

TEORIAS EVOLUCIONISTAS Do Criacionismo ao NeoDarwinismo

Os cientistas já descreveram cerca de 2 milhões de espécies de seres vivos. Com o estudo da evolução procuramos explicar como todas essas espécies surgiram na Terra, como elas podem se transformar ao longo do tempo e originar outras espécies, a razão de suas semelhanças e diferenças e por que cada ser vivo está adaptado ao ambiente em que vive.

Nesta apostila vamos estudar como os seres vivos evoluem e como uma espécie pode se transformar e dar origem a uma nova espécie. Vamos conhecer também quais as evidências e os métodos de estudo dessa evolução.

CRIACIONISMO OU FIXISMO

Até o século XVIII predominava a ideia de que cada espécie teria surgido por um ato de criação divina, de maneira independente, permanecendo sempre com as mesmas características. Essa teoria filosófica (não científica) ficou conhecida como criacionismo (uma referência à ideia da criação divina) ou fixismo (uma referência à ideia de que as espécies permaneciam imutáveis, fixas).

No início do século XIX, várias evidências fizeram com que a ideia de uma transformação das espécies, isto é, uma evolução, fosse considerada por alguns cientistas, que passaram a contestar a teoria do criacionismo vigente até então. Essas evidências, que são os fósseis, a embriologia e a anatomia comparada e, mais recentemente, as semelhanças moleculares, serão estudadas no próximo capítulo.

HISTÓRICO DO PENSAMENTO EVOLUTIVO

No final dessa aula temos uma tabela onde nela são apresentadas as ideias filosóficas e científicas que de alguma forma discutiram a origem das espécies ou foram importantes para o desenvolvimento da Teoria Evolutiva por Charles Darwin e Alfred Wallace, assim como ideias posteriores que modificaram a compreensão da Teoria Evolutiva no século XX. A Teoria da Evolução, como em qualquer outra Ciência, foi uma grande mudança de paradigmas em relação ao conhecimento que existia na época de sua elaboração.

As principais ideias dogmáticas rompidas pela biologia evolutiva no século XIX foram:

- i) Bastam causas naturais para explicar a origem e diversidade das espécies;
- ii) As espécies não são entidades fixas, elas se modificam com o tempo e são originadas a partir de ancestrais comuns, até o último ancestral comum universal para todas as formas de vida existentes na Terra.

Apesar de vários autores terem proposto ideias sobre a transformação de espécies e a existência de alguns ancestrais comuns, nenhum apresentou evidências empíricas, dados experimentais ou mecanismos naturais (não transcendentais) contundentes que pudessem explicar estas ideias, tal como detalhadamente descrito por Darwin e Wallace usando um método científico minucioso em suas publicações.

LAMARCKISMO

O primeiro a tentar explicar o processo da evolução foi **Jean-Baptiste Lamarck** (1744-1829). Segundo Lamarck, as transformações das espécies dependeriam de dois fatores fundamentais, enunciados como leis do mecanismo da evolução. A primeira é a lei do uso e desuso; a segunda, a lei da herança dos caracteres adquiridos.

Com certeza, um dos precursores de Darwin que mais influenciaram sua obra foi Lamarck. A própria palavra Evolução foi inicialmente utilizada por Lamarck, mas designada ao transcorrer dos estágios de desenvolvimento do feto. Darwin somente utilizou a palavra Evolução nas suas últimas publicações e preferia o termo "**transmutacionismo**".

Atualmente, grande parte das pessoas e alguns cientistas acreditam que Evolução Biológica tenha alguma conotação de progresso ou aperfeiçoamento, tal como utilizado muitas vezes na mídia. A palavra Evolução nas Ciências Biológicas deve preferencialmente ser utilizada no seu sentido original, derivada das palavras latinas "*evoluid*" e "*evolver*", significando desdobramento ou modificação, sem qualquer propósito ou sentido de progresso ou aperfeiçoamento. Como no século XIX o conceito de progresso e aperfeiçoamento estava muito associado à ideia de transformação das espécies, tal como representado na *Scala Naturae* de Lamarck, para recordar a si mesmo, Darwin escrevia nos pés de páginas do manuscrito "*Origem das Espécies*" o seguinte: "Nunca escrever que um organismo é superior ou inferior". A ideia de hierarquia progressiva entre espécies descrita na *Scala Naturae* lamarckista é que induz a discriminação de organismos contemporâneos entre inferiores (primitivos) ou superiores (avançados). Infelizmente, este conceito equivocado ainda está em uso por algumas disciplinas biológicas e é muito popular entre cientistas das áreas humanas e sociais, que afirmam erroneamente que o aperfeiçoamento lamarckista das espécies representa a Evolução Biológica do século XXI.

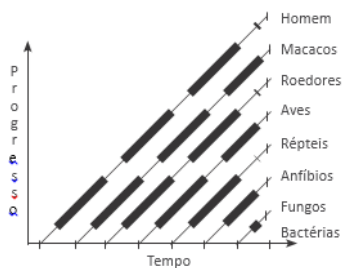
Qualquer uso dos termos inferior ou superior para comparação entre espécies é inapropriado de acordo com a biologia evolutiva atual por duas razões principais:

- 1) todas as espécies contemporâneas são um mosaico de características primitivas (cinco dedos nas mãos humanas e nos lagartos) e características derivadas (ausência de cauda nos sapos, homens e chimpanzés);
- 2) conceituar uma população ou espécie como superior em relação a outra é subjetivo, remete à **ideia equivocada de hierarquia e aperfeiçoamento sequencial dos organismos na *Scala Naturae* dos gregos e de Lamarck, respectivamente**. Todas as espécies se diferenciaram a partir de seus ancestrais comuns pelo mesmo tempo de divergência (homem e chimpanzé se separaram de seu ancestral comum imediato há aproximadamente 6 milhões de anos).



A *Scala Naturae* dos filósofos gregos (acima) foi adaptada posteriormente pela ideia de transformação perfeccionista de linhagens (embaixo), elaborada por Jean Baptiste Lamarck no início do século XIX.

SCALA NATURAE DE LAMARCK



LEI DO USO E DESUSO

Para Lamarck, no processo de adaptação ao meio, o uso de determinadas partes do corpo do organismo faz com que elas se desenvolvam, e o desuso faz com que se atrofiem.

Um dos exemplos mais conhecidos é o do pescoço da girafa. Segundo Lamarck, as girafas atuais, com pescoço comprido, eram descendentes de girafas ancestrais que provavelmente tinham pescoço curto, mas, com a necessidade de alcançar alimentos (folhagens das árvores), tinham de esticar o pescoço, e, com o tempo, o pescoço alongou-se.

Lamarck utilizou-se de outros exemplos, como o das aves que vivem em regiões alagadas e possuem as pernas altas, *de tanto esforço* que faziam para não molhar as penas quando se locomoviam. Os tamanduás apresentam a língua comprida de tanto esticá-la na captura de formigas.

LEI DA HERANÇA DOS CARACTERES ADQUIRIDOS

Segundo essa lei, alterações no corpo do organismo (caráter adquirido) provocadas pelo uso ou desuso são transmitidas aos descendentes.

CRÍTICAS AO LAMARCKISMO

A primeira lei de Lamarck apresenta uma verdade apenas parcial porque, como explicado no módulo de Genética, o ambiente só pode alterar as características do organismo dentro de certos limites predeterminados pelo gene (o que chamamos norma de reação). Assim, embora a altura de um indivíduo possa variar, dependendo das condições em que ocorra o seu crescimento valores máximos e mínimos previstos pelos genes do indivíduo.

Além disso, para certas características, o efeito do ambiente tem pouca ou nenhuma influência. Nossa percepção visual, por exemplo, não aumenta com o uso dos olhos.

O mais importante, porém, é que essas características não se transmite aos descendentes. As variações entre indivíduos dependem da informação genética e que somente essas informações e as mutações dos genes podem ser transmitidas a uma geração seguinte.

O biólogo alemão Weissman (1868 a 1876) conseguiu refutar as Leis de Lamarck: cortou a cauda de ratos durante várias gerações, e os seus filhotes continuavam a nascer com cauda. Por esse experimento, Weissman provou que

essa característica adquirida pelos ratos — ausência de cauda — não foi transmitida a outras gerações.

Outro argumento contra a teoria de Lamarck é que muitas características adquiridas são prejudiciais. É o caso de doenças adquiridas ao longo da vida e das degenerações que acompanham o processo do envelhecimento. Se a lei da transmissão fosse verdadeira, deveríamos esperar uma progressiva degeneração das espécies, mas essas doenças afetam apenas o fenótipo, mas não o genótipo, e não passam, portanto, para os filhos.

O maior mérito de Lamarck foi seu pioneirismo. Sua tese provocou muitas discussões e permitiu que o conhecimento desses fenômenos biológico se generalizasse.

DARWINISMO

Charles Darwin (1809-1882), naturalista inglês, expôs em seu livro "A origem das espécies" suas ideias a respeito da evolução e do mecanismo de transformações das espécies. Aos 22 anos, embarcou a bordo do barco inglês Beagle, e durante cinco anos viajou ao redor do mundo — América do Sul (inclusive o Brasil), as ilhas Galápagos; depois a Nova Zelândia e a Austrália. Nas terras visitadas coletou dados e inúmeros exemplares de organismos, que levou para a Inglaterra. Quando iniciou os estudos e a organização do material coletado como resultado de suas observações, Darwin admitiu que as transformações que ocorriam com as espécies eram alterações das espécies já existentes. Mas

Darwin desconhecia as causas que levariam as espécies a se modificar. Uma pista surgiu quando, lendo um trabalho publicado por Thomas Malthus sobre populações, no qual afirmava que as populações tendem a crescer em progressão geométrica, e os alimentos cresciam em progressão aritmética. O crescimento acelerado da população levaria à escassez de alimentos e de espaço necessário à sobrevivência.

A obra de Malthus contribuiu para que Darwin elaborasse a teoria de seleção natural, na qual concluiu que todos os organismos que nascem nem sempre apresentam condições de sobrevivência. Apenas sobrevivem os seres vivos que têm maiores condições de adaptarem-se às condições ambientais, chamados por Darwin de mais aptos, que se reproduzem deixando descendentes férteis.

SELEÇÃO NATURAL DARWINIANA E HOJE

Darwin: O fator direcionador da seleção natural é a capacidade variável dos seres vivos deixarem descendentes que sobrevivam até a idade reprodutiva.

Hoje: Sim, a Seleção Natural é muito parecida com a proposta original de Darwin, com explicações mais coerentes devido ao conhecimento da hereditariedade e da relação genótipo e fenótipo.

Darwin: A Seleção Natural é perfeccionista; trabalha para o "bem" da população, promovendo sua maior adaptabilidade ao meio e, caso mudem as condições ecológicas/ambientais, ocorre a readaptação às novas condições.

Hoje: A Seleção Natural é oportunista, depende das condições do meio, pois o regime seletivo é alterado com a mudança ambiental. Em outros casos específicos (Ex:

cérebro humano), Darwin sugeriu possíveis explicações com influência lamarckista (certa tendência à perfeição). No entanto, a grande maioria das publicações e cartas de Darwin demonstra que ele considerava a falta de qualquer objetivo ou “propósito” na seleção natural.

Darwin: Como a taxa de reprodução é o elemento básico através do qual a Seleção Natural é definida, subentende-se que os seres vivos apresentem uma tendência para aumentar ao máximo o seu número.

Hoje: Isto é um equívoco, pois organismos têm diferentes estratégias reprodutivas, alguns com maior ou menor cuidado parental, com tendência a um menor ou maior número de descendência, respectivamente.

▪ Seleção Natural

Trabalhos que influenciaram a teoria de Darwin

Thomas Malthus: “As populações crescem em progressão geométrica, enquanto que os recursos do meio em progressão aritmética”.

Dedução de Darwin: Como não há recursos disponíveis para todos (água, alimentos, abrigos, etc.) os indivíduos competem entre si e sobrevivem aqueles melhores adaptados. Essa “luta pela vida” Darwin chamou de **seleção natural**.

Charles Lyell: “A terra foi moldada praticamente inteiramente por forças lentas agindo por um longo período de tempo”.

Dedução de Darwin: O planeta é muito antigo e os animais que vivem hoje, surgiram por modificações de animais que viveram no passado.

Sendo assim, a **SELEÇÃO NATURAL** consiste numa diferença nas TAXAS de SOBREVIVÊNCIA dos indivíduos submetidos a um AMBIENTE que exerce diferentes PRESSÕES, ou seja, um ambiente que possui recursos ofertados de forma **LIMITADA**.

TIPOS DE SELEÇÃO NATURAL

Quanto aos efeitos que exerce na população, a seleção natural é classificada em três tipos que estudaremos a seguir.

Seleção estabilizadora

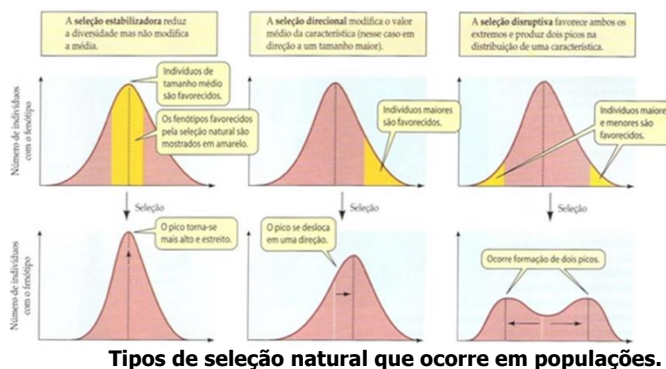
Ocorre quando o fenótipo intermediário é favorecido em detrimento dos fenótipos extremos. Se você fosse um sapo, provavelmente iria comer as borboletas mais claras e as mais escuras porque não enxergaria direito as cinzas. Portanto, o fenótipo intermediário (coloração cinza) está sendo favorecido pela seleção natural em relação aos fenótipos extremos (branco e preto).

Seleção direcional

Ocorre quando há mudanças ambientais e um fenótipo antes desfavorável passa a ser favorecido. Se por algum motivo o ambiente em que as borboletas viviam se torne mais escuro, o fenótipo preto será favorecido em relação aos demais.

Seleção disruptiva

Favorece os indivíduos com características extremas, enquanto os médios são desfavorecidos. Se nesse mesmo ambiente por algum motivo passassem a existir dois microambientes, um branco e outro preto, as borboletas cinzas ficariam em desvantagem em qualquer um dos dois e a seleção natural, portanto, favoreceria os fenótipos extremos, que em seus respectivos ambientes estariam camuflados.



SELEÇÃO ARTIFICIAL

Muito antes de Darwin e Wallace, fazendeiros e agricultores estavam usando a ideia de seleção para causar mudanças nas características de suas plantas e animais ao longo de décadas. Fazendeiros e agricultores permitiram a reprodução apenas de plantas e animais com características desejáveis, causando a evolução do estoque da fazenda. Esse processo é chamado de seleção artificial porque são as pessoas (ao invés da natureza) que selecionam quais organismos vão se reproduzir. Da mostarda-selvagem, por exemplo, o ser humano conseguiu por seleção artificial o repolho, a couve-de-bruxelas e a couve-flor, entre outras variedades comestíveis.



O CASO DAS MARIPOSAS DE MANCHESTER

Um exemplo clássico de seleção natural foi observado na Inglaterra em meados do século XIX. Antes do início da industrialização da cidade de Manchester, era visível o predomínio de mariposas claras da espécie *Biston betularia* em relação à escura da espécie *Biston carbonaria*.

Na época, devido à ausência de fuligem e outros agentes poluentes, os troncos das árvores eram mais claros e recobertos de líquens, o que facilitava a camuflagem das mariposas claras, tornando difícil sua visualização pelos predadores naturais. Com o início da industrialização, os líquens foram exterminados pela poluição, e os troncos das árvores tornaram-se escuros. Com essa nova situação, as mariposas escuras foram favorecidas, e se tornaram o grupo dominante.

CRÍTICAS AO DARWINISMO

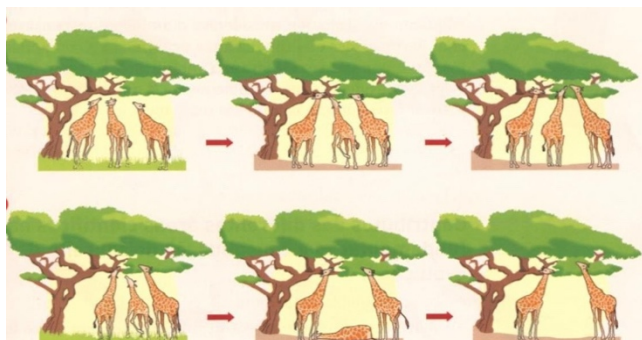
O principal problema da teoria darwiniana foi a falta de uma teoria que explicasse a origem e a transmissão das características favoráveis que permitiam ao organismo sobreviver e gerar descendentes.

Darwin não sabia explicar, por exemplo, como novos indivíduos (uma girafa com pescoço maior que o de seus pais, por exemplo) poderiam surgir, visto que os genes, a mutação e a recombinação genética – resultante da meiose e da fecundação no processo de reprodução sexuada – não eram conhecidos na época.

AS GIRAFAS DE LAMARCK E DARWIN

Vimos que Lamarck, ao explicar o comprimento do pescoço da girafa, dizia que ele se alongara devido à necessidade de alcançar alimentos nas partes mais altas das árvores. Já Darwin entendia que, no passado, os ancestrais das girafas atuais possuíam pescoços de tamanho variável, e a competição pelo alimento disponível favoreceu as girafas de pescoço longo.

Para Lamarck, o ambiente induz os seres a modificarem-se para se adaptarem a ele. Para Darwin, o meio age selecionando as mudanças já existentes.



Em cima explicação de Lamarck para pescoço longo da girafa, embaixo, explicação de Darwin.

NEODARWINISMO OU TEORIA SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO

Vimos que Darwin não sabia explicar como as variações podiam ser transmitidas aos descendentes (ele ignorava as Leis de Mendel) nem como elas apareciam (ignorava as mutações). Esclarecidas essas dúvidas, surgiu o neodarwinismo, que consiste na teoria da seleção natural já elaborada por Darwin, acrescida do conjunto das descobertas que explicam a variabilidade entre os organismos.

A variabilidade genética entre os indivíduos de uma população depende basicamente das mutações e da reprodução sexuada (em que ocorre a permutação ou crossing-over e a segregação independente dos cromossomos). Esses fatores de variabilidade são estudados com mais detalhes na apostila de genética, porém, cabe aqui, uma rápida revisão.

As **mutações** são responsáveis pela variabilidade genética, fornecendo matéria-prima para evolução. Quando novos genes são produzidos, novas características genotípicas aparecem, podendo ser úteis ou não à espécie. O crossing-over, troca de pedaços de cromátidas que ocorrem na prófase I da meiose, permite novos arranjos de genes, os quais chegarão aos gametas. Após a fecundação e a formação do zigoto, novas características poderão surgir. Um número maior de permuta proporcionará uma maior variabilidade dos gametas, e em consequência maior será o número de genótipos formados.



Resumo esquemático do neodarwinismo

REVISANDO AS IDEIAS PRINCIPAIS

- Até o século XVIII predominava a ideia de que cada espécie havia sido criada de maneira independente, com as mesmas características de hoje (criacionismo ou fixismo).
- O lamarckismo consistia de duas leis: lei do uso e desuso e lei da herança dos caracteres adquiridos
- Ao lamarckismo podem ser feitas as seguintes críticas: o desenvolvimento do órgão só ocorre dentro de limites determinados pelo genótipo; somente alterações no DNA são hereditárias.
- O darwinismo estabeleceu o conceito de seleção natural, mas não explica corretamente a origem e transmissão das variações
- O neodarwinismo ou teoria sintética é a teoria aceita atualmente para explicar a evolução. Ela consiste na teoria da seleção natural acrescida dos conceitos de mutação e variabilidade genérica.

SESSÃO LEITURA

A EVOLUÇÃO, COM A BÊNÇÃO DO PAPA

Thomaz Favaro e Jim Zuckerman/Corbis/Latin Stock



Afresco de Michelangelo, no teto da Capela Sistina, é uma representação simbólica da criação de Adão

O reverendo anglicano Michael Reiss cometeu uma heresia. Em discurso na Inglaterra, há duas semanas, ele sugeriu que a teoria da evolução, de Charles Darwin, deveria ceder ao criacionismo parte de seu espaço no currículo escolar básico. O que se seguiu ao pronunciamento foi uma tempestade pública que só amainou com a demissão sumária de Reiss do cargo de diretor de educação da Royal Society, a mais prestigiada sociedade científica da Inglaterra. O episódio deu a oportunidade para duas das mais importantes confissões cristãs reiterarem seu apoio à teoria da evolução de Darwin. O primeiro veio da Igreja Anglicana, na qual o naturalista inglês foi batizado, que pediu perdão pela posição contrária de alguns de seus clérigos – mas não da instituição, que jamais o condenou – em relação a suas idéias: "Duzentos anos após seu nascimento, a Igreja da Inglaterra lhe deve desculpas pelos mal-entendidos". O segundo veio do presidente do Conselho para a Cultura do Vaticano, Gianfranco Ravasi, que reafirmou que não há contradições entre o evolucionismo e as idéias católicas.

A Igreja Católica jamais condenou formalmente a teoria de Darwin, embora tenha mostrado certa relutância em aceitá-la nas primeiras décadas após a publicação de *A Origem das Espécies*, em 1859. A retomada das descobertas genéticas do monge austríaco Gregor Mendel, no século XX, permitiu à ciência comprovar a teoria evolucionista – até então controversa e puramente abstrata. Em 1950, o papa Pio XII afirmou que não há contradição entre a evolução e a doutrina cristã, posição reforçada por João Paulo II, em 1996. "Os primeiros mal-entendidos a respeito da aceitação da teoria da evolução pela doutrina católica referem-se a uma interpretação literal da narração bíblica da criação", disse a VEJA Rafael Martínez, sacerdote espanhol e professor de história da ciência da Pontifícia Universidade da Santa Cruz, em Roma. "Hoje sabemos que a sabedoria divina criou o mundo utilizando as forças da natureza."

A aversão atual às idéias de Darwin deve-se a um grupo de religiões, como algumas confissões de batistas, metodistas e pentecostais, que permanece preso à leitura ao pé da letra da origem do universo contida na Bíblia. São os criacionistas, um grupo minoritário, mas bem instalado em algumas regiões dos Estados Unidos. Felizmente, sua influência é diminuta fora do país, exceto por alguns casos pontuais, como o de Michael Reiss. Que assim continue.

A evolução, com a bênção do papa. Disponível em:
<http://veja.abril.com.br/240908/p_115.shtml>.
Acesso em 04 Abr, 2014

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM

01. (UNICAMP 2013) Olhos pouco desenvolvidos e ausência de pigmentação externa são algumas das características comuns a diversos organismos que habitam exclusivamente cavernas. Dentre esses organismos, encontram-se espécies de peixes, anfíbios, crustáceos, aracnídeos, insetos e anelídeos. Em relação às características mencionadas, é correto afirmar que:

- a) O ambiente escuro da caverna induz a ocorrência de mutações que tornam os organismos albinos e cegos, características que seriam transmitidas para as gerações futuras.
- b) Os indivíduos que habitam cavernas escuras não utilizam a visão e não precisam de pigmentação; por isso, seus olhos atrofiam e sua pele perde pigmentos ao longo da vida.
- c) As características típicas de todos os animais de caverna surgiram no ancestral comum e exclusivo desses animais e, portanto, indicam proximidade filogenética.
- d) A perda de pigmentação e a perda de visão nesses animais são características adaptativas selecionadas pelo ambiente escuro das cavernas.

02. (UFPA 2013) A Teoria sintética da evolução, ou Neodarwinismo, surgiu a partir da redescoberta dos trabalhos de Mendel, no início do século XX, e sua junção com estudos de genética de população. Essa teoria afirma que há forças que modificam as frequências alélicas e genotípicas em uma população, que provocam desvios do equilíbrio de Hardy-Weinberg e conseqüentemente, sua evolução.

Em relação a essas forças, chamadas de fatores evolutivos, é correto afirmar:

- a) A origem da variabilidade genética está na ocorrência de mutações na linhagem germinativa. Essas mutações são aleatórias no que diz respeito às necessidades adaptativas dos organismos. A deriva genética é o fator evolutivo responsável por promover o aumento da frequência de mutações neutras, enquanto a seleção natural aumenta a frequência das mutações vantajosas.
- b) O efeito da deriva genética é maior em populações grandes, influenciando na direção da mudança das frequências alélicas mesmo na presença de um fator evolutivo que apresente força contrária.
- c) A maioria das mutações é neutra ou deletéria para os organismos nas quais ocorrem. No entanto, se o ambiente sofre modificações, alelos anteriormente considerados como neutros ou deletérios podem tornar-se vantajosos.
- d) Dependendo de quais características são favorecidas na população, a seleção natural pode resultar em qualquer um de uma série de resultados substancialmente diferentes. Por exemplo, se indivíduos que se localizam em um dos extremos da curva de distribuição, os maiores, contribuem com um maior número de filhotes para a próxima geração de que outros indivíduos, então a média da população irá aumentar. Nesse caso, estará atuando a seleção disruptiva.
- e) O fluxo gênico ocorre quando indivíduos migrantes cruzam na nova localidade. A modificação ocorre somente pelo fato de que as frequências dos alelos já presentes na população

sofrerão um desvio do esperado pelo equilíbrio de Hardy-Weinberg.

03. (UFPR 2013) A Seleção Natural é um dos principais fatores responsáveis pela evolução, juntamente com a mutação, a deriva genética e a migração genética. Para que a Seleção Natural ocorra em uma população, é imprescindível que haja:

- a) alteração do meio ambiente, propiciando o favorecimento de alguns indivíduos da população.
- b) diversidade da composição genética dos indivíduos da população.
- c) informações genéticas anômalas que produzam doenças quando em homocigose.
- d) disputa entre os indivíduos, com a morte dos menos aptos.
- e) mutação em taxa compatível com as exigências ambientais.

04. (UFTM 2012) Os ovos de alguns grupos de vertebrados apresentam os anexos embrionários âmnio, cório e alantoide, que foram fundamentais para a conquista do ambiente terrestre. De acordo com a teoria evolutiva proposta por Charles Darwin, pode-se afirmar que:

- a) para sobreviver nesse ambiente, esses animais tiveram que desenvolver esses anexos.
- b) esses animais, uma vez tendo desenvolvido esses anexos, puderam sobreviver nesse ambiente.
- c) o ambiente terrestre promoveu a ocorrência de mutações que geraram esses anexos.
- d) esses anexos só se desenvolveram porque o ambiente induziu a sua formação.
- e) a manutenção desses anexos não dependeu do tipo de ambiente em que esses animais estavam.

05. (UERN 2012) As nadadeiras de um pequeno crustáceo, denominado krill, e a nadadeira de uma baleia azul desempenham funções semelhantes e são diferentes tanto do ponto de vista anatômico quanto da origem embrionária.



Essa comparação exemplifica um caso de

- a) irradiação adaptativa.
- b) convergência evolutiva.
- c) pressão do meio.
- d) especiação diferenciada.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01. (UNICAMP 2021) Considere uma comunidade marinha que compreende muitos ancestrais dos filós de animais modernos. Considere ainda que uma adaptação proficiente foi introduzida em uma única espécie. O resultado da adaptação seria um rápido aumento tanto na abundância relativa da espécie quanto no espaço explorado por ela. As interações bióticas podem ser consideradas agentes de seleção, e a interação das comunidades de espécies em seus próprios ambientes seletivos é uma fonte de diversificação. O rápido aumento da espécie seria seguido por uma desaceleração da proliferação de novos tipos ecológicos. A tragédia dos comuns, quando os interesses ou ações de uma espécie são prejudiciais à comunidade como um todo, deve ser evitada para o sucesso da comunidade marinha.

(Adaptado de P. D. Roopnarine e K. D. Angielczyk. *Biology Letters*, Londres, v. 8, p. 147-150, fev. 2012.)

Baseado em seus conhecimentos em ecologia e evolução, assinale a alternativa correta.

- a) A população da espécie com a adaptação aumentaria infinitamente, pois os recursos são ilimitados e haveria aumento das interações bióticas interespecíficas.
- b) A espécie com a adaptação seria um agente de seleção de outras espécies pelo uso de um recurso comum, impulsionando a evolução dos concorrentes.
- c) A proliferação da espécie com a adaptação seria motivada pela saturação ecológica e pela exaustão de recursos pelas outras espécies.
- d) A comunidade marinha permanecerá inalterada se a espécie com a nova adaptação apresentar abundantes interações bióticas interespecíficas.

02. (COTUCA 2020) A tirinha a seguir representa Charles Darwin, o principal pensador da teoria evolucionista mais aceita atualmente.



<https://esquadradodoconhecimento.files.wordpress.com/2011/12/darwin-1.png>. Acesso em 25/08/2019.

Analise a explicação apresentada no segundo quadrinho e assinale a alternativa correta.

- a) A explicação apresentada está de acordo com a teoria darwinista, pois justifica o surgimento da característica pela seleção dos mais aptos.
- b) A explicação apresentada está de acordo com a teoria lamarckista, pois justifica a ocorrência da adaptação por sua finalidade.
- c) A explicação apresentada está de acordo com a teoria darwinista, pois justifica o surgimento da característica pela lei do uso e desuso.

d) A explicação apresentada está de acordo com a teoria darwinista, pois justifica a presença da característica como consequência da necessidade.

e) A explicação apresentada está de acordo com a teoria lamarckista, pois justifica a presença da adaptação por seleção ambiental.

03. (IFCE 2020) Em 2019, fez 160 anos que o naturalista inglês Charles R. Darwin publicou o livro *A origem das Espécies*. Uma das ideias principais desse livro (e de sua teoria) é que os seres vivos estão continuamente expostos à seleção natural que pode ser definida como um processo

- a) de troca de gametas entre organismos masculinos e femininos.
- b) aleatório, no qual os indivíduos que sobrevivem são aqueles que, por acaso, não sejam dizimados durante uma catástrofe natural.
- c) que seleciona aqueles indivíduos com características que o tornem aptos a sobreviver e se reproduzir naquele ambiente.
- d) no qual animais de espécies diferentes conseguem cruzar e se reproduzir, deixando descendentes férteis.
- e) de junção de DNA de organismos de Reinos diferentes (animal e vegetal, por exemplo), criando um híbrido com características de ambos.

04. (UFJF 2020) A Teoria Moderna da Evolução, também conhecida como Teoria Sintética, agrega à seleção natural compreensões sobre a origem da diversidade genética. A respeito dos processos que dão origem à diversidade genética, marque a alternativa CORRETA:

- a) Deriva genética.
- b) Endogamia.
- c) Polimorfismo.
- d) Mutação.
- e) Seleção sexual.

05. (UFPR 2019) Sobre o processo evolutivo, é correto afirmar:

- a) As mutações genéticas ocorrem com o objetivo de promover adaptação dos organismos ao ambiente.
- b) Alterações na sequência de aminoácidos do DNA dos organismos podem ser vantajosas, neutras ou desvantajosas para seus portadores.
- c) Em uma população, uma característica vantajosa tende a aumentar de frequência na geração seguinte pela ação da seleção natural.
- d) Os organismos de uma população biológica são idênticos entre si, potencializando a ação da seleção natural.
- e) Os organismos atuais estão se modificando geneticamente para se adaptar às mudanças climáticas, como o aquecimento global.

06. (UECE 2019) De acordo com a teoria sintética da evolução ou neodarwinismo, a unidade evolutiva é

- a) o indivíduo, pois seu genótipo se altera ao longo da vida e a seleção natural atua sobre genes ou características genéticas de forma isolada.

- b) a população, pois seu conjunto gênico pode mudar em sucessivas gerações e tais mudanças podem ocorrer por fatores como mutação e recombinação gênica.
c) a comunidade, pois engloba conjuntos gênicos de diferentes populações e incorpora o conceito de seleção natural à teoria darwinista.
d) o ecossistema, pois engloba conjuntos gênicos de diferentes comunidades e incorpora o conceito de recombinação gênica à teoria darwinista.

07. (UNESP 2019) Aristóteles procurou explicar os fenômenos naturais a partir de argumentos teleológicos. A palavra teleologia provém de dois termos gregos, telos (fim, meta, propósito) e logos (razão, explicação), ou seja, uma "razão de algo em função de seus fins" ou uma "explicação que se serve de propósitos ou de fins". Na explicação teleológica, se algo existe e tem uma finalidade, é porque existe uma razão para essa finalidade. Neste sentido, uma explicação teleológica estará centralizada na finalidade de alguma coisa. Por exemplo, na explicação teleológica, nossos dedos são articulados para que possamos manipular objetos, ao contrário da explicação não teleológica, que afirma que manipulamos objetos porque nossos dedos são articulados.
(Matheus de M. Silveira et al. Argumentos – Revista de Filosofia, julho/dezembro de 2016. Adaptado.)

Considerando as características adaptativas dos organismos, a teleologia

- a) refuta a proposta de Lamarck, no que concerne à transmissão dos caracteres adquiridos.
b) contribui para a explicação da origem da variabilidade a partir da ocorrência de mutações.
c) contraria as fundamentações teóricas propostas pela Teoria Sintética da Evolução.
d) fortalece as explicações da Teoria Sintética da Evolução, quanto ao resultado da ação da Seleção Natural.
e) sustenta tanto as ideias evolucionistas de Lamarck como as de Charles Darwin e da Teoria Sintética da Evolução.

08. (UPF 2019) Além da seleção natural, ponto central do darwinismo, a teoria moderna da evolução considera, também, processos genéticos para explicar a origem da diversidade das características dos indivíduos. São eles:

- a) mutação e recombinação gênica.
b) mutação gênica e convergência evolutiva.
c) seleção sexual e adaptação.
d) adaptação e mutação gênica.
e) divergência e convergência evolutiva.

09. (ENEM PPL 2018) Podemos esperar que, evoluindo de ancestrais que disputavam os mesmos recursos, as espécies tenham desenvolvido características que asseguram menor ou nenhuma competição com membros de outras espécies. Espécies em coexistência, com um potencial aparente para competir, exibirão diferenças em comportamento, fisiologia ou morfologia.

TOWSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. Fundamentos em ecologia. Porto Alegre: Artmed, 2006 (adaptado).

Qual fenômeno evolutivo explica a manutenção das diferenças ecológicas e biológicas citadas?

- a) Mutação.
b) Fluxo gênico.
c) Seleção natural.
d) Deriva genética.
e) Equilíbrio de Hardy-Weinberg.

10. (UECE 2017) O fixismo e o evolucionismo foram correntes de pensamento utilizadas para explicar a diversidade das espécies. Sobre essas correntes, é correto afirmar que

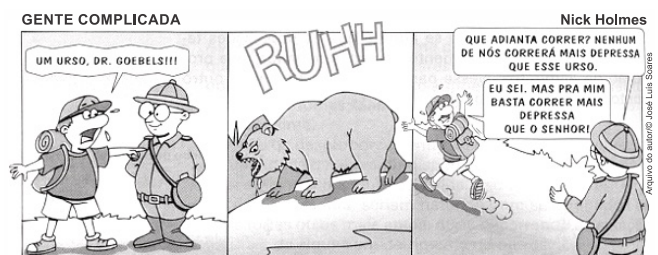
- a) o fixismo considera que as diferentes espécies são permanentes, perfeitas e mutáveis e que foram originadas, independentemente, umas das outras.
b) para o evolucionismo, as espécies atuais são o resultado de lentas e sucessivas transformações sofridas pelas espécies do passado, ao longo dos tempos.
c) a geração espontânea, ou abiogênese, é uma corrente do evolucionismo que acredita na criação dos seres vivos a partir da matéria inanimada.
d) o criacionismo considera que os seres vivos foram criados por ação divina, portanto, são perfeitos e instáveis ao longo do tempo.

11. (UECE 2017) Charles Darwin (1809-1882) e Gregor Mendel (1822-1884) viveram na mesma época, mas não se conheceram. No entanto, a compreensão atual da evolução deriva das teorias propostas por esses importantes pesquisadores.

Sobre a teoria elementar da evolução, é correto afirmar que

- a) o surgimento de novas espécies, denominado especiação, ocorreu em um período e a partir de espécies ancestrais.
b) para explicar a evolução, Charles Darwin utilizou fenômenos e processos subjetivos: por isso a evolução é considerada uma teoria.
c) os conhecimentos sobre mutações e recombinação gênica, sem influência da seleção natural, podem explicar a evolução.
d) características hereditárias que influenciam a capacidade de sobrevivência e reprodução promovem variação na espécie.

12. (IFBA 2017) Analise a charge a seguir.



Fonte: SOARES, José Luis. Biologia no terceiro milênio – vol. 3, pag. 264, São Paulo: Scipione, 1999.

Com base na charge e nos conhecimentos sobre evolução biológica é correto afirmar:

- a) O evento descrito acima se refere ao processo de seleção natural, no qual o indivíduo com maior necessidade de permanecer no ambiente sobrevive.

- b) A charge ilustra a seleção artificial, uma vez que é realizada sob ação antrópica.
c) A necessidade de sobreviver faz com que algumas presas corram e por isso conseguem transmitir essas características aos descendentes.
d) A charge indica o evento de seleção natural, proposto por Darwin no século XIX, o qual indica que grupos mais aptos tendem a ter mais chances de sobrevivência no meio ambiente.
e) O indivíduo que correu mais transmitirá essa condição aos descendentes e a cada geração subsequente será observada indivíduos mais rápidos.

13. (ENEM 2017) Hospitais de diferentes regiões do país registram casos de contaminação pela superbactéria *Klebsiella pneumoniae carbapenemase* (KPC), que apresenta resistência à maioria dos medicamentos. Acredita-se que o uso inadequado de antibióticos tenha levado à seleção dessas formas mais resistentes.

De acordo com as teorias darwinistas e neodarwinistas, o surgimento dessa superbactéria ocorreu por

- a) aumento da especiação.
b) crescimento populacional.
c) variações no material gênico.
d) ampliação da irradiação adaptativa.
e) potencialização da convergência evolutiva.

14. (UECE 2017) Relacione corretamente as teorias da evolução apresentadas a seguir às suas descrições, numerando a Coluna II de acordo com a Coluna I.

Coluna I

1. Lamarkismo
2. Darwinismo
3. Mutacionismo
4. Neodarwinismo

Coluna II

() Postula que a evolução prossegue em grandes saltos por meio de macromutação, uma grande mudança entre progenitor e prole que é herdada geneticamente.

() Postula que devido à seleção natural, formas mais adaptadas à sobrevivência deixam uma descendência maior enquanto as menos adaptadas terão sua frequência diminuída.

() Primeira teoria proposta para explicar a evolução biológica. Postula que as características adquiridas pelo uso intenso ou pelo desuso dos órgãos poderiam ser transmitidas à descendência.

() Teoria que incorpora as explicações genéticas para a origem da diversidade das características nos indivíduos de uma população, assim como os conhecimentos de sistemática, embriologia, paleontologia e morfologia.

A sequência correta, de cima para baixo, é:

- a) 2, 1, 4, 3.
b) 4, 3, 2, 1.
c) 1, 4, 2, 3.
d) 3, 2, 1, 4.

15. (IFSP 2016) Sapos e rãs são anfíbios, apresentam dependência de ambientes terrestres úmidos ou aquáticos, apresentam na sua pele as glândulas de muco para conservá-la úmida e favorecer trocas gasosas, além de poder exibir glândulas de veneno que eliminam substâncias para combater microrganismos e afugentar animais predadores. A explicação para essas características nos anfíbios, fornecida pela Teoria da Evolução de Charles Darwin é apresentada em:

- a) seleção de adaptações positivas devido à ação do meio ambiente.
b) lei do uso e desuso.
c) a existência de pulmão atrofiado devido à respiração cutânea.
d) a transmissão de características adquiridas para os descendentes.
e) a destruição dessas espécies porque estão mal adaptadas.

16. (UFJF 2016) Um nome importante na origem do pensamento evolucionista é o do francês Jean-Baptiste Lamarck, que publicou uma série de obras sobre sua teoria evolutiva, sendo a mais conhecida a de 1809 no seu livro "Filosofia Zoológica". Dentre as suas ideias, uma relaciona o ambiente à mudança de hábitos de um ser vivo, levando à alteração de certas estruturas em seu organismo. Essa ideia é conhecida como a lei de:

- a) uso e desuso.
b) transmissão das características adquiridas.
c) fixismo.
d) seleção artificial.
e) divergência adaptativa.

17. (UECE 2016) Segundo a Teoria da Evolução de Darwin, a seleção natural atua permanentemente sobre as populações, eliminando fenótipos desviantes como resposta a diferentes interações que se estabelecem entre esses organismos e o meio em que vivem. No que concerne à seleção natural, assinale a afirmação verdadeira.

- a) No processo de seleção natural, o mais forte e mais evoluído sempre vence a luta pela sobrevivência.
b) Os seres mais complexos e, portanto, mais evoluídos, possuem maior chance de reproduzir-se deixando descendentes.
c) A seleção natural é um processo linear que conduz ao surgimento de organismos mais evoluídos, conforme é possível perceber na história evolutiva dos seres vivos.
d) Na natureza, a vida é uma constante luta pela sobrevivência, em que os mais aptos sobrevivem.

18. (UDESC 2016) "O tamanho das populações naturais, a despeito de seu enorme potencial de crescimento, mantém-se relativamente constante ao longo do tempo, sendo limitado pelo ambiente (disponibilidade de alimento, locais de procriação e presença de inimigos naturais, de parasitas, etc.)."

A informação acima constitui um dos alicerces da teoria elaborada por:

- a) Charles Robert Darwin
- b) Jean-Baptiste Lamarck
- c) Theodosius Dobzhansky
- d) Charles Lyell
- e) Newton Freire-Maia

19. (UEFS 2016) Como se teriam aperfeiçoado todas essas adaptações maravilhosas que vão modificando o organismo parte por parte, em função das condições de vida que ele suporta, acabando por transformá-lo num ser diferente de seus ancestrais?

DARWIN, 2011, p. 85.

Os estudos do próprio Charles Darwin e as observações neodarwinistas podem responder a essas questões, afirmando:

- a) O organismo se adapta para que assim possa evoluir.
- b) A essência do processo evolutivo tem sua origem em mudanças do material genético.
- c) O meio ambiente é responsável diretamente pela mudança do organismo, tornando-o apto.
- d) A reprodução sexuada não interfere no processo evolutivo por não viabilizar variabilidade genética.
- e) A seleção natural cria indivíduos aptos que mantêm suas características na população através da hereditariedade.

20. (UFPR 2015) Numa planície alagada, bastante estável há milhões de anos, existe uma espécie de arbusto tóxico que produz flores com 10 variedades de cores distintas (fenótipos). Sabendo que as cores das flores em questão são determinadas geneticamente, um pesquisador lançou a seguinte pergunta: por que arbustos que produzem flores azuis são mais abundantes que os que produzem flores de outras cores? Para tentar responder a essa pergunta, o pesquisador investigou cinco parâmetros nos arbustos que apresentam esses 10 fenótipos distintos. De acordo com a teoria da seleção natural, qual parâmetro levantado pelo pesquisador é imprescindível para responder à pergunta formulada?

- a) Forma de polinização.
- b) Tempo médio de vida.
- c) Quantidade de toxinas.
- d) Sucesso reprodutivo.
- e) Resistência à decomposição.

GABARITOS E PADRÕES DE RESPOSTAS

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM

- 01.
- 02.
- 03.
- 04.
- 05.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01. [B]

[A] Incorreta. Não haveria aumento infinito da população, pois ocorreria a resistência ambiental, que limita o crescimento populacional, como competição, predação, espaço etc.

[B] Correta. A espécie com a adaptação impulsionaria a evolução de outras pelos recursos comuns, através do aumento da competição e, assim, agindo como uma agente de seleção das espécies concorrentes melhor adaptadas.

[C] Incorreta. A proliferação da espécie estaria vinculada a sua adaptação.

[D] Incorreta. A alteração nas interações bióticas interespecíficas modificará a comunidade marinha.

02. [B]

De acordo com a teoria lamarckista, a mudança dos organismos é guiada pelo ambiente, que leva à necessidade de desenvolvimento de certo órgão ou determinada adaptação fisiológica, com uma finalidade específica de adaptação.

03. [C]

A seleção natural é um processo em que são selecionados os indivíduos melhor adaptados ao ambiente, pois apresentam maiores chances de sobrevivência e de deixar descendentes, os quais herdam suas características.

04. [D]

A mutação é a alternativa correta sobre a diversidade genética, pois a Teoria Moderna da Evolução (Teoria Sintética da Evolução ou Neodarwinismo) incorporou novos conhecimentos às ideias darwinianas, considerando três fatores evolutivos principais: a mutação gênica, a recombinação gênica e a seleção natural, sendo que os dois primeiros fatores são diretamente responsáveis pelas diferenças genéticas entre os indivíduos de uma população.

05. [C]

Em uma população, uma característica vantajosa com relação à capacidade de sobrevivência e reprodução, tende a aumentar nas gerações seguintes pela ação da seleção natural.

06. [B]

De acordo com a teoria sintética da evolução, a unidade evolutiva é a população, porque o seu conjunto gênico pode mudar em sucessivas gerações. As mudanças genéticas são mutações e recombinações gênicas, sobre as quais atua a

seleção natural, preservando as características mais favoráveis para a sobrevivência e reprodução das espécies.

07. [C]

A teleologia contraria as fundamentações teóricas propostas pela Teoria Sintética da Evolução, pois esse modelo evolutivo propõe que a produção de variabilidade genética em nível molecular, por mutações e recombinação gênicas são eventos espontâneos e aleatórios. A seleção natural orienta essas variações por canais adaptativos.

08. [A]

As mutações gênicas e cromossômicas, além da segregação independente, crossing-over e fecundação são processos que ampliam a variabilidade genética das espécies.

09. [C]

A seleção natural é o fator evolutivo que preserva as características favoráveis para a sobrevivência e reprodução das espécies, em determinado ambiente.

10. [B]

Sob o ponto de vista evolucionista, os seres vivos atuais são o resultado de lentas e contínuas transformações das espécies ao longo do tempo geológico.

11. [D]

As características genéticas que influenciam a capacidade de sobrevivência e reprodução determinam a variabilidade intraespecífica.

12. [D]

A charge demonstra a seleção natural, proposta por Darwin, em que o meio ambiente seleciona os indivíduos melhor adaptados, que apresentam maiores chances de sobrevivência.

13. [C]

O surgimento dos microrganismos resistentes aos medicamentos deve-se a variações no material genético dos agentes patogênicos.

14. [D]

A sequência correta, na coluna II, de cima para baixo é: 3, 2, 1 e 4.

15. [A]

As variações verificadas na pele dos anfíbios são favoráveis para a sobrevivência e reprodução em ambientes úmidos. É o efeito da seleção natural devido à ação do meio ambiente.

16. [A]

As mudanças em órgãos provocados por pressões ambientais, proposta por Lamarck, é conhecida como a lei do uso e desuso.

17. [D]

De acordo com o conceito darwinista de seleção natural, na natureza, sobrevivem e se reproduzem os mais aptos na

obtenção dos recursos disponíveis, em determinado ambiente.

18. [A]

As populações que sobrevivem e se reproduzem são aquelas que melhor se adaptam ao ambiente, porém apresentam crescimento limitado ao longo do tempo por fatores limitantes do ambiente, como descreve a seleção natural de Charles Robert Darwin.

19. [B]

A fonte principal de variabilidade dos seres vivos é a mutação do material genético.

20. [D]

De acordo com a teoria da seleção natural a abundância de uma determinada característica fenotípica é o resultado do sucesso reprodutivo da espécie.