

QUESTÃO 01|

A prestigiada revista Science elegeu como um dos principais avanços científicos de 2017 um caso de terapia gênica em crianças portadoras de atrofia muscular espinhal do tipo 1, uma doença genética caracterizada pela atrofia progressiva dos músculos esqueléticos e morte precoce antes dos 2 anos de idade. A doença é causada por um gene defeituoso, que deixa de codificar uma proteína essencial para o funcionamento dos neurônios. No estudo, vírus não patogênicos que continham uma cópia normal do gene em questão foram injetados em quinze crianças doentes. As crianças tratadas sobreviveram além dos 2 anos e apresentaram melhoras na capacidade de movimento.

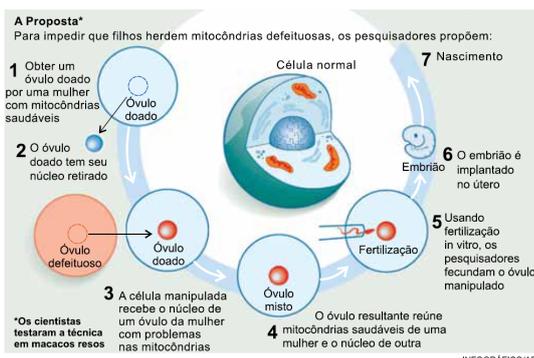
(Disponível em <https://vis.sciencemag.org/>.)

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas na frase a seguir.

Os vírus injetados nas crianças foram capazes de (i) _____, restaurando a produção (ii) _____, que passaram, então, a controlar adequadamente (iii) _____.

- A** (i) atingir a medula óssea e introduzir nas células-tronco a cópia normal do gene; (ii) de neurônios no cérebro; (iii) a medula espinhal e, portanto, os músculos.
- B** (i) atingir a medula espinhal e remover dos neurônios a cópia defeituosa do gene; (ii) de hormônios; (iii) a geração de impulsos elétricos e os músculos.
- C** (i) atingir a medula espinhal e introduzir nos neurônios a cópia normal do gene; (ii) da proteína essencial à função dos neurônios da medula; (iii) os músculos.
- D** (i) atingir a medula óssea e induzir a produção de linfócitos do sangue; (ii) de anticorpos contra o vírus; (iii) a infecção, restaurando os movimentos das crianças.

QUESTÃO 02| Autoridades médicas nos EUA e na Grã-Bretanha estão avaliando a segurança e a ética de uma técnica de reprodução assistida que permitiria criar embriões humanos com DNA de três “pais” (um homem e duas mulheres). O intuito seria evitar a transmissão hereditária de doenças ligadas a mutações no DNA mitocondrial.



(Herton Escobar. Estadão. <http://ciencia.estadao.com.br/blogs/herton-escobar/fda-estuda-aprovacao-de-embrioes-humanos-com-tres-pais/>. 26.02.2014. Adaptado)

Com relação à fundamentação biológica do procedimento proposto, é correto afirmar que

- A** o DNA mitocondrial é herdado de forma independente do DNA nuclear, pois está localizado no citoplasma do óvulo doado.
- B** o embrião gerado apresenta DNA mitocondrial herdado a partir dos três genitores envolvidos no procedimento.
- C** as mitocôndrias do embrião são oriundas do óvulo saudável e do espermatozoide, envolvidos na fertilização.
- D** o DNA mitocondrial defeituoso deriva de cromossomos nucleares que sofreram alguma mutação.
- E** o embrião gerado apresenta DNA mitocondrial herdado somente dos dois óvulos envolvidos no procedimento.

QUESTÃO 03| As endonucleases, ou enzimas de restrição, são ferramentas muito úteis para a engenharia genética e a biologia molecular, produzindo resultados práticos para o diagnóstico de doenças, para a produção de transgênicos e para a resolução de casos forenses. Acerca dessas enzimas, leia as afirmações a seguir.

- I. São enzimas que atuam clivando a molécula de DNA, por reconhecerem sequências específicas de nucleotídeos.
- II. Foram descobertas em bactérias, nas quais atuam na defesa contra a ação de bacteriófagos.
- III. A análise e a comparação dos fragmentos de DNA produzidos pela ação das endonucleases permitem a identificação de pessoas.
- IV. Ao clivar o DNA, essas enzimas produzem fragmentos de molécula por romperem as ligações glicosídicas entre os nucleotídeos.

Com base nas quatro frases, assinale a alternativa CORRETA.

- A** Somente o que se afirma em III não faz referência às endonucleases.
- B** Somente o que se afirma em II não faz referência às endonucleases.
- C** Somente o que se afirma em IV não faz referência às endonucleases.
- D** Somente o que se afirma em I não faz referência às endonucleases.
- E** O que se afirma em I, II, III e IV faz referência às endonucleases.

QUESTÃO 04| Os testes de DNA são utilizados dos modos mais variados, incluindo questões forenses, identificação de agentes patogênicos, assim como para a definição de espécies. Para que os testes sejam realizados, são necessárias etapas que possibilitem a seleção adequada do material genético, sua amplificação e análise. Sobre isso, leia as afirmações a seguir.

- I. Para a seleção das sequências de DNA a serem analisadas, são utilizadas enzimas de restrição, que reconhecem e fragmentam, em sequências específicas, a molécula de DNA.
- II. Os fragmentos da amostra de DNA em análise são separados em gel, por eletroforese, formando um padrão de “bandas”, pelo posicionamento variado dos fragmentos.
- III. As enzimas de restrição foram, primeiramente, descobertas em bacteriófagos, que as utilizam para a manutenção de seu material genético, quando no interior da bactéria.
- IV. O processo de eletroforese utilizado para a separação dos fragmentos de DNA envolve o uso de corrente elétrica, que atrai os fragmentos de DNA de um polo a outro pelo gel.

É CORRETO apenas o que se afirma em

- A I, II e III.
- B II e IV.
- C I, II e IV.
- D I, III e IV.
- E III e IV.

QUESTÃO 05| A figura a seguir ilustra fragmentos de um gene presente em 4 espécies identificadas com os números de 1 a 4 entre parênteses.

CACTTGAAAACCGATATAGACCCTAG(1)

CACTTGAAAACCGGATAGACGCTAG(2)

CACTTGAAAACCGATATAGACGCTAG(3)

CATTTTAAACCGGATAGACGCTAT(4)

Assinale a alternativa correta.

- A As espécies 1 e 4 são mais próximas entre si do que as espécies 1 e 3.
- B As espécies 2 e 3 são mais próximas entre si do que as espécies 1 e 3.
- C As espécies 1 e 3 são mais próximas entre si do que as espécies 3 e 4.
- D As espécies 2 e 4 são mais próximas entre si do que as espécies 1 e 2.

QUESTÃO 06| Em 2013 foi descoberta, em uma ilha do Ártico, a carcaça congelada de um mamute-lanoso que, ao contrário de outros exemplares já encontrados, apresentou células ainda intactas, isto é, contendo núcleo celular. Essa descoberta reacendeu entre os cientistas as possibilidades da clonagem do mamute, já extinto, de modo semelhante à produção da ovelha Dolly e de outros tantos organismos que vêm sendo produzidos. Esse tipo de clonagem é denominado clonagem reprodutiva. Sobre o tema clonagem:

- A Descreva, em linhas gerais, como seriam produzidos os clones de mamutes.
- B Quais são as aplicações de outra técnica de clonagem semelhante: a clonagem terapêutica?

QUESTÃO 07|

Há exatamente dez anos, em 13 de abril de 1998, nasceu Bonnie, cria de um carneiro montanhês e da ovelha Dolly, o primeiro animal clonado a partir de uma célula adulta de outro indivíduo. O nascimento de Bonnie foi celebrado pelos desenvolvedores da técnica de clonagem animal como uma “prova” de que Dolly era um animal saudável, fértil e capaz de ter crias saudáveis.

(Folha Online, 13.04.2008.)

- A Apesar de gerar animais aparentemente “férteis e saudáveis”, qual a principal consequência para a evolução das espécies se a clonagem for realizada em larga escala? Justifique sua resposta.
- B Como se denomina o conjunto de genes de um organismo? Qual a constituição química dos genes?

QUESTÃO 08| Dados genéticos podem ser utilizados para estudar populações de uma espécie no ambiente natural. Por exemplo, amostras de DNA podem ser coletadas para identificar espécies, estimar tamanhos populacionais ou identificar indivíduos. Um pesquisador coletou duas amostras de fezes em uma localidade na Índia e sequenciou parte do gene Gapdh dos DNAs extraídos a partir delas. Como resultado, foram obtidas as sequências abaixo (apenas uma das fitas do DNA é mostrada).

Amostra 1 5' ACAGGATCCAATAACCCCGCAGGAATGGTG 3'

Amostra 2 5' ACAGGATCCAATAACCCCTCACGAATGGTG 3'

As sequências da mesma região do gene Gapdh nos genomas do tigre de Bengala (*Panthera tigris*) e do leopardo (*Panthera pardus*) são:

Panthera tigris 5' ACAGGATCCAATAACCCCGCAGGAATGGTG 3'

Panthera pardus 5' ACAGGATCTAACAACCCCGCAGGAATAGTA 3'

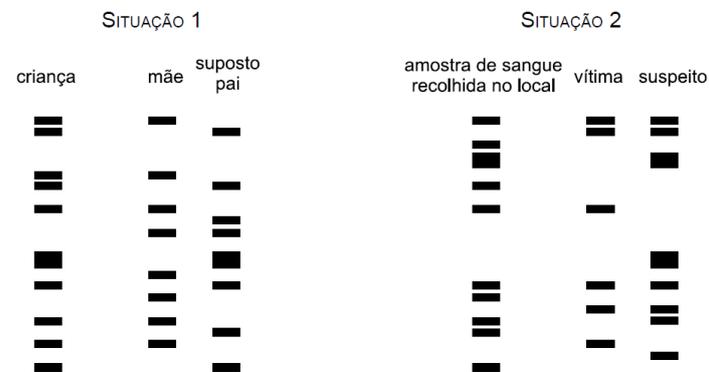
- A De posse desses dados, responda: as amostras de fezes 1 e 2 pertencem, com maior probabilidade, a tigres de Bengala ou a leopardos? As amostras 1 e 2 pertencem ao mesmo indivíduo ou a dois indivíduos diferentes? Justifique sua resposta.
- B Um crítico argumentou que o trabalho do pesquisador não era válido, pois as sequências do gene nuclear Gapdh foram obtidas a partir de amostras de fezes. Segundo o crítico, material genético nuclear de felinos só poderia ser extraído com qualidade a partir de hemácias (eritrócitos) coletadas dos animais. Quem tem razão, o pesquisador ou o crítico? Justifique.

(Fonte: J. Bhagavatula e L. Singh. BMC Genetics, Londres, v. 7, p. 48, out. 2006.)

QUESTÃO 09| As figuras representam os resultados de dois exames de DNA em que as amostras de DNA dos envolvidos são fragmentadas com enzimas específicas e submetidas à eletroforese, gerando um padrão de faixas ou “bandas”.

A situação 1 refere-se a um caso de investigação de paternidade: o suposto pai deseja saber se a criança é, de fato, seu filho biológico.

A situação 2 refere-se a uma investigação criminal: na cena do crime foram encontradas manchas de sangue e o delegado precisa saber se o sangue é da vítima, de um indivíduo apontado como suspeito de ser o criminoso ou de uma terceira pessoa não identificada até o momento.



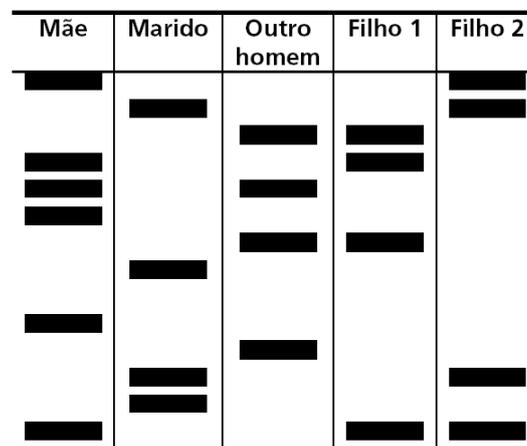
A partir da análise dos resultados, responda:

- A** A criança é filho biológico do suposto pai? Justifique sua resposta.
- B** A amostra de sangue recolhida no local do crime é da vítima, do suspeito ou de uma terceira pessoa não identificada? Justifique sua resposta.

QUESTÃO 10 | A identificação de pessoas por meio de DNA fingerprint assemelha-se à técnica de papiloscopia (identificação por impressão digital), recebendo por isso o nome “impressão digital do DNA”. Assim sendo, tem auxiliado nas análises e na solução de perícias forenses. Quanto a essa técnica, é CORRETO afirmar, EXCETO, que

- A** na técnica são utilizadas sequências de DNA não codificantes, denominadas VNTRs, formadas por repetições de unidades compostas por poucos nucleotídeos.
- B** para obtenção de DNA a ser utilizado na técnica, devem ser obtidas células nucleadas, que garantirão a presença do material genético.
- C** para a comparação do DNA com a amostra, ou entre possíveis parentes, realiza-se a digestão deste por um mesmo tipo de enzima de restrição específica para a técnica.
- D** a técnica é realizada com amostras celulares que contenham DNA mitocondrial ou nuclear completo, para a identificação de paternidade, nos casos de estupro e assassinatos.
- E** a técnica é mais precisa que a tipagem sanguínea na análise forense, já que o uso de sistemas sanguíneos, resulta, habitualmente, apenas na exclusão de suspeitos.

QUESTÃO 11 | 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.



- 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?

QUESTÃO 12 | O Brasil foi o primeiro país a autorizar o uso comercial de cana-de-açúcar transgênica (Cana Bt), desenvolvida pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC). Para poder ser comercializada, a cana modificada geneticamente precisou da aprovação da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), pois, apesar de apresentar características importantes, como a resistência à broca da cana, *Diatraea saccharalis*, uma praga agrícola, o uso de produtos transgênicos pode envolver questões de segurança ambiental e de saúde humana e animal. Analise as afirmativas que seguem quanto aos possíveis benefícios do uso de transgênicos.

- I. Aumento da produtividade dos transgênicos, devido à resistência a pragas.
- II. Aumento dos valores nutricionais, pela inserção de novos genes.
- III. Adaptação das espécies transgênicas a pressões bióticas e abióticas.
- IV. Escape dos genótipos transgênicos para espécies silvestres.

Sobre os benefícios esperados em relação ao uso de transgênicos, está CORRETO o que se afirma em

- A** I, II, III e IV.
- B** I, II e III, apenas.
- C** II, III e IV, apenas.
- D** I e II, apenas.
- E** III e IV, apenas.

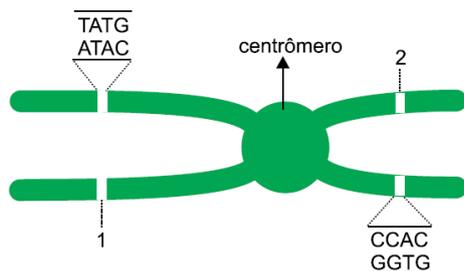
QUESTÃO 13| Uma das preocupações manifestadas em relação à utilização de plantas transgênicas deve-se à possível polinização cruzada entre estas espécies com as existentes na natureza ou com culturas não modificadas. Assim, na produção de plantas transgênicas muitas vezes é utilizada a chamada tecnologia Terminator (em português Exterminador). Esta tecnologia baseia-se na adição, à planta em causa, de um gene que não permite a produção, pela planta transgênica, do grão de pólen viável. O uso dessa tecnologia na planta transgênica

- A** facilita a propagação das plantas geneticamente modificadas.
- B** permite o cruzamento entre espécies diferentes.
- C** contribui para o cruzamento entre plantas transgênicas entre si.
- D** seleciona cruzamentos entre as espécies naturais.
- E** evita quaisquer cruzamentos dessa planta com outras.

QUESTÃO 14| O mapeamento de toda a seqüência de nucleotídeos existente nos 23 pares de cromossomos humanos

- A** é o que ainda falta fazer após a conclusão do projeto Genoma Humano em 2003.
- B** é a condição necessária para se saber o número de moléculas de RNA existentes em nosso organismo.
- C** é o que nos permitiria conhecer qual a real proporção de proteínas em relação às moléculas de DNA que possuímos.
- D** é o que foi conseguido pelos pesquisadores há alguns anos, sendo apenas um passo no conhecimento de nosso genoma.
- E** significa decifrar o código genético, que só foi descoberto depois da conclusão do projeto Genoma Humano em 2003.

QUESTÃO 15| A figura mostra um cromossomo duplicado com dois pequenos segmentos de DNA, em que suas respectivas seqüências de bases nitrogenadas estão apontadas.



Considerando que não houve permutação e nem mutação, é correto afirmar que:

- A** no segmento 1, a seqüência de bases é CCAC e sua seqüência complementar é GGTG.
- B** no segmento 1, a seqüência de bases é TATG e sua seqüência complementar é ATAC.
- C** no segmento 2, a seqüência de bases é CCAC e sua seqüência complementar é GGUG.
- D** no segmento 2, a seqüência de bases é AUAC e sua seqüência complementar é UAUG.
- E** no segmento 2, a seqüência de bases é TATG e sua seqüência complementar é GGTG.

QUESTÃO 16|

Pela 1.ª vez, drogas contra intoxicação radioativa alcançam bons resultados

Remédios para tratar intoxicação por radiação devem ser aprovados nos próximos anos. Hoje não existe nenhuma terapia para o tratamento e a prevenção dos danos fisiológicos da radiação, cujo principal efeito é a produção de radicais livres. A radiação atinge as moléculas de água e oxigênio abundantes no organismo e produz os radicais livres, que ao reagir alteram diversas estruturas celulares. A maioria das novas drogas tem a finalidade de diminuir os estragos produzidos pelos radicais livres

(O Estado de S.Paulo, 13.02.2012. Adaptado.)

Em química, uma substância que tem a propriedade de diminuir os estragos produzidos por radicais livres é classificada como um

- A** antiácido.
- B** hidratante.
- C** cicatrizante.
- D** esterilizante.
- E** antioxidante.

GABARITO:

- | | |
|-------|-------|
| 01 C | 04 C |
| 02 A | 05 C |
| 03 C | |

- 06|**
 - A** O núcleo intacto da célula de mamute seria retirado da célula original e inserido em um ovócito anucleado, obtido de uma fêmea vivente cuja espécie apresentasse maior proximidade gênica com os mamutes. Posteriormente, essa célula seria mantida em cultura celular até a etapa de blastocisto, sendo esse implantado no útero de fêmea da mesma espécie, para dar prosseguimento à formação do clone.
 - B** Células tronco para o tratamento de doenças e produção de tecidos e órgãos para transplante.
- 07|**
 - A** Ausência de um importante fator evolutivo: a variabilidade genética. A clonagem mantém fixos os genótipos parentais, que são freqüentemente alterados com a reprodução sexuada.
 - B** O conjunto de genes constitui o genótipo. Os genes são segmentos de uma macromolécula: o DNA.
- 08|**
 - A** Comparando-se as seqüências fornecidas, nota-se que as amostras 1 e 2 provavelmente pertencem ao tigre de Bengala, pois há menos diferenças entre cada amostra e a seqüência do gene Gapdh em Panthera tigris do que na comparação das amostras com Panthera pardus. As amostras 1 e 2 não pertencem ao mesmo indivíduo, pois as seqüências do gene Gapdh são ligeiramente diferentes nas duas amostras.
 - B** O pesquisador tem razão, pois fezes possuem fragmentos celulares a partir dos quais DNA nuclear pode ser extraído facilmente. Além disso, não há DNA nuclear em hemácias de mamíferos, já que estas são anucleadas.
- 09|**
 - A** Sim. A criança é filho biológico do suposto pai, porque as bandas de DNA que o filho não herdou de sua mãe coincidem com as desse indivíduo.
 - B** A amostra de sangue recolhida no local do crime é de uma terceira pessoa não identificada, pois várias bandas de DNA verificadas no exame não coincidem com as amostras da vítima ou do suspeito.
- 10| D**
- 11|**
 - A** 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** 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.
- 12| B**
- 13| E**
- 14| D**
- 15| B**
- 16| E**