

# Bernoulli Resolve

6V | Volume 3 | Biologia

# SUMÁRIO

<b>Frente</b>	<b>A</b>	Módulo 09:	Fotossíntese e Quimiossíntese	3
		Módulo 10:	O Núcleo Celular	5
		Módulo 11:	Mitose e Meiose	7
		Módulo 12:	Embriologia Animal	9
<b>Frente</b>	<b>B</b>	Módulo 09:	Estudo das Populações	11
		Módulo 10:	Cadeia Alimentar	14
		Módulo 11:	Ecossistemas	17
		Módulo 12:	Sucessão Ecológica	19
<b>Frente</b>	<b>C</b>	Módulo 09:	Noções de Engenharia Genética	21
		Módulo 10:	Origem da Vida	24
		Módulo 11:	Teorias Evolucionistas	26
		Módulo 12:	Evidências da Evolução	28

# COMENTÁRIO E RESOLUÇÃO DE QUESTÕES

## MÓDULO – A 09

### Fotossíntese e Quimiossíntese

#### Exercícios de Aprendizagem

##### Questão 01 – Letra B

**Comentário:** O  $O_2$  (oxigênio) não é reagente da reação de fotossíntese e, sim, um dos produtos. Portanto, não interfere na taxa fotossintética.

##### Questão 02 – Letra C

**Comentário:** O ponto de compensação fótico corresponde a uma intensidade luminosa na qual a taxa de fotossíntese é igual à taxa da respiração. No gráfico da questão, essa intensidade luminosa está indicada pelo número 3.

##### Questão 03 – Letra A

**Comentário:** A análise do gráfico mostra que as maiores taxas de absorção da luz ocorrem nas radiações que possuem comprimento de onda em torno de 450 a 470 nm. Dessa forma, observando-se a tabela da questão, conclui-se que a maior absorção se dá na faixa da luz azul.

##### Questão 04 – Letra D

**Comentário:** No esquema em questão, o algarismo 1 está indicando o reagente da fase clara, ou seja, a água ( $H_2O$ ); o algarismo 2 representa o produto da fase clara, diferente do ATP e do NADPH, isto é, o oxigênio ( $O_2$ ); o algarismo 3 corresponde ao produto da fase escura, ou seja, a glicose (açúcar); o algarismo 4 indica um reagente necessário à fase escura, isto é, o  $CO_2$  (gás carbônico).

##### Questão 05 – Letra E

**Comentário:** A primeira reação corresponde a uma oxidação. A energia liberada é utilizada na segunda reação, que corresponde a uma quimiossíntese, processo de nutrição autotrófica realizado por algumas espécies de bactérias. A quimiossíntese consiste na síntese de substância orgânica a partir de substâncias inorgânicas, utilizando a energia liberada de uma reação de oxidação.

#### Exercícios Propostos

##### Questão 01 – Letra B

**Comentário:** As plantas são os organismos capazes de absorver gás carbônico e produzir compostos energéticos a partir dele. Animais e fungos são seres heterótrofos, logo, não são capazes de realizar fotossíntese. Esses organismos participam do ciclo do  $CO_2$  liberando o gás na respiração. Algumas bactérias são capazes de realizar fotossíntese, mas como não são todas não devemos afirmar que elas são os seres similares ao tijolo ecológico.

##### Questão 02 – Letra A

**Comentário:** A fotossíntese consiste na fabricação de substâncias orgânicas a partir de substâncias inorgânicas utilizando a luz como fonte de energia para a reação. Assim, é pela fotossíntese que a energia entra de forma majoritária na biosfera. Por esse processo, é produzido o açúcar (glicose), que pode ser transformado em várias substâncias orgânicas, armazenado como amido ou, ainda, utilizado na transferência de energia. Somente animais e fungos armazenam energia na forma de glicogênio, esses organismos não realizam fotossíntese. O processo de fotossíntese produz carboidratos e não proteínas ou enzimas.

##### Questão 03 – Letra A

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Correta. As reações dependentes de luz convertem energia luminosa em energia química, realizam a fotólise da água e a liberação de  $O_2$ .
- B) Incorreta. Na fotossíntese, as moléculas de NADP recebem os hidrogênios liberados durante a fase clara, levando-os para participar das reações da fase escura, onde participam da síntese de glicose.
- C) Incorreta. As reações dependentes de luz ocorrem nas membranas do cloroplasto.
- D) Incorreta. O oxigênio produzido na fotossíntese é resultante das reações dependentes da luz. A sua liberação ocorre durante a fotólise da água.
- E) Incorreta. Os seres autótrofos utilizam o  $CO_2$  durante as reações independentes de luz. Nesse momento o  $CO_2$  é fixado e ocorre a síntese de glicose.

##### Questão 04 – Letra D

**Comentário:** A enzima responsável pela primeira fase do ciclo onde ocorre a reação de fixação do  $CO_2$  nas plantas é conhecida como Rubisco.

##### Questão 05 – Letra A

**Comentário:** O ponto A do gráfico mostra uma situação em que a taxa de fotossíntese é menor do que a taxa da respiração, ou seja, é uma situação em que a planta recebe uma intensidade de luz abaixo do seu ponto de compensação fótico. O ponto B mostra uma situação em que a taxa de fotossíntese é igual à taxa da respiração, ou seja, uma situação em que a planta se encontra no seu ponto de compensação fótico, que é um ponto de equilíbrio entre a fotossíntese e a respiração. Nesse ponto, a quantidade de oxigênio produzida pela fotossíntese é igual à quantidade de oxigênio consumida na respiração. O ponto C mostra uma situação em que a taxa de fotossíntese é superior à da respiração, ou seja, a planta está recebendo uma intensidade de luz acima do seu ponto de compensação. Acima desse ponto, ela produz mais glicose por meio da fotossíntese do que a quantidade de glicose consumida pela respiração.

### Questão 06 – Letra D

**Comentário:** Como no ponto de compensação fótoico (PCF) as taxas da fotossíntese e da respiração celular se igualam, toda glicose produzida pela fotossíntese é consumida pela respiração; todo  $O_2$  liberado pela fotossíntese é utilizado na respiração; todo  $CO_2$  produzido pela respiração celular é utilizado na fotossíntese. Assim, quando uma planta é mantida por certo tempo recebendo uma intensidade de luz correspondente ao seu PCF, essa planta se mantém viva, porém, não cresce (toda matéria produzida pela fotossíntese é consumida pela respiração). O crescimento da planta ocorre porque ela recebe uma intensidade de luz acima do seu ponto de compensação, uma vez que nessa situação a produção de matéria pela fotossíntese é maior que o consumo feito pela respiração.

### Questão 07 – Letra E

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. A etapa da fotossíntese recriada em laboratório consiste no uso de energia luminosa para a quebra de moléculas de água e liberação de oxigênio. Etapa conhecida como fotólise da água.
- B) Incorreta. Nas folhas naturais, a liberação de oxigênio decorrente do processo fotossintético é realizada através de estruturas chamadas estômatos. Os hidatódios são estruturas que liberam água.
- C) Incorreta. A etapa da fotossíntese recriada em laboratório não teria tido o mesmo sucesso se, ao invés de cloroplastos, tivessem sido fixadas mitocôndrias, pois as mitocôndrias não são capazes de absorver luz.
- D) Incorreta. Em condições naturais, o processo da fotossíntese recriado em laboratório não é influenciado pela composição mineral do solo. O solo fornece micronutrientes associados a produção de enzimas e cofatores.
- E) Correta. A etapa da fotossíntese recriada em laboratório consiste no uso de energia luminosa para a quebra de moléculas de água e liberação de oxigênio. Etapa conhecida como fotólise da água que acontece nas membranas do cloroplasto.

### Questão 08 – Letra B

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos compreender o que acontece em cada tubo.

- A) O tubo I é iluminado por luz amarela, que não favorece a fotossíntese. Nesse caso, é provável que a respiração se sobreponha a fotossíntese ou que os processos sejam equivalentes. Nesse caso, a solução permanecerá vermelha ou ficará amarela.
- B) O tubo II é iluminado por luz azul, que é a frequência melhor aproveitada pelas plantas para a realização de fotossíntese. Nesse caso, haverá consumo de  $CO_2$  alterando a coloração da solução para roxo.
- C) O tubo III contém caramujos, organismos que não são capazes de realizar fotossíntese. Nesse tubo a solução deverá ficar amarela devido ao acúmulo de  $CO_2$  liberado na respiração dos caramujos.
- D) O tubo IV é iluminado pela luz de frequência azul, que favorece a fotossíntese, porém, no tubo, existem algas e caramujos, esses não realizam fotossíntese. Assim, devido à liberação de  $CO_2$  pela respiração dos caramujos, a concentração de  $CO_2$  deve permanecer a mesma. Logo, a solução continuará vermelha.

Portanto, a alternativa correta é a B.

### Questão 09 – Letra B

**Comentário:** O experimento descrito durou 4 horas, sendo que nas duas primeiras horas a planta ficou exposta a uma intensidade de luz menor que seu ponto de compensação fótoico e nas duas últimas a uma intensidade maior que seu ponto de saturação fótoico. Dessa forma, na primeira metade do experimento, a planta respirou mais do que realizou fotossíntese, consumindo  $O_2$  e liberando mais  $CO_2$  do que consumiu, aumentando sua concentração no meio. Já nas duas últimas horas, o processo de fotossíntese foi realizado em seu nível máximo, o que fez a planta consumir muito  $CO_2$  e liberar grande quantidade de  $O_2$  no meio. Assim, a alternativa B é a correta.

### Questão 10 – Letra D

**Comentário:** Sabe-se que as plantas absorvem o  $CO_2$  utilizado na fotossíntese, do ar presente na atmosfera. Após uma série de reações, o carbono é fixado e passa a compor a glicose produzida durante o processo. Assim, nas plantas do grupo 2, seriam encontrados mais átomos de carbono radioativo. Logo, a alternativa correta é a D.

### Questão 11 – Letra B

**Comentário:** O esquema representa o processo de quimiossíntese. Esse processo, assim como a fotossíntese, fabrica substâncias orgânicas a partir de substâncias inorgânicas. A diferença se encontra na fonte de energia; na quimiossíntese, a fonte de energia é uma reação de oxirredução e, nos processos de respiração, fermentação e putrefação ocorre o consumo de substâncias orgânicas e não a produção delas como mostra o esquema.

### Questão 12 – Letra D

**Comentário:** Analisando o esquema, observa-se a presença de luz antes da etapa A. Assim, a etapa A representa as reações de claro e a etapa B as reações de escuro. Dessa forma, concluímos que a água participa da etapa A e o  $CO_2$  da etapa B. Pode-se supor, então, que, caso uma cultura seja iluminada e receba gás carbônico com o isótopo C-14 e água com o isótopo O-18, a água participará apenas da etapa A; e prever que ocorra liberação de oxigênio com o isótopo O-18 nessa etapa. A síntese de glicose acontece nas reações do Ciclo de Calvin (etapa B). O oxigênio é eliminado na etapa A, na fotólise da água.

### Questão 13

**Comentário:**

- A) Os fatores limitantes intrínsecos da fotossíntese são aqueles que dependem da própria planta. Podemos citar a disponibilidade de pigmentos fotossintetizantes, as enzimas e a quantidade de cloroplastos.
- B) O aumento da concentração de dióxido de carbono no ar e o da intensidade luminosa acarretam a elevação da taxa de fotossíntese. Entretanto, essa elevação não se dá de maneira ilimitada. Pois os sistemas enzimáticos e os sistemas de pigmentos também apresentam saturação. Assim, a partir de um certo ponto, a planta fica impossibilitada de captar carbono ou luz, mantendo constante a taxa de fotossíntese.

### Questão 14

**Comentário:**

- A) A pergunta a que o pesquisador queria responder com seus experimentos era: "O oxigênio ( $O_2$ ) liberado pela fotossíntese tem origem na água ( $H_2O$ ) ou no gás carbônico ( $CO_2$ ) absorvidos pela planta".
- B) O pesquisador encontrará o isótopo  $^{18}O_2$  apenas no Experimento II. O resultado encontrado nesse experimento prova que o oxigênio liberado no processo da fotossíntese é proveniente da molécula de água ( $H_2O$ ), não da molécula de gás carbônico ( $CO_2$ ).

## Seção Enem

### Questão 01 – Letra E

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 14

**Comentário:** Os combustíveis citados na questão são moléculas orgânicas sintetizadas no processo de fotossíntese. Nesse processo, a energia luminosa que se propaga do Sol à Terra (ondas eletromagnéticas UV) é absorvida por seres fotossintetizantes e armazenada na forma de ligações covalentes que surgem entre moléculas de água e gás carbônico, formando compostos como a glicose. Esse mecanismo é um exemplo de transformação de energia eletromagnética em energia química.

### Questão 02 – Letra B

**Eixo cognitivo:** III

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 15

**Comentário:** A luz é formada pelos fótons, que são unidades energéticas. Ela é capturada pelos cloroplastos nos fotossistemas e convertida em ATP no processo de fotofosforilação. Os pigmentos acessórios, que atuam como “antenas”, capturam fótons de comprimento de onda equivalentes a azul e vermelho. Os nanotubos permitem a absorção de outros comprimentos de onda.

## MÓDULO – A 10

## O Núcleo Celular

### Exercícios de Aprendizagem

#### Questão 01 – Letra C

**Comentário:** A figura da questão mostra que uma ameba com núcleo transplantado também é capaz de se dividir.

#### Questão 02 – Letra B

**Comentário:** O nucléolo é uma estrutura celular que não possui membrana, ou seja, não existe membrana nucleolar.

#### Questão 03 – Letra C

**Comentário:** A troca de segmentos entre cromossomos não homólogos caracteriza um tipo de mutação cromossômica estrutural denominada translocação.

#### Questão 04 – Letra E

**Comentário:** A afirmativa I está incorreta porque um indivíduo híbrido resultante do cruzamento das duas espécies em questão deverá ter 12 cromossomos, uma vez que um dos gametas terá 5 cromossomos ( $n = 5$ ) e o outro, 7 cromossomos ( $n = 7$ ). A afirmativa II está incorreta, porque na espécie A o número haploide é igual a 5 ( $n = 5$ ). Portanto, um indivíduo triploide ( $3n$ ) originado a partir dessa espécie deverá ter 15 cromossomos. A afirmativa III está incorreta, porque um indivíduo tetraploide originado da espécie B deverá ter 28 cromossomos, uma vez que nessa espécie o número haploide é igual a 7 ( $n = 7$ ).

### Questão 05 – Letra D

**Comentário:** A célula 4 pode pertencer a indivíduos da espécie humana e pode estar representando um gameta feminino (“óvulo”) normal, como também um gameta masculino (espermatozoide) normal. Os “óvulos” normais da espécie humana possuem 22 A (autossomos) + 1 cromossomo sexual do tipo X. Os espermatozoides humanos normais podem ter 22 A + X ou 22 A + Y.

## Exercícios Propostos

### Questão 01 – Letra B

**Comentário:** Um cromossomo possui uma única molécula de DNA com vários segmentos denominados genes, que contêm informações codificadas para a síntese de proteínas. Um único gene pode codificar a síntese de diferentes proteínas.

### Questão 02 – Letra A

**Comentário:** O pesquisador encontrará a timina radioativa no núcleo e nas mitocôndrias, pois a timina é um nucleotídeo. Encontramos DNA nos cromossomos, que se localizam no núcleo e nas mitocôndrias e cloroplastos que apresentam DNA próprio.

### Questão 03 – Letra C

**Comentário:** A recombinação gênica (recombinação de genes) é um processo que ocorre naturalmente durante a reprodução sexuada, segregação independente e *crossing-over* e contribui para a variabilidade genética de uma espécie.

### Questão 04 – Letra B

**Comentário:** O envoltório nuclear (membrana nuclear, carioteca) possui poros denominados *anulli* que permitem a comunicação entre o interior do núcleo e o citoplasma. Através desses poros, ocorre o intercâmbio de substâncias diversas entre o núcleo e o citoplasma, inclusive de macromoléculas.

### Questão 05 – Letra D

**Comentário:** Na síndrome de Klinefelter, o cariótipo é  $44A + XXY$ . A presença do cromossomo Y determina a formação dos órgãos sexuais masculinos. Portanto, o portador da síndrome de Klinefelter, apesar de ter um cromossomo X a mais, é do sexo masculino. Como ele possui dois cromossomos do tipo X, um destes se mantém condensado, formando a cromatina sexual, tal como ocorre nas mulheres normais.

### Questão 06 – Letra B

**Comentário:** Os neurônios, os leucócitos, as musculares lisas e as epiteliais são exemplos de células mononucleadas.

### Questão 07 – Letra D

**Comentário:** Os RLO são radicais livres que alteram fosfolipídios e nucleotídeos. Os fosfolipídios são os principais componentes das membranas celulares, já os nucleotídeos compõem os ácidos nucleicos. Assim, as principais estruturas afetadas são a membrana celular e os cromossomos. Logo, a alternativa D é a correta.

### Questão 08 – Letra A

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- I. Correta. Cada cromossomo possui uma única molécula de DNA.
- II. Incorreta. Histonas são proteínas que se ligam fortemente ao DNA. Auxiliando na formação de estruturas tridimensionais.
- III. Incorreta. Os nucléolos podem atuar na síntese de proteínas que iniciam a síntese no núcleo e finalizam no citoplasma. Logo, a alternativa A é a correta.

### Questão 09 – Letra D

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. A duplicação ocorre quando o cromossomo possui um pedaço repetido. Um pedaço não causa uma trissomia.
- B) Incorreta. A inversão ocorre quando o cromossomo possui um pedaço invertido. A inversão não causa a trissomia.
- C) Incorreta. A deleção é a ausência de um segmento no cromossomo, isto é, a falta de um pedaço no cromossomo. A síndrome de Down é causada pela presença de um cromossomo a mais e não a menos.
- D) Correta. A translocação ocorre quando um cromossomo recebe um pedaço proveniente de um outro cromossomo que não seja o seu homólogo, ou quando há troca de pedaços entre cromossomos não homólogos. A troca provoca o aumento do número de genes daquele cromossomo.
- E) Incorreta. O isocromossomo é um cromossomo que perdeu um de seus braços e o substituiu com uma cópia exata do seu outro braço.

### Questão 10 – Letra E

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Os linfócitos masculinos apresentam um par de cromossomos sexuais diferentes.
- B) Incorreta. As hemácias não possuem núcleo.
- C) Incorreta. Os espermatozoides e os óvulos só apresentam um cromossomo sexual.
- D) Incorreta. As gônadas masculinas apresentam cromossomos sexuais dos tipos X e Y.
- E) Correta. Assim como todas as células do útero.

### Questão 11 – Letra A

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Correta. O idiograma mostra que o cariótipo apresenta 47 cromossomos (44 autossomos e três cromossomos sexuais, sendo dois do tipo X e um do tipo Y). O cariótipo 44 A + XXY identifica um indivíduo do sexo masculino (presença do cromossomo Y) portador da síndrome de Klinefelter.
- B) Incorreta. Um indivíduo com a síndrome de Klinefelter é do sexo masculino, devido à presença no seu cariótipo do cromossomo sexual Y.
- C) Incorreta. A síndrome de Down caracteriza-se por ter um autossomo a mais no par 21.

- D) e E) Incorretas. A síndrome de Turner caracteriza-se por ter o cariótipo 44 A + X0, ou seja, é um indivíduo do sexo feminino (não possui o cromossomo Y) que apresenta apenas um cromossomo sexual do tipo X.

### Questão 12 – Letra D

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Refere-se a um indivíduo diploide, do sexo feminino, que apresenta trissomia do cromossomo 13.
- B) Incorreta. Pertence a um portador de uma trissomia, a qual ocorre tanto em indivíduos do sexo feminino quanto em indivíduos do sexo masculino.
- C) Incorreta. Apresenta um caso de alteração cromossômica numérica classificada como aneuploidia, em que há acréscimo de 1 cromossomo no cariótipo normal.
- D) Correta. Pertence a um portador de trissomia autossômica, causada por erro na segregação cromossômica durante a meiose, ocasionando a falta de disjunção do cromossomo 13.
- E) Incorreta. Refere-se a um indivíduo diploide, cada um dos cromossomos se apresenta em par. A ausência do cromossomo Y informa que o indivíduo é do sexo feminino.

### Questão 13

**Comentário:** Na circulação humana, os eritrócitos (glóbulos vermelhos, hemácias), ao contrário dos linfócitos (um tipo de glóbulo branco), são células anucleadas e, portanto, não podem fornecer material genético nuclear (DNA nuclear) para o exame de paternidade. O núcleo só existe nas células precursoras dos eritrócitos, localizadas na medula óssea vermelha. Dessa forma, essas células são inadequadas em exames de DNA, nos quais é necessário realizar um estudo sobre a composição genética dos indivíduos.

## Seção Enem

### Questão 01 – Letra D

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 5

**Habilidade:** 17

**Comentário:** Nucléolo desenvolvido, maior quantidade de eucromatina, retículo endoplasmático rugoso e mitocôndrias são evidências de um intenso metabolismo de síntese de proteínas. Assim, identificamos no esquema IV a linhagem que deve ser selecionada pelo pesquisador, pois o conjunto de fatores representados permite inferir que há uma maior síntese de RNAm no núcleo celular e maior síntese proteica no retículo endoplasmático rugoso. Como o processo é dependente de ATP, também encontramos nessa linhagem uma maior quantidade de mitocôndrias.

### Questão 02 – Letra E

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 13

**Comentário:** A alteração cromossômica em questão caracteriza uma trissomia do cromossomo 18 ( $2n+1$ ). Portanto, trata-se de uma alteração cromossômica numérica do tipo aneuploidia, pois não envolve coleções inteiras de cromossomos.

**Questão 03 – Letra E****Eixo cognitivo:** III**Competência de área:** 8**Habilidade:** 29

**Comentário:** O texto deixa claro que a epigenética estuda as mudanças na atividade dos genes que não envolvem alterações na sequência do DNA. Assim sendo, as alterações ou mudanças epigenéticas podem inativar os genes por meio de modificações na estrutura molecular das bases nitrogenadas sem alterar a sequência dessas bases ao longo da molécula do DNA.

**Questão 04 – Letra B****Eixo cognitivo:** III**Competência de área:** 4**Habilidade:** 15

**Comentário:** É no núcleo que está o material genético (genes). Como na produção do clone, o núcleo utilizado foi o proveniente da vaca W, o referido clone terá as mesmas características genéticas desta.

**MÓDULO – A 11****Mitose e Meiose****Exercícios de Aprendizagem****Questão 01 – Letra C**

**Comentário:** A mitose é uma divisão equacional em que a célula-mãe origina duas células-filhas geneticamente idênticas entre si e à célula-mãe. Antes de a mitose ser iniciada, ainda na intérfase (período S), ocorre a duplicação dos cromossomos (duplicação do DNA). Quando a célula inicia a primeira fase da mitose (prófase), ela já possui seus cromossomos duplicados. O local ocupado por um gene (segmento de DNA) no cromossomo constitui o seu *locus* (loco).

**Questão 02 – Letra B**

**Comentário:** A reparação dos tecidos é feita por mitoses. Os eventos I e III são exclusivos da meiose. Os eventos II e IV ocorrem tanto na mitose como na meiose.

**Questão 03 – Letra E**

**Comentário:** No diagrama 1, pode-se observar os cromossomos duplos e homólogos pareados e a formação do fuso, caracterizando a prófase I. No diagrama 2, observa-se os cromossomos homólogos sendo separados, característico da anáfase I. Já no diagrama 3, pode-se observar os cromossomos duplos alinhados no plano equatorial da célula, o que representa a metáfase II. Logo, a alternativa E é a correta.

**Questão 04 – Letra C**

**Comentário:** A duplicação do DNA ocorre no período S da intérfase. A figura mostra que esse período é realizado no intervalo de tempo compreendido entre 2,5 h e 6,5 h. Portanto, sua duração é de 4 horas ( $6,5 - 2,5 = 4$ ).

**Questão 05 – Letra E**

**Comentário:** Uma célula-mãe  $2n = 4$ , em anáfase da mitose, possui 8 cromossomos simples, sendo 4 cromossomos simples puxados para cada um dos polos celulares. Lembre-se de que na anáfase da mitose ocorre a separação das cromátides irmãs e, com isso, os cromossomos voltam à condição de cromossomos simples. Uma célula  $2n = 4$  em anáfase I da meiose possui 4 cromossomos duplos, sendo 2 cromossomos duplos puxados para cada um dos polos celulares. Lembre-se de que, na anáfase I, ocorre a separação dos cromossomos homólogos. Uma célula  $2n = 4$ , em anáfase II da meiose, possui 4 cromossomos simples, sendo 2 cromossomos simples puxados para cada um dos polos celulares. Lembre-se de que, na divisão II da meiose, também ocorre a separação das cromátides e, como isso, os cromossomos voltam à condição de cromossomos simples. Uma célula  $2n = 8$  em anáfase da mitose possui 16 cromossomos simples, sendo 8 cromossomos simples puxados para cada um dos polos celulares. Uma célula  $2n = 8$  em anáfase I possui 8 cromossomos duplos, sendo que, para cada um dos polos celulares, são puxados 4 cromossomos duplos. Uma célula  $2n = 8$  em anáfase II da meiose possui 8 cromossomos simples, sendo que, para cada um dos polos celulares, são puxados 4 cromossomos simples.

**Exercícios Propostos****Questão 01 – Letra A**

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Correta. Os procariontes, organismos unicelulares, realizam a reprodução assexuada. Nos organismos unicelulares, as divisões por mitose geram novos organismos, clone do organismo gerador.
- B) Incorreta. Nas células eucarióticas diploides, ocorrem dois processos de divisão celular: a mitose e a meiose. Nas haploides, ocorre apenas mitose.
- C) Incorreta. A meiose tem como resultado quatro células haploides. A mitose gera duas células-filha iguais à célula-mãe.
- D) Incorreta. A bipartição constitui forma de reprodução assexuada. Ela pode ser caracterizada como uma mitose.
- E) Incorreta. Como resultado da meiose, tem-se a formação de células reprodutivas. O crescimento do organismo se dá por mitoses.

**Questão 02 – Letra D**

**Comentário:** As figuras da questão representam um cromossomo em uma das fases da divisão celular. Na figura A, há um cromossomo com as cromátides duplicadas, que pode ser observado na metáfase da mitose e na metáfase II da meiose. Na figura B, há a separação das cromátides, que pode ser observada na anáfase da mitose e na anáfase II da meiose. Logo, esses fenômenos ocorrem tanto na mitose quanto na segunda divisão da meiose.

**Questão 03 – Letra A**

**Comentário:** Problemas referentes à alteração no número de cromossomos normal da espécie estão relacionados a problemas durante a meiose que deu origem aos gametas.

É durante a anáfase I que ocorre a separação dos cromossomos homólogos; erros nesse processo ocasionam gametas com alterações no balanço entre os cromossomos. A mórula é formada por mitoses, problemas nessa divisão ocasionam a presença de cromossomos duplos, e não o aumento no número de cromossomos. Erros no *crossing-over* causam mutações pontuais no cromossomo, e não sua duplicação.

#### Questão 04

##### Comentário:

- A) O *crossing-over* é uma troca de segmentos entre cromátides homólogas. Acontece na prófase I da meiose. Sua importância deve-se ao fato de que é um fenômeno que aumenta a variabilidade genética da espécie.
- B) Ao realizarem a meiose, as células reprodutivas produzem os gametas haploides (n). A união de dois gametas haploides (n), que ocorre na fecundação, forma a célula-ovo diploide, restabelecendo o número cromossômico (2n) da espécie.

#### Questão 05 – Letra B

**Comentário:** As características citadas no enunciado dessa questão se referem à última fase da divisão celular, ou seja, à telófase.

#### Questão 06 – Letra C

**Comentário:** No final da divisão I da meiose, as células são haploides (n) com cromossomos duplos.

#### Questão 07 – Letra E

**Comentário:** As células 2 e 3, formadas ao término da divisão I da meiose, são células haploides (n) com cromossomos duplos. Nas células haploides, não existem pares de cromossomos homólogos e, conseqüentemente, não há pares de genes alelos. A e A' são cromossomos homólogos, assim como B e B'. Logo, nas células 2 e 3, não serão encontrados esses pares de cromossomos homólogos. A separação dos cromossomos homólogos ocorre durante a anáfase I da meiose.

#### Questão 08 – Letra A

**Comentário:** Um tumor é formado por células com crescimento descontrolado. A mitose é o tipo de divisão celular responsável pelo crescimento dos tecidos. Dessa forma, nos tumores, há um descontrole desse processo.

#### Questão 09 – Letra B

**Comentário:** Em organismos diploides, a divisão das células somáticas, ou seja, o crescimento e a reparação dos tecidos, acontece por meio de mitoses. Nesse processo, ocorre a formação de duas células idênticas. Logo, se o organismo apresenta 6 cromossomos, as células formadas durante a mitose também apresentarão 6 cromossomos.

#### Questão 10 – Letra A

**Comentário:** Em G1, os cromossomos são simples; em G2 e também na metáfase mitótica, os cromossomos são duplos (cada cromossomo é formado por duas cromátides). Assim, se em metáfase mitótica a quantidade de DNA é X, em G1 a quantidade será X/2 e, em G2, será X.

#### Questão 11 – Letra D

**Comentário:** Os gametas humanos femininos e masculinos são formados por meio de divisão celular do tipo meiose. As mulheres, por possuírem dois cromossomos X produzem todos os gametas com esse tipo de cromossomo sexual. Já os homens, possuem dois tipos de cromossomos sexuais, X e Y. Assim, durante a anáfase da meiose I, esses cromossomos homólogos são separados, gerando metade dos gametas com cromossomos X e outra metade com cromossomos Y. Dessa forma, é na gametogênese masculina que o sexo da futura criança é definida.

#### Questão 12 – Letra B

**Comentário:** Para responder a essa questão, é preciso conhecer as principais características das diferentes fases da divisão celular. A afirmativa I se refere ao *crossing-over*, fenômeno que ocorre na prófase I. A migração das cromátides-irmãs para polos celulares é característica da anáfase II. A citocinese mencionada na afirmativa III se refere à telófase I, uma vez que dá origem apenas a duas células. A afirmativa IV se refere à segregação dos cromossomos homólogos, fenômeno característico da anáfase I. Na afirmativa V, há emparelhamento de cromossomos homólogos no plano equatorial, o que é característica da metáfase I. Logo, a alternativa correta é a B.

#### Questão 13 – Letra C

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. A condensação dos cromossomos ocorre na prófase, já o pareamento dos homólogos ocorre na metáfase.
- B) Incorreta. A separação das cromátides ocorre antes da reorganização da membrana nuclear.
- C) Correta. A duplicação do DNA é condição obrigatória para a manutenção da ploidia celular original. Caso contrário, em cada divisão ocorreria diminuição da ploidia.
- D) Incorreta. O posicionamento dos cromossomos no plano mediano (equatorial) da célula ocorre durante a metáfase.
- E) Incorreta. A interfase é o período de maior atividade celular, tendo em vista a expressão gênica nos cromossomos.

#### Questão 14 – Letra E

**Comentário:** A interfase é dividida em três fases G1, S e G2. A fase G1 antecede a duplicação dos cromossomos; na fase S, os cromossomos são duplicados; e a G2 antecede a divisão. Dessa forma, se em G1 a célula possui um par de alelos Bb, em S e G2 ela possuirá dois, e em cada C ela possuirá um par. Logo, a alternativa E é a correta.

#### Questão 15 – Letra A

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos identificar as fases em cada uma das imagens. As imagens 1, 2, 3, 4 representam a prófase. Nesta fase, ocorrem a condensação dos cromossomos, o desaparecimento do nucléolo e o início da formação do fuso mitótico. A imagem 5 representa a metáfase. Observa-se os cromossomos alinhados no plano equatorial da célula. Nas imagens 6 e 7, ocorre a separação das cromátides irmãs para os polos da célula. Por fim, as imagens 8 e 9 representam a telófase, na qual ocorrem a divisão do citoplasma, a descondensação dos cromossomos e o reaparecimento dos nucléolos. Logo, a alternativa A é a correta.

## Seção Enem

### Questão 01 – Letra E

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 13

**Comentário:** A ausência da proteína p53 pode reduzir a autodestruição da célula, permitindo a proliferação celular exagerada, o que resultaria na formação de um tumor.

Na ausência da p53 as mutações não sofrem reparo, e as células mutantes proliferam-se, causando o câncer.

### Questão 02 – Letra C

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 13

**Comentário:** A meiose ocorre em dois principais processos: a esporogênese e a gametogênese. A recombinação genética é o mecanismo por meio do qual ocorre a troca de trechos de DNA entre os cromossomos homólogos na formação dos gametas. Essa recombinação genética também é denominada *crossing-over* e ocorre durante a meiose. Esse mecanismo possibilita a formação de cromossomos com uma variedade alélica diferente, possibilitando uma maior diversidade.

### Questão 03 – Letra A

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 14

**Comentário:** A tubulina é uma proteína tubular que constitui os microtúbulos. Os microtúbulos formam o fuso mitótico que orienta a migração dos cromossomos durante a mitose e o seu posicionamento na placa equatorial durante a metáfase. Dessa forma, um medicamento que envolve a tubulina e interfere no funcionamento dos microtúbulos afeta diretamente a divisão celular.

## MÓDULO – A 12

### Embriologia Animal

#### Exercícios de Aprendizagem

##### Questão 01 – Letra D

**Comentário:** A sequência de figuras mostra o zigoto, a mórula e a blástula. A última figura representa uma blástula em corte, onde se visualizam o blastoderma e a blastocele (cavidade). Gástrula e nêurula não foram representadas nas figuras.

##### Questão 02 – Letra B

**Comentário:** Durante a segmentação (clivagem), há um aumento do número de células (blastômeros) sem, entretanto, ocorrer o aumento do volume total da estrutura.

As incorreções das demais alternativas podem ser assim justificadas:

- A) A segmentação consiste em sucessivas divisões mitóticas iniciadas a partir da célula-ovo (zigoto), que é uma célula diploide (2n), uma vez que resultou da união de dois gametas haploides (n). Como a mitose origina células com o mesmo número de cromossomos da célula-mãe, durante a segmentação, são formadas apenas células diploides.
- C) Dependendo do tipo de célula-ovo, a segmentação pode ser bem rápida, mas, como o processo se faz por mitoses sucessivas, conserva-se, nas células-filhas formadas, o mesmo número de cromossomos da célula-mãe. Não há, portanto, redução do número de cromossomos.
- D) Segundo a regra de Balfour, quanto maior a quantidade de vitelo presente no zigoto, menor é a velocidade de segmentação e, quanto menor a quantidade de vitelo, mais rápida é a segmentação.
- E) A mórula é um aglomerado maciço de células (blastômeros) que não apresenta nenhuma cavidade interna.

##### Questão 03 – Letra B

**Comentário:** A placenta é formada pelas vilosidades coriônicas e pela mucosa uterina (endométrio), na qual essas vilosidades penetram. As vilosidades coriônicas fazem parte do cório, uma membrana que, nos mamíferos eutérios, desenvolve-se a partir do trofoblasto.

##### Questão 04 – Letra B

**Comentário:** A segmentação (indicada pelo número 1) consiste em sucessivas mitoses feitas a partir do ovo, originando células denominadas blastômeros. Assim, o número 1 corresponde à letra B (1B). A nêurula (indicada pelo número 5) corresponde à fase em que ocorre a formação do tubo neural (letra A).

##### Questão 05 – Letra B

**Comentário:** Os gêmeos univitelinos (monozigóticos) são geneticamente idênticos e obrigatoriamente do mesmo sexo. O fenômeno que origina esses gêmeos é a poliembriõnia, ou seja, a formação de mais de um embrião a partir de um mesmo zigoto. Já os gêmeos bivitelinos (dizigóticos) não são geneticamente idênticos, podendo ser ou não do mesmo sexo. A formação de gêmeos dizigóticos é possível quando a mulher tem poliovulação, ou seja, quando ela forma mais de um "óvulo" a cada ciclo menstrual.

### Exercícios Propostos

##### Questão 01 – Letra D

**Comentário:** Gêmeos de sexos diferentes sempre são dizigóticos e resultam da fecundação de dois óvulos, ou seja, dois óvulos, isoladamente, foram fecundados, cada um por um espermatozoide, originando dois embriões.

##### Questão 02 – Letra C

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Alantoide: presente em aves, répteis e mamíferos.
- B) Incorreta. Cório: presente em répteis, aves e mamíferos.
- C) Correta. Saco de vitelo: presente em mamíferos, peixes, répteis e aves.
- D) Incorreta. Âmnio: presente em mamíferos, aves e répteis.
- E) Incorreta. Placenta: presente em mamíferos vivíparos.

### Questão 03 – Letra A

**Comentário:** Durante o desenvolvimento embrionário, a sequência correta das fases é: mórula – blástula – gástrula – nêurula.

### Questão 04 – Letra A

**Comentário:** Durante o desenvolvimento embrionário de um réptil espera-se que a massa do embrião aumente, pois o embrião deve se desenvolver bem dentro do ovo antes de nascer. A massa do vitelo deve diminuir, já que o embrião deverá consumi-lo para se desenvolver. E a massa do alantoide deve aumentar, uma vez que uma das funções desse anexo é receber e acumular as excretas nitrogenadas provenientes do metabolismo proteico do embrião.

### Questão 05 – Letra E

**Comentário:** As células nervosas têm origem a partir do ectoderma, folheto embrionário que se forma durante a gastrulação (processo de formação da gástrula).

### Questão 06 – Letra B

**Comentário:** Os pintinhos nascem molhados devido à presença do âmnio, anexo embrionário que forma uma bolsa que acumula um líquido, no qual fica mergulhado o embrião (esse líquido tem como função evitar o ressecamento do embrião e atenuar abalos e choques mecânicos). E também devido à alantoide, que tem como uma de suas funções o armazenamento das excretas nitrogenadas. Vilosidades coriônicas estão presentes apenas nos mamíferos placentários.

### Questão 07 – Letra C

**Comentário:** As diferenças apresentadas nos processos de segmentação do anfíbio e do anfioxo se manifestam devido à quantidade de vitelo presente nas células de cada um deles. De acordo com a regra de Balfour, “a velocidade de segmentação é inversamente proporcional à quantidade de vitelo”. Anfioxos possuem ovo oligolécito (pouco vitelo) e apresentam segmentação holoblástica. Já os anfíbios possuem ovo heterolécito também com segmentação holoblástica, mas desigual, pois o polo animal segmenta mais rapidamente que o polo vegetativo.

### Questão 08 – Letra C

**Comentário:** Durante a organogênese, os folhetos embrionários darão origem aos diversos tecidos e órgãos do corpo humano. O ectoderma é responsável por formar a epiderme, o tecido nervoso, os melanócitos, o tecido cartilaginoso e a derme da cabeça e pescoço. O mesoderma forma a notocorda, o tecido muscular, o sistema urinário, o sangue, o tecido ósseo, o útero e o coração. Por fim, o ectoderma forma órgãos do sistema digestório, pulmões e glândulas, como tireoide, fígado e pâncreas. Assim, a alternativa correta é a C.

### Questão 09 – Letra D

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. A cavidade 1 não está presente no embrião de todos os metazoários. Ela representa o celoma.
- B) Incorreta. Esse embrião não poderia ser de um platelminto, pois os platelmintos são acelomados.

- C) Incorreta. A cavidade 1 origina o celoma. A cavidade 2 é o arquêntero.
- D) Correta. O tecido 4 (mesoderma) origina a camada muscular e o tecido 5 (ectoderma) origina o tecido nervoso.
- E) Incorreta. Se esse embrião for de um equinodermo, a estrutura 3 origina o ânus.

### Questão 10 – Letra A

**Comentário:** A figura em questão mostra um corte de um embrião de cordado no estágio de nêurula. O número 3 indica a notocorda, estrutura que se forma apenas no desenvolvimento embrionário dos cordados. O número 1 indica o arquêntero (intestino primitivo) delimitado pelo endoderma. O número 2 indica o celoma, cavidade embrionária delimitada pelo mesoderma.

### Questão 11 – Letra B

**Comentário:** Na clonagem terapêutica são utilizadas células-tronco, indicadas no esquema pelo número 2, capazes de se diferenciar em vários tipos de células. A imagem ilustra um blastocisto; nessa etapa do desenvolvimento, a blástula está dividida em duas partes: o trofoblasto (1) e o embrioblasto (2). O trofoblasto dará origem ao córion e à parte da placenta, já o embrioblasto formará o embrião propriamente dito, o saco vitelino, o alantoide e o âmnio. Assim, o embrioblasto é rico em células capazes de se transformar em diversas células, o que o coloca como boa fonte de células-tronco.

### Questão 12

**Comentário:**

- A) O anexo embrionário que representou uma conquista para os vertebrados que se desenvolvem fora da água, permitindo-lhes lubrificação e proteção ao dessecação ou choque mecânico é o âmnio. Esse anexo forma uma grande bolsa que acumula gradativamente um líquido claro, no qual o embrião fica mergulhado. Ele está representado pela letra C.
- B) O ovo pode ser classificado como megalécito ou telolécito, pois apresenta grande quantidade de vitelo. O anexo embrionário responsável pelo armazenamento de vitelo é o saco vitelínico indicado pela letra A.
- C) Nos mamíferos placentários, são reduzidos / atrofiados o saco vitelínico (A) e o alantoide (D). Nesses animais, a placenta é o anexo responsável por exercer o papel de nutrir, realizar trocas gasosas e receber as excretas do embrião.

## Seção Enem

### Questão 01 – Letra E

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 13

**Comentário:** Tradicionalmente, considera-se que as células de um organismo humano são provenientes de um único zigoto, tendo, portanto, a mesma constituição cromossômica e genotípica.

**Questão 02 – Letra D****Eixo cognitivo:** III**Competência de área:** 1**Habilidade:** 2

**Comentário:** As células-tronco, como o nome sugere, possuem a capacidade de se diferenciarem em diversas linhagens celulares, fazendo a reparação de danos celulares e histológicos, o que justifica seu poder terapêutico.

**Questão 03 – Letra D****Eixo cognitivo:** I**Competência de área:** 5**Habilidade:** 17

**Comentário:** A tabela mostra que, quando há dois córions e duas placentas, existe uma chance de 60% de os gêmeos serem dizigóticos.

**Questão 04 – Letra C****Eixo cognitivo:** I**Competência de área:** 5**Habilidade:** 17

**Comentário:** A blástula é caracterizada por uma massa celular interna chamada embrioblasto, localizada em um dos polos, e por uma cavidade denominada blastocele, como mostra a figura C. A figura A representa a célula-ovo (zigoto), a B, a mórula, a D refere-se à gástrula, e a E, a um feto.

**MÓDULO – B 09****Estudo das Populações****Exercícios de Aprendizagem****Questão 01 – Letra A**

**Comentário:** A natalidade e a imigração são fatores que acrescentam novos indivíduos a uma população. Por outro lado, a mortalidade e a emigração são fatores que retiram indivíduos de uma população. Assim, se em determinado intervalo de tempo, a taxa de natalidade ou a de imigração, ou ambas, suplantam a soma das taxas de mortalidade e emigração, a população estará crescendo. Caso a taxa de mortalidade ou a de emigração, ou ambas, for superior às taxas de natalidade e imigração, a população estará em declínio.

**Questão 02 – Letra D**

**Comentário:** Analisando os dados da tabela, conclui-se que, após 2 horas, foram acrescentados à população 18 novos indivíduos ( $38 - 20 = 18$ ); entre 2 e 4 horas, surgiram 66 novos indivíduos ( $104 - 38 = 66$ ); entre 4 e 6 horas, foram acrescentados 160 novos indivíduos ( $264 - 104 = 160$ ); entre 6 e 8 horas, surgiram 168 novos indivíduos ( $432 - 264 = 168$ );

entre 8 e 10 horas, foram acrescentados 162 novos indivíduos ( $594 - 432 = 162$ ); entre 10 e 12 horas, surgiram 30 novos indivíduos ( $624 - 594 = 30$ ); entre 12 e 14 horas, foram acrescentados 14 indivíduos ( $638 - 624 = 14$ ). O gráfico pedido deve relacionar o número de indivíduos que foram acrescentados à população na unidade de tempo, ou seja, deverá ser construído com os seguintes dados:

Idade da população em horas (nas abscissas)	Número de indivíduos acrescentados à população (nas ordenadas)
2	18
4	66
6	160
8	168
10	162
12	30
14	14

**Questão 03 – Letra C**

**Comentário:** O gráfico II mostra que, quando as duas espécies estão reunidas numa mesma cultura, o número de indivíduos dessas duas espécies aumenta com o passar do tempo. Assim, não há nenhum tipo de prejuízo para elas. Quando reunidas, as duas espécies são beneficiadas de alguma maneira, o que é constatado pelo aumento do número de seus indivíduos. Esse comportamento caracteriza uma protocooperação. Se houvesse competição entre elas, quando reunidas, haveria prejuízo para, pelo menos, uma das espécies, acarretando diminuição do número de indivíduos. Se houvesse comensalismo, o crescimento de uma das espécies deveria aumentar, enquanto o da outra deveria ser igual àquele apresentado quando cultivada isoladamente. Lembre-se de que, no comensalismo, uma espécie é beneficiada e a outra é indiferente. O inquilinismo é um tipo de comensalismo.

**Questão 04 – Letra E**

**Comentário:** Todos os itens mencionados contribuem para regular o tamanho das populações. O clima pode agir de forma favorável ou desfavorável ao crescimento de uma população; a competição pode diminuir o número de indivíduos menos adaptados, favorecendo aqueles mais bem adaptados; o predatismo ajuda a regular o tamanho da população de presas e de predadores num ambiente; o parasitismo, pelo fato de debilitar o organismo, também contribui para diminuir o número de indivíduos numa população de hospedeiros.

## Questão 05 – Soma = 29

**Comentário:** Estão corretas as proposições 01, 04, 08 e 16. A proposição 02 está incorreta porque a curva A representa o crescimento exponencial da população na ausência da resistência ambiental.

## Exercícios Propostos

### Questão 01 – Letra E

**Comentário:** A capacidade potencial de uma população aumentar numericamente, através da reprodução em condições ambientais favoráveis (ideais), caracteriza o chamado potencial biótico ou reprodutivo da população.

### Questão 02 – Letra E

**Comentário:** No gráfico ilustrado na questão, pode-se observar três linhas. A curva A indica o potencial biótico da população (capacidade potencial de uma população aumentar numericamente, por meio da reprodução em condições ambientais ideais). A curva B indica a curva de crescimento real da população, no ambiente real todas as populações estão sujeitas a fatores de resistência ambiental, assim, essa curva indica a interação entre o seu potencial biótico e a resistência imposta pelo meio. A curva C indica a capacidade de suporte do ambiente, ou seja, o número máximo de indivíduos que o ambiente pode sustentar.

### Questão 03 – Letra B

**Comentário:**

- A) Correta. K representa o tamanho populacional máximo, também conhecido como capacidade de carga, ou seja, sua carga biótica máxima atingida devido à influência dos fatores limitantes da resistência ambiental.
- B) Incorreta. X não representa o crescimento da população sob a ação de fatores reguladores, ao contrário, ele representa o potencial biótico ou reprodutivo, que é a capacidade inata de uma população de aumentar o número de componentes, em condições ambientais ótimas. O potencial biótico é bastante variável de uma espécie para outra, podendo ser muito elevado para algumas e bastante baixa para outras.
- C) Correta. S representa a curva de crescimento real da população. Na natureza, as populações estão sujeitas à ação conjunta dos fatores limitantes do crescimento. Quando a população aumenta de forma que a resistência ambiental começa a interferir, a população continua a crescer, mas de forma desacelerada, até que finalmente a resistência do meio equilibra o potencial biótico. Dessa forma, a população para de crescer e fica estabilizada.

- D) Correta. W representa a resistência do ambiente. A soma de todos os fatores que impedem uma população de se desenvolver na velocidade máxima é denominada resistência do meio. Participam da resistência do meio a ação de predadores e dos competidores e a limitação de espaço e de território, além das condições climáticas.

### Questão 04 – Letra D

**Comentário:** A densidade é calculada dividindo o número de indivíduos pelo espaço ocupado. Nas três populações, a densidade é a mesma, ou seja, 55, 55... indivíduos/m<sup>2</sup>.

### Questão 05 – Letra E

**Comentário:** A área do quadrado em questão é de 20 cm<sup>2</sup> (4 cm x 5 cm). Nessa área, existem 20 indivíduos. Assim, a densidade dessa população é de 1 indivíduo/cm<sup>2</sup> = 10 000 indivíduos/m<sup>2</sup>.

### Questão 06 – Letra A

**Comentário:** A capacidade de limite do meio é a capacidade que o ambiente possui de sustentar um determinado número de indivíduos em uma determinada área. Essa capacidade está relacionada à quantidade de recursos que o meio pode oferecer. Assim, se ocorrer melhoria nos recursos essa capacidade pode aumentar. Dessa forma, a população de macacos aumentou, pois houve aumento na quantidade e na qualidade dos recursos. Fatores como a resistência ambiental e a competição são fatores desarmônicos, que podem resultar na queda da população.

### Questão 07 – Letra B

**Comentário:** As incorreções das demais alternativas podem ser assim justificadas:

- III. Fatores climáticos (temperatura, umidade, etc.) interferem nos processos migratórios. Muitas vezes o que desencadeia o movimento migratório é a procura por um ambiente que ofereça melhores condições climáticas para a sobrevivência da espécie.
- V. Durante a migração ocorre morte de vários indivíduos devido à perda de resistência ou à predação feita pelos felinos.

### Questão 08 – Letra B

**Comentário:** A área destacada no gráfico representa a capacidade de suporte do ambiente. Pode-se concluir isso pois a população estagna o crescimento quando ela atinge o tamanho limite biótico do ambiente.

### Questão 09 – Letra B

**Comentário:** No momento I, pode-se observar uma população em equilíbrio dinâmico, nesse momento o potencial biótico equivale à resistência ambiental, a partir desse ponto, o número de indivíduos se mantém mais ou menos constante. No momento II se observa uma queda na população, ou seja, o momento da epidemia. O ponto III revela um novo crescimento da população, após ter sobrevivido à epidemia. O ponto IV é o retorno ao equilíbrio.

**Questão 10 – Letra A**

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Correta. As espécies mais eficientes na obtenção de recursos prevalecem quando há abundância de recursos. Assim ambientes hospitaleiros apresentam baixa diversidade.
- B) Incorreta. Quanto maior a abundância de recursos, menor a diversidade de espécies. Ambientes hospitaleiros é dominado por poucas espécies que captam recursos de forma mais eficaz.
- C) Incorreta. A produção de biomassa independe da diversidade de espécies. A biomassa está relacionada com o indivíduo independentemente da espécie.
- D) Incorreta. Os ambientes hostis apresentam maior diversidade de espécies que os ambientes hospitaleiros. Os hospitaleiros são mais limitantes para a diversidade.

**Questão 11 – Letra D**

**Comentário:** Uma população que apresenta maior risco de extinção deve apresentar baixo índice de indivíduos jovens, isso indica que a população não está se renovando e corre o risco de deixar de existir. Esse exemplo pode ser observado em B. Uma população que está em equilíbrio quanto à perda de indivíduos apresenta como característica um gráfico de pirâmide, onde se observa um número considerável de indivíduos em todas as idades. A base (juvenis) é maior que o ápice (senescentes), como observado na letra C. Já a população que está começando a se expandir exibe muitos indivíduos jovens e poucos senescentes, pois a população em expansão tende a ser jovem, ainda não houve tempo de chegar à idade adulta, com visto em A.

**Questão 12**

**Comentário:** Densidade populacional é o número de indivíduos presentes em uma unidade de área. Ela pode ser calculada dividindo o número de indivíduos da população pelo espaço ocupado por ela. O tamanho da população varia em função da natalidade, mortalidade, imigração e emigração. Variações nessas taxas influem na densidade populacional.

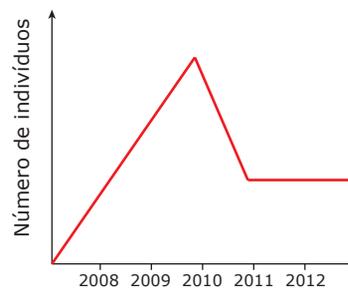
**Questão 13**

**Comentário:**

- A) Para montar a curva, é necessário calcular o número de indivíduos presentes na população em cada ano. Para isso basta somar a população inicial, as taxas de natalidade e imigração; e subtrair as taxas de mortalidade e emigração. Realizando esse cálculo por ano, temos:

Anos	Natalidade	Mortalidade	Imigração	Emigração	População total
2008	80	10	5	9	156
2009	90	19	10	26	211
2010	240	60	60	46	405
2011	15	245	40	70	145
2012	53	35	19	37	145

A partir dos dados, podemos construir o seguinte gráfico:



Observe que houve um crescimento rápido, seguido de queda na população e posteriormente a população entrou em equilíbrio dinâmico.

- B) A população se manteve em equilíbrio dinâmico, ou seja, o número de indivíduos se manteve constante, o potencial biótico da espécie atingiu a resistência ambiental. Os lagartos teriam menos chances que os roedores devido ao mecanismo de termorregulação. Como os répteis são ectotérmicos, eles dependem de fontes de calor do ambiente para se aquecerem.

## Seção Enem

### Questão 01 – Letra C

**Eixo cognitivo:** III

**Competência de área:** 8

**Habilidade:** 29

**Comentário:** A interpretação e a análise dos dados da tabela revelam que houve praticamente a mesma relação nas populações de cracas e mexilhões. No entanto, os dados “Tamanho médio dos indivíduos” indicam maior predação de mexilhões pequenos e de cracas grandes. As incorreções das demais alternativas podem ser dadas por:

- A algas aumentaram o número de indivíduos devido à ampliação da área.
- As cracas de tamanho maior é que foram predadas pelos peixes.
- Duas das espécies testadas, sendo que uma predando indivíduos pequenos e a outra indivíduos grandes.
- Houve aumento da densidade de organismos indicando que não houve predação.

### Questão 02 – Letra A

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 8

**Habilidade:** 28

**Comentário:** A adaptação dos animais nascidos em cativeiro ao ambiente natural é evidenciada pelo aumento da taxa de natalidade desses animais no ambiente natural, o que justifica o sucesso do programa de reintrodução de animais.

### Questão 03 – Letra E

**Eixo cognitivo:** III

**Competência de área:** 8

**Habilidade:** 29

**Comentário:** A análise do gráfico mostra que a aplicação do veneno é antieconômica, porque os efeitos das interações negativas diminuíram ao longo do tempo, resultando na estabilização das populações.

### Questão 04 – Letra D

**Eixo cognitivo:** III

**Competência de área:** 8

**Habilidade:** 29

**Comentário:** Conforme indicado no gráfico, o combate da praga feito pelo controle biológico (aplicado no momento indicado pela seta 1) é mais eficaz do que a aplicação do inseticida (no momento indicado pela seta 2). O aumento populacional da praga verificado após a aplicação do inseticida pode ser explicado pelo fato de essa substância selecionar variedades resistentes da praga, como também eliminar os predadores que se pretende combater.

### Questão 05 – Letra E

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 5

**Habilidade:** 17

**Comentário:** Com a eliminação de seus predadores, a população de veados cresceu de forma excessiva e, com isso, a pastagem natural do meio não foi suficiente para alimentá-los, fazendo com que os mesmos começassem a morrer por falta de alimento. Além disso, a população excessiva desses veados também promoveu um maior pisoteio das pastagens, destruindo-as e impedindo-as de se renovarem naturalmente, o que contribuiu ainda mais para a diminuição da fonte de alimento. Desse modo, a mortalidade na população de veados na região tornou-se maior do que quando estes eram atacados por seus predadores naturais.

## MÓDULO – B 10

### Cadeia Alimentar

#### Exercícios de Aprendizagem

##### Questão 01 – Letra B

**Comentário:** O modo de vida de uma espécie caracteriza o seu nicho ecológico.

##### Questão 02 – Letra D

**Comentário:** Uma ave que se alimenta de semente é um consumidor primário (consumidor de 1ª ordem). Portanto, um animal, ao se alimentar dessa ave, comporta-se como consumidor secundário (consumidor de 2ª ordem).

##### Questão 03 – Letra C

**Comentário:** O esquema mostra que o indivíduo B obtém alimento apenas do indivíduo A, que, por sua vez, é um produtor (absorve energia luminosa para a fotossíntese). Logo, B é um organismo herbívoro. O indivíduo D, por sua vez, obtém alimento apenas de B, ou seja, apenas de um animal herbívoro, sendo, portanto, um carnívoro. Como C obtém alimento tanto de plantas (A) quanto de animais (B e D), este é um organismo onívoro.

##### Questão 04 – Letra B

**Comentário:** A energia apresenta um fluxo unidirecional e decrescente ao longo da cadeia alimentar.

##### Questão 05 – Letra C

**Comentário:** A pirâmide de energia mostra a perda de energia em cada nível trófico, sendo a única pirâmide ecológica que nunca pode ser invertida.

## Exercícios Propostos

### Questão 01 – Letra A

**Comentário:** A afirmativa III está incorreta, porque, em uma cadeia alimentar (cadeia ecológica), a quantidade de energia disponível no alimento diminui ao passar de um nível trófico para outro. Assim, os últimos níveis de uma cadeia são os que possuem menor disponibilidade de energia.

### Questão 02 – Letra E

**Comentário:** Essa cadeia envolve três indivíduos: a planta carnívora, a larva de mosca e as presas da planta carnívora. O texto da questão afirma que a planta utiliza a presa apenas para a síntese de proteínas e que ela é capaz de produzir carboidratos como as outras plantas, ou seja, por meio da fotossíntese. Além disso, sabe-se que a larva da mosca se alimenta dos restos da presa. Então, pode-se afirmar que a planta é autótrofa, ou seja, um produtor, e a larva da mosca é heterotrófica.

### Questão 03 – Letra D

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Na figura o rato é um componente biótico classificado como consumidor primário, pois se alimenta de vegetais (produtores).
- B) Incorreta. Os herbívoros são classificados como seres heterotróficos, pois não são capazes de sintetizarem seu próprio alimento. Os autótrofos são os seres que sintetizam seu próprio alimento.
- C) Incorreta. O gavião é um consumidor terciário, portanto, neste caso, pertence ao quarto nível trófico (produtor – consumidor primário – consumidor terciário – consumidor quaternário).
- D) Correta. A cobra é um consumidor secundário do tipo carnívoro (animais que se alimentam de outros animais) que se alimenta de um ser herbívoro (animais que se alimentam de vegetais). No caso em questão, a cobra se alimenta de ratos.
- E) Incorreta. Os produtores são seres autotróficos, eles retiram do Sol a energia para realização da fotossíntese. Os decompositores podem obter energia de todos os níveis da cadeia.

### Questão 04 – Letra A

**Comentário:** Nas figuras, presentes na questão, podem-se observar um capim (autótrofo, ou seja, um produtor), uma vaca (animal herbívoro) e micro-organismos (bactérias que atuam como decompositores). Logo, a alternativa correta é a A.

### Questão 05 – Letra C

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. A energia não é conservada entre os níveis tróficos. Cada nível recebe apenas um décimo da energia disponível no nível anterior.
- B) Incorreta. A fotossíntese permite que os autótrofos produzam energia, essa energia é utilizada pelos heterotróficos.

- C) Correta. A produtividade primária líquida é a diferença do que foi produzido pelo vegetal por meio da produtividade bruta e o que foi consumido pelo vegetal na respiração; é representada na base da pirâmide.
- D) Incorreta. A excreção é uma forma de se dissipar a energia para o ambiente. Essa energia é perdida, ou seja, não pode ser aproveitada pelos níveis superiores da cadeia.

### Questão 06 – Letra D

**Comentário:** Para resolver essa questão, é necessário compreender o significado de cada uma das letras.

- A representa a energia captada pelos produtores, ou seja, é a produtividade primária bruta, que representa o total de matéria produzida pelos produtores por unidade de área e tempo.
- B representa a energia liberada (perdida) pelos seres vivos; a energia liberada por meio da respiração ou excreção, que não fica armazenada para o próximo nível trófico.
- C representa a energia retida (incorporada) pelos seres vivos, a energia que é utilizada na manutenção do corpo, ou repassada para o próximo nível trófico.

Dessa forma, pode se concluir que  $A = B + C$ .

### Questão 07 – Letra C

**Comentário:** O produtor é o indivíduo que é capaz de produzir seu alimento, assim, ele não se alimenta de outro ser vivo, mas é consumido pelo consumidor primário, que pode ser herbívoro ou onívoro. Para identificá-lo basta procurar pelo indivíduo do qual as setas estão partindo, neste caso, a letra B. O carnívoro é representado pelo organismo que se alimenta dos consumidores, normalmente ele é o topo da cadeia, dele saem setas para outros carnívoros ou para os decompositores. Nessa teia ele é a letra E. O consumidor primário se alimenta apenas do produtor e é consumido por carnívoros ou onívoros. Nesse caso ele é identificado pela letra C. Os decompositores são o final da teia, eles interagem com todos os membros da cadeia. Todas as setas culminam neles. Nessa teia são representados pela letra A.

### Questão 08 – Letra E

**Comentário:** São considerados produtores os organismos que são capazes de produzir energia a partir da energia luminosa ou a partir de oxidação de compostos inorgânicos. Os consumidores são os organismos que obtêm sua energia ingerindo outros organismos. Dessa forma, dos organismos citados, pode-se afirmar que *Chlorobium* sp. (autotrófico fotossintetizante) e *Beggiatoa* sp. (autótrofo quimiossintetizante) são produtores e *Mycobacterium* sp., consumidor.

### Questão 09 – Letra A

**Comentário:** Para calcular a energia que estará disponível para o predador da lagarta, é necessário calcular quantas calorias a lagarta armazenou na forma de matéria orgânica. Ela se alimentou de 600 calorias. De acordo com o texto-base da questão, metade da energia absorvida (300 calorias) é eliminada na forma de fezes. Da outra metade, 2/3 (200 calorias) são utilizados na respiração. Assim, apenas 1/3 (100 calorias) é transformado em matéria orgânica e passado para o próximo nível trófico. Logo, a alternativa A é a correta.

### Questão 10 – Letra D

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Correta. Uma pirâmide de números pode se apresentar invertida. Exemplo: árvore – macacos – piolhos.
- B) Correta. A pirâmide de energia indica a quantidade de energia que passa de um nível trófico a outro. Dessa forma, esse tipo de pirâmide não pode ser invertido.
- C) Correta. A base da pirâmide de massa são os produtores. A base de toda pirâmide representa os seres autotróficos.
- D) Incorreta. Pirâmides de números e biomassa podem ser invertidas.
- E) Correta. Os consumidores ocupam vários níveis tróficos; todos os seres heterotróficos que se alimentam do ser do nível anterior ao dele ocupado são chamados de consumidores.

### Questão 11 – Letra D

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. A cada nível trófico, a energia é obtida em menor quantidade. Apenas um décimo da energia é passado de um nível para outro.
- B) Incorreta. A pirâmide de números representa o número total de indivíduos de uma cadeia alimentar.
- C) Incorreta. A pirâmide de energia indica a quantidade de energia acumulada em cada nível trófico da cadeia alimentar e a disponibilidade de energia para o nível seguinte.
- D) Correta. A pirâmide de energia não pode ser expressa na forma invertida. Pois a energia que passa de um nível para outro é sempre menor que a presente no nível inicial.

### Questão 12 – Letra B

**Comentário:** À medida que é transferida de um nível trófico para outro, a quantidade de energia disponível diminui, uma vez que boa parte da energia obtida por um organismo por meio da alimentação é gasta na manutenção de suas atividades vitais ou dissipada na forma de calor. O fato de haver essa redução da disponibilidade de energia na passagem de um nível trófico para outro faz com que as cadeias alimentares não sejam muito longas, raramente tendo mais que quatro ou cinco níveis tróficos.

### Questão 13

**Comentário:**

- A) Sim. Os organismos que estão na base da pirâmide são autótrofos e esses seres, por meio da fotossíntese, são os únicos que conseguem produzir em suas células matéria orgânica (glicose, por exemplo) a partir de substâncias inorgânicas ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ). Primariamente, a energia utilizada por todos os seres vivos do ecossistema (produtores, consumidores e decompositores) está contida nessa matéria orgânica sintetizada pelos autótrofos.
- B) Os decompositores podem obter energia de seres que ocupam todos os níveis tróficos e, assim, podem ocupar qualquer nível da cadeia, exceto o dos produtores. Muitos autores consideram os decompositores como sendo microconsumidores.

### Questão 14 – Letra B

**Comentário:** A pirâmide de biomassa expressa o peso seco presente em cada nível trófico da teia alimentar. Assim, espera-se que a pirâmide II represente a biomassa do ecossistema, pois a vegetação representa o nível de maior biomassa, seguida dos herbívoros e dos consumidores secundários. Enquanto a pirâmide de biomassa é passível de alterações de acordo com o ecossistema analisado, a pirâmide de energia não pode sofrer inversão. A maior energia se encontra nos organismos produtores, seguido dos consumidores primários e indo até os consumidores secundários, onde se encontra o menor nível energético. Assim, a pirâmide II também representa a energia no ecossistema. As joaninhas se alimentam de ovos e larvas de outros insetos, que, no exemplo, são uma praga que devasta a vegetação de Paris. Por se tratarem de consumidores secundários, as joaninhas estão representadas pelo nível 3 nas pirâmides reproduzidas.

### Questão 15

**Comentário:**

- A) A renovação das comunidades vegetais pelos grandes mamíferos está relacionada principalmente à herbivoria, que contribui para o aumento da diversidade, pois o consumo de plantas maiores abre espaço para a germinação / crescimento de outras plantas, mantendo constante a troca de espécies no local; e à dispersão de sementes, responsável pela renovação da floresta. Os animais, ao ingerirem os frutos, acabam ingerindo as sementes e as eliminando em locais diferentes, favorecendo a dispersão. Alguns frutos podem grudar nos pelos ou penas e serem transportados para outros locais também.
- B) As antas e as queixadas são animais herbívoros, que são os consumidores primários.
- C) A ausência de antas e queixadas levará ao declínio das populações de seus consumidores, uma vez que faltará alimento para os carnívoros do topo da cadeia.

## Seção Enem

### Questão 01 – Letra E

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 14

**Comentário:** A questão trata de bioacumulação, que proporciona a magnificação trófica. A concentração de mercúrio aumenta à medida que o consumidor se distancia dos produtores. Os últimos elementos da cadeia alimentar serão os mais afetados.

### Questão 02 – Letra A

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 3

**Habilidade:** 8

**Comentário:** No ciclo do carbono, ele é fixado nos seres vivos por meio do processo de fotossíntese. Fitoplânctons são os organismos fotossintetizadores dentre os apresentados. Assim sendo, na fotossíntese há fixação de  $CO_2$  e sua conversão em matéria orgânica, que pode ser transferida de um organismo para outro pela alimentação ou devolvida para o ambiente pela respiração e decomposição.

**Questão 03 – Letra D****Eixo cognitivo:** II**Competência de área:** 3**Habilidade:** 9

**Comentário:** Os vegetais incorporam o elemento nitrogênio às moléculas orgânicas, que, por meio das cadeias alimentares, são transferidas aos animais.

**Questão 04 – Letra B****Eixo cognitivo:** II**Competência de área:** 3**Habilidade:** 9

**Comentário:** A Produtividade Primária Líquida (PPL) é dada pela taxa de fotossíntese menos a taxa de respiração. Dos organismos citados, os únicos que realizam fotossíntese são as algas.

**Questão 05 – Letra C****Eixo cognitivo:** I**Competência de área:** 5**Habilidade:** 17

**Comentário:** Na cena anterior, frutas e grãos serviram de alimento para o homem. Nesse caso, então, frutas e grãos foram os produtores, enquanto o homem se comportou como consumidor primário. Se na cena posterior, o tigre for bem-sucedido na batalha com o homem, significa que ao se alimentar do homem o tigre se comportará como consumidor secundário e, ao se alimentar desse tigre, os abutres comportam-se como consumidores terciários, conforme ilustra a cadeia alimentar a seguir:

Frutas e grãos → homem → tigre → abutres  
(produtores)            (consumidor primário)            (consumidor secundário)            (consumidores terciários)

**Questão 06 – Letra D****Eixo cognitivo:** I**Competência de área:** 5**Habilidade:** 17

**Comentário:** Os tucanos atuam como agentes de dispersão das sementes da planta manduvi, onde as araras-azuis fazem seus ninhos. Como são predadores dos ovos das araras, os tucanos também ajudam a controlar a população dessas aves, contribuindo para manter a população das araras em equilíbrio no Pantanal.

**Questão 07 – Letra B****Eixo cognitivo:** III**Competência de área:** 8**Habilidade:** 29

**Comentário:** A introdução de alguns animais domésticos na ilha acarretou um desequilíbrio ecológico.

**Questão 08 – Letra B****Eixo cognitivo:** III**Competência de área:** 8**Habilidade:** 29

**Comentário:** Na teia alimentar em questão, o milho é o produtor e serve de alimento para as galinhas, pássaros, roedores e gafanhotos. Os pássaros, os roedores e as galinhas servem de alimento para os cachorros-do-mato, e os gafanhotos servem de alimento para os pássaros. Assim, o extermínio dos cachorros-do-mato propiciou um aumento dos pássaros e roedores, o que, conseqüentemente, levou a uma redução na lavoura de milho. O extermínio dos pássaros e roedores, por sua vez, acarretou um aumento da população de gafanhotos, que, então, passou a consumir mais intensamente o milho.

**MÓDULO – B 11****Ecosistemas****Exercícios de Aprendizagem****Questão 01 – Letra A**

**Comentário:** A figura mostra que pouca chuva (precipitação baixa) é característica da Taiga e dos Desertos. Nas Savanas, a precipitação é intermediária, e não baixa como afirma a alternativa A.

**Questão 02 – Letra E**

**Comentário:** Entre os ecossistemas mencionados nas alternativas, a Tundra é o que apresenta a menor diversidade de vida. Uma floresta pluvial tropical, ao contrário, é o ecossistema que apresenta a maior diversidade. Assim, ao ordená-los, de maneira crescente de diversidade, a seqüência deve se iniciar com a tundra e terminar com a floresta pluvial tropical, o que pode ser encontrado na alternativa E.

**Questão 03 – Letra A**

**Comentário:** Um bioma circumpolar, constituído por muitos líquens e plantas que crescem e se desenvolvem no verão é característico da Tundra. Já as Florestas possuem vários estratos vegetais incluindo árvores muito altas. Os Campos, por sua vez, têm vegetação herbácea, geralmente de pequeno porte. Os Desertos têm regiões nuas e as poucas plantas são adaptadas à escassez de água. Nas Savanas, a vegetação é dispersa e possui também adaptação a secas prolongadas.

**Questão 04 – Soma = 45**

**Comentário:** Estão incorretas apenas as afirmativas 02 e 16. A 02 está incorreta, porque a zona fótica se estende até a profundidade máxima de aproximadamente 200 metros. A afirmativa 16 está incorreta, porque o nécton é formado por organismos que se deslocam nadando ativamente na água, inclusive contra a força das ondas e das correntes.

### Questão 05 – Letra A

**Comentário:** Para discutir essa questão, vamos analisar as características de cada bioma. O bioma 1 representa a Amazônia e é constituído por uma Floresta Tropical. Possui grande diversidade vegetal distribuída em florestas densas, com o perfil de estratificação formado pelas copas das árvores, florestas de várzea, que são periodicamente inundadas, e florestas de igapó, permanentemente inundadas. O bioma 2 representa o Cerrado, que possui uma vegetação muito diversa, com regiões de campo limpo, em que há predominância de espécies arbustivas e regiões de cerradão que contêm espécies arbóreas de porte médio a grande. Apesar de apresentar espécies de primatas, sua presença não é característica marcante da região. O bioma 3 diz respeito à Caatinga, que apresenta vegetação adaptada ao clima semiárido, ou seja, plantas xerófilas, com folhas pequenas e rígidas, havendo grande quantidade de cactáceas. O Pantanal é o bioma 4 e possui grandes semelhanças com o Cerrado. Constitui uma grande área de planície inundada, com fauna e flora muito diversas. O bioma 5 representa a Mata Atlântica, região marcada pela presença de árvores de porte grande e médio, formando uma floresta densa e fechada. Devido à sua grande biodiversidade, a Mata Atlântica foi muito explorada ao longo dos anos e possui hoje menos de 10% de sua mata original. Por fim, o bioma 6 representa o Pampa, ou Campos do Sul, marcado pela presença de gramíneas, arbustos e árvores de pequeno porte.

## Exercícios Propostos

### Questão 01 – Letra B

**Comentário:** O Sertão está contido no bioma Caatinga, região de clima semiárido, com baixa umidade e baixa pluviosidade. Possui vegetação xerófila, adaptada ao clima seco, tendo as cactáceas, como o mandacaru, presença marcante na região.

### Questão 02 – Letra E

**Comentário:** A Mata de Araucária está incluída no bioma Mata Atlântica. É um ecossistema com temperaturas médias e chuvas regulares, presente normalmente em regiões de altitudes elevadas. Há presença de espécies de angiospermas e gimnospermas, as araucárias, que produzem sementes comestíveis.

### Questão 03 – Letra A

**Comentário:** As florestas tropicais propiciam o desenvolvimento de organismos decompositores, como fungos, bactérias e protozoários, devido à alta umidade e temperatura. A presença desses decompositores no solo das florestas acelera o processo de ciclagem da matéria orgânica.

### Questão 04 – Letra C

**Comentário:** A região limnética, conhecida por limnica ou pelágica, é aquela afastada da borda em sistemas de água doce, sendo suas principais comunidades o fitoplâncton, o zooplâncton, as bactérias e o nécton (peixes).

### Questão 05 – Letra B

**Comentário:** Para responder a essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. A região hadal corresponde ao ecossistema das fossas profundas (abissais), em que há baixa luminosidade e pressão intensa, condições de vida hostil.
- B) Correta. Bentos é a comunidade de organismos que vivem associados ao substrato, fixos ou não, e se alimentam dos depósitos sedimentares.
- C) Incorreta. O fenômeno da ressurgência caracteriza-se pela emergência de águas mais profundas para a superfície. Esse fenômeno aumenta a produtividade da região, sendo importante para a pesca, uma vez que as águas mais profundas costumam ser ricas em nutrientes.
- D) Incorreta. A região abissal, ou hadal, é a região mais profunda. Devido à profundidade, possui alta pressão e não recebe luminosidade, sendo hostil ao desenvolvimento de biodiversidade.

### Questão 06 – Letra A

**Comentário:** O Sertão nordestino se encontra no bioma Caatinga, caracterizado por altas temperaturas e baixa pluviosidade. A Caatinga é um bioma de rios intermitentes, que secam no verão justamente devido à baixa umidade. Nessa região, o inverno é caracterizado como a estação chuvosa.

### Questão 07 – Letra A

**Comentário:** Atualmente a Mata Atlântica encontra-se restrita ao litoral brasileiro. Devido à grande fragmentação desse bioma, muitas espécies correm o risco de extinção, devido ao seu *habitat* reduzido. A manutenção deste ecossistema é muito importante, pois se depende dele para a produção de água e a manutenção do equilíbrio climático, além do controle de erosões e enchentes na região costeira.

### Questão 08 – Letra A

**Comentário:** O Cerrado é o segundo bioma que mais sofreu alterações devido à ocupação humana, sendo a Mata Atlântica o primeiro. O Cerrado vem sendo degradado pela crescente expansão da fronteira agrícola, com pressão para a abertura de novas áreas para a produção de carne e grãos. Tal processo é responsável pela perda de diversidade regional e pela inserção de espécies não nativas no bioma.

### Questão 09 – Letra A

**Comentário:** O termo biopirataria diz respeito à exploração, manipulação e exportação de recursos biológicos endêmicos para o mercado internacional. E também se refere à apropriação dos conhecimentos das populações tradicionais da região com relação ao uso dos recursos naturais.

### Questão 10 – Letra C

**Comentário:** O Mangue é um ecossistema de transição entre o ambiente marinho e terrestre. Devido a esta transição, a região está sujeita a alagamentos constantes, de acordo com a cheia das marés. Desse modo, as espécies ali presentes estão adaptadas para lidar com as frequentes alterações sofridas por esse ecossistema. No Brasil, o manguezal é protegido por lei, considerado área de proteção permanente.

### Questão 11 – Letra A

**Comentário:** As características da fauna e da flora das duas regiões são suficientes para identificá-las. Mico-leão-dourado e pau-brasil são símbolos da Mata Atlântica; o lobo-guará pertence à fauna do Cerrado.

### Questão 12 – Letra B

**Comentário:** A região destacada corresponde ao Pantanal, uma das maiores extensões alagadas contínuas do mundo. Há a distinção de duas estações muito bem marcadas, o verão quente e chuvoso, com cheia dos rios e redução da região continental e o inverno frio e seco, com retração dos corpos d'água. Sua vegetação é diversificada, dependendo da altitude, com a presença de gramíneas, árvores de porte médio e arbustos. Vale ressaltar que o tuiuíú é a ave símbolo do Pantanal.

### Questão 13

**Comentário:** Para responder a essa questão, vamos comentar cada um dos esquemas.

Esquema	Bioma terrestre
I	<b>Floresta Tropical.</b> Floresta densa, com predominância de espécies arbóreas de porte médio a grande. Condizente com a predominância de gemas localizadas muito próximas ou acima do solo.
II	<b>Floresta Temperada.</b> Apesar da predominância de árvores, existem também arbustos e plantas herbáceas, por isso a distribuição entre gemas acima do solo e na superfície do solo.
III	<b>Deserto.</b> As regiões de deserto possuem clima quente e seco, portanto a vegetação ali presente se encontra adaptada para lidar com o ambiente extremo. A presença de gemas temporárias e subterrâneas é uma adaptação das plantas a climas hostis, nesse caso, sendo importante devido à baixa umidade. Gemas na superfície e próximas ao solo são características de espécies rasteiras e arbustivas.
IV	<b>Tundra.</b> Não há desenvolvimento de muitas espécies arbóreas, sendo a vegetação composta predominantemente de arbustos baixos e plantas herbáceas, como é possível observar na predominância de gemas na superfície do solo ou próximas a ele. As gemas subterrâneas são uma adaptação ao clima frio, com verões curtos.

## Seção Enem

### Questão 01 – Letra B

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 14

**Comentário:** O texto destaca que o deserto é um bioma de pouca umidade, assim as adaptações de animais e plantas estão relacionadas com economia de água. Entre as opções, a que atende a todos os animais citados no texto é a urina concentrada (economia de água).

### Questão 02 – Letra C

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 8

**Habilidade:** 28

**Comentário:** As características indicadas no enunciado dizem respeito ao bioma Cerrado. A vegetação apresenta uma série de adaptações, dentre elas, o xeromorfismo, com caules tortuosos e casca grossa. Essas características são mais adaptativas a esse ambiente de queimadas e escassez de nutrientes no solo.

### Questão 03 – Letra D

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 8

**Habilidade:** 28

**Comentário:** As características morfológicas e fisiológicas descritas no texto-base, sobretudo as folhas que têm glândulas para eliminar excesso de sais, são do bioma manguezal.

## MÓDULO – B 12

### Sucessão Ecológica

#### Exercícios de Aprendizagem

##### Questão 01 – Letra B

**Comentário:** Em uma sucessão ecológica, diversas comunidades são formadas com o decorrer do tempo. Cada estágio modifica o meio abiótico (condições físicas e químicas do meio), possibilitando a instalação e o desenvolvimento de novas espécies mais aptas a explorá-lo. Assim, as alterações das condições físicas e químicas do meio são acompanhadas por alterações das condições biológicas.

##### Questão 02 – Letra D

**Comentário:** A afirmação II está incorreta, porque a sucessão ecológica das comunidades depende das modificações do ambiente físico (meio abiótico). Essas modificações criam condições para a instalação de novas espécies.

##### Questão 03 – Letra C

**Comentário:** A alternativa A está incorreta, porque no estágio clímax há certo equilíbrio entre a produtividade realizada pela fotossíntese (PB) e o consumo feito pela atividade respiratória dos organismos (R), ou seja, a relação PB/R é aproximadamente igual a 1. A alternativa B está incorreta, porque é na fase final (clímax), e não na inicial, que há uma maior complexidade das

teias alimentares devido ao maior número de nichos ecológicos, uma vez que no clímax existe maior diversidade de espécies. A alternativa D está incorreta, porque a etapa de maior maturidade de uma sucessão é a etapa final, ou seja, o clímax.

#### Questão 04 – Letra B

**Comentário:** Observando as principais características de uma sucessão, constata-se que as quatro afirmativas propostas nessa questão estão corretas.

#### Questão 05 – Letra C

**Comentário:** A afirmativa II está incorreta, porque, ao longo de uma sucessão, ocorrem modificações na composição das espécies com o surgimento de novas. É possível, inclusive, o desaparecimento de algumas outras.

### Exercícios Propostos

#### Questão 01 – Letra B

**Comentário:** Na sucessão ecológica, parte-se de um ambiente desprovido de vegetação, com aumento gradativo da biodiversidade nas comunidades sucessoras, até o alcance da comunidade clímax, a de maior complexidade.

#### Questão 02 – Letra B

**Comentário:** A sucessão biológica é o processo de alternância das comunidades em um dado ecossistema desde a sua colonização até que se atinja a comunidade clímax, em que há espécies de maior porte e maior biodiversidade.

#### Questão 03 – Letra A

**Comentário:** A sucessão ecológica consiste na colonização gradativa do ambiente. A sucessão pioneira se dá em ambientes hostis, havendo o estabelecimento da comunidade pioneira (líquens e briófitas) capaz de aumentar a umidade e a riqueza de nutrientes no solo. Na sequência da sucessão, esse ambiente se torna propício para o desenvolvimento de espécies rasteiras e arbustivas e culminará no estabelecimento da comunidade clímax, com espécies de porte médio a grande e aumento da biodiversidade local.

#### Questão 04 – Letra A

**Comentário:** A comunidade pioneira na sucessão ecológica consiste em espécies pouco complexas capazes de tornar o ambiente mais propício ao desenvolvimento de formas mais elaboradas de vida. Geralmente são líquens e briófitas, podendo haver espécies de gramíneas, que serão gradualmente substituídas por espécies arbustivas até que as condições ambientais permitam o estabelecimento de uma comunidade clímax.

#### Questão 05 – Letra A

**Comentário:** No decorrer de uma sucessão, haverá aumento da biomassa e da diversidade de espécies e, conseqüentemente, aumento de nichos ecológicos.

#### Questão 06 – Letra E

**Comentário:** A sucessão que ocorrerá após a destruição da vegetação por uma queimada será do tipo secundária, e não primária como afirma a alternativa A. Nem sempre numa sucessão ocorrerá a instalação dos líquens, que, por sinal, normalmente são espécies pioneiras em um processo de sucessão primária feita a partir da superfície de uma rocha nua. A primeira comunidade a se estabelecer, formada pelas espécies pioneiras, será a ecese e não o clímax. Ao contrário do que é mencionado na alternativa D, somente após o retorno das plantas é que os animais voltarão a se instalar na área.

#### Questão 07 – Letra A

**Comentário:** A comunidade clímax é o último estágio alcançado pelas comunidades ecológicas no processo de sucessão. Ao se aproximar do clímax, observa-se um aumento na variedade de espécies e na sua complexidade fisiológica, com conseqüente aumento de complexidade na teia alimentar dessa comunidade. Em clímax, a comunidade é relativamente estável e sofre pequenas mudanças frente à perturbação.

#### Questão 08 – Letra D

**Comentário:** Sucessão ecológica é o nome dado ao processo em que um ambiente se altera através da sequência de novas comunidades biológicas que se instalam nele de maneira gradual e progressiva, desde a colonização até a comunidade clímax. A sucessão que ocorre em ambientes que antes não possuíam comunidades biológicas e que normalmente possuem características que os tornam desfavoráveis para a maioria das formas de vida se chama Sucessão Primária. A questão apresenta a colonização de rochas nuas pelas briófitas. Nesse processo, essas plantas são espécies pioneiras, ecologicamente classificadas como produtoras (fazem fotossíntese) que vão colonizar as rochas, podendo alterar as características iniciais do ambiente, tornando-o favorável ao estabelecimento de novas comunidades. Portanto, a alternativa correta é a D.

#### Questão 09 – Letra B

**Comentário:** Na comunidade pioneira, a produção primária líquida é alta, o que permite o estabelecimento de novas espécies no ambiente. A comunidade clímax é caracterizada pelo equilíbrio, tanto na sua produtividade (a produtividade bruta é igual ao consumo da comunidade), quanto nas competições intra e interespecíficas. O equilíbrio, no entanto, não significa ausência de competição, a competição é uma relação ecológica importante na manutenção do tamanho das populações dentro de uma comunidade.

#### Questão 10 – Letra B

**Comentário:** Para responder a essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. As espécies pioneiras são autótrofas, pois na sucessão primária o ambiente é hostil, incapacitando o estabelecimento de espécies heterótrofas.
- B) Correta. A comunidade pioneira é rica em organismos fotossintéticos, portanto a taxa de fotossíntese é maior que a de respiração.
- C) Incorreta. O número de nichos ecológicos aumenta conforme aumenta a complexidade do ambiente ao longo da sucessão ecológica.
- D) Incorreta. Bactérias (seres procariontes) também podem surgir como espécies pioneiras.
- E) Incorreta. Em uma comunidade clímax, há equilíbrio entre a produtividade bruta e o consumo, desse modo, o consumo e a produção de CO<sub>2</sub> se dão em taxas semelhantes.

#### Questão 11 – Letra C

**Comentário:** A partir de um campo de cultivo abandonado e de uma floresta recém-derrubada, ocorrerá um processo de sucessão secundária.

#### Questão 12 – Letra A

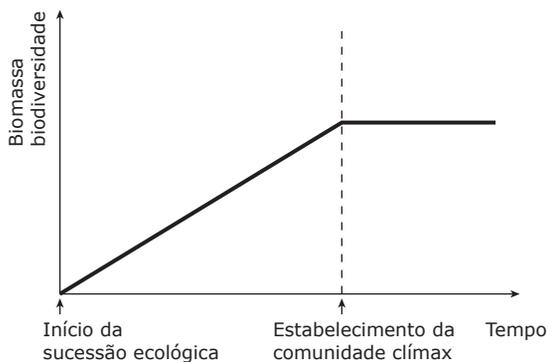
**Comentário:** A sucessão ecológica se inicia com as espécies pioneiras, que agem no substrato e modificam o ambiente. O ambiente modificado pelas espécies pioneiras é propício ao desenvolvimento de formas mais complexas de vida.

Conforme se avança na sucessão ecológica, há aumento da diversidade de espécies na comunidade, com consequente aumento das relações ecológicas estabelecidas entre elas. O ambiente, antes hostil, torna-se mais estável conforme se aproxima da comunidade clímax.

### Questão 13

#### Comentário:

- A) Nesse caso, tem-se a sucessão ecológica secundária. A sucessão ecológica primária se dá em ambientes inabitados, enquanto a sucessão secundária em ambientes que já foram habitados, mas que sofreram grande impacto ambiental.
- B) Observa-se que há aumento da biomassa e da biodiversidade do início da sucessão ecológica até o estabelecimento da comunidade clímax. Esse aumento é gradativo e resultante do aumento da complexidade dos organismos presentes nessa comunidade. Após o estabelecimento da comunidade clímax, há equilíbrio no ecossistema, portanto a biomassa e a biodiversidade se mantêm constantes ao longo do tempo.



## Seção Enem

### Questão 01 – Letra C

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 8

**Habilidade:** 28

**Comentário:** As alterações descritas na questão caracterizam a sucessão ecológica. A sucessão ecológica é um processo natural por meio do qual uma comunidade muda gradualmente até atingir o clímax. Assim, os musgos e líquens são as espécies pioneiras, posteriormente surgindo aves e espécies vegetais mais complexas.

### Questão 02 – Letra B

**Eixo cognitivo:** III

**Competência de área:** 3

**Habilidade:** 10

**Comentário:** A sucessão ecológica que tem início a partir de um campo de cultivo abandonado é do tipo secundária. O esquema mostra que o estágio inicial, formado pelas gramíneas, durou apenas 10 anos, que o estágio intermediário dos arbustos durou cerca de 15 anos, e o das coníferas, cerca de 75 anos. O clímax é o estágio final da sucessão, em que há uma maior estabilidade da biodiversidade.

## MÓDULO – C 09

### Noções de Engenharia Genética

#### Exercícios de Aprendizagem

##### Questão 01 – Letra E

**Comentário:** Os seres vivos que possuem gene(s) de uma outra espécie incorporado(s) ao seu genoma são ditos transgênicos.

##### Questão 02 – Letra C

**Comentário:** A respeito dos alimentos transgênicos, ainda existem muitas polêmicas sobre a segurança ou não, para saúde humana, do uso de tais alimentos, bem como se o cultivo de plantas geneticamente modificadas pode ou não trazer prejuízos para o meio ambiente.

##### Questão 03 – Letra D

**Comentário:** As enzimas de restrição são utilizadas para promover o corte (clivagem) em pontos específicos do DNA.

##### Questão 04 – Letra A

**Comentário:** As incorreções das demais alternativas podem ser assim justificadas:

- B) As células bacterianas possuem ribossomos.
- C) O RNA-m referente à insulina será transcrito na célula bacteriana a partir do segmento do DNA humano nela introduzido.
- D) Na célula bacteriana, ocorrem reações de síntese de proteínas, em que se faz necessário promover a formação de ligações peptídicas entre os aminoácidos. Assim, as enzimas necessárias para a ocorrência dessas reações são encontradas na célula bacteriana.
- E) O DNA humano incorpora-se ao DNA bacteriano, formando um DNA recombinante.

##### Questão 05 – Letra E

**Comentário:** A transferência de genes de uma espécie para outra independe da classificação dessas espécies. Um bom exemplo disso é a transferência do gene humano para a produção de insulina para bactéria *Escherichia coli*, que envolve espécies pertencentes a diferentes reinos.

### Exercícios Propostos

#### Questão 01

**Comentário:** Vírus geneticamente modificados de forma a reduzir a patogenicidade sem anular completamente a capacidade de infecção de células são denominados vetores virais. Por meio de técnicas da Engenharia Genética, é possível somar genes de interesse ao material genético desses vírus. Ao infectar um organismo, os vírus levam consigo cópias do gene desejado, que passam a ser transcritos nas células. Embora pareça teoricamente simples, a referida terapia gênica possui fatores limitantes, como a eficiência da transferência gênica, sobretudo para células de interesse, a duração da expressão do gene, a segurança do procedimento, a reação imunitária do organismo e várias questões éticas.

### Questão 02 – Letra D

**Comentário:** A transformação bacteriana é um processo pelo qual bactérias vivas absorvem e incorporam material genético (DNA) de bactérias mortas em desintegração no meio ambiente. No caso das bactérias transgênicas, os trechos de DNA responsáveis pela produção de insulina humana são colocados no meio e as bactérias ali presentes absorvem os trechos, iniciando a produção de insulina.

### Questão 03 – Letra C

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. A ferramenta permite criar uma planta imune ao parasito, e não um parasito inofensivo para a planta.
- B) Incorreta. As proteínas que causam danos à lagarta estarão na planta também, assim, os danos ecológicos causados pelo vírus continuarão existindo.
- C) Correta. A criação de linhagem de soja transgênica resistente à lagarta. Os genes do vírus que controlam as lagartas serão transmitidos para a lavoura, assim, as plantas ficarão imunes às lagartas.
- D) Incorreta. Se a lagarta combatida pelo vírus for a larva do polinizador, a polinização será comprometida, uma vez que, eliminando o jovem, a população do adulto fica comprometida.
- E) Incorreta. A geração de uma alteração no genoma para proteger a planta das infecções.

### Questão 04 – Letra A

**Comentário:** O papel biológico dessas enzimas bacterianas na natureza é, provavelmente, proteger as bactérias contra os vírus bacteriófagos. Essas enzimas são responsáveis por clivar o DNA bacteriano em pontos específicos e, dessa forma, evitar que o DNA viral se instale no genoma. Elas são capazes de reparar o DNA bacteriano que sofreu inserção de segmentos, mas são incapazes de resolver mutações deletérias. Assim, são responsáveis pela conservação do DNA.

### Questão 05 – Letra C

**Comentário:** A afirmativa C está incorreta porque em I o camundongo não produz o antígeno, uma vez que ele já os recebe por meio da aplicação da vacina. Em I o sistema imunológico do camundongo vai produzir anticorpos contra o antígeno do patógeno.

### Questão 06 – Letra B

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. O desenvolvimento de um organismo completo a partir de uma célula somática utiliza uma técnica de clonagem e não um tratamento.
- B) Correta. O desenvolvimento de Vacina de DNA, que consiste na aplicação de um gene que codifica uma proteína típica do agente agressor. O indivíduo recebe um trecho de DNA exógeno e a partir dele se torna capaz de produzir anticorpos contra o invasor.
- C) Incorreta. A obtenção de uma nova espécie de bactéria produtora de insulina humana é um exemplo de transgenia. Em que um indivíduo recebe trecho de DNA de outro e passa a expressar característica desse.
- D) Incorreta. O uso de células-tronco consiste na reparação de tecidos que perderam sua função, por exemplo, por mutação genética. No uso de células-tronco, o indivíduo recebe novas células e não fragmentos de DNA.
- E) Incorreta. Sequenciamento do genoma humano visando à determinação de defeitos genéticos. O sequenciamento não previne ou trata defeitos, ele apenas aponta quais são os problemas.

### Questão 07 – Letra D

**Comentário:** A clonagem continua sendo um processo muito complexo, apesar dos avanços científicos, mas os clones são aptos para se reproduzir. A expectativa de vida dos clones é baixa, e os resultados nem sempre são satisfatórios. Pesquisas indicam que a expectativa de vida baixa pode estar relacionada ao tamanho dos telômeros. Como a clonagem se inicia com uma célula adulta que, normalmente, já entrou no processo de divisão celular muitas vezes, elas podem ter uma vida curta.

### Questão 08 – Letra B

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. As características genéticas da linhagem CAT-1 permitem o seu uso para a produção de álcool por fermentação alcoólica, a presença das vitaminas B1 e B6 são essenciais para a sobrevivência da levedura durante o processo de fermentação.
- B) Correta. O sequenciamento do genoma da CAT-1 pode resultar em isolamento de genes a serem usados futuramente na criação de leveduras transgênicas de outras espécies. Favorecendo a produção efetiva de diversos produtos.
- C) Incorreta. A maior produção de vitaminas B1 e B6 eleva a quantidade de moléculas de ATP geradas na matriz mitocondrial da levedura.
- D) Incorreta. O conhecimento obtido a partir do sequenciamento do genoma da CAT-1 pode ser útil para compreender a menor eficiência da fermentação anaeróbica em relação à respiração aeróbica.
- E) Incorreta. O etanol produzido pelo processo de fermentação da linhagem CAT-1 tem o mesmo rendimento que qualquer outro produzido por outras leveduras. A presença das vitaminas favorece o processo fermentativo.

### Questão 09 – Letra C

**Comentário:** O aumento das áreas cultivadas com produtos transgênicos possibilita um maior fluxo de genes entre as espécies nativas e as transgênicas que causam impactos na biodiversidade. A gravidade do impacto à biodiversidade ainda está em estudo, mas certamente as plantas transgênicas são mais adaptadas ao ambiente, o que propicia seu desenvolvimento. Ainda não se sabe ao certo os problemas que os transgênicos podem causar no organismo humano.

### Questão 10 – Letra C

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. O quimerismo está relacionado à presença de uma população de células ou DNA presente em um indivíduo, mas que deriva de um organismo geneticamente distinto.
- B) Incorreta. Os clones são cópias idênticas do organismo que lhe deu origem.
- C) Correta. Os animais transgênicos são aqueles que contêm materiais genéticos de outro ser vivo, com vantagens em relação ao seu tamanho. Nos transgênicos ocorre a agregação de um trecho de DNA exógeno no DNA do indivíduo.
- D) Incorreta. Nos organismos geneticamente modificados, a inserção do DNA promotor do hormônio do crescimento só favorece o crescimento do indivíduo, ele não o transforma em um clone.

**Questão 11 – Letra D**

**Comentário:** Por meio de técnicas de engenharia genética, é possível fazer com que bactérias passem a expressar características que não são originalmente delas. Assim, bactérias que recebem o segmento de DNA humano responsável pela produção de insulina passam a produzir esse hormônio idêntico ao da espécie humana. Dessa forma, o produto formado é exatamente igual ao que é produzido pela espécie que originou o fragmento de DNA.

**Questão 12 – Letra A**

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das afirmativas.

- I. Correta. A imunidade desenvolvida pela vacina de DNA não é imediata, mas é de longa duração. Ela fornece a informação genética necessária para o indivíduo produzir seus próprios anticorpos, assim, sua ação não é imediata.
- II. Correta. O indivíduo geneticamente vacinado passa a produzir tanto os antígenos quanto os anticorpos. A vacina fornece as informações para a produção dos antígenos, assim, se infectado, o indivíduo pode produzir os anticorpos que combaterão o vírus.
- III. Incorreta. Patógenos vivos podem ser usados como vacina, desde que estejam na sua forma atenuada. A partir do contato com ele, o corpo fica induzido a produzir anticorpos.
- IV. Incorreta. O DNA plasmidial fornece as informações necessárias para que o organismo se torne capaz de combater patógenos que futuramente o infectem.

Logo, a alternativa correta é a A.

**Questão 13 – F V F V V V**

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

1ª afirmativa: Falsa. Organismos transgênicos recebem segmentos de DNA de organismos de outras espécies.

2ª afirmativa: Verdadeira. Os genes incorporados ao DNA do organismo transgênico codificam proteínas que o organismo receptor não produz naturalmente.

3ª afirmativa: Falsa. Pouco se sabe sobre os alimentos transgênicos serem ou não isentos de ameaça à saúde humana.

4ª afirmativa: Verdadeira. A insulina produzida pelas bactérias transgênicas para essa característica é a própria insulina humana, sendo de grande sucesso médico. Antigamente era utilizada a insulina de suínos que, em certos pacientes, podia provocar reações alérgicas ou incompatibilidade.

5ª afirmativa: Verdadeira. Com o avanço da engenharia genética, cientistas podem alterar o genoma de espécies de animais e plantas, interferindo na evolução biológica desses organismos.

6ª afirmativa: Verdadeira. As manipulações genéticas devem ser analisadas previamente quanto a possíveis impactos ambientais que podem ser gerados com sua implementação. Um exemplo são as plantas transgênicas que produzem toxinas contra pragas, essas substâncias podem afetar outros artrópodes e, portanto, devem ser estabelecidos limites para sua aplicação.

**Questão 14**

**Comentário:**

- A) A principal técnica utilizada é a transgenia. Essa técnica permite a transferência de genes entre espécies diferentes. Um fragmento de DNA da espécie doadora é transferido e incorporado no DNA da espécie receptora, que passa a expressar o genótipo modificado.

- B) Esses ovos produzem luz fluorescente, pois receberam o gene que permite a codificação da proteína que emite fluorescência. Os ovos devem ser iluminados com luz ultravioleta. Os que emitirem fluorescência são transgênicos.

**Seção Enem****Questão 01 – Letra A**

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 3

**Habilidade:** 8

**Comentário:** O uso das leveduras geneticamente modificadas que produzem peroxidases é ambientalmente mais seguro que o uso do cloro, pois reduz a quantidade de resíduos tóxicos lançados nos efluentes após a lavagem do jeans.

**Questão 02 – Letra A**

**Eixo cognitivo:** III

**Competência de área:** 8

**Habilidade:** 29

**Comentário:** A introdução do DNA codificante da insulina humana foi efetuada com sucesso em organismos procariontes, que possuem o mesmo mecanismo de síntese proteica dos eucariontes. Logo, o uso de genes de outras espécies faz os transgênicos serem usados na biotecnologia molecular.

**Questão 03 – Letra E**

**Eixo cognitivo:** IV

**Competência de área:** 3

**Habilidade:** 11

**Comentário:** Transgênica. A planta incorporou, ao seu patrimônio genético, o gene bacteriano e o expressou, ou seja, produziu o polipeptídeo codificado por esse gene.

**Questão 04 – Letra B**

**Eixo cognitivo:** II

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 14

**Comentário:** Assim como no cloroplasto, a única organela citada que possui DNA e capacidade de síntese de proteína é a mitocôndria.

**Questão 05 – Letra D**

**Eixo cognitivo:** IV

**Competência de área:** 3

**Habilidade:** 11

**Comentário:** A grande importância dessa tecnologia consiste em permitir que micro-organismos possam ser programados geneticamente para produzir substâncias de interesse para o homem, como medicamentos, vacinas, hormônios, entre outras.

**Questão 06 – Letra B**

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 8

**Habilidade:** 24

**Comentário:** Entre as figuras apresentadas, a única que mostra um ser vivo com características de duas espécies distintas é a da alternativa B.

# MÓDULO – C 10

## Origem da Vida

### Exercícios de Aprendizagem

#### Questão 01 – Letra B

**Comentário:** A Teoria da Biogênese admite que seres vivos só podem se originar a partir da reprodução de outros seres vivos.

#### Questão 02 – Letra E

**Comentário:** De acordo com a hipótese autotrófica sobre a origem da vida, os primeiros seres vivos eram autótrofos quimiossintetizantes que obtinham energia através do processo anaeróbico da fermentação. Após esses seres, teriam surgido os seres autótrofos fotossintetizantes que, então, passaram a liberar no ambiente o  $O_2$ . O enriquecimento da atmosfera com o  $O_2$  possibilitou o surgimento dos seres aeróbicos.

#### Questão 03 – Letra D

**Comentário:** Miller, em seu experimento, simulou as mesmas condições químicas e físicas da atmosfera primitiva. Desse modo, utilizou vapor-d'água, metano, amônia, hidrogênio e descargas elétricas.

#### Questão 04 – Letra D

**Comentário:** A afirmativa III está incorreta porque as ideias de Oparin e Haldane constituem a base da hipótese heterotrófica sobre a origem da vida. Esses dois cientistas não eram adeptos da hipótese da panspermia cósmica, ou seja, a hipótese que admite a origem extraterrestre para vida em nosso planeta.

#### Questão 05 – Letra E

**Comentário:** Como na atmosfera primitiva ainda não existia o oxigênio livre ( $O_2$ ), as primeiras formas de vida deveriam obter energia do alimento por um processo anaeróbico, ou seja, a fermentação. Com o surgimento dos primeiros seres fotossintetizadores, começou a liberação no ambiente do  $O_2$ , possibilitando, assim, o aparecimento de um processo aeróbico de obtenção de energia, ou seja, a respiração aeróbica.

## Exercícios Propostos

#### Questão 01 – Letra D

**Comentário:** De acordo com a teoria da abiogênese, seres vivos poderiam surgir a partir de seres não vivos. Assim, os adeptos dessa teoria acreditavam que, por exemplo, ratos poderiam surgir de camisas sujas e grãos de trigo. Portanto, a alternativa correta é a D.

#### Questão 02 – Letra E

**Comentário:** Ao demonstrar que as larvas da carne podem se desenvolver de ovos de moscas e não a partir da transformação da carne, Redi demonstrou que as larvas (seres vivos) se originaram a partir de seres vivos preexistentes (as moscas). O resultado dessa experiência, portanto, fortaleceu a biogênese.

#### Questão 03 – Letra D

**Comentário:** O verso da *Ilíada* demonstra o conhecimento dos gregos sobre o processo da formação de moscas a partir de larvas que, por sua vez, nasciam de ovos. Posteriormente, no século XVII, Francesco Redi extrapolara essa observação na defesa da Biogênese – todo ser vivo nasce de outro preexistente.

#### Questão 04 – Letra B

**Comentário:** Na teoria de origem da vida, os cientistas tentaram simular a atmosfera primitiva com gases (hidrogênio, amônia e metano) e disparando descargas elétricas. Após uma semana de experimento, realizado por Oparin e Haldane, percebeu-se a formação de um líquido no qual foram encontrados compostos orgânicos e alguns aminoácidos.

#### Questão 05 – Letra C

**Comentário:** A hipótese aceita atualmente para a origem da vida apoia a ideia da evolução bioquímica de moléculas orgânicas, concordando, em partes, com o surgimento de seres vivos a partir de seres não vivos. Essa hipótese considera um processo espontâneo o surgimento de coacervados que são aglomerados de moléculas que poderiam ter dado origem às primeiras células.

#### Questão 06 – Letra E

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. A conquista da fotossíntese foi condicionada à presença de clorofila no citoplasma bacteriano. Os cloroplastos são organelas presentes apenas nos organismos eucariotos.
- B) Incorreta. O fotoautotrofismo das cianobactérias resolveu um problema alimentar, já que por meio desse processo elas podem produzir sua própria glicose.
- C) Incorreta. O surgimento de cianobactérias, há 3,5 bilhões de anos, não confirma que a respiração aeróbica foi o primeiro processo bioenergético bem-sucedido na Terra. Cianobactérias podem realizar fotossíntese e respiração.
- D) Incorreta. O estabelecimento das cianobactérias está associado ao "holocausto do oxigênio", porque determinou um expressivo aumento dos níveis de  $O_2$ , tornando a atmosfera oxidativa. Muitos seres não estavam prontos para lidar com a presença do oxigênio.
- E) Correta. A atividade fotossintética, iniciada pelas cianobactérias, criou condições atmosféricas que permitiram, ao longo do tempo, a colonização dos continentes pelos pluricelulares. A fotossíntese liberou oxigênio que se acumulou na atmosfera.

#### Questão 07 – Letra E

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Os insetos surgiram há menos de meio milhão de anos, já a molécula de DNA circular surgiu há cerca de 3,8 milhões de anos.
- B) Incorreta. Quando os primeiros vertebrados surgiram na Terra, os invertebrados já existiam há cerca de 300 milhões de anos.
- C) Incorreta. Três milhões de anos antes de os mamíferos surgirem, já existiam organismos fotossintetizantes na Terra. Os fotossintetizantes surgiram há cerca de 3,5 bilhões de anos.
- D) Incorreta. Antes de surgirem os invertebrados marinhos, a atmosfera terrestre possuía características oxidativas e, assim, a biomassa era gerada pela fotossíntese de cianobactérias marinhas.
- E) Correta. O surgimento de cianobactérias contribuiu para o acúmulo de  $O_2$  na atmosfera. Esses organismos liberavam oxigênio por meio da fotossíntese.

**Questão 08 – Letra D**

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Com a experiência, tentou-se comprovar a origem da vida na Terra, segundo a hipótese deles é possível formar moléculas orgânicas a partir de substâncias inorgânicas.
- B) Incorreta. O experimento contribuiu para uma melhor compreensão da teoria de surgimento da vida na Terra, em que as moléculas orgânicas teriam se originado das moléculas inorgânicas.
- C) Incorreta. Como resultado do experimento, os cientistas obtiveram moléculas orgânicas simples, sendo estas produtos da reação entre gás carbônico, gás oxigênio, amônia e água na forma de vapor (catalisadas por descargas elétricas).
- D) Correta. Ao tentar reproduzir as condições da Terra primitiva, propostas por Oparin, os produtos da reação química conduzida pelo experimento foram obtidos a partir de gás metano, amônia, gás hidrogênio e água na forma de vapor.
- E) Incorreta. Segundo as conclusões de Miller e Urey, os coacervados obtidos como produtos do experimento representam os possíveis primeiros seres vivos que habitaram o planeta, eles eram formados por um aglomerado de moléculas orgânicas circundados por água.

**Questão 09 – Letra A**

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das afirmativas.

Coluna 1

- I. Correta. De acordo com a teoria autotrófica, os primeiros seres eram capazes de sintetizar seu alimento, depois surgiram os seres quimiossintetizantes e, por fim, os fermentadores
- II. Incorreta. A carta 5 representa o processo de quimiossíntese. A carta 3 traz a definição de seres autotróficos.
- III. Incorreta. A carta 3 representa os seres autotróficos, ou seja, seres que produzem seu alimento por meio da fotossíntese ou da quimiossíntese. A carta 5 representa uma reação de quimiossíntese.

Coluna 2

- A) Correta. A carta 2 indica a ordem de aparecimento dos processos bioenergéticos.
- B) Incorreta. A carta 4 representa a fotossíntese. A carta 1, a respiração.

Logo, a alternativa correta é a A.

**Questão 10 – Letra E**

**Comentário:** O experimento de Miller simula as condições da Terra primitiva, com a presença de descargas elétricas: meio aquoso e atmosfera formada por gases tais como o  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{CH}_2$ . Com esse experimento, ele conseguiu formar substâncias orgânicas, como bases nitrogenadas e os aminoácidos glicina e alanina, indicando uma possibilidade de como ocorreu a evolução bioquímica de moléculas até os primeiros seres vivos.

**Questão 11 – Letra B**

**Comentário:** De acordo com a teoria proposta por Oparin e Haldane, os primeiros habitantes da Terra eram seres unicelulares, procariotos, heterótrofos com respiração anaeróbica.

A hipótese ficou conhecida como hipótese heterotrófica, supõe-se que os primeiros seres tenham sido anaeróbios, devido a complexidade de produção de energia e a baixa presença de  $\text{O}_2$  no ambiente, dessa forma os seres obteriam energia dos alimentos por meio da fermentação (processo anaeróbio de obtenção de energia).

**Questão 12 – Letra B**

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. As relações de fusões citoplasmáticas entre seres eucariontes ancestrais e seres procariotes teriam aperfeiçoado a capacidade dos organismos atuais na realização de suas funções metabólicas.
- B) Correta. A capacidade fotoautótrofa presente em alguns eucariontes atuais é necessariamente dependente de uma relação simbiótica anterior, que englobou, a esse padrão de organização, determinadas cianobactérias ancestrais. Acredita-se que os cloroplastos, organela fundamental na fotossíntese das plantas, tenham sido um ser procarioto que foi englobado pela célula.
- C) Incorreta. A presença da mitocôndria no padrão eucarionte é considerada como resultado de uma relação endossimbiótica por apresentar, no seu interior, DNA independente do DNA do restante da célula. O DNA das mitocôndrias se assemelha ao DNA das bactérias fotossintetizantes.
- D) Incorreta. O texto não informa qual organela foi formada primeiro. Porém, é fato que os primeiros organismos fotossintetizantes eram procariotos unicelulares que foram os responsáveis pela liberação do  $\text{O}_2$  produzido pela fotossíntese, o que permitiu o desenvolvimento dos seres aeróbios.
- E) Incorreta. Os englobamentos primitivos entre seres unicelulares distintos geraram relações mutualísticas que interferiram de forma significativa na história da vida no planeta.

**Questão 13 – Letra A**

**Comentário:** Muitos estudos já foram realizados sobre os mecanismos geradores de energia celular, pode-se afirmar que a sequência de eventos mais provável que deve ter ocorrido na evolução desses mecanismos é, primeiramente, a evolução orgânica (VI). A evolução dos coacervados, formando seres com membranas mais complexas que realmente delimitavam o ser, culminou na formação da estrutura celular (III). A teoria mais aceita é a de que os primeiros seres eram heterotróficos, assim, absorviam nutrientes do meio e, por meio da fermentação (V), obtinham energia. Mais complexos, os seres começaram a produzir seu próprio alimento por meio da fotossíntese (II). O acúmulo de oxigênio favoreceu o surgimento de um processo mais eficiente na produção de energia, a respiração (IV). E finalmente a complexidade dos seres vivos aumentou, dando origem aos seres eucarióticos (I). Logo, a alternativa correta é a A.

**Questão 14 – Letras A, B, E, F**

**Comentário:** A alternativa C está incorreta porque, no experimento em questão, as bactérias e os fungos que apareceram no caldo vieram do ar e, portanto, eram de espécies normalmente encontradas no ar. A alternativa D está incorreta porque o aquecimento causou a morte dos micro-organismos que já se encontravam no caldo. A afirmativa G está incorreta porque os fungos não são autótrofos, e sim heterótrofos. As bactérias, em sua maioria, também são heterótrofas, embora existam algumas espécies autótrofas que fazem fotossíntese ou quimiossíntese.

## Questão 15

**Comentário:** O aparato ilustrado na questão representa o experimento realizado por Miller e Urey com o objetivo de simular a atmosfera da Terra primitiva.

- A) Miller e Urey testaram a hipótese de que moléculas orgânicas encontradas nos seres vivos poderiam ter se formado abiogeneticamente nas supostas condições da Terra primitiva. Para isso, simularam essas condições ambientais e observaram a formação de substâncias orgânicas.
- B) Como resultado do experimento, observou-se a formação de aminoácidos.
- C) É possível explicar que o  $O_2$  surgiu e passou a fazer parte da atmosfera após o aparecimento dos seres autótrofos fotossintetizantes, pois são eles os responsáveis pela liberação do gás em seu processo de obtenção de energia.

## Seção Enem

### Questão 01 – Letra C

**Eixo cognitivo:** IV

**Competência de área:** 1

**Habilidade:** 3

**Comentário:** A teoria da geração espontânea começou a ser refutada após os experimentos de Redi e Pasteur. De acordo com esses experimentos, a vida só se origina a partir de vida já preexistente.

### Questão 02 – Letra A

**Eixo cognitivo:** III

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 18

**Comentário:** O gráfico mostra que, no período anterior a 2,9 bilhões de anos, a taxa de oxigênio livre ( $O_2$ ) na atmosfera era 0 (zero) e, portanto, seres aeróbicos não poderiam ter existido nesse mesmo período. As grandes florestas também não poderiam ter existido, aproximadamente, há 3,5 bilhões de anos porque nesse período ainda não existia  $O_2$  livre na atmosfera. O ser humano não poderia existir há, aproximadamente, 2,5 bilhões de anos porque nesse período, além da taxa de  $O_2$  ser muito baixa, a taxa de  $CO_2$  estava muito elevada.

### Questão 03 – Letra A

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 5

**Habilidade:** 17

**Comentário:** O gráfico mostra que, quando ocorreu o aparecimento da vida (-3,1 bilhões de anos), a taxa (%) de oxigênio na atmosfera era zero.

# MÓDULO – C 11

## Teorias Evolucionistas

## Exercícios de Aprendizagem

### Questão 01 – Letra D

**Comentário:** Segundo Lamarck, as alterações das condições ambientais desencadeariam em uma espécie a necessidade de se modificar pela lei do uso e desuso, no sentido de criar novas características e assim promover a sua adaptação às novas condições do meio.

### Questão 02 – Letra B

**Comentário:** A lei do uso e desuso é um dos pontos básicos da Teoria Evolucionista de Lamarck.

### Questão 03 – Letra C

**Comentário:** O lamarckismo e o darwinismo admitem a interação dos seres vivos com o meio ambiente. Segundo Lamarck, os seres vivos para melhor se adaptarem ao meio ambiente, criam novas características pela lei do uso e desuso. Para Darwin, o meio ambiente seleciona os seres vivos que possuem as características mais adaptativas.

### Questão 04 – Letra D

**Comentário:** A penicilina não causa mutações nas bactérias e nem as bactérias sofrem mutações para se tornarem resistentes à penicilina. A nocividade da penicilina para as bactérias está no fato de esse antibiótico ser capaz de inibir uma importante enzima que participa da reação química relacionada com a formação da parede celular bacteriana. Sem parede celular, elas se tornam frágeis e morrem. A resistência ou não das bactérias à penicilina é determinada geneticamente. Assim, existem variedades sensíveis e variedades resistentes. Se acrescentarmos o antibiótico penicilina ao meio onde se encontram esses dois tipos de variedade, as bactérias resistentes serão selecionadas em detrimento das bactérias sensíveis, que serão eliminadas.

### Questão 05 – Letra D

**Comentário:** As incorreções das afirmativas I e III podem ser justificadas, respectivamente: as mutações são descritas na moderna Teoria Evolucionista (teoria sintética da evolução ou neodarwinismo) como causa da variabilidade genética; a seleção natural faz parte das teorias de Darwin (darwinismo) e da moderna Teoria Evolucionista (neodarwinismo).

## Exercícios Propostos

### Questão 01 – Letra D

**Comentário:** O processo ilustrado em 1 representa o fixismo; de acordo com essa teoria, as espécies são imutáveis. O processo 2 representa o evolucionismo; de acordo com essa teoria, as espécies são capazes de evoluir, surgindo novas características. À medida que o grau de diferenciação aumenta, os seres vão dando origem a novas espécies.

### Questão 02 – Letra A

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Correta. A variabilidade genética que surge em cada geração sofre a seleção natural, conferindo maior adaptação à espécie. Assim, algumas espécies são favorecidas e outras eliminadas do ambiente.
- B) Incorreta. A variabilidade genética é decorrente das mutações alélicas e depende das recombinações cromossômicas.
- C) Incorreta. A adaptação altera a frequência alélica da dos seres vivos, resultando na seleção natural em uma população.
- D) Incorreta. A adaptação é decorrente de um processo de seleção natural, a flutuação na frequência alélica ao acaso é um dos mecanismos de seleção.
- E) Incorreta. A adaptação é o resultado da capacidade de os indivíduos de uma mesma população possuírem diferentes características para deixar descendentes.

**Questão 03 – Letra D**

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. No processo de seleção natural, o mais adaptado é favorecido na luta pela sobrevivência.
- B) Incorreta. Os seres mais adaptados têm maior chance de reprodução, deixando, portanto, descendentes.
- C) Incorreta. A seleção natural é um processo não linear (dicotômico) que conduz ao surgimento de organismos mais adaptados, conforme é percebido na história evolutiva dos seres vivos.
- D) Correta. Na natureza, a vida é uma constante luta pela sobrevivência, em que os mais aptos sobrevivem, deixando mais descendentes e contribuindo para a evolução dos seres vivos.

**Questão 04 – Letra A**

**Comentário:** Por não serem usados, os olhos das toupeiras se atrofiaram e essa característica foi transmitida aos descendentes por meio da reprodução. Essa afirmativa está de acordo com a lei do uso e desuso e a transmissão dos caracteres adquiridos de Lamarck.

**Questão 05 – Letra D**

**Comentário:** O processo de seleção natural atua sobre as adaptações que favorecem a sobrevivência, a capacidade de adaptação, as mutações e o sucesso reprodutivo. De acordo com a teoria sintética da evolução, a teoria mais aceita ultimamente, os seres não herdam as características adquiridas pelas gerações anteriores; somente as características congênitas podem ser transmitidas.

**Questão 06 – Letra A**

**Comentário:** O lamarckismo admite que características novas sejam adquiridas por imposição do meio, e o darwinismo considera que as características já existentes são apenas selecionadas pelo meio. Em outras palavras, para Lamarck, o meio é causador das variações; para Darwin, o meio seleciona as variações.

**Questão 07 – Letra C**

**Comentário:** Os antibióticos combatem as bactérias sensíveis e fazem a seleção das bactérias resistentes que estejam presentes no meio.

**Questão 08 – Letra C**

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. As ideias de Lamarck foram rejeitadas quase universalmente, não porque ele abraçava a herança dos caracteres adquiridos, mas porque os principais naturalistas da época defendiam o conceito de fixismo. Eles acreditavam que as espécies eram imutáveis.
- B) Incorreta. Darwin se baseou nas ideias de Lamarck de que o ambiente possui um papel importante na evolução dos indivíduos para propor o conceito de seleção natural.

- C) Correta. O trabalho de Lamarck preparou o ambiente científico para o início de um debate mais sério sobre o conceito de evolução biológica ao desenvolver argumentos que tentassem justificar os caminhos evolutivos. Lamarck apresentou argumentos pertinentes para justificar como ocorria a evolução dos seres.
- D) Incorreta. A herança das características adquiridas proposta por Lamarck apareceu muitos anos antes da explosão dos conhecimentos genéticos, não influenciando o meio científico da época a criar o conceito de epigenética para justificar a ativação de determinados genes em função do estilo de vida dos indivíduos.
- E) Incorreta. A partir do século XX, com a elaboração de uma síntese evolutiva, as ideias de Darwin foram associadas aos conceitos de genética de Mendel, criando a teoria denominada de Neodarwinismo.

**Questão 09 – Letra A**

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Correta. As espécies atuais conectam-se entre si em espécies ancestrais. É possível verificar a formação de uma árvore ao interligar as características comuns a elas.
- B) Incorreta. As gerações mais recentes podem apresentar maior complexidade que as ancestrais, mas isso não significa que sejam melhores ou superiores. Cada espécie está adaptada ao ambiente / tempo em que vivem.
- C) Incorreta. Há conexão histórica entre as espécies, pois existe um tipo de ancestral em comum para cada uma delas.
- D) Incorreta. Por ser um ser vivo, o homem sofreu e ainda sofre processo evolutivo como qualquer outro ser vivo.
- E) Incorreta. A espécie humana é adaptada como qualquer outra espécie ao ambiente em que vive. Na classificação biológica, os seres humanos são primatas, assim como os macacos, o que significa que possuímos diversos ancestrais em comum.

**Questão 10 – Letra C**

**Comentário:** Analisando a sequência de imagens, é possível observar que o número de indivíduos do segundo tipo aumentou, ao longo do tempo, de forma mais expressiva que os indivíduos do primeiro tipo. Assim, podemos concluir que os indivíduos do segundo tipo devem apresentar características que são mais favoráveis ao ambiente em que vivem.

**Questão 11 – Letra E**

**Comentário:** De acordo com a teoria evolutiva mais aceita atualmente (Neodarwinista), para compreender a evolução dos seres vivos, a adaptação morfológica citada teria surgido, ao longo das gerações, devido à seleção contínua dos indivíduos um pouco mais camuflados dentro das populações, os quais eram menos predados e deixavam mais descendentes.

Parte da população já possuía essa característica. Por ser mais favorável, os indivíduos melhor adaptados possuíam maior potencial reprodutivo. Assim, a frequência dessas características aumentou na população e, aos poucos, os seres menos camuflados foram diminuindo a frequência. A seleção natural atua na população e não no organismo. As mudanças ocorrem ao acaso, assim, primeiro ocorrem as mudanças para depois o organismo se adaptar.

### Questão 12 – Letra D

**Comentário:** Enquanto a seleção natural atua no sentido de diminuir a variabilidade genética dentro de uma espécie, as mutações e as recombinações genéticas fazem o contrário, ou seja, aumentam a variabilidade genética dentro da espécie. A seleção natural atua favorecendo aqueles indivíduos que possuem as características mais vantajosas e adaptativas ao meio.

### Questão 13

**Comentário:**

- A) Como exemplos de processos que promovem a variabilidade genética, podemos citar mutação e recombinação. A mutação consiste em alterações nas sequências de bases nitrogenadas do DNA, gerando novos genes. Recombinação gênica é o processo associado à formação de gametas.
- B) O processo pelo qual as características favoráveis dos organismos vivos tenderiam a ser preservadas, enquanto as características desfavoráveis tenderiam a ser eliminadas, é a seleção natural, processo que atua nas populações selecionando os indivíduos mais aptos. Os mais aptos possuem maior capacidade reprodutiva, alterando, assim, a frequência das características.
- C) Os dois casos são explicados pelo processo de seleção natural. Os indivíduos resistentes à ação da substância, presentes em menor frequência, sobrevivem e continuam se reproduzindo, aumentando a frequência ao longo do tempo. Os indivíduos que são sensíveis à substância desaparecem da população sem deixar descendentes.

## Seção Enem

### Questão 01 – Letra B

**Eixo cognitivo:** V

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 16

**Comentário:** Tanto o lamarckismo quanto o darwinismo acreditam que o ambiente é o responsável por influenciar o processo de adaptação dos seres vivos. As teorias se distinguem na forma como o meio atua, mas ambas concordam que ele é fundamental para a adaptação dos seres.

### Questão 02 – Letra A

**Eixo cognitivo:** V

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 16

**Comentário:** Formalmente, a evolução biológica significa transformação das características dos seres vivos.

### Questão 03 – Letra E

**Eixo cognitivo:** IV

**Competência de área:** 1

**Habilidade:** 3

**Comentário:** O enunciado da questão deixa claro que as plantas da família Apocinaceae se tornaram insuficientes para alimentar as borboletas Ithomiinae. As borboletas adaptadas a uma nova fonte de alimento, as plantas da família Solanaceae, foram selecionadas. Assim sendo, atualmente as borboletas Ithomiinae possuem uma especificidade alimentar por plantas da família Solanaceae.

### Questão 04 – Letra B

**Eixo cognitivo:** IV

**Competência de área:** 5

**Habilidade:** 3

**Comentário:** O lamarckismo baseia-se em dois pontos fundamentais: lei do uso e desuso e a transmissão, aos descendentes, das características adquiridas pelo uso ou pelo desuso. Entretanto, é bom lembrar que Lamarck não tinha nenhum conhecimento sobre patrimônio genético, uma vez que os princípios fundamentais da Genética foram lançados por Mendel, cerca de 50 anos após Lamarck ter publicado os seus trabalhos sobre a evolução dos seres vivos.

### Questão 05 – Letra D

**Eixo cognitivo:** III

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 15

**Comentário:** A ação da seleção natural favorece os indivíduos com características mais vantajosas, que os tornam mais bem adaptados ao meio.

## MÓDULO – C 12

## Evidências da Evolução

## Exercícios de Aprendizagem

### Questão 01 – Letra C

**Comentário:** As asas dos insetos e das aves têm origens embriológicas diferentes, como também padrões anatômicos diferentes; porém, essas duas estruturas estão relacionadas com o desempenho de uma mesma função (atividade de voo). São, portanto, estruturas análogas. Nas demais alternativas (A, B, D e E), as estruturas citadas são exemplos de homologia (estruturas homólogas). As estruturas homólogas têm uma mesma origem embriológica e um mesmo padrão anatômico de organização, mas podem ou não desempenhar uma mesma função.

### Questão 02 – Letra D

**Comentário:** As afirmativas I e IV estão incorretas porque a evolução também pode ser estudada por meio da anatomia e embriologia comparadas, por meio das semelhanças bioquímicas entre as espécies, bem como por meio da comparação genética entre as espécies e não somente através dos fósseis.

**Questão 03 – Letra B**

**Comentário:** De acordo com a Teoria da Evolução, as semelhanças bioquímicas testemunham a favor de um laço de parentesco entre seres distintos, uma vez que, quanto mais próximas estiverem as espécies na sequência evolutiva, menores serão as diferenças bioquímicas entre suas substâncias.

**Questão 04 – Letra D**

**Comentário:** Analisando o esquema de acordo com as orientações mencionadas no enunciado da questão, concluímos que: entre o citocromo do homem e o da espécie X, há uma diferença de 9 aminoácidos; entre o citocromo do homem e o da espécie Y, a diferença é de 27 aminoácidos; entre o citocromo do homem e o da espécie Z, há apenas um aminoácido de diferença; entre o citocromo do homem e o da espécie W, há uma diferença de 15 aminoácidos. Assim, a espécie que está evolutivamente mais próxima do homem é a espécie Z, seguida pelas espécies X, W e Y. Desse modo, considerando os seres vivos mencionados nas alternativas, a espécie Z (mais próxima evolutivamente do homem) é o macaco (primata); em seguida, vem a espécie X, representada pelo coelho (mamífero não primata); posteriormente, vem a espécie W (réptil), representada pela tartaruga; e a espécie mais distante evolutivamente do homem é a espécie Y, representada pela mosca (artrópode). Assim, X, Y, Z e W correspondem, respectivamente, a coelho, mosca, macaco e tartaruga.

**Questão 05 – Letra E**

**Comentário:** Todos os itens numerados de 1 a 4 estão corretos. Os estudos desses itens fornecem importantes evidências a favor da evolução biológica.

**Exercícios Propostos****Questão 01 – Letra E**

**Comentário:** Estruturas que possuem funções diferentes, porém a mesma origem embrionária, são conhecidas como estruturas homólogas. Quando apresentam a mesma função, mas origem embrionária distinta, são conhecidas como estruturas análogas ou heterólogas. Heterotróficos são os seres que não produzem seu próprio alimento. A simetria está relacionada com a capacidade de se seccionar o corpo de um organismo em partes que apresentem a mesma composição.

**Questão 02 – Letra C**

**Comentário:** A homologia é uma característica definida pela presença de estruturas com a mesma origem embrionária, mas não necessariamente com a mesma função nas diferentes espécies.

**Questão 03 – Letra D**

**Comentário:** As homologias são evidências da evolução; porém, as estruturas homólogas são aquelas que possuem funções diferentes mesmo apresentando a mesma origem embrionária. Por exemplo, a asa do morcego, o braço humano e a nadadeira da baleia.

**Questão 04 – Letra A**

**Comentário:** O texto descreve a presença de um órgão presente em animais herbívoros que serve de abrigo para inúmeras bactérias que auxiliam na digestão da celulose. Esse órgão é encontrado de maneira atrofiada em outros animais que não são herbívoros, é conhecido como órgão vestigial e serve de evidência para a evolução, ligando os seres atuais aos seus ancestrais.

**Questão 05 – Letra E**

**Comentário:** Órgãos homólogos são aqueles que têm a mesma origem embrionária, com um mesmo plano básico anatômico: as funções desempenhadas por eles podem ser semelhantes ou não. Órgãos análogos são aqueles que desempenham funções semelhantes, mas possuem estruturas totalmente diferentes, uma vez que se formam embrionariamente por processos diferentes.

**Questão 06 – Letra B**

**Comentário:** Os fósseis são restos de seres vivos, podem ser ossos, fezes, pegadas, impressões em rochas, etc. Por meio dos fósseis é possível reescrever a história evolutiva do grupo. Analisando as alterações que as espécies sofreram ao longo dos anos, é possível construir sua árvore filogenética.

**Questão 07 – Letra C**

**Comentário:** Divergência evolutiva ocorre quando uma ou mais características evolutivas possuem origem embrionária comum, mas que, devido às diferentes pressões ambientais, divergem ao longo da história evolutiva. A questão apresenta dois animais filogeneticamente muito próximos da Ordem Testudines, a tartaruga-marinha e o jabuti. Embora os dois animais sejam muito parecidos, répteis com carapaça dorsal e plastrão, é fácil perceber que possuem claras diferenças quanto ao formato da carapaça, a escamação dos membros e da cabeça e o formato dos membros. Essas diferenças existem devido à existência de pressões ambientais diferentes, ligadas ao *habitat* em que essas espécies estão adaptadas, e à história evolutiva de cada espécie. Enquanto que, em ambiente terrestre, são selecionadas, ao acaso, características que permitem a vida e a locomoção nesse ambiente, no ambiente marinho, ocorre o mesmo processo de seleção natural. Como as pressões ambientais divergem, as características selecionadas refletem essas diferenças, originando organismos evolutivamente divergentes, mesmo que filogeneticamente próximos. O mesmo ocorre entre mamíferos marinhos e terrestres. Portanto, a alternativa correta é a C.

**Questão 08 – Letra B**

**Comentário:** De acordo com o texto-base, os membros anteriores de mamíferos, apesar de exercerem funções distintas, apresentam a mesma origem embrionária. Estruturas que apresentam a mesma origem mas realizam funções distintas são conhecidas como estruturas homólogas.

### Questão 09 – Letra D

**Comentário:** As aves de morcegos e aves têm a mesma origem embrionária, podendo ser então consideradas como estruturas homólogas. Já as asas dos insetos surgiram em um outro ponto da escala evolutiva, apresentando uma origem embriológica diferente, apesar de exercer a mesma função. Dessa forma, a alternativa D é a correta.

### Questão 10 – Letra C

**Comentário:** A alternativa C exemplifica a teoria de Lamarck. Segundo a lei do uso e desuso proposta por ele, certos órgãos e estruturas do corpo dos indivíduos passariam a ter novas características, que os tornariam mais bem-adaptados às condições ambientais. Tais características seriam transmitidas para a próxima geração.

### Questão 11 – Letra C

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. A viviparidade não é uma característica recorrente em répteis e aves.
- B) Incorreta. Os anfíbios não apresentam ovos com casca de calcário, seus ovos são sem casca.
- C) Correta. A embriogênese dos peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos. Os embriões desses grupos são extremamente semelhantes até determinada fase de desenvolvimento.
- D) Incorreta. A reprodução sexuada já está presente desde os grupos mais primitivos de animais.
- E) Incorreta. Os répteis são animais exotérmicos, a endotermia só está presente em aves e mamíferos.

### Questão 12 – Letra C

**Comentário:** As estruturas homólogas têm a mesma origem, geralmente desempenham as mesmas funções e indicam relações de parentesco, como a pata dianteira do cão, a asa das aves e a nadadeira dos golfinhos. Já as estruturas análogas são aquelas que apresentam a mesma função, mas não a mesma origem embrionária, como as asas dos insetos e dos morcegos.

### Questão 13 – Letra C

**Comentário:** Analisando a imagem, pode-se observar a relação de similaridade entre os embriões de diversos cordados. Essa similaridade serve como evidência para a evolução. Animais de grupos diferentes apresentam embriões muito parecidos, o que leva a um ancestral comum a todos eles. Assim, podemos perceber que a similaridade é maior no início do desenvolvimento e vai se tornando menor à medida que o embrião se desenvolve. A presença de estruturas no embrião que não estão presentes no adulto não significa que a espécie passa por uma fase como outra espécie para se tornar adulta, mas sim que ambas as espécies apresentaram um ancestral em comum que lhes permitiram dividir características em, pelo menos, uma fase da vida.

### Questão 14 – Letra A

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Correta. O movimento das placas tectônicas separou as terras do sul antes das terras do norte. Assim, a fauna e flora do sul é mais diferenciada que a do norte.

- B) Incorreta. A separação entre as terras meridionais (América do Sul e África) ocorreu há cerca de 200 milhões de anos e o isolamento entre as terras setentrionais (América do Norte e Eurásia pelo *istmo de Bering*) há cerca de 20 mil anos.
- C) Incorreta. Grande parte da comunidade científica aceita a ideia de que a vida surgiu apenas uma vez na história da Terra, sendo todos os seres vivos descendentes de um único ancestral.
- D) Incorreta. Além das mutações, fatores evolutivos como a deriva genética, o fluxo gênico e a seleção natural são determinantes para a evolução.
- E) Incorreta. Inúmeras são as espécies que surgiram antes do homem moderno. Portanto, é impossível que este tenha definido a sua distribuição.

### Questão 15

**Comentário:**

- A) As semelhanças anatômicas, fisiológicas e bioquímicas entre as espécies justificam a presença de um ancestral em comum.
- B) Todos os seres vivos possuem estrutura celular, material genético, metabolismo próprio, reprodução e evolução.

## Seção Enem

### Questão 01 – Letra E

**Eixo cognitivo:** V

**Competência de área:** 4

**Habilidade:** 16

**Comentário:** Para resolver essa questão, vamos analisar cada uma das alternativas.

- A) Incorreta. Somente animais e plantas possuem desenvolvimento embrionário.
- B) Incorreta. Muitos seres vivos realizam apenas reprodução assexuada.
- C) Incorreta. Existem seres aeróbios e seres anaeróbios.
- D) Incorreta. Somente os animais possuem excreção urinária.
- E) Correta. Todos os seres vivos são capazes de sintetizar suas proteínas, essas são determinadas pelo DNA.

### Questão 02 – Letra E

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 5

**Habilidade:** 17

**Comentário:** O grupo determinante foi aquele que, segundo o esquema, só existiu no Devoniano, ou seja, o grupo dos placodermos.

### Questão 03 – Letra D

**Eixo cognitivo:** I

**Competência de área:** 5

**Habilidade:** 17

**Comentário:** A questão aborda uma evidência zoogeográfica da evolução, baseada na Teoria da Deriva Continental que admite a separação de um continente único (Pangeia) nos diferentes continentes dos Hemisférios Norte e Sul.





Rua Diorita, 43 - Prado

Belo Horizonte - MG

Tel.: (31) 3029-4949

[www.bernoulli.com.br/sistema](http://www.bernoulli.com.br/sistema)