

# AULA 18

## Adaptação e adaptacionismo

### Meta da aula

Definir adaptação, descrever e analisar o programa adaptacionista.

## objetivos

Esperamos que, após o estudo do conteúdo desta aula, você seja capaz de:

- Definir adaptação.
- Conhecer o programa adaptacionista.

### Pré-requisito

O fio da meada desta aula está nas anteriores sobre seleção natural (Aulas 13 e 14); portanto, é importante que você as reveja, para acompanhar mais facilmente os conceitos e argumentos que serão discutidos aqui.

## INTRODUÇÃO

A palavra adaptação pode possuir muitas conotações diferentes, tanto no senso comum quanto em Ciência. Por exemplo, diz-se que pessoas estão bem adaptadas a algum local ou situação quando elas estão confortáveis ou desenvolvem laços sociais. Nesse caso, adaptação é quase um sinônimo de bem-estar, satisfação ou, mesmo, felicidade. Em disciplinas como Fisiologia, por exemplo, a palavra pode ser usada como sinônimo de ajustamento fenotípico de um organismo individual ao seu ambiente, ou seja, um processo que seria mais bem definido como aclimatação fisiológica.

Mais ainda, a percepção de que os organismos parecem estar adequados (adaptados) aos seus ambientes é antiga. Podemos citar, pelo menos, duas outras escolas de pensamento que trabalharam com a interpretação deste fenômeno: o Lamarckismo e a Teologia Natural. Já nos detivemos sobre o Lamarckismo quando estudamos o Histórico do Estudo da Evolução (Aula 3). A Teologia Natural, por outro lado, era um conjunto de idéias, muito popular entre os séculos XVIII e XIX, que tentava explicar os fenômenos naturais como obras de um criador e, ao mesmo tempo, demonstrar a existência de um criador pela observação da Natureza. O argumento principal era que os fenômenos naturais, entre eles as adaptações, só poderiam ser entendidos como produto de uma intenção, como realização de um projeto, resultado de um desenho. Isso é o que chamamos visão teleológica, que era a perspectiva da Teologia Natural.

Em todos esses casos descritos, a adaptação é muito diferente daquilo que entendemos, hoje, desse fenômeno. Nesta aula, estaremos estudando a adaptação de um ponto de vista darwinista, que é a perspectiva da moderna teoria evolutiva.

## ADAPTAÇÃO, ADAPTAÇÃO E ADAPTAÇÃO

Mesmo na Teoria Sintética da Evolução, o conceito de adaptação não tem apenas uma definição, mas três. Podemos defini-la como:

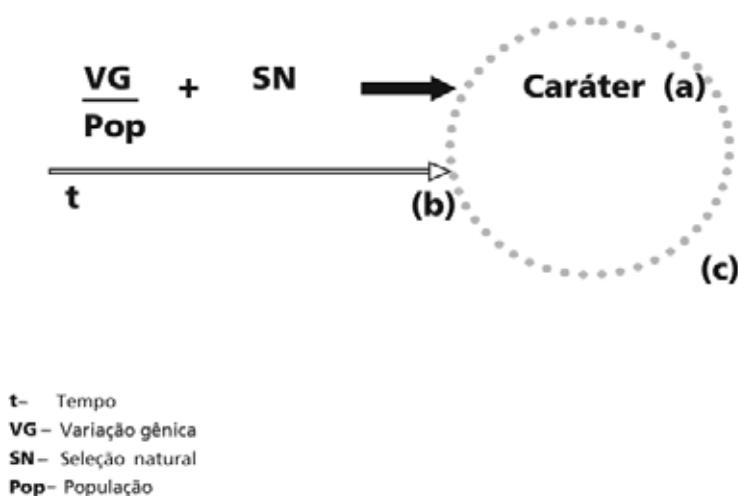
a) Um traço, um caráter. Algo possuído por um organismo ou uma população. Uma característica que, devido ao aumento que confere ao valor adaptativo, foi moldada pela seleção natural agindo sobre a variação gênica.

b) O processo pelo qual, pela ação da seleção natural, uma população sofre mudanças na sua composição gênica ao longo do tempo. Bem entendido que tais mudanças dizem respeito a alterações nas proporções das variantes genéticas preexistentes, e não a indução de mudanças no material genético.

c) O estado de ser que descreve um organismo ou uma população, isto é, o estado de ser adaptado ou de encontrar-se em um determinado nível de adaptação.

Em todos esses casos, contudo, podemos perceber que duas coisas são fundamentais para esse conceito. Primeiro, não é possível falar em adaptação sem falar em seleção natural. A seleção natural é a força que molda o caráter, movimenta o processo ou determina o estado de ser da população. Segundo, a variação gênica é o material com o qual o caráter é produzido, está em movimento no processo ou define o estado da população ou do organismo. Dessa forma, embora com três definições, no interior da teoria evolutiva, o termo adaptação ganha a precisão de um conceito.

É importante dizer, ainda, que esta precisão conceitual não seria possível sem a grande conquista da revolução darwiniana: a perspectiva materialista da variação (ver Aula 3: Histórico do Estudo da Evolução). Na **Figura 18.1**, estão representadas as três definições do conceito de adaptação.



**Figura 18.1:** Esquema representando as três definições do conceito de adaptação: (a) numa perspectiva estrutural, como algo que o organismo ou a população apresenta; (b) a inclusão do tempo confere ao caráter uma história; o conceito se refere agora, então, a um processo; (c) um qualitativo, um estado de ser de um organismo ou população em dada circunstância de tempo e espaço.

Analisando a **Figura 18.1**, deve ter ficado mais claro para você o que estamos falando: adaptação diz respeito, sempre, a seleção natural e a variação gênica. Isso tem consequências muito importantes para a nossa compreensão desse fenômeno. Por exemplo, observando um caráter que é utilizado para uma função específica por um determinado organismo, é possível imaginar soluções mais adequadas. Contudo, as adaptações (na definição “a”) são produto da história evolutiva das espécies e, como

tal, são limitadas pela variação gênica presente nas populações. A seleção natural não inventa ou determina a variação necessária para dada circunstância, ela simplesmente aproveita o material disponível. Dessa forma, a noção de que a adaptação é a manifestação de uma intenção, a realização de um desenho consciente, não se sustenta. É por isso que alguns evolucionistas, de brincadeira, se referem à seleção natural como uma força “quebra-galho”, em contraposição à noção de desenho da antiga Teologia Natural. Na Aula 2 (Evidências da Evolução), nós já discutimos sobre esse assunto. Lembra da quarta evidência da evolução? Ela dizia respeito às restrições com as quais o processo evolutivo opera.

Além dos limites determinados pela variação gênica disponível, existem também limites históricos. A adaptação (na definição “b”) é um processo histórico e, como tal, tem o seu destino determinado pela seqüência dos eventos anteriores. Assim, é possível, estando neste momento, reconstruir o passado de uma dada linhagem, mas é muito difícil, se não impossível, determinar seu futuro. Lembra da nossa Aula 13 (Seleção Natural 1)? Ali, discutindo as superfícies adaptativas de Wright, vimos que a seleção natural pode levar as populações a picos adaptativos muito baixos. Isto se deve ao fato de que, por uma questão histórica, a população se encontrava mais próxima de um pico adaptativo baixo, e, por seleção natural, as populações são sempre conduzidas aos picos adaptativos mais próximos.

Note, ainda, que a seleção natural, à medida que retira os genótipos menos adaptados da população, proporciona um aumento do seu valor adaptativo médio em direção ao valor máximo, que é 1 (Aula 13: Seleção Natural 1). Embora o valor adaptativo médio seja uma descrição do valor médio relativo do valor adaptativo dos indivíduos na população, isso não representa o estado de ser adaptado da população. O estado de ser adaptado de uma população é muito difícil de ser verificado e, geralmente, envolve medidas de abundância, taxa de crescimento e permanência de longo prazo das populações.

Antes de continuarmos, resolva a atividade a seguir.

**ATIVIDADE 1**

Marque um X para aquilo que melhor caracteriza adaptação em cada um dos contextos dados.

	Escola Clássica
Senso comum	<input type="checkbox"/> Aclimação <input type="checkbox"/> Desenho, projeto, intenção <input type="checkbox"/> Seleção dos variantes preexistentes <input type="checkbox"/> Capacidade de o indivíduo se adequar a diferentes situações <input type="checkbox"/> Tendência interna de o indivíduo acompanhar as mudanças do meio
Fisiologia	<input type="checkbox"/> Aclimação <input type="checkbox"/> Desenho, projeto, intenção <input type="checkbox"/> Seleção dos variantes preexistentes <input type="checkbox"/> Capacidade de o indivíduo se adequar a diferentes situações <input type="checkbox"/> Tendência interna de o indivíduo acompanhar as mudanças do meio
Lamarckismo	<input type="checkbox"/> Aclimação <input type="checkbox"/> Desenho, projeto, intenção <input type="checkbox"/> Seleção dos variantes preexistentes <input type="checkbox"/> Capacidade de o indivíduo se adequar a diferentes situações <input type="checkbox"/> Tendência interna de o indivíduo acompanhar as mudanças do meio
Teologia Natural	<input type="checkbox"/> Aclimação <input type="checkbox"/> Desenho, projeto, intenção <input type="checkbox"/> Seleção dos variantes preexistentes <input type="checkbox"/> Capacidade de o indivíduo se adequar a diferentes situações <input type="checkbox"/> Tendência interna de o indivíduo acompanhar as mudanças do meio
Teoria Sintética da Evolução	<input type="checkbox"/> Aclimação <input type="checkbox"/> Desenho, projeto, intenção <input type="checkbox"/> Seleção dos variantes preexistentes <input type="checkbox"/> Capacidade de o indivíduo se adequar a diferentes situações <input type="checkbox"/> Tendência interna de o indivíduo acompanhar as mudanças do meio

**RESPOSTA**

	<i>Escola Clássica</i>
<i>Senso comum</i>	<input type="checkbox"/> <i>Aclimação</i> <input type="checkbox"/> <i>Desenho, projeto, intenção</i> <input type="checkbox"/> <i>Seleção dos variantes preexistentes</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Capacidade de o indivíduo se adequar a diferentes situações</i> <input type="checkbox"/> <i>Tendência interna de o indivíduo acompanhar as mudanças do meio</i>
<i>Fisiologia</i>	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Aclimação</i> <input type="checkbox"/> <i>Desenho, projeto, intenção</i> <input type="checkbox"/> <i>Seleção dos variantes preexistentes</i> <input type="checkbox"/> <i>Capacidade de o indivíduo se adequar a diferentes situações</i> <input type="checkbox"/> <i>Tendência interna de o indivíduo acompanhar as mudanças do meio</i>
<i>Lamarckismo</i>	<input type="checkbox"/> <i>Aclimação</i> <input type="checkbox"/> <i>Desenho, projeto, intenção</i> <input type="checkbox"/> <i>Seleção dos variantes preexistentes</i> <input type="checkbox"/> <i>Capacidade de o indivíduo se adequar a diferentes situações</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Tendência interna de o indivíduo acompanhar as mudanças do meio</i>
<i>Teologia Natural</i>	<input type="checkbox"/> <i>Aclimação</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Desenho, projeto, intenção</i> <input type="checkbox"/> <i>Seleção dos variantes preexistentes</i> <input type="checkbox"/> <i>Capacidade de o indivíduo se adequar a diferentes situações</i> <input type="checkbox"/> <i>Tendência interna de o indivíduo acompanhar as mudanças do meio</i>
<i>Teoria Sintética da Evolução</i>	<input type="checkbox"/> <i>Aclimação</i> <input type="checkbox"/> <i>Desenho, projeto, intenção</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Seleção dos variantes preexistentes</i> <input type="checkbox"/> <i>Capacidade de o indivíduo se adequar a diferentes situações</i> <input type="checkbox"/> <i>Tendência interna de o indivíduo acompanhar as mudanças do meio</i>

**COMENTÁRIO**

*Esta foi uma atividade simples; estávamos apenas garantindo que você não tinha dormido... mas se encontrou algum problema para resolvê-la, acorde!*

Uma vez alerta, pense bem: se falar em adaptação é falar em seleção natural e variação gênica, então, nessa história, o ambiente é, também, um dado muito importante, não é verdade?! Vamos nos debruçar um pouco sobre esta questão.

### EXISTEM MAIS VARIÁVEIS ENTRE O CÉU E A TERRA...

Quando falamos em ambiente, o que nos vem à cabeça, imediatamente, é a noção de ambiente ecológico externo (ver a disciplina Elementos de Ecologia e Conservação). O ambiente ecológico é composto tanto de fatores abióticos quanto bióticos. Estão incluídos entre os fatores abióticos o clima, a salinidade, a temperatura, a pressão, o tipo de solo, a disponibilidade de água e muitas outras características físicas e químicas que determinam os limites de sobrevivência e bem-estar dos organismos. Os fatores bióticos incluem as relações entre diferentes espécies (presa/predador, competição, mutualismo, parasitismo, agentes patogênicos etc.) e entre indivíduos dentro da mesma espécie (densidade, proporção sexual etc.) que, do mesmo modo, influem na chance de os indivíduos sobreviverem e se reproduzirem.

Existem outros fatores, contudo, que não são aqueles relacionados ao ambiente ecológico externo. Por exemplo, as relações internas entre os caminhos bioquímicos e do desenvolvimento, as relações internas entre os órgãos etc. Todos esses fatores influenciam o modo como características novas se expressarão no organismo, uma vez que é importante que a parte (nova) se integre de maneira harmônica com o todo preexistente. Essa relação entre as partes e o todo nos permite afirmar, sem exagero, que para um determinado gene todos os outros genes funcionam como ambiente. Vejamos um exemplo com uma espécie de *Drosophila*.

A viabilidade de alguns mutantes de *Drosophila funebris* depende tanto do ambiente ecológico externo quanto do ambiente genético. A viabilidade dos mutantes do tipo *eversae* é inferior à do tipo selvagem em temperatura baixa (15°C) e alta (30°C), mas, em uma temperatura intermediária (25°C), a sobrevivência desses indivíduos é superior. Quando tomados vários mutantes (**SINGED**, *eversae*, *abnormes* e **MINIATURE**), a viabilidade dos indivíduos varia em função da combinação estabelecida. Por exemplo, o mutante *singed*, quando tomado isoladamente, tem a mesma viabilidade que a sua combinação com *abnormes*; entretanto,

#### SINGED E MINIATURE

O mutante *singed* apresenta cerdas curtas e/ou encaracoladas. *Miniature* apresenta asas muito pequenas e cutícula escura.

*singed* combinado com *eversae* tem viabilidade maior, enquanto combinado com *miniature* tem viabilidade menor.

Como você pode perceber, o destino de uma variante genética depende da sua relação com o ambiente. Mas aquilo que estamos chamando ambiente envolve um número de variáveis muito maior do que apenas o ambiente ecológico externo dos organismos. A formação de combinações genéticas novas, a partir de velhos genes, é uma fonte importante de variação genética nas populações. E, mais uma vez, é importante lembrar: a variação gênica é o material da evolução! Se você acrescentar a isso a seleção natural, estará no caminho (definição “b” na **Figura 18.1**) da adaptação (definição “a” na mesma figura).

## QUANDO DOIS E DOIS SÃO CINCO

Quando falamos em adaptação, estamos acostumados a pensar numa dicotomia entre seres vivos e ambiente. No entanto, é chegada a hora de pensar um pouco mais do que estamos acostumados quando o assunto é esse. Para começo de conversa, como já acabamos de ver, o número de fatores que compõem o ambiente está para além do mundo ecológico externo. Mais que isso, é preciso perceber que o ambiente em que vive um organismo não é completamente independente dele. Isto porque o ambiente é mais do que apenas o mundo físico externo aos seres vivos. Fotoperíodo, marés, estações do ano são fenômenos naturais independentes dos seres vivos, constituem o mundo físico, mas não o ambiente.

As características que constituem o ambiente variam de espécie para espécie, uma vez que o ambiente de uma espécie depende muito da sua história evolutiva passada. Por exemplo, para uma ave que constrói os seus ninhos com palha, as gramíneas constituem parte do seu ambiente; as pedras, por outro lado, não integram o ambiente dessa ave. Para um besouro predador, a composição química das plantas é, em grande parte, irrelevante; para um besouro herbívoro, no entanto, isso pode ser crucial. Como você já deve estar entendendo, na definição daquilo que chamamos ambiente o organismo é muito importante.

Outro aspecto interessante dessa questão é que os organismos não só determinam os aspectos do mundo físico externo que são relevantes para eles como também, num certo sentido, constroem um mundo a sua volta. Pense num formigueiro; esse ambiente não é igual àquele no qual



nós, seres humanos, e praticamente todos os outros seres vivos que não as formigas vivemos. É nesse sentido que estamos falando: as formigas vivem num ambiente físico completamente modificado pela sua atividade de viver! Assim, não é um absurdo afirmar que os seres vivos constroem o seu próprio ambiente. Pense, ainda, nas minhocas... Percebeu do que estamos falando?

Os seres vivos, além de determinarem o que é relevante para eles e criarem em torno de si um conjunto de relações físicas especiais entre esses elementos, também promovem, constantemente, alterações do seu ambiente. Um exemplo dramático desse poder de modificar o ambiente você estudou na sua primeira aula de Evolução (Aula 1: Introdução. A dialética da Evolução. Algumas perguntas): o aparecimento das bactérias fotossintetizantes e seu efeito devastador sobre o ambiente que levou à extinção em massa das bactérias anaeróbicas!

Quando o assunto é adaptação, é importante que se saiba que espécies e ambiente alteram um ao outro de maneira recíproca. É um equívoco pensar nos organismos e no ambiente como uma dicotomia absoluta. Organismos e ambiente têm ação ativa numa relação dialética.

## NEM TUDO QUE RELUZ É OURO

Muitas vezes, é difícil determinar se um caráter é adaptativo ou não. Geralmente, uma adaptação é fortemente marcada pela correspondência entre a forma de uma estrutura e a sua função; contudo, algumas vezes esta correspondência é uma ilusão do observador. Começamos a falar dessa dificuldade no final da Aula 14 (Seleção Natural 2); vamos agora discuti-la um pouco melhor.

Entre as décadas de 1930 e 1970, espalhou-se entre os evolucionistas o ponto de vista de que virtualmente todas as características dos organismos (morfológicas, fisiológicas, etológicas etc.) teriam sido moldadas pela seleção natural, representando, então, adaptações dos organismos ou das populações. Esse entusiasmo foi gerado, em parte, pelo sucesso que alguns programas de pesquisa (ver Aula 4: A nova síntese evolutiva) foram capazes de obter no estudo de caracteres que, em princípio, pareciam irrelevantes do ponto de vista adaptativo. Assim foi o caso do estudo desenvolvido por Dobzhansky, sobre **INVERSÕES CROMOSSÔMICAS EM ESPÉCIES DE *DROSOPHILA*** e dos **PADRÕES DE CORES DA CONCHA DO CARACOL *CEPAEA***, estudados por Cain e Sheppard.

### INVERSÕES CROMOSSÔMICAS EM *DROSOPHILA*

Diferentes inversões cromossômicas carregam alelos diferentes em alguns locais que possuem. Dobzhansky foi capaz de demonstrar que algumas inversões apresentavam variação nas suas frequências, em função da localidade ou de algumas flutuações das condições ambientais como, por exemplo, diferenças de latitude e estações do ano, respectivamente. Essa variação nas frequências das inversões indicava diferenças nos valores adaptativos de algumas inversões, o que foi demonstrado, logo depois, em laboratório.

### PADRÕES DE CORES EM CONCHA DE *CEPAEA*

*Cepaea* apresenta um diversificado padrão de cores de concha que oscila do amarelo ao marrom ou rosa escuro. Além disso, as conchas podem apresentar até cinco listras escuras. Dessa forma, os caracóis são extremamente variáveis nos seus padrões de cores. Cain e Sheppard foram capazes de demonstrar que a taxa de predação dos diferentes padrões de cores desses gastrópodes por pássaros estava diretamente correlacionada com o ambiente que eles habitavam. Organismos listrados sofriam maior predação em áreas descampadas, enquanto os lisos, em áreas arbustivas.

Em 1979, Gould e Lewontin publicaram um artigo no qual aplicaram o termo “programa adaptacionista” à pesquisa que é baseada na fé no poder da seleção natural como agente otimizador. Nesse programa de pesquisa, os organismos são encarados como conjuntos de características mais ou menos independentes, e não como todos integrados e interdependentes. Dessa forma, isolando o organismo em partes, é possível construir um cenário que poderia explicar a evolução adaptativa de cada uma das partes isoladamente. Assim, o programa adaptacionista produzia um sem-número de cenários para um sem-número de características, de modo que era possível explicar quase tudo. Lewontin e Gould também se referiam ao programa adaptacionista como *telling stories* (contando histórias).

A observação cuidadosa nos indica, no entanto, que os organismos vivos não são projetados de modo ótimo, que muitas características, simplesmente, não são adaptativas e que as diferenças entre as espécies têm origem em razões outras que não a seleção natural. Vamos ver algumas explicações alternativas:

1) Como já estudamos na Aula 16, existem evidências cada vez mais fortes de que a deriva gênica tem um papel relevante na evolução. É possível que, do mesmo modo que na evolução molecular, a deriva possa ter tido um papel importante na evolução de caracteres morfológicos e comportamentais, principalmente em populações pequenas, nas quais a seleção natural teria de ser muito forte para suplantar a força de deriva.

2) Características vestigiais ou inúteis, como a presença de olhos em animais cavernícolas, é, algumas vezes, explicada por complicados cenários de seleção natural. Contudo, hipóteses que consideram que mutações que afetam os órgãos visuais desses animais são neutras uma vez que estes vivem em ambientes sombrios, são mais parcimoniosas. Ou seja, é possível explicar a presença de olhos inúteis em animais cavernícolas por ausência de seleção natural, e não pela sua ação.

3) Algumas características podem representar anacronismos, pois evoluíram em situações que não existem mais na atualidade. Por exemplo, muitas árvores tropicais apresentam frutos que são adaptados para o transporte por grandes mamíferos, que foram extintos dessas regiões.

4) Uma característica pode estar correlacionada geneticamente com outra que está sob seleção. Um exemplo clássico disso são os casos de pleiotropia (ver Genética Básica). Uma manifestação comum

da pleiotropia é o crescimento **ALOMÉTRICO**. Assim, o *Tyrannosaurus rex* apresentava membros anteriores diminutos (ver Aula 27: Dinossauros, na disciplina Diversidade dos Seres Vivos) não porque o tamanho pequeno dos membros dianteiros fosse uma característica adaptativa, mas, provavelmente, devido a uma correlação negativa de desenvolvimento entre o tamanho do corpo e os membros dianteiros. Esse tipo de correlação alométrica é comum entre os dinossauros terópodes.

5) Uma das versões mais radicais do programa adaptacionista é a Sociobiologia. Este campo de pesquisa está interessado no estudo dos comportamentos como produto da evolução adaptativa. Porém, muitas características podem ter origem na ação direta do ambiente ou do aprendizado. Isto é particularmente importante quando se está trabalhando com organismos para os quais o aprendizado tem um papel importante, especialmente os seres humanos.

6) A característica observada pode ser, apenas, uma consequência das leis da Física e da Química. No final da nossa Aula 14, falamos do comportamento dos peixes-voadores. Segundo uma visão adaptacionista, o comportamento desses peixes, de voltarem para a água depois do vôo, seria adaptativo, uma vez que eles não sobreviveriam no ar. Contudo, como esses peixes apenas planam, o retorno à água se deve ao efeito da gravidade, e nada mais.

Como você deve ter percebido, quando a questão é adaptação, nem tudo que reluz é ouro.

## CONCLUSÃO

A adaptação dos organismos a seus ambientes é uma das consequências mais importantes do processo evolutivo. De maneira geral, a adaptação é uma característica ou o processo que habilita os organismos a sobreviverem e se reproduzirem, ou que aumenta a chance de isso ocorrer. Muito da Biologia, seja Zoologia, Botânica, Bioquímica, Fisiologia ou Ecologia, se dedica ao estudo das adaptações. Nesta aula discutimos a complexidade do conceito de adaptação, bem como a força e a fraqueza das explicações de cunho adaptativo.

### ALOMETRIA

O termo alometria foi cunhado em 1936 e designa a relação entre as mudanças na forma e no tamanho total do organismo. Assim, modernamente, alometria designa as mudanças nas dimensões relativas de partes do corpo de um organismo que estão correlacionadas às mudanças no tamanho total.

## RESUMO

A despeito das muitas conotações que a palavra adaptação possa ter (bem-estar, aclimatação, desenho etc.), a sua definição, na moderna teoria evolutiva, está sempre ligada à seleção natural e à variação gênica. Mesmo assim, são possíveis três sentidos para ela: caráter, processo ou estado de ser de um organismo ou população. Intimamente ligado ao estudo das adaptações está o problema da definição de ambiente que, como vimos, no estudo da evolução significa mais do que, simplesmente, o ambiente, ecológico externo. Existem outros fatores importantes, tais como as relações internas entre os caminhos bioquímicos e do desenvolvimento, as relações internas entre os órgãos etc. Essa relação, entre as partes e o todo, nos permite afirmar que, para um determinado caráter, todos os outros funcionam como ambiente. Além disso, os organismos determinam os aspectos do mundo físico externo que compõem o seu ambiente, estabelecem relações entre aqueles aspectos que são relevantes para eles como, também, num certo sentido, constroem um mundo à sua volta. Embora o estudo das adaptações seja reconhecido como muito importante para entender a evolução, alguns exageros foram cometidos nesse sentido: o programa adaptacionista representou, durante muito tempo, no seio da teoria evolutiva, um exagero na utilização das explicações de cunho adaptativo. Nesse programa de pesquisa, os organismos são encarados como conjuntos de características mais ou menos independentes, e não como todos integrados e interdependentes. Na atualidade, além da seleção natural, tem-se utilizado explicações alternativas para a evolução dos organismos e suas características. Entre essas estão: a deriva gênica, os anacronismos, as correlações alométricas e a influência direta do ambiente.

## ATIVIDADES FINAIS

1. No começo desta aula, dissemos que o conceito de adaptação seria estudado de um ponto de vista darwinista. Explique o que isso significa.

---

---

---

### RESPOSTA

*Todas as definições de adaptação estudadas tinham dois elementos fundamentais: a variação gênica e a seleção natural.*

### COMENTÁRIO

*Esta questão demanda de você a compreensão daquilo que não cansamos de repetir: a grande revolução darwiniana foi a perspectiva materialista da variação! Entendido isso, é fácil responder a esta questão. Caso não tenha conseguido responder a esta atividade corretamente, é bom rever as Aulas 3 (Histórico do Estudo da Evolução) e 4 (A Nova Síntese Evolutiva) de Evolução.*

2. Por que pode ser dito que, para um determinado caráter, todos os demais funcionam como ambiente?

---

---

---

### RESPOSTA

*Como o ambiente é tudo que se relaciona e influencia a expressão dos caracteres, todos os outros caracteres estarão influenciando o modo como o caráter específico estará se expressando no organismo, uma vez que é importante que a parte se integre de maneira harmônica com o todo.*

### COMENTÁRIO

*Esta atividade é simples! Qualquer problema na sua resolução é porque “existem mais mistérios entre o céu e a terra do que a nossa vã imaginação (era) capaz de prever”. Volte lá e estará resolvido esse mistério!*

## **AUTO-AVALIAÇÃO**

Depois de uma atividade presencial e dois estudos dirigidos nas aulas anteriores, você deve ter ficado feliz com o pequeno número de tarefas desta aula, não é mesmo? Contudo, acreditamos que, mesmo assim, sua cabeça deve estar um pouco quente... Esta foi uma aula muito crítica, em que você tinha de reconsiderar muitas idéias. A melhor opção nesse caso é digeri-la bem. Para o seu curso de Biologia e a sua disciplina de Evolução, esta discussão está de bom tamanho, mas se você se sentiu instigado, provocado ou incomodado, a melhor opção é ler um pouco mais. Nesse caso, o livro *A tripla hélice*, de Lewontin, é uma ótima opção para as horas vagas, finais de semana ou férias.

## **INFORMAÇÕES SOBRE A PRÓXIMA AULA**

Se você não agüentava mais esses processos deterministas, na próxima aula você vai voltar ao bar – o endocruzamento é uma força estocástica. Os professores de Evolução advertem: estude com moderação!