



Um ancestral em comum para todos

Fascículo 2
Unidade 5

Um ancestral em comum para todos

Para início de conversa...

Vamos relembrar algumas coisas brevemente. Imagine que um acidente natural pode acontecer e separar indivíduos de uma espécie, dividindo-os em duas populações, isolando-as geograficamente. Caso uma mutação venha a acontecer em uma das populações, ela estará confinada à população em que surgiu.

As mutações, sendo erros na replicação do DNA, serão necessariamente diferentes em ambos os lados. Isso porque essas moléculas, em ambas as populações, nunca irão fazer o mesmo tipo de erro na mesma região do material genético.

Assim, o processo de homogeneização continua em cada população, mas será interrompido entre as duas partes isoladas da espécie ancestral. Essa interrupção, aliada ao surgimento de novas mutações, promoverá a especiação depois de muitas gerações.

Repare que estamos falando de biodiversidade e de mutações ao longo do tempo. Falar em biodiversidade e em tempo significa, necessariamente, falar de evolução. Evolução, assim, é mudança ao longo do tempo. Pode ser mudança de cor, mudança de forma, mudança de textura, de consistência. Enfim, todas as mudanças herdáveis de pais para filhos são mudanças evolutivas, pois serão passadas a todas as gerações futuras, a menos, é claro, que a linhagem mutante seja extinta.

Esta unidade vai finalizar o conteúdo básico sobre o papel do processo evolutivo na geração da diversidade biológica, que é o eixo central deste primeiro módulo de seu estudo.

Objetivos de aprendizagem

- Definir evolução, percebendo seu papel como geradora da biodiversidade;
- Estabelecer as propriedades dos sistemas biológicos;
- Relacionar o processo seleção natural à geração de adaptações;
- Definir e listar aplicações da seleção artificial no cotidiano;
- Relacionar os eventos evolucionistas à hierarquia da biodiversidade e da ancestralidade comum.

Seção 1

Forças evolutivas e mudanças

As forças evolutivas são os processos que promovem a transformação das espécies ao longo do tempo. Tais processos podem modificar rapidamente uma espécie ou podem levar muitos e muitos anos para que uma mudança seja perceptível. Especiação e mutação são dois dos processos que determinam mudanças nos genes de uma população e, portanto, são processos evolutivos.

A evolução biológica é consequência da interação e da combinação de tais processos na diversidade biológica atual. Os processos evolutivos que atuam nas populações irão modificá-las, hoje, tornando-as diferentes no futuro. Assim, podemos dizer que as populações naturais de todas as espécies vivas estão em constante processo evolutivo.

A mutação, por exemplo, é uma força evolutiva muito importante, pois é a que gera variabilidade gênica. Lembra-se dos alelos que determinavam a cor das ervilhas do Mendel? Pois é, o alelo “cor amarela” e o alelo “cor verde” são, hoje, diferentes entre si, mas um deles é o original.

Vamos supor que o alelo amarelo seja o mais antigo. Nesse cenário, o alelo verde apareceu a partir de uma mutação que transformou um alelo amarelo em alelo verde. Com o passar das gerações, a população foi evoluindo e o alelo verde passou a ser mais frequente. Isso não é muito difícil de perceber, afinal você não encontra muitas ervilhas amarelas por aí! Uma população na qual todos os indivíduos são idênticos para uma determinada característica nunca irá evoluir naquela característica. Para a evolução ocorrer, é preciso variação. E não é qualquer tipo de variação, é variação herdável.

Em outras palavras, a evolução é um processo contínuo, e o que vemos de biodiversidade depende do momento da evolução (tempo) dos seres vivos que estamos analisando.

Quer um exemplo? Há aproximadamente 200 milhões de anos, existiram os dinossauros. Hoje em dia, eles não existem mais, pois foram extintos. Essa mudança foi importante, pois a extinção da linhagem dos dinossauros permitiu que a linhagem dos mamíferos se diversificasse.

Estes fabulosos répteis apresentaram os mais diversos formatos, hábitos, tipos de alimentação e dominaram o planeta Terra por muitos anos. A extinção dos dinossauros foi um evento muito importante para a história da vida no planeta e, por isso, muitos estudiosos se dedicaram a isso. Se você é um curioso sobre o tema, indicamos a seguir um vídeo do Discovery Channel (um tanto dramático, mas com informações muito válidas) para você aprender um pouco mais. O vídeo está disponível em: <http://goo.gl/QF6jk>.



Seção 2

Como erros podem gerar adaptações?

Todos os seres vivos podem ser considerados sistemas biológicos. Para entender essa afirmação, vamos começar com a definição de sistemas, que são conjuntos de partes integradas. Ao conectarmos tais partes, o sistema apresenta propriedades particulares e diferentes das propriedades de cada uma das partes que o formou.

Um carro, por exemplo, é um sistema que possui partes (motor, pneus, volante, porta-mala, tanque de combustível etc.) que, ao serem integradas, fazem com que o carro apresente a propriedade de locomoção que nenhuma das partes isoladas apresenta.



Figura 1: À esquerda, estão carros antigos, à gasolina, com descarga de poluentes para a atmosfera. À direita, está um automóvel moderno, elétrico e não poluente. Apesar de diferentes, todos os carros apresentam a propriedade de locomoção, primordial em um veículo automotor.

Da mesma forma que para entendermos “carros” precisamos pensar em todos os carros ao mesmo tempo, para entendermos “seres vivos” precisamos analisar todos os organismos vivos. Para entendermos o conjunto, precisamos pensar nas características que todas as espécies têm em comum.

Iniciaremos nossos estudos pelas características que todos os seres vivos apresentam. Elas podem ser resumidas no que chamamos de três propriedades básicas:

1. Reprodutibilidade ou reprodução

É ela que promove a imortalidade das características dos seres. Indivíduos são mortais. Eles nascem, crescem, se reproduzem e morrem. No entanto, graças ao processo da reprodução, as suas características passam para os descendentes, permitindo que o material genético que as origina permaneça no ambiente. Sendo assim, podemos dizer que as características biológicas são imortais, pois elas podem ser transmitidas indefinidamente aos descendentes de gerações futuras. Isso acontecerá até a extinção da linhagem, a qual não tem volta e é sempre definitiva.

2. Herdabilidade

A herdabilidade é a razão pela qual gatinhos nascem da reprodução de uma gata e um gato. Peixinhos nascem da reprodução de peixes adultos. Micro-organismos nascem da reprodução de outros micro-organismos. Assim, a herdabilidade é a capacidade de, por meio da reprodução, os pais passarem suas características particulares (e suas adaptações) a seus filhos. Isso se dá pela transmissão de seus genes nos gametas que serão fecundados.

3. Mutabilidade

A mutação é um dos fenômenos importantes quando estudamos a diversidade dos seres vivos. Por serem frutos de erros, seus efeitos no bem-estar do organismo mutante não podem ser previstos. Na realidade, a maior parte das mutações são maléficas ao organismo mutante. Ou seja, ele apresentará menor chance de sobrevivência do que os demais membros da população.

Vamos a um exemplo. Imagine uma população de minhocas que vive em uma mata e que apresentam coloração de corpo “cor de barro”. Em um determinado dia, nasce uma minhoca mutante para o gene que determina a cor do corpo. Se a nova coloração for esbranquiçada, amarelada, esverdeada ou azul, a minhoca mutante irá se sobressair no solo, que apresenta a cor de barro. Com uma cor que se sobressaia, o **predador** irá enxergá-la mais facilmente. Ela, portanto, terá menos chance de sobreviver naquele ambiente.

Predador

Animais que se alimentam de outros animais por meio de perseguição e captura.

Aberrante

Aquilo que é muito diferente do que é considerado normal ou comum.

Se a nova coloração for muito **aberrante**, a mutação perder-se-á, pois o mutante será devorado antes de sua reprodução. Assim, dizemos que a nova coloração aberrante do corpo da minhoca é uma mutação maléfica, ou deletéria, pois irá diminuir as chances de sobrevivência do mutante.



Figura 2: Duas minhocas se acasalando. Repare que a cor do corpo delas não sobressai na coloração da terra ao redor, dificultando o predador de enxergá-las. O que você diria se elas tivessem uma coloração branca, azul ou verde?

Então já discutimos as mutações deletérias. Agora, vamos ver como surgem as mutações vantajosas que irão gerar as adaptações das espécies.

Imagine que uma outra mutação tornasse o corpo da minhoca de coloração ainda mais semelhante à “cor da terra” do ambiente? No caso das minhocas da Figura 2, seria uma mutação para uma coloração marrom-escuro.

Certamente, essa seria uma mutação benéfica para o organismo mutante, pois os predadores teriam mais dificuldades para enxergar esse ser diferente. Assim, a mutação “cor de terra” permaneceria pelas gerações seguintes, pois o indivíduo mutante teria mais chances de sobreviver e de produzir descendentes com a mesma característica vantajosa. Tais descendentes, como o mutante original, seriam menos percebidos por predadores, aumentando as chances de eles próprios sobreviverem. Quando sobrevivem, eles mesmos se reproduzem, passando novamente a mutação para seus descendentes. É dessa maneira, portanto, que o gene mutante se perpetua, ou seja, permanece na população.

Se o gene mutante apresenta vantagens em relação ao original, espera-se que a sua frequência aumente a cada geração. Eventualmente, uma vez que todos os indivíduos apresentem a mutação vantajosa, a mutação vira uma adaptação que será, a partir desse momento, percebida como o original. Mas isso acontecerá até que uma nova mutação vantajosa ocorra e reinicie o processo.

A seleção natural é o nome deste processo pelo qual os variantes de uma população com características favoráveis têm maior chance de sobrevivência e reprodução. A seleção natural seleciona as mutações vantajosas gerando as adaptações nas espécies. Já vimos alguns exemplos de adaptações, como o formato do pé humano, as garras retráteis dos felídeos etc.

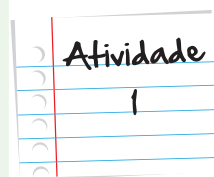
BUM!

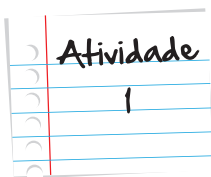
Nós, humanos, possuímos cinco sentidos: olfato, visão, audição, tato e paladar. Nós só os temos graças às nossas células nervosas, que captam, por exemplo, o estímulo do cheiro, o qual provém do ambiente (ou seja, é externo ao nosso corpo). O número e a capacidade de atuação dessas células, por sua vez, são determinados pelo nosso material genético.

Sabendo disso, vamos pensar em uma situação hipotética: uma catástrofe na Terra! Imagine que um asteroide atingiu o nosso planeta e poucos seres vivos, inclusive humanos, conseguiram sobreviver a esse evento. Dos que moravam em seu bairro, você e seu vizinho foram os únicos sobreviventes.



Bom, é lógico pensar que, nesse caso, não há mais facilidades como as que temos hoje para comprar comida, certo? Então, vocês devem ir à caça de seu alimento. Mas preste atenção: você está sozinho nessa aventura!





Sabendo que o seu olfato vai ajudá-lo bastante em sua caçada e que você possui mais células olfativas do que o seu vizinho, qual dos dois terá maior chance de, em um futuro próximo, encontrar uma sobrevivente fêmea com a qual possa se reproduzir contribuindo para salvar a humanidade da extinção? Justifique a sua resposta relacionando a característica “número de células olfativas” ao processo de seleção natural.

Seção 3

Seleção natural e as nossas adaptações

O processo que gera as adaptações biológicas é a seleção natural. Esta é uma força que atua sobre as variações das populações naturais. Se a população for perfeitamente homogênea, isto é, sem características variadas, a seleção natural não atuará, nem a evolução acontecerá. Para evoluir, é necessário que haja variação herdável.

Bioma

É um conjunto de ambientes semelhantes em sua composição de plantas, animais e relevo da paisagem. A Floresta Amazônica é o maior bioma brasileiro. Temos ainda a Mata Atlântica, o cerrado, a caatinga, o pantanal, os pampas e muitos outros biomas em nosso país.

Entretanto, se existirem diferenças entre os indivíduos e variações nas chances de sobrevivência entre os variantes, a seleção natural irá atuar. Assim, aumentam-se as frequências das características mais úteis para a sobrevivência, que serão as adaptações.

Vamos dar um exemplo de como acontecem as adaptações. Vamos imaginar uma população de tamanduás-bandeira que viviam no Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC), um ambiente típico do **bioma** cerrado, em Minas Gerais.



Figura 3: Serra da Canastra e, ao lado, uma paisagem típica do cerrado, com vegetação rasteira, arbustos e algumas poucas árvores como esse Ipê.

O nome científico do tamanduá-bandeira é *Myrmecophaga tridactyla*. Os animais que vivem lá, hoje, conseguiram suas características pela herança dos genes de seus pais, metade da mãe e metade do pai, como todos nós. Nesses genes, certamente estava também o formato do nariz, que é uma das adaptações da espécie para o hábito alimentar dos tamanduás: comer formigas e cupins. A língua **aderente**, fina e comprida é outra adaptação presente em todos os filhotes de tamanduá que nascem hoje. Os cupinzeiros do PNSC são enormes, construídos de barro, e ficam muito duros quando expostos ao sol do cerrado, como mostra a Figura 4.

Aderente

Característica de algo que se liga, se gruda, se une a outro material.

Mas como começou essa adaptação?

As adaptações são sempre mutações. Em 99% dos casos, as mutações não trazem nenhum benefício ao indivíduo (em alguns casos são deletérias, podendo ser prejudiciais a ele). No entanto, algumas mutações dão um diferencial ao indivíduo mutante de modo que ele consiga sobreviver mesmo diante da capacidade limitada do ambiente de sustentar os organismos. Isso é importante, pois, de forma geral, nascem mais filhotes na Natureza do que aqueles que conseguem sobreviver.

Sendo assim, pensando em um casal de tamanduás, não haverá alimento suficiente, no cerrado, para todos os seus filhotes. Imagine que exista comida apenas para a metade deles. Esse número é denominado *capacidade de suporte do ambiente*; e é importante que você saiba que cada ambiente possui a sua capacidade de suporte. Assim, de cada quatro filhotes de tamanduá que nascem, dois morrem e dois sobrevivem, pois só existe comida para dois filhotes (por casal) naquele ambiente.

Qual será a melhor característica para sobreviver no cerrado? Será que o mais alto sempre sobrevive, pois consegue enxergar o predador mais longe? Ou será que sempre é o mais gordo, com maiores reservas de energia para usá-las em caso de falta de alimento? Ou será que é o que enxerga melhor, pois consegue achar comida mais facilmente? Ou o mais rápido tem sempre mais chances de sobreviver, pois escapa facilmente de seus predadores?

Todas essas hipóteses são válidas! Em um ambiente, uma delas pode ser a mais importante, e em outro ambiente outra irá determinar a sobrevivência. Além disso, em um mesmo ambiente, pode ser que mude o clima ou o relevo da paisagem (como consequência de um terremoto, por exemplo) e, a partir dessa mudança, a característica determinante será outra.



Figura 4: Cupinzeiro. A língua fina do tamanduá penetra pelos pequenos poros do cupinzeiro; por ser aderente, ela gruda nos cupins, o que permite levá-los até o interior da boca a fim de se alimentar.

É sempre a partir de condições do presente que a seleção natural atua. Assim, nada é selecionado “para uso futuro”. As características determinantes na sobrevivência dos indivíduos, nesse exato momento em que você lê esta página, serão selecionadas para a sobrevivência e reprodução.

No exemplo dos tamanduás, colocamos que o número de filhotes produzidos é o dobro da capacidade de suporte do ambiente. Assim, vamos imaginar que um casal tenha produzido quatro filhotes, sendo que um deles era um filhote mutante. A mutação desse filhote é vantajosa, pois esse filhote apresentaria um focinho mais fino capaz de inseri-lo em cupinzeiros.



Figura 5: Tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) mostrando o focinho comprido, uma adaptação para o hábito de se alimentar de formigas e cupins.

Com o focinho mais fino, o filhote mutante teria mais oportunidades de conseguir alimento. Um filhote melhor alimentado seria um filhote com mais chances de ser um dos dois que sobreviveria. Repare que, se ele sobreviver, ele passará suas características, incluindo o focinho fino, a seus próprios filhotes. A transmissão dessa característica seria pela passagem dos genes que os filhotes irão herdar. Estes, por sua vez, passariam a adaptação para seus descendentes, que também iriam apresentar maiores chances de sobrevivência do que os outros membros da espécie.

Assim, a característica focinho fino, ao final de várias gerações, estaria presente em todos os indivíduos e representaria uma adaptação da espécie. A partir desse momento, o focinho típico da espécie seria o fino, ilustrado, por exemplo, na descrição dessa espécie de tamanduá. A sobrevivência é, portanto, diferencial, e as pequenas particularidades de cada indivíduo irão influenciar a sua capacidade de sobrevivência. Se sobreviver, o mutante passará tais características modificadas a seus descendentes, gerando diversidade biológica.

Seleção natural também é, portanto, a sobrevivência diferencial de variantes.

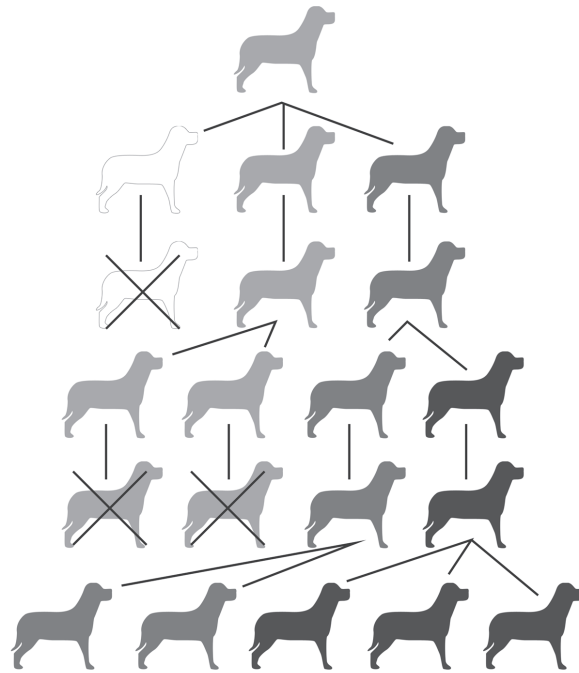


Figura 6: Esquema que representa a seleção de variantes de uma espécie ao longo das gerações. Repare que, na segunda geração, já podemos encontrar três variantes na população. Nesse ambiente, a seleção natural está selecionando indivíduos de coloração mais escura. Estes sobrevivem e deixam mais filhotes com suas próprias características selecionadas. Na última geração, filhotes claros já foram eliminados da população por seleção natural.

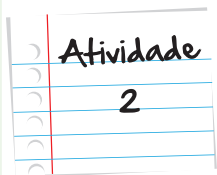
Bactérias e doenças

As bactérias são agentes que podem ser causadores de uma série de doenças em vários seres vivos, incluindo nós, seres humanos.

No início do século XX, Alexander Flemming, um médico escocês, descobriu que uma substância extraída de fungos poderia acabar com uma infecção por bactérias em um paciente doente. Era a descoberta da penicilina, primeiro antibiótico da história da medicina!

Hoje em dia existem, além da penicilina, vários tipos de antibióticos, para tratar diversas doenças causadas por micro-organismos que acometem os seres humanos e os animais que os cercam.

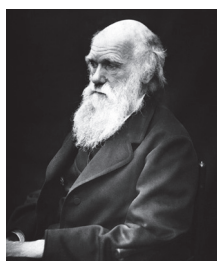
Ora, se já foram descobertas substâncias capazes de matar bactérias, como ainda temos doenças causadas por esse tipo de micro-organismo?



Seção 4

Darwin e a seleção natural

Charles Darwin nasceu em 12 de fevereiro de 1809, na Inglaterra. Ele ficou famoso não por ter sido o primeiro cientista a propor que as espécies evoluem. Darwin ganhou fama ao propor um processo pelo qual as espécies evoluem e se adaptam a seus ambientes. Foi ele, portanto, quem propôs o mecanismo de seleção natural descrito anteriormente.



Charles Darwin é um dos mais importantes personagens da história da Ciência. Saiba um pouco sobre o motivo acessando <http://educacao.uol.com.br/biografias/charles-robert-darwin.jhtm>.

Darwin pensava que deveria existir um mecanismo que impedisse as centenas de filhotes que um único casal de sapos produz, ao longo de sua vida, de sobreviver. Se apenas um casal dá origem a centenas de filhotes, e todos os casais produziram outras centenas de filhotes de sapos, era para estarmos atolados em filhotes de sapos em todos os cantos do planeta!

O ponto central da teoria de Darwin era: mais filhotes são gerados do que aqueles que conseguem sobreviver em um determinado ambiente. Assim, os filhotes irão naturalmente competir para garantir a própria sobrevivência. Se existe uma competição natural, apenas os filhotes que apresentam as melhores características conseguem sobreviver. Ao sobreviverem, eles se reproduzem e passam as melhores características para seus descendentes. Na

próxima geração, as melhores características estarão em maior frequência. Assim por diante, até a **fixação** do variante adaptativo.

Fixação

Uma característica atinge a fixação (ou é fixada) quando todos os indivíduos da população a apresentam. Isso só acontece depois de muitas gerações a partir do aparecimento da característica.

Darwin sabia que uma teoria que sugerisse que humanos são descendentes de um ancestral em comum com outras espécies de seres vivos não seria prontamente aceita. Assim, ele passou 30 anos coletando muitas evidências da evolução por seleção natural. No alto das montanhas dos Andes, por exemplo, ele encontrou **fósseis** de organismos marinhos já extintos. Isso deu uma pista de que o relevo sofre mudanças drásticas que podem afetar a vida dos seres vivos no local.

Montanhas, ambientes marinhos, vales, desertos... Foram as mutações e a evolução que possibilitaram a ocupação dos diversos ambientes do planeta.

Importante

Tantos anos de estudo resultaram em um apanhado tão grande de informações que ele conseguiu um feito que outros, antes dele, tinham tentado e não conseguiram. Ele convenceu a comunidade acadêmica do processo que gerou toda a diversidade biológica, incluindo os humanos: a evolução por seleção natural associada a eventos de especiação.

Antes de a teoria da evolução ser construída e contar com elementos da observação sistematizada da realidade (pesquisas científicas) para corroborá-la, havia uma ideia de fixismo: os seres haviam sido criados da forma como são - eles sempre foram e sempre vão ser do jeito que os conhecemos. A ideia de evolução dos seres que hoje nos é tão natural, não o foi por muito tempo.

Embora Charles Darwin tenha feito as contribuições mais conclusivas para entendermos e corroborarmos o processo evolutivo, ele não foi o único a tentar explicar esse evento. Antes dele, um botânico francês chamado Lamarck fez observações sobre a evolução dos seres vivos, que significaram uma etapa importante na construção deste conceito. O próprio Darwin, inclusive, contou com o apoio de um jovem naturalista chamado Wallace para a comprovação de suas ideias, fruto de 20 anos de observações.

Em provas como o ENEM, ainda é muito comum se confrontar as ideias de Darwin e Lamarck. Por isso, indicamos a seguir um link para você conhecer as ideias do segundo: <http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/2011/285/lamarck-fatos-e-boatos/>

Importante

Seção 5

Seleção artificial

Achou complicado o processo de seleção natural? Então vamos facilitar trazendo o conteúdo da unidade para o nosso cotidiano.

A seleção natural é um processo no qual o ambiente seleciona os organismos com as melhores características para sobreviver e se reproduzir, aumentando a frequência dessa característica na próxima geração.

Fazendeiros, agricultores e criadores usam um processo semelhante ao da seleção natural, a *seleção artificial*.

Na seleção artificial, o processo é semelhante ao da seleção natural, mas é mediado pelo ser humano e não mais pelo ambiente. Todos os princípios são idênticos entre os processos. Entretanto, é o ser humano que seleciona os organismos de determinada espécie com as melhores características para se reproduzirem, aumentando a frequência dessas melhores características na população.

No caso de fazendeiros e agricultores, as melhores características, claro, são as que dão maiores lucros. Ou seja, geralmente aquelas que aumentam o tamanho melhoram o sabor e a aparência ou aumentam o valor nutricional dos alimentos (plantas e animais) que consumimos diariamente.

Na Figura 7, você vê variações de tipos de cenouras, obtidos pela manipulação das plantações pelos agricultores. Outro exemplo de vegetal que comemos e que apresenta grandes variações (e não só a coloração) é o repolho.

O nome científico do repolho é *Brassica oleracea*. O interessante do repolho é que ele compartilha o mesmo nome científico com a couve-flor, com a couve-de-Bruxelas e até mesmo com o brócolis. Estranho, não é? Essas verduras são tão diferentes e pertencem a mesma espécie? É difícil de acreditar. Não encontramos apenas indivíduos muito semelhantes dentro de uma espécie? Como isso acontece, então?

Na realidade, tais verduras são variedades diferentes de uma mesma espécie que foram impedidas de se cruzar. Tal impedimento não se deu por incompatibilidade reprodutiva do material genético, mas sim porque os agricultores não permitiram a reprodução entre as variedades. Longe das fazendas, não existe repolho, nem couve-flor, nem couve-de-Bruxelas, só uma mostarda selvagem pouco usada em cozinha.

Durante muitos anos, os agricultores selecionam as plantas que apresentam os indivíduos com as mutações que dão mais lucros, aumentando a qualidade ou a quantidade do produto comercializado. Assim, as variedades de *B. oleracea* foram selecionadas artificialmente pelos agricultores para aumentar o tamanho da flor (como a couve-flor e o brócolis) ou o número de brotos laterais (couve-de-Bruxelas). Com o passar das gerações, os agricultores não permitiam o cruzamento entre as variedades e, portanto, essas não se homogeneizavam, como o fazem as espécies naturais. Dessa forma, acabou acontecendo, nas fazendas, uma diferenciação real e comercialmente importante por seleção artificial.



Figura 7: Cenouras têm cor de laranja, certo? Certo e errado. Olhe para esta foto! Certo dia, um fazendeiro percebeu que tinha plantas que produziam cenouras mais escuras. Ele cruzou duas plantas dessas e começou a produzir variedades de cenouras mais escuras ainda. E deu certo! Suas vendas multiplicaram e ele continuou testando novas cores de cenoura e feijões, formatos de abóboras etc.



Figura 8: Foto ilustrando uma horta com as diferentes variedades de *Brassica oleracea*.

Cruzando duas plantas com flores grandes, por exemplo, eles conseguiam produzir plantas que, quando crescessem, dariam flores ainda maiores. Percebendo o potencial dessas novas variedades, os fazendeiros trataram de promover o cultivo, evitando o cruzamento entre elas. Como o tamanho da flor é uma característica herdável, com o passar das gerações, os cruzamentos selecionados a cada geração deram origem a plantas com flores maiores e maiores, até que surgiu a couve-flor.

Isso é o que chamamos *melhoramento genético por seleção artificial*.

Árvores frutíferas também são resultado de um processo de seleção artificial pelos fazendeiros. Em uma fazenda, como a área que pode ser plantada é limitada, assim como o dinheiro para comprar **adubos** e **agrotóxicos**, o fazendeiro terá de escolher em quais plantas irá gastar seu tempo e dinheiro. Ele, naturalmente, dará preferência ao plantio das sementes das árvores que apresentarão frutos maiores, mais doces e mais suculentos em sua próxima **safra**.

Em fazendas de gado leiteiro, também acontece a seleção artificial. As vacas leiteiras também passam por melhoramento animal para fins de maior produção de leite. Nesse sentido, as vacas que apresentam a mutação “maior produção de leite” são escolhidas para a melhor alimentação e para a reprodução. Selecionando essas vacas para reproduzir mais do que as outras, os fazendeiros aumentam o lucro da fazenda, pois aumentam a produção de leite.

Como você pode ver, incontáveis exemplos do poder da seleção artificial estão em nosso cotidiano. Entretanto, o mais incrível deles é o das raças de cachorro.

Todos os cachorros são membros de uma única espécie biológica, denominada *Canis familiaris*. Cada uma das diferentes raças de cachorros foi selecionada artificialmente, a partir de linhagens antigas de lobos. Os lobos, hoje, são membros de uma outra espécie, denominada *Canis lupus*, mas há milhares de anos só havia *Canis lupus*.

Adubo

Forma-se a partir de resíduos animais ou vegetais, ou também de produtos minerais ou químicos. É misturado à terra para fertilizá-la ou regenerá-la.

Agrotóxicos

Produto químico ou biológico usado na prevenção ou no extermínio de pragas (seres vivos que se utilizam dos vegetais e animais cultivados) e doenças das culturas agrícolas.

Safra

O mesmo que colheita.

Os cachorros, ou melhor dizendo, os lobos foram os primeiros animais a serem domesticados pelo ser humano, há cerca de 15 mil anos. Esses lobos foram selecionados, em um primeiro momento, para serem mais dóceis e menos agressivos que os lobos normalmente são. Aos poucos, os lobos domesticados foram se transformando nos animais que chamamos de cachorros. Seria como dizer que o tata... (muitos ta)...tataravô do cachorro era um lobo.

Sistematas

São pesquisadores que se dedicam à Sistemática, parte da Biologia responsável por identificar, descrever e nomear espécies e associar tais nomes a ramos em uma árvore filogenética. A Sistemática une a Taxonomia às árvores filogenéticas. O ponto central é que, quanto mais recente o ancestral comum de dois grupos de organismos, mais agrupamentos sistemáticos (taxonômicos) eles devem compartilhar.

Essa história é tão bem estabelecida e as duas espécies são tão semelhantes geneticamente que a tendência entre os **sistematas** é chamar o cachorro de *Canis lupus familiaris*. Com isso, os pesquisadores colocam claramente que o cachorro faz parte da mesma espécie biológica do lobo. Esse ponto fica evidente, pois cachorros e lobos têm a capacidade de se cruzar, gerando filhotes férteis. Assim, para alguns cientistas, eles pertencem à mesma espécie, mas apresentam ainda variedades, raças diferentes.

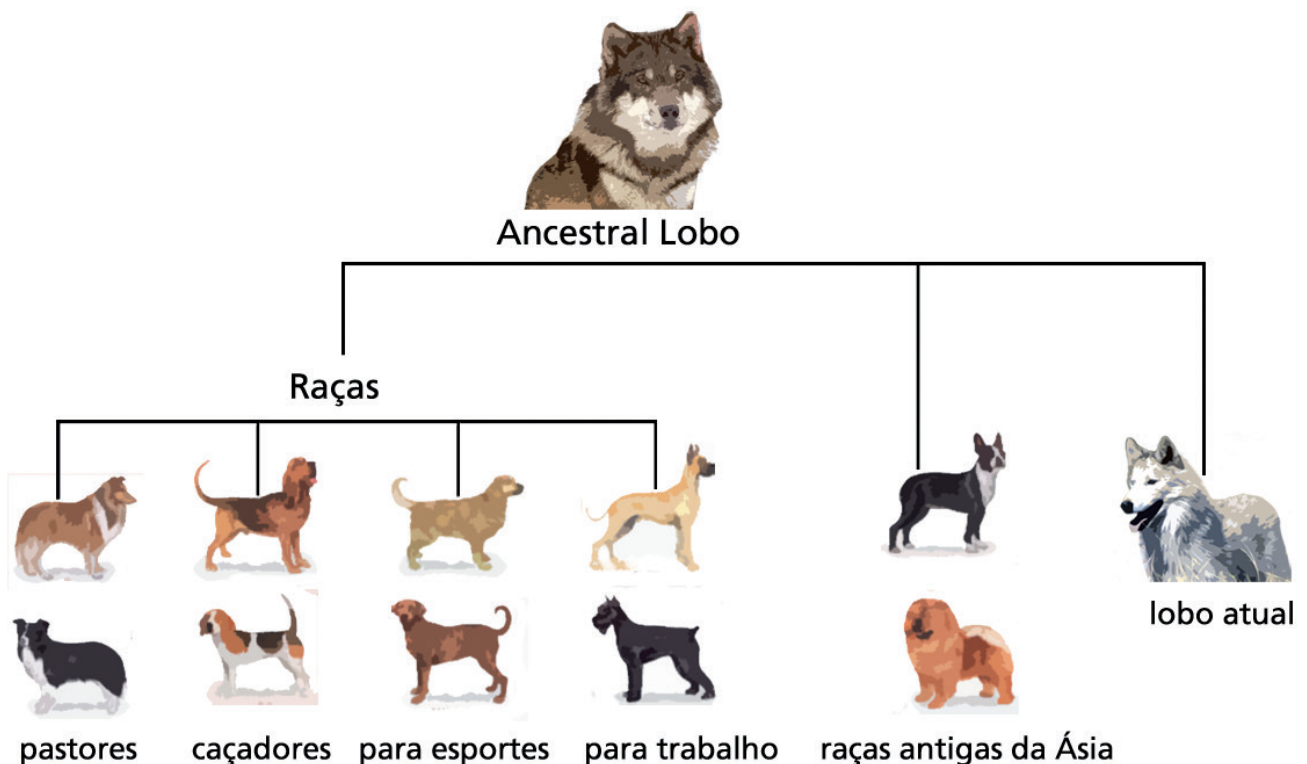


Figura 9: Uma árvore genealógica simplificada mostrando a história das raças de cachorros e lobos. Repare que o lobo ancestral deu origem às diferentes raças de cachorro e também deu origem ao lobo moderno. Cachorros e lobos modernos possuem um ancestral comum muito recente, o lobo ancestral.

Repare que uma árvore genealógica mostra a história de linhagens em uma espécie, nesse caso *Canis lupus*. Mas, se incluirmos linhagens anteriores, vai chegar um momento em que iremos incluir outras espécies. Nesse ponto, iremos nos referir a ela como uma árvore filogenética.

Na árvore filogenética, as linhagens de mais de uma espécie são retratadas e, portanto, também estão representados os eventos de especiação. Esse não é o caso anterior. Uma árvore filogenética mostra as relações de ancestralidade compartilhadas pelas espécies. Como todas as características são passadas dos ancestrais para os descendentes por meio das linhagens, se soubermos quais são as linhagens e qual a sua ancestralidade, poderemos ter ideia do número de características compartilhadas entre diferentes grupos de organismos.

A origem da novidade evolutiva (das mutações) é um evento que ocorre ao acaso, mas a distribuição das novidades pelas espécies não é aleatória. Se assim fosse, seria impossível estudar Biologia. A distribuição das características está sempre restrita às linhagens descendentes do indivíduo mutante para aquela característica.

Seção 6

Para dar uma pausa nossa conversa...

Chegamos aqui ao final deste primeiro módulo de Biologia. A ideia geral deste módulo era de que você começasse a olhar ao seu redor e percebesse o quanto de conhecimento foi construído e acumulado sobre as coisas da Natureza ao longo da história da Vida na Terra. Por isso, partindo do que você vê, começamos a apresentar como a ciência vem construindo explicações para diversos fenômenos e o ponto em que estamos desse saber.

Falamos aqui de DNA, RNA, proteína e tudo isso voltará no próximo módulo, quando esse mundo microscópico das células e seus componentes e de uma série de processos que explicam como a vida funciona serão abordados. É um maravilhoso mundo coordenado e organizado de coisas que não vemos – e nem imaginamos que existem – e que possibilitam explicar muitas das coisas que vemos! Até breve!

Resumo

- Evolução pode ser definida como mudança nos genes ao longo do tempo.
- Mudanças evolutivas modificam características herdáveis, visíveis ou não, das espécies ao longo do tempo.
- As três propriedades dos sistemas biológicos compartilhadas por todos os organismos são reprodutibilidade, herdabilidade e mutabilidade.

- A reprodutibilidade é a capacidade de se reproduzir. A reprodução gera organismos semelhantes aos parentais (herdabilidade), mas que podem diferir de seus pais devido a erros da duplicação do material genético (mutabilidade).
- A maior parte das mutações é deletéria, mas geralmente não as vemos, pois os organismos morrem antes de nascer.
- Uma pequena fração das mutações é adaptativa, ou seja, trazem ao organismo mutante uma vantagem em relação aos outros organismos da população. Indivíduos com mutações vantajosas terão mais chance de sobrevivência. Como eles conseguem sobreviver, eles também terão mais chances de se reproduzir e de passar tais características vantajosas a seus descendentes, que também apresentarão vantagem.
- Ao reproduzir, a mutação vantajosa aumentará de frequência na segunda geração, pois estará presente em todos os filhotes do mutante. Tais filhotes também terão maior chance de sobrevivência e de reprodução, aumentando ainda mais a frequência do gene mutante na terceira geração.
- O processo evolutivo que gera adaptações é denominado seleção natural.
- A seleção natural é a probabilidade diferencial de sobrevivência e reprodução de variantes em uma população.
- Um processo semelhante mediado pelo ser humano acontece no melhoramento vegetal ou animal em fazendas, denominado seleção artificial.
- A história da vida na Terra reflete uma hierarquia de similaridade nas características morfológicas que reflete, por sua vez, uma história evolutiva compartilhada. Espécies com mais características semelhantes pertencem aos mesmos grupamentos sistemáticos, com um ancestral em comum mais recente. Espécies com menos características semelhantes pertencem a grupamentos diferentes. O ancestral comum entre elas viveu há mais tempo.

Veja Ainda

- Até a publicação da sua famosa teoria, Darwin passou por difíceis momentos, alguns dos quais você pode conhecer nessa pequena reportagem: <http://goo.gl/6NwAj>
- Há uma revista científica que expõe muitas pesquisas recentes sobre, inclusive, a evolução dos seres vivos. Em nossa unidade, falamos um pouco sobre a proximidade genética de cães e lobos. Eis aqui mais uma prova: <http://goo.gl/f7gHC>

- O relojoeiro cego, um livro excelente de Richard Dawkins, discute a questão da seleção natural como fundamental para a evolução das espécies. Disponível nas livrarias!

Bibliografia consultada

Futuyama, Douglas. **Biologia Evolutiva**. Editora Sinauer. 3ª edição, 1998

Mello, B. & Russo, C.A.M. Informação biológica, filogenias e previsibilidade. In: **Genética na Escola**, 06-01; 42-44, 2011.

Ridley, Mark . **Evolução**. Editora Blackwell 3ª edição. Editado no Brasil por Artmed, 2003

Russo, C.A.M. & Voloch, C.M. Nosso lugar na diversidade biológica. In: **Ciência Hoje**, v. 261, p. 44-49, 2009.

Imagens



- André Guimarães



- <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carro-antigos-na-paulista-001-300.jpg>



- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nissan_Leaf_aan_Amsterdamse_laadpaal.jpg



- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mating_earthworms.jpg



- <http://www.flickr.com/photos/28634332@N05/5099713438/> - NASA's Marshall Space Flight Center



- http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:lpe_detail.jpg



- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Serra_da_Canastra.jpg



- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Termite_mound-Tanzania.jpg



- <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Malene>



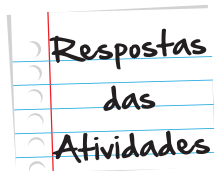
- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/Charles_Darwin_01.jpg



• http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Featured_picture_candidates/Carrots_of_many_colors.jpg



• <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Brassica-garden.jpg>



Atividade 1

Como você tem mais células olfativas do que seu vizinho, terá mais chances de perceber de longe a presença de uma fêmea antes do vizinho. Assim, eu terá uma chance maior de conhecê-la primeiro, e quem sabe contribuir para o futuro da humanidade, pois seus filhos herdarão tal característica também.

Atividade 2

As bactérias que eram vulneráveis aos antibióticos mais usados, como a penicilina, por exemplo, já foram eliminadas há muitas décadas. Entretanto, dentro da grande diversidade de bactérias, algumas poucas apresentavam material genético modificado para a resistência a tais antibióticos. Estas variedades foram naturalmente sendo selecionadas, pois não morriam com a aplicação dos antibióticos. Ao se reproduzirem, essas variedades perpetuavam tais genes, ao passá-los para seus descendentes.



O que perguntam por aí

Questão 1 (ENEM 2005)

As cobras estão entre os animais peçonhentos que mais causam acidentes no Brasil, principalmente na área rural. As cascavéis (*Crotalus*), apesar de extremamente venenosas, são cobras que, em relação a outras espécies, causam poucos acidentes em humanos. Isso se deve ao ruído de seu “chocalho”, que faz com que suas vítimas percebam sua presença e as evitem. Esses animais só atacam os seres humanos para sua defesa e se alimentam de pequenos roedores e aves. Apesar disso, elas têm sido caçadas continuamente, por serem facilmente detectadas.

Ultimamente os cientistas observaram que essas cobras têm ficado mais silenciosas, o que passa a ser um problema, pois, se as pessoas não as percebem, aumentam os riscos de acidentes.

A explicação darwinista para o fato de a cascavel estar ficando mais silenciosa é que:

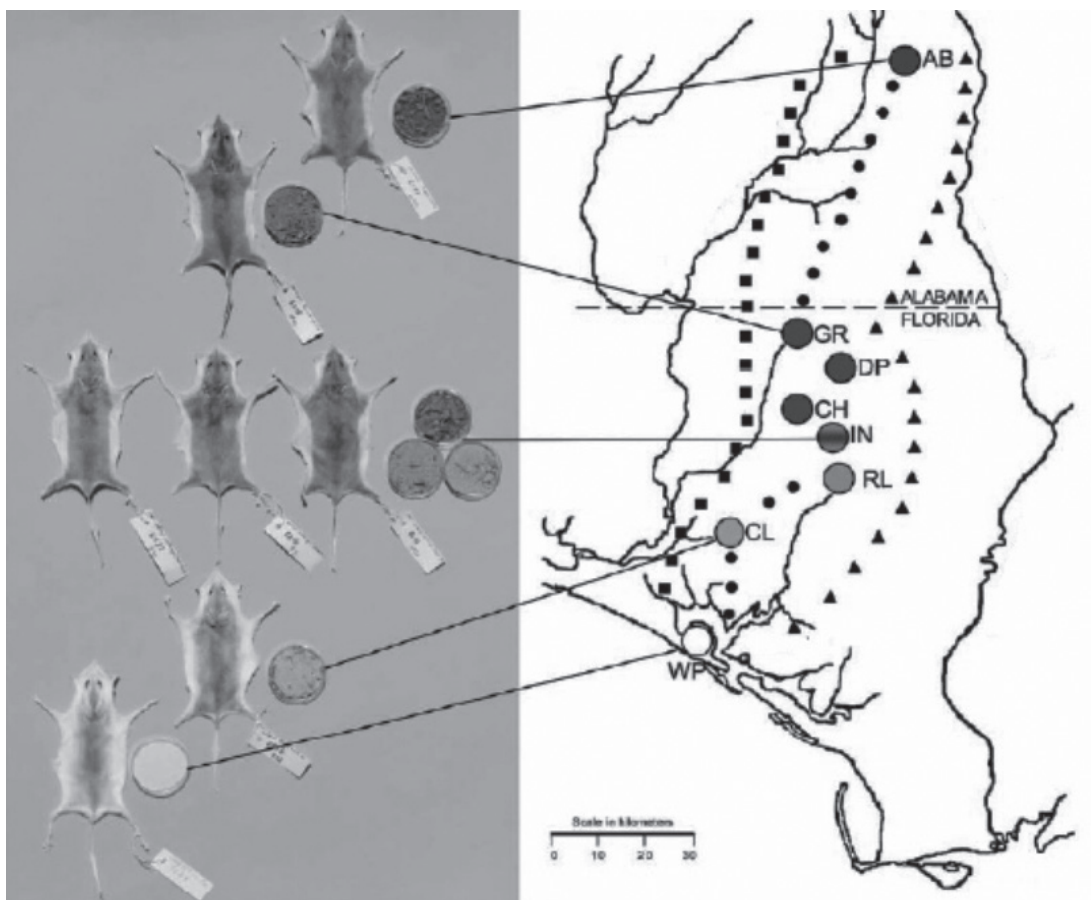
- a. A necessidade de não ser descoberta e morta mudou seu comportamento.
- b. As alterações no seu código genético surgiram para aperfeiçoá-la.
- c. As mutações sucessivas foram acontecendo para que ela pudesse adaptar-se.
- d. As variedades mais silenciosas foram selecionadas positivamente.
- e. As variedades sofreram mutações para se adaptarem à presença de seres humanos.

Gabarito: Letra D.

Comentário: Nesse caso, a cobra não aprendeu e mudou o comportamento. Apenas as cobras que não apresentavam um chocalho com tanto ruído conseguiram sobreviver mais facilmente, pois não eram vistas pelos humanos.

Questão 2 (ENEM 2009)

Os ratos *Peromyscus polionotus* encontram-se distribuídos em ampla região na América do Norte. A pelagem de ratos dessa espécie varia do marrom-claro até o escuro, sendo que os ratos de uma mesma população têm coloração muito semelhante. Em geral, a coloração da pelagem também é muito parecida com a cor do solo da região em que se encontram, que também apresenta a mesma variação de cor, distribuída ao longo de um gradiente sul-norte. Na figura, encontram-se representadas sete diferentes populações de *P. polionotus*. Cada população é representada pela pelagem do rato, por uma amostra de solo e por sua posição geográfica no mapa.



MULLEN, L. M.; HOEKSTRA, H. E. Natural selection along an environmental gradient: a classic cline in mouse pigmentation. *Evolution*, 2008.

O mecanismo evolutivo envolvido na associação entre cores de pelagem e de substrato é:

- a. A alimentação, pois pigmentos de terra são absorvidos e alteram a cor da pelagem dos roedores.
- b. O fluxo gênico entre as diferentes populações, que mantêm constante a grande diversidade interpopulacional.

- c. A seleção natural, que, nesse caso, poderia ser entendida como a sobrevivência diferenciada de indivíduos com características distintas.
- d. A mutação genética, que, em certos ambientes, como os de solo mais escuro, tem maior ocorrência e capacidade de alterar significativamente a cor da pelagem dos animais.
- e. A herança de caracteres adquiridos, capacidade de organismos se adaptarem a diferentes ambientes e transmitirem suas características genéticas aos descendentes.

Gabarito: Letra C.

Comentário: Sim, os roedores foram selecionados naturalmente, pois indivíduos de pelagem semelhante à cor do solo eram menos percebidos por predadores e conseguiam sobreviver e se reproduzir, passando tais genes a seus descendentes.



Atividade extra

Questão 1

A diversidade biológica é o fruto da variação genética.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

Falar em biodiversidade e em tempo significa, necessariamente, falar de:

Alternativas

- a. Degeneração.
- b. Conservação.
- c. Evolução.
- d. Mutação.

Questão 2

Uma população na qual todos os indivíduos são idênticos para uma determinada característica, nunca irá evoluir naquela característica.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

Para a evolução natural ocorrer, é preciso uma variação:

Alternativas

- a. Reprodutiva.
- b. Inseminada.
- c. Herdável.
- d. Artificial.

Questão 3

Certo processo faz com que as variantes de uma população apresentem maior chance de sobrevivência e reprodução, selecionando as mutações vantajosas para as novas gerações.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

Como é chamado este processo?

Alternativas

- a. Seleção natural.
- b. Seleção artificial.
- c. Transformação.
- d. Diferenciação.

Questão 4

No início do século XX, um médico escocês descobriu que uma substância extraída de fungos poderia acabar com uma infecção por bactérias em um paciente doente. Era a descoberta do primeiro antibiótico da história da medicina.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

Como foi chamada esta substância?

Alternativas

- a. Antisséptico.
- b. Antiviral.
- c. Analgésico.
- d. Penicilina.

Questão 5

“A evolução biológica é consequência da interação e da combinação de tais processos na diversidade biológica atual. Os processos evolutivos que atuam nas populações irão modificá-las, hoje, tornando-as diferentes no futuro”.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1.Adaptado.

Em relação à evolução, assinale a única alternativa errada.

Alternativas

- a. A maior parte das mutações é deletéria, mas geralmente não as vemos, pois os organismos morrem antes de nascer.
- b. O processo evolutivo que gera adaptações é denominado seleção natural.
- c. A seleção natural é a probabilidade diferencial de sobrevivência e reprodução de variantes em uma população.
- d. Os organismos atuais surgiram em decorrência de transformações sucessivas de formas primitivas e o desaparecimento de uma espécie ocorre em consequência de sua transformação em outra.

Questão 6

As mudanças evolutivas dos organismos resultam de alguns processos comuns à maioria dos seres vivos.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1.Adaptado.

Qual das alternativas é um processo comum a plantas e animais vertebrados?

Alternativas

- a. Sobrevivência de indivíduos portadores de determinadas características genéticas em ambientes específicos.
- b. Aparecimento, por geração espontânea, de novos indivíduos adaptados ao ambiente.
- c. Recombinação de genes presentes em cromossomos do mesmo tipo durante a fase de esporulação.
- d. Aquisição de características genéticas transmitidas aos descendentes em resposta a mudanças ambientais.

Questão 7

A teoria sintética da evolução fundamenta-se basicamente em três processos:

- 1. Processo que cria variabilidade.
- 2. Processo que amplia a variabilidade, e
- 3. Processo que orienta a população para maior adaptação.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1.Adaptado.

São exemplos desses três processos, respectivamente:

Alternativas

- a. Recombinação gênica, mutação, seleção natural.
- b. Recombinação gênica, seleção natural, mutação.
- c. Mutação, seleção natural, recombinação gênica.
- d. Mutação, Recombinação gênica, seleção natural.

Questão 8

“As forças evolutivas são os processos que promovem a transformação das espécies ao longo do tempo”.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1.Adaptado.

Segundo os princípios do darwinismo e da teoria sintética da evolução, qual a opção correta?

Alternativas

- a. Não é possível compreender adaptação desvinculada de informações sobre o ambiente e a descendência.
- b. A seleção natural visa ao aperfeiçoamento da espécie e sua adaptação ao meio.
- c. Os mais fortes sobrevivem independentemente da situação e do ambiente.
- d. A seleção natural inviabiliza a probabilidade diferencial de sobrevivência e reprodução.

Questão 9

“Todos os seres vivos podem ser considerados sistemas biológicos. Eles possuem características que podem ser resumidas em três propriedades básicas”.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

Quais são as três propriedades básicas que todos os seres vivos apresentam?

Questão 10

Quando o ser humano seleciona os organismos de determinada espécie com as melhores características para se reproduzirem, resulta na melhoria da população.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

Como é chamado este processo?

Gabarito

Questão 1

A	B	C	D
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

Questão 2

A	B	C	D
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

Questão 3

A	B	C	D
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Questão 4

A	B	C	D
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Questão 5

A	B	C	D
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Questão 6

A	B	C	D
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Questão 7

- A** **B** **C** **D**
- ☐ ☐ ☐ ☒

Questão 8

- A** **B** **C** **D**
- ☒ ☐ ☐ ☐

Questão 9

Reprodutividade ou reprodução, herdabilidade e mutabilidade.

Questão 10

Seleção artificial.

