e órgãos análogos, em outros. Indique em quais dos animais citados as asas são órgãos homólogos e em quais são órgãos análogos. Em que diferem esses dois tipos de órgãos?

## Resposta Esperada

a) (2 pontos)

Os pulmões das aves apresentam sacos aéreos que ocupam as regiões anterior e posterior do corpo, penetrando até os ossos pneumáticos. Os sacos aéreos contribuem para tornar as aves mais leves, permitindo maior eficiência no voo, além de servir como reserva de ar.

b) (2 pontos)

As asas das aves e morcegos são órgãos homólogos, e as asas de insetos são órgãos análogos aos dos morcegos e aves. Estruturas homólogas têm a mesma origem embrionária; estruturas análogas não têm a mesma origem embrionária, mas têm a mesma função.

## Exemplo Acima da Média

a) A diferença entre o sistema respiratório do ave e do réptil é que as aves apresentam várias adaptações tais como sacos aéreos em associação aos ossos pneumáticos que as auxiliam no voo já que as armazenam ar nessas bolsas e no interior dos ossos elas diminuem sua densidade já que o volume aumentou, então elas ficam mais leves em relação ao ar facilitando o voo

b) As asas são órgãos homólogos nos morcegos e aves já entre esses dois animais e os insetos as asas são análogas. Órgãos homólogos são aqueles que apresentam a mesma origem embrionária podendo ou não terem a mesma função, já os órgãos análogos não apresentam a mesma origem embrionária mas apresentam a mesma função

## Exemplo Abaixo da Média

a) Essa diferença é a presença dos sacos aéreos, que inflam ou murcham, dependendo se a ave levanta vôo ou desce.

b) As ~~asas~~ asas são homólogas nas aves, mamíferos e insetos. Porém, em aves e mamíferos são análogas, mas não em insetos. Órgãos homólogos são os que ~~desempenham~~ desempenham mesma função e órgãos análogos são os que tem mesma origem embriológica.

## Comentários

A questão apresentou duas perguntas que, mesmo relacionadas, abordavam temas diferentes. O item **a** exigia dos candidatos conhecimento sobre uma diferença morfológica relacionada com o vôo das aves, mas não nos répteis enquanto o item **b** pedia uma análise sobre homologia e analogia das asas presentes em aves, morcegos e insetos. Nesse item os candidatos deveriam comparar a origem e função das estruturas nesses animais. A questão foi considerada de dificuldade e discriminação médias. Cerca de 22% dos candidatos obtiveram notas entre 3 e 4, mas aproximadamente 45% obtiveram notas entre 0 e 1, porcentagem considerada elevada. Tanto o item **a** como o **b** apresentaram dificuldade para os candidatos, apesar de tratarem de assunto bastante estudado no ensino médio. Observou-se que muitos candidatos não souberam relacionar quais táxons apresentam asas homólogas e quais, as análogas, deixando respostas incompletas ou subentendidas.

**22.** Um *reality show* americano mostra seis membros da família Roloff, na qual cada um dos pais sofre de um tipo diferente de nanismo. Matt, o pai, tem displasia distrófica, doença autossômica recessiva (dd). Amy, a mãe, tem acondroplasia, doença autossômica dominante (A<sub>-</sub>), a forma mais comum de nanismo, que ocorre em um de cada 15.000 recém-nascidos. Matt e Amy têm quatro filhos: Jeremy, Zachary, Molly e Jacob.

- Jeremy e Zachary são gêmeos, porém apenas Zachary sofre do mesmo problema que a mãe. Qual a probabilidade de Amy e Matt terem outro filho ou filha com acondroplasia? Qual a probabilidade de o casal ter filho ou filha com displasia distrófica? Explique.
- Os outros dois filhos, Molly e Jacob, não apresentam nanismo. Se eles se casarem com pessoas normais homozigotas, qual a probabilidade de eles terem filhos distróficos? E com acondroplasia? Dê o genótipo dos filhos.

## Resposta Esperada

a) (2 pontos)

Considerando o gene **A** para acondroplasia e o gene **d** para distrofia, temos que Amy tem o genótipo **AaD<sub>-</sub>**, enquanto Matt é **aaDD**. Portanto, a probabilidade de terem outro filho ou outra filha com acondroplasia é de 50%, pois a mãe é **Aa** (heterozigota). A probabilidade de os filhos nascerem com distrofia é de 0 % se a mãe for **DD**, e de 50% se a mãe for **Dd**.

b) (2 pontos)

A probabilidade de Jacob e Molly terem filhos com acondroplasia é de 0%, e com displasia, também é de 0%, já que têm genótipo **aaDd**. Os eventuais filhos terão genótipo **aaDD** ou **aaDd**.

Exemplo Acima da Média

a.

|   |    |    |   |
|---|----|----|---|
|   | a  | a  | O casal tem 50% de chance de ter outro filho com acondroplasia. |
| A | Aa | Aa |   |
| a | aa | aa |   |

|   |    |    |   |
|---|----|----|---|
|   | d  | d  | Se a mãe for heterozigota, existe 50% de chance de o casal ter filho com displasia distrofica. Se for homozigota dominante não há como. |
| D | Dd | Dd |   |
| - | d- | d- |   |

b.

|   |    |    |   |
|---|----|----|---|
|   | D  | d  | Probabilidade de filhos distrofosicos: 0%.<br>Genótipo: DD ou Dd. |
| D | DD | Dd |   |
| D | DD | Dd |   |

|   |    |    |   |
|---|----|----|---|
|   | a  | a  | Probabilidade de filhos com acondroplasia: 0%.<br>Genótipo: aa. |
| a | aa | aa |   |
| a | aa | aa |   |

Exemplo Abaixo da Média

a)

|     |     |     |  |   |   |     |    |     |    |
|-----|-----|-----|--|---|---|-----|----|-----|----|
|     | pai | mãe |  |   |   |     |    |     |    |
|     | aa  | Aa  |  |   |   |     |    |     |    |
|     |     |     | <table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>a</td> </tr> <tr> <td>aAa</td> <td>aa</td> </tr> <tr> <td>aAa</td> <td>aa</td> </tr> </table> | A | a | aAa | aa | aAa | aa |
| A   | a   |     |  |   |   |     |    |     |    |
| aAa | aa  |     |  |   |   |     |    |     |    |
| aAa | aa  |     |  |   |   |     |    |     |    |
|     |     |     | $\frac{1}{2}$<br>$\frac{1}{2}$   |   |   |     |    |     |    |
|     |     |     | Aa aa a a aa   |   |   |     |    |     |    |

A probabilidade de ter um outro filho com acondroplasia é  $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}$  (homem) =  $\frac{1}{4}$  ou  $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}$  (mulher) =  $\frac{1}{4}$

A probabilidade de ter um filho com displasia distrofica é zero por a Mãe não ter o gene recesivo "d" de ter <sup>uma</sup> filha

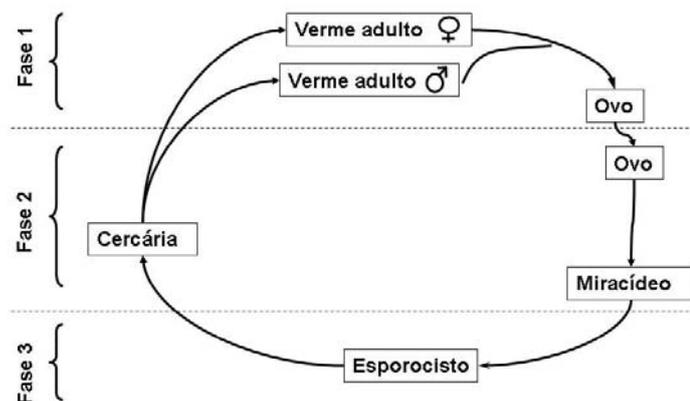
b) A probabilidade é zero pois se as pessoas são normais e homólogos não têm os genes "d" ou "A" não terão filhos com nenhuma das doenças.

|       |   |                        |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|-------|---|------------------------|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
|       | <table border="1"> <tr> <td>♀</td> <td>♀</td> <td>♀</td> </tr> <tr> <td>♀</td> <td>♀</td> <td>♀</td> </tr> </table> | ♀                      | ♀                | ♀ | ♀ | ♀ | ♀ | <table border="1"> <tr> <td>♂</td> <td>♂</td> </tr> <tr> <td>♂</td> <td>♂</td> </tr> </table> | ♂ | ♂ | ♂ | ♂ |  |
| ♀     | ♀   | ♀                      |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| ♀     | ♀   | ♀                      |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| ♂     | ♂   |                        |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| ♂     | ♂   |                        |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Molly | aaDd  | filhos de Molly, Jacob | a a Dd ou a a DD |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Jacob | a a Dd  |                        |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |

## Comentários

A questão apresentou grau de dificuldade média para alta, pois cerca de 36% dos vestibulandos obtiveram nota zero (muitas respostas em branco). Assunto amplamente abordado no ensino médio, a questão tratava da genética de duas patologias independentes, displasia distrófica e acondroplasia. Verificou-se que dentre os erros frequentes encontrados muitos candidatos calcularam a probabilidade das doenças em conjunto, ou faziam o cruzamento como herança ligada ao sexo. Alguns candidatos não leram corretamente a questão e consideraram que "Amy" era homocigota (AA). Em relação à displasia distrófica, a maioria dos candidatos não considerou as duas probabilidades, exemplificando apenas uma delas ( $Dd = 50\%$  ou  $DD = 100\%$ ). Erro frequentemente encontrado no item **b** foi que os candidatos indicavam os genótipos de Amy e Matt em vez dos genótipos dos futuros filhos de Molly e Jacob; parte dos candidatos calculou as probabilidades utilizando os genótipos de Molly e Jacob de forma incorreta ou incompleta ou, ainda, considerou os parceiros de Molly e Jacob como heterocigotos, mostrando desatenção na leitura da questão, desconhecimento dos conceitos de homocigotos e heterocigotos, ou confusão entre homocigotos com homólogos.

**23.** Notícias recentes informam que, no Brasil, há mais de quatro milhões de pessoas contaminadas pela esquistossomose. A doença, que no século passado era comum apenas nas zonas rurais do país, já atinge mais de 80% das áreas urbanas, sendo considerada pela Organização Mundial de Saúde uma das doenças mais negligenciadas no mundo. A esquistossomose é causada pelo *Schistosoma mansoni*.



- O ciclo do *Schistosoma mansoni*, acima esquematizado, está dividido em três fases. Em qual das três fases ocorre a infestação do homem? Explique como ocorre a infestação.
- O *Schistosoma mansoni* pertence ao Filo Platyhelminthes, assim como outros parasitas, como *Taenia saginata*, *Taenia solium* e *Fasciola hepatica*. Esses parasitas apresentam características relacionadas com o endoparasitismo. Indique duas dessas características e dê a sua função.

## Resposta Esperada

a) (2 pontos)

A infestação do homem ocorre na FASE 2 (meio aquático), em que a cercária penetra ativamente a pele do homem.

b) (2 pontos)

Exemplos de características adaptativas ao endoparasitismo: estruturas de fixação dentro do hospedeiro, como ventosas, ganchos, etc.; produção de grande número de ovos, resistentes a condições externas, aumentando a probabilidade de sobrevivência das espécies; presença de cutícula resistente a substâncias produzidas pelo hospedeiro. Os endoparasitas podem também apresentar sistemas digestórios incompletos ou ausentes, absorvendo nutrientes diretamente do hospedeiro.

## Exemplo Acima da Média

a) na fase 2. A larva cercária entra através da pele quando o indivíduo entra em uma lagoa contaminada. A invasão dá um ardor e coceira na pele, e os lagos infestados são chamados de "lagoas de cocúria".

b) A *Taenia saginata* e a *Taenia solium* possuem ventosas, promovendo sua fixação na parede do intestino. Esses animais não apresentam sistema digestivo completo, pois absorvem no intestino os alimentos que já foram degradados pelo hospedeiro.

## Exemplo Abaixo da Média

a) Na fase 2, através da urina de rato, normalmente é comum a contaminação após contato com água puja, como no caso dos enchentes de Santa Catarina.

b) Esses parasitas se alimentam de seu parasitário, deixando-o fraco e vulnerável.  
 Esse tipo de parasita entra no corpo através de alimento infectado, contato com fezes e urina.

## Comentários

A questão apresentava um esquema mostrando 3 fases do ciclo do parasita *Schistosoma mansoni*, causador da esquistossomose. Os objetivos dos dois itens da questão foram diferentes. O item **a** estava relacionado com conhecimento relativo a saúde e o item **b**, com o conhecimento zoológico de parasitas. No item **a**, o candidato devia identificar a fase da infestação do homem e, no item **b**, deviam apresentar características de vermes relacionadas com o parasitismo e indicar a sua função. A questão pode ser considerada de dificuldade e discriminação médias. O item **b** apresentou maior dificuldade para os candidatos que o item **a**. Nesse item **a** muitos candidatos descreviam todo o ciclo do parasita, não se atendo à questão solicitada. No item **b**, as principais dificuldades dos candidatos estavam associadas ao desconhecimento das características relacionadas com o parasitismo, notando-se que muitos descreveram toda a morfologia de platielminthos.

**24.** Testes de paternidade comparando o DNA presente em amostras biológicas são cada vez mais comuns e são considerados praticamente infalíveis, já que apresentam 99,99% de acerto. Nesses testes podem ser comparados fragmentos do DNA do pai e da mãe com o do filho. Um teste de DNA foi solicitado por uma mulher que queria confirmar a paternidade dos filhos. Ela levou ao laboratório amostras de cabelos dela, do marido, dos dois filhos e de um outro homem que poderia ser o pai. Os resultados obtidos estão mostrados na figura abaixo.

| Mãe      | Marido   | Outro homem | Filho 1  | Filho 2  |
|----------|----------|-------------|----------|----------|
| ████████ |          |             |          | ████████ |
|          | ████████ |             |          | ████████ |
| ████████ |          | ████████    | ████████ |          |
| ████████ |          | ████████    | ████████ |          |
| ████████ |          | ████████    | ████████ |          |
|          | ████████ |             |          |          |
| ████████ |          | ████████    |          |          |
|          | ████████ |             |          | ████████ |
|          | ████████ |             |          | ████████ |
| ████████ |          |             | ████████ | ████████ |

- a) Que resultado a análise mostrou em relação à paternidade do Filho 1? E do Filho 2? Justifique.
- b) Num teste de paternidade, poderia ser utilizado apenas o DNA mitocondrial? Por quê?

### Resposta Esperada

a) (2 pontos)

O resultado mostrou que o Filho 1 é filho biológico do outro homem porque apresenta duas bandas (segmentos de DNA) também encontradas nesse homem, enquanto as outras duas se referem a segmentos de DNA herdados da mãe. O Filho 2 é filho do marido, já que as bandas referentes a esse filho são encontradas tanto no resultado referente à mãe quanto naquele correspondente ao marido.

b) (2 pontos)

Não, porque o DNA mitocondrial tem informações só do genoma materno, proveniente das mitocôndrias do gameta materno (óvulo). Não seria possível, portanto, detectar os fragmentos de DNA mitocondrial de origem paterna.

### Exemplo Acima da Média

a) O filho 1 é filho do outro homem, pois há traços de DNA do filho que não coincidem com o marido, mas sim com o outro homem. Já o filho 2 é filho do marido, porque traços de DNA que não coincidem com o da mãe, só se assemelham com o do marido.

b) Não, porque o DNA mitocondrial é material genético herdado exclusivamente da mãe, pois na fecundação as mitocôndrias paternas não se inserem no óvulo.

## Exemplo Abaixo da Média

A) O filho 1 é do outro homem, enquanto o filho 2 é do marido, devido às semelhanças no DNA.

b) NÃO, porque a mitocôndria é herdada somente da mãe.

## Comentários

Essa questão foi de dificuldade média. No item **a** muitos candidatos deram respostas incompletas identificando a paternidade, mas não a justificando, sendo pouco claros, ou errando a justificativa. No item **b**, uma grande porcentagem de candidatos respondeu que o DNA mitocondrial é materno, mas sem explicarem o que este fato significa. Nesse item notaram-se respostas incorretas como afirmar que o DNA mitocondrial advém das bactérias e/ou tem DNA próprio.