

Especiação

AULA

22

Meta da aula

Definir e comparar os processos de especiação.

objetivos

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

- Diferenciar o processo de especiação alopátrica de simpátrica.
- Conhecer algumas das definições de espécie.

Pré-requisitos

Para a discussão sobre os conceitos de espécies, é muito importante que você tenha entendido bem os conteúdos de Introdução à Zoologia. Também são importantes muitos dos conteúdos que você já estudou em Evolução (Aulas 1 a 4, 16, 18 e 21). Por fim, reveja a Aula 9 (Ação da Seleção Natural) da disciplina Grandes Temas em Biologia; lá você encontra uma introdução rápida da história que estaremos contando aqui.

INTRODUÇÃO

Darwin intitulou de *A origem das espécies* o seu principal livro. Isso, certamente, não foi por acaso, já que ele tinha consciência de que o problema fundamental com o qual uma teoria evolutiva deveria lidar seria o processo de formação de novas espécies: a especiação. Ele não resolveu de maneira definitiva a questão, mas formulou e fundamentou sua hipótese. Contudo, mais importante do que isso, Darwin nos legou uma visão inteiramente nova do mundo vivo: a perspectiva materialista da variação (Aula 3: Histórico do Estudo da Evolução). Com isso, a especiação passou a ser entendida, de maneira simples, como um processo de fracionamento da variação intrapopulacional em variação interpopulacional. A natureza das diferenças entre as espécies deixava de ser uma essência imaterial e tornava-se igual à das diferenças entre os indivíduos dentro da mesma espécie (Aula 4: A Nova Síntese Evolutiva).

Embora Darwin tenha se debruçado sobre o problema da especiação, ele não meteu a mão numa cumbuca igualmente complicada: como se poderia definir uma espécie? Hoje, quase 150 anos depois da publicação de *A origem das espécies*, a definição de espécie ainda é um problema.

Nesta aula, faremos um breve histórico do conceito de espécie e discutiremos quatro dos mais de 20 conceitos atuais para exemplificar as dificuldades de uma definição de espécie que seja, ao mesmo tempo, universal, operacional e com sentido biológico. Após essa discussão, estudaremos os modelos de especiação alopátrica e simpátrica, que são os mais debatidos na área de Evolução.

CONCEITOS DE ESPÉCIE

Histórico

O problema da definição de espécie pode ser resumido como uma busca da síntese entre a oposição Diversidade e Ordem da realidade biológica (mais uma vez, o problema da contradição e da síntese no estudo da evolução; veja a dialética na Aula 16: Controvérsias Evolutivas). O mundo vivo apresenta um caleidoscópio de cores, formas e tamanhos; esta miríade biológica não é um caos, pois parece que existe uma ordem por trás disso tudo. Foi acreditando nisso que muitos filósofos se dedicaram a tentar entender essa ordem.

Na Idade Antiga ou Antigüidade (mais de 400 a.C.), entender o que seria uma espécie estava diretamente relacionado com a capacidade de entender a Essência das coisas (ver Aula 3: Histórico do Estudo da Evolução). Para Platão, por exemplo, a espécie podia ser definida por um

conjunto de caracteres adquiridos no processo de degeneração da Idéia no mundo. Para Aristóteles, por outro lado, não havia o transformismo defendido por Platão: as espécies vivas eram fixas, e a diversidade biológica representava uma ordem predeterminada do Universo. Em ambos os casos, contudo, a seleção dos caracteres para definição de uma espécie não dependia da comparação entre os seres, mas da concepção de ordem do mundo que o estudioso tinha. Dessa forma, a classificação não atendia a princípios naturais, mas estava interessada em representar a Essência, a Idéia, a Ordem, ou seja, a Criação!

A classificação dos organismos em grupos seguia uma técnica puramente fenética (ver Aula 2: Biologia Comparada e Escolas Sistemáticas, da disciplina Introdução à Zoologia), na qual os organismos eram agrupados por redes de semelhanças. Grandes grupos eram identificados e, a partir deles, subdivisões em unidades menores eram realizadas até que tal processo não fosse mais possível. Por assumir que as espécies eram fixas e, portanto, não relacionadas, o sistema de classificação enfrentava sérias complicações. No entanto, estas idéias perduraram até o Renascimento, no século XVI.

Na Idade Clássica (séculos XVII-XVIII), **LINEU** advogou que a classificação devia ser baseada numa rede de comparações entre os seres. O estudioso não devia partir de um *a priori* a respeito do mundo, mas descobrir a ordem natural do mundo vivo por meio da observação cuidadosa dos organismos. O estudo da Natureza deixava de ser função de filósofos querendo decifrar a criação e passava a ser o ofício de naturalistas, que sabiam observar. Esta atividade passou a ser realizada de maneira mais minuciosa, decompondo-se os organismos em partes (linhas, superfícies, volumes etc.). Era preciso evitar os enganos da aparência, deixar a superfície das coisas e mergulhar na profundidade das espécies. É deste período, também, o primeiro conceito de espécie propriamente dito, que incluía, além da simples semelhança (superficial ou profunda), a idéia de continuidade através de gerações.

A história do conceito de espécie refletia, até aqui, a contradição entre duas estratégias de busca da ordem natural do mundo vivo. A primeira estratégia representava uma visão **METAFÍSICA**, em que a ordem era um conjunto de signos que deviam ser decifrados por uma mente pura na sua atividade de perscrutação do Universo. Esta visão favorecia uma lógica dedutiva: era a razão que impunha, *a priori*, a sua ordem aos



CAROLUS LINNAEUS

Linnaeus (Lineu na escrita aportuguesada), botânico sueco, considerado pai da Taxonomia, nasceu em 1707 e morreu em 1778. Em 1735, publicou *Systema naturae*, com sua classificação dos seres vivos.

METAFÍSICA

Para além da Física. Diz respeito ao conhecimento das causas primeiras e dos primeiros princípios, ou seja, a essência das coisas.

EMPIRISMO

Doutrina que se baseia exclusivamente na experiência, tida como única fonte do conhecimento.

LÓGICA DEDUTIVA E INDUTIVA

Na lógica dedutiva, as conclusões resultam de um raciocínio. Na lógica indutiva, são tiradas conclusões gerais, a partir de fatos particulares.

seres vivos. A segunda estratégia era **EMPIRISTA**, buscando no método o caminho para entender a ordem que está no mundo. Neste caso, a **LÓGICA** era **INDUTIVA**, pois a observação descobria a ordem. Em ambos os casos, contudo, existia uma busca pelo essencial das espécies ou tipo, que só poderia ser obtido pela pureza, ora da razão, ora da observação.

Analise a **Figura 22.1**: ela representa o que acabamos de descrever a respeito da perspectiva dominante em cada um dos períodos históricos que analisamos. Essas perspectivas determinavam diferentes visões a respeito do que vinha a ser uma espécie e a forma de se obter conhecimento delas.

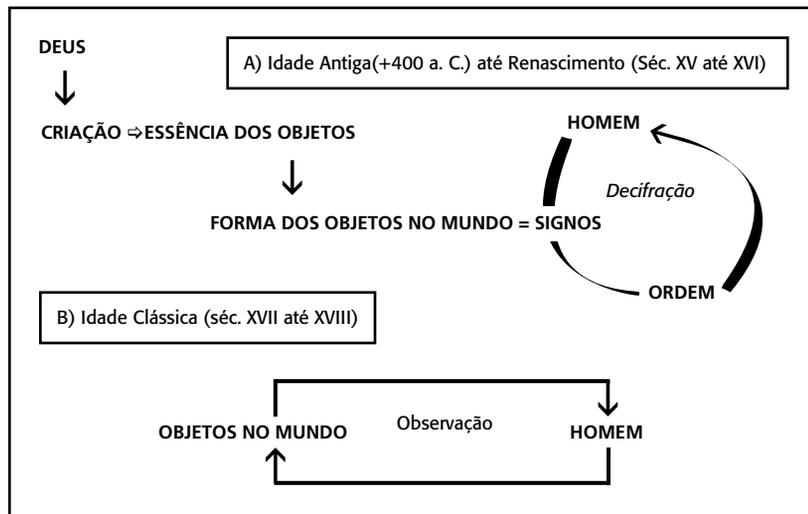


Figura 22.1: Esquema representando a visão de mundo corrente da Idade Antiga até o Renascimento (A) e na Idade Clássica (B).

Foi somente no século XIX que as idéias evolutivas passaram a integrar as concepções a respeito das espécies. Primeiramente, com as idéias de Lamarck, e posteriormente, com Darwin, é que a Taxonomia e a Sistemática passaram a ter responsabilidade em refletir a Filogenia em suas classificações (ver Aula 2: Biologia Comparada e Escolas Sistemáticas, da disciplina Introdução à Zoologia). Mais ainda, foi só neste período que a espécie passou a ser uma unidade evolutiva. Contudo, a enunciação e a utilização consistente do conceito biológico de espécie (CBE) só aconteceram entre as décadas de 1920 e 1940, já no século XX. Esse conceito, talvez o mais popular já definido até hoje, é baseado, principalmente, no fato de que espécies são populações (ou grupos de populações) e não tipos, e devem ser definidas pelo seu isolamento reprodutivo em vez de pelas suas semelhanças ou diferenças.



ATIVIDADE 1

Marque IAR para os itens que dizem respeito ao período que vai da Antigüidade até o Renascimento e ICL para aqueles que dizem respeito à Idade Clássica.

- () Platão
- () Lógica Dedutiva
- () Lineu
- () Empirismo
- () Decifração
- () Criação, essência, signos
- () Observação
- () Lógica Indutiva
- () Contar, medir, dissecar
- () Aristóteles

RESPOSTA

- (IAR) Platão*
- (IAR) Lógica Dedutiva*
- (ICL) Lineu*
- (ICL) Empirismo*
- (IAR) Decifração*
- (IAR) Criação, essência, signos*
- (ICL) Observação*
- (ICL) Lógica Indutiva*
- (ICL) Contar, medir, dissecar*
- (IAR) Aristóteles*

COMENTÁRIO

Você não deve ter encontrado nenhuma dificuldade na resolução dessa atividade; ela foi muito simples! O objetivo era começar a familiarizá-lo com as idéias de cada período. Se você encontrou alguma dificuldade, é preciso ler com um pouco mais de atenção as informações que foram apresentadas.

ALGUNS CONCEITOS DE ESPÉCIE

Atualmente, como dissemos no início desta aula, existem mais de 20 conceitos de espécie, todos eles com suas vantagens e desvantagens. A análise de um conceito de espécie envolve critérios, tais como universalidade (se é aplicável a todos os tipos de espécie: sexuadas ou assexuadas, fósseis ou ainda vivas etc.), operacionalidade (aplicabilidade prática do conceito no dia-a-dia do sistemata) e significado biológico (o quanto o conceito é

coerente com aquilo que entendemos do processo de especiação). Com o uso desses critérios, estudaremos os conceitos biológico, filogenético, de reconhecimento e coesão de espécies, e tentaremos entender algumas das dificuldades para se obter um conceito de espécie de uso geral e amplamente aceito.

O conceito biológico de espécie (CBE) é, sem dúvida, o mais popular e influente. Mayr, em seu livro *Populações, espécies e evolução*, definiu-o da seguinte maneira: “Espécies são grupos de populações naturais intercruzantes que são isoladas reprodutivamente de outros grupos intercruzantes de populações.” A idéia central no CBE é o isolamento reprodutivo, que deve ser biológico, e não geográfico: as espécies não podem se reproduzir porque apresentam uma incompatibilidade genética, e não porque estejam separadas por alguma barreira geográfica. Nesse caso, as espécies são vistas como sistemas fechados, ou seja, sem fluxo gênico. Este conceito é também conhecido como conceito de isolamento de espécie (CIE). Embora popular e influente, o CBE possui grandes limitações e, por isto mesmo, tem sofrido muitas críticas ao longo dos anos.

A mais antiga crítica ao CBE diz respeito à sua operacionalidade. Embora este conceito defina espécies pelo seu isolamento reprodutivo, a capacidade de intercruzamento da grande maioria das espécies é desconhecida. Por isto mesmo, na prática, a taxonomia baseada no CBE continua sendo feita com base na morfologia, ou seja, utilizando um conceito morfológico de espécie (CME). Do mesmo modo, o isolamento reprodutivo não é um critério universal, já que não se aplica para classificação de espécies com reprodução assexuada ou fósseis. Pelo CBE, espécies, por definição, não hibridizam. Todavia, um grande número de “boas” espécies (aquelas facilmente identificáveis e aceitas pelos sistematas como tal) intercruzam-se na Natureza como, por exemplo, as espécies de corvos europeus *Corvus corone* e *C. cornix*, várias espécies de *Drosophila*, espécies de caranguejo *Menippe mercenaria* e *M. adina* dos EUA, entre muitas outras.

O CBE é assumidamente um conceito que pretende informar sobre o processo de especiação; contudo, as espécies são definidas segundo mecanismos de isolamento reprodutivo, que são resultantes (ou não) do processo de diferenciação genética, e não dos mecanismos causais do processo de especiação. Do mesmo modo, a compatibilidade reprodutiva não garante monofiletismo, já que duas espécies podem ser

reprodutivamente compatíveis e, no entanto, não partilharem do mesmo ancestral (veja Introdução à Zoologia). Um bom exemplo de espécie biológica em que isolamento reprodutivo e unidade histórica não são congruentes é o pequeno mamífero *Thomomys umbrinus*, do México. Nessa espécie, raças cromossômicas ($2N=76$ e $2N=78$) apresentam populações em que as relações filogenéticas são mais próximas entre os diferentes grupos cariotípicos que apresentam isolamento reprodutivo do que para o mesmo grupo cariotípico em que existe compatibilidade reprodutiva entre as populações. Logo, relações evolutivas equivocadas podem ser construídas a partir do CBE.

Devido às grandes dificuldades enfrentadas pelo CBE, diversos conceitos alternativos de espécie têm sido propostos. As diferentes formas do conceito filogenético de espécie (CFE) são uma dessas alternativas. Segundo uma das definições desse conceito, proposta originalmente por **JOEL CRACRAFT**, em 1983, espécies seriam: “Um grupo irredutível de organismos que pode ser distinguido de outros grupos e dentro do qual existe um padrão de parentesco do tipo ancestral e descendente”. Para o CFE as espécies devem representar linhagens evolutivas discretas, o que significa dizer que espécies representam grupos monofiléticos. O *status* de espécie é decidido principalmente com base na coesão fenotípica dentro dos grupos contra a descontinuidade fenotípica entre os grupos. Portanto, o CFE dá ênfase ao aspecto mais geral da diversidade biológica, o processo de diferenciação, não importando se este é seguido ou não de isolamento reprodutivo entre os grupos. A maior vantagem desse conceito é a sua universalidade, podendo ser ele usado sem problemas para espécies de reprodução assexuada e fósseis. Espécies que sofrem hibridização também são compatíveis com o CFE. Do ponto de vista teórico, a grande vantagem desse conceito é a introdução do tempo como um elemento na definição de espécie, ou seja, as espécies passam a representar a história de linhagens de ancestral e descendente independentes.

O CFE define espécies com base em caracteres morfológicos, porém não oferece nenhuma pista relativa a eles que sejam importantes. Isso significa que a variação fenotípica dentro de grupos pode ser interpretada de maneira diversa, sendo, portanto, subjetiva a decisão sobre o que é importante ou não. Além disso, o número de espécies reconhecidas pode ser dependente apenas dos métodos usados e de seu poder de resolução para identificar os caracteres. Por exemplo, grupos taxonômicos como

JOEL CRACRAFT

Curador do Departamento de Ornitologia do Museu Americano de História Natural (*American Museum of Natural History*). Recebeu seu doutoramento na Universidade de Columbia em 1969. Seu trabalho de pesquisa se concentra em Sistemática, Biodiversidade e Biogeografia.

JUGO E. H. PATERSON

Entomólogo, professor da Universidade de Queensland, Austrália. Uma história do desenvolvimento do seu conceito de espécie e suas principais idéias sobre a especiação podem ser encontradas no livro: Paterson, H. E.H. & S.F. McEvey (eds). 1993. *Evolution and the Recognition Concept of Species: Collected Writings*. 1st ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

**ALAN TEMPLETON**

Professor de Genética na Universidade de Washington, em St. Louis. Seu trabalho envolve a aplicação das técnicas de Biologia Molecular e da teoria da Genética de Populações no estudo de problemas evolutivos, entre eles o conceito e significado das espécies biológicas. Seus interesses envolvem, ainda, Biologia da Conservação e Evolução Humana.

algas, esponjas e corais apresentam um número restrito de caracteres pelos quais podem ser classificados. Como consequência, grande número de espécies nesses grupos foram definidas, no passado, como cosmopolitas (com extensa distribuição geográfica e ecológica). Atualmente, com o desenvolvimento das técnicas de observação, estas classificações vêm sendo revistas.

Além da universalidade, um conceito de espécie deve oferecer explicação sobre os mecanismos evolutivos causais da especiação. O CFE não faz isto, passando à margem de toda a discussão a respeito do processo de especiação. Essa é outra limitação deste conceito.

Na tentativa de superar as restrições dos conceitos anteriores, o conceito por reconhecimento de espécie (CRE) foi proposto por **PATERSON**, em 1985, e define espécies como: “O grupo populacional mais inclusivo composto de indivíduos biparentais que partilham um sistema de fertilização comum.” Esse sistema de fertilização comum inclui todos os mecanismos de reconhecimento do parceiro sexual, como, por exemplo, comportamento de corte, período reprodutivo, coloração, compatibilidade gamética etc. De fato, os componentes responsáveis pelo sucesso reprodutivo da espécie. Todas as barreiras ao fluxo gênico que agem depois da fertilização (inviabilidade e esterilidade dos híbridos, por exemplo) são excluídas da definição. O CRE vê o processo de especiação como uma ação da seleção direcional para maximizar a reprodução entre os indivíduos de uma população. O CRE e o CBE partilham sua ênfase na reprodução e no fluxo gênico; no entanto, o CRE faz isto chamando atenção para os mecanismos que propiciam a reprodução, o que evolutivamente faz mais sentido.

Embora faça mais sentido do ponto de vista biológico e evolutivo, o CRE, com sua ênfase na reprodução, sofre dos mesmos problemas e está sujeito às mesmas críticas feitas ao CBE.

O último conceito de espécie que será discutido aqui é o conceito de coesão de espécie (CCE), proposto por **TEMPLETON** em 1989. Nesse, as espécies são: “A população mais inclusiva de indivíduos que possuem o potencial de coesão fenotípica, dado através de mecanismos intrínsecos de coesão.” Esses mecanismos de coesão incluem o fluxo gênico, isolamento reprodutivo, seleção natural estabilizadora, sistema de desenvolvimento, fisiologia e ecologia, entre outros. A principal vantagem do CCE é a sua universalidade, podendo incluir, por exemplo, taxa de reprodução

assexuada. Do mesmo modo, inclui na definição um grande número de mecanismos evolutivos que promovem a especiação e que estavam ausentes nos outros conceitos de espécie. Entretanto, o CCE sofre das mesmas dificuldades operacionais do CRE e do CBE.

Uma tendência dos modernos conceitos de espécie tem sido mudar da visão de espécie como sistema fechado (CBE) para uma visão mais flexível, em que as espécies sejam vistas como produtos da interação entre inúmeras forças evolutivas (CCE). Esta tendência reflete uma mudança de interesse: da simples ordenação da biodiversidade para o entendimento do processo de especiação.



ATIVIDADE 2

Você encontrará a seguir uma lista de características que marcam a ênfase de cada um dos conceitos de espécie discutidos. Marque CBE, CFE, CRE ou CCE, conforme a característica diga respeito aos conceitos biológico, filogenético, de reconhecimento ou coesão de espécies.

- () Monofilia
- () Isolamento reprodutivo
- () Sistema de fertilização comum
- () Mecanismos de coesão

RESPOSTA

- (CFE) Monofilia
- (CBE) Isolamento reprodutivo
- (CRE) Sistema de fertilização comum
- (CCE) Mecanismos de coesão

COMENTÁRIO

Como na Atividade 1, você não dever ter encontrado muita dificuldade para resolver essa questão; ela também era óbvia! É com um passo de cada vez que toda a informação desta aula vai ficando assim... óbvia para você!

O PROCESSO DE ESPECIAÇÃO

Especiação alopátrica

A grande revolução da teoria darwiniana, no que diz respeito à concepção de espécie, foi a mudança de uma perspectiva tipológica para uma concepção populacional. A espécie não é mais um tipo, mas um grupo (ou grupos) de indivíduos que partilham caracteres e têm continuidade

histórica a partir da reprodução. Nesta perspectiva, o processo de especiação é a conversão da variação entre os indivíduos dentro de uma população em variação entre populações no tempo e no espaço. Geneticamente, esse processo pode ocorrer pela ação da:

a) seleção natural disruptiva, produzindo divergência na composição genotípica de populações geográficas que, conseqüentemente, ficam mais homogêneas dentro de cada região enquanto sofrem diferenciação entre as regiões (ver Aula 13: Seleção Natural 1) e

b) deriva genética, sob a qual as populações geográficas sofrem perda de variação gênica; mas, como o processo é estocástico, diferentes populações terão diferentes genótipos fixados (ou com frequências estatisticamente diferentes) (ver Aula 11: Deriva Gênica).

O processo de diferenciação depende, no entanto, de a migração entre as populações ser limitada o suficiente para prevenir a homogeneização devido ao fluxo gênico. Por isso, o processo é definido como alopátrico, ou seja, depende do isolamento geográfico entre as populações. Barreiras geográficas, tais como rios ou montanhas, funcionam como impedimento ao fluxo gênico.

Este processo de diferenciação pode manter, em diferentes regiões geográficas, populações nas quais a frequência gênica de determinados alelos é significativamente diferente, sendo elas assim referidas como raças. Se esse processo resulta em diferenciação mais extrema, em que as populações geográficas (raças) apresentam, por exemplo, a fixação de alelos alternativos de modo que indivíduos de procedência anônima possam ser identificados como característicos de uma região ou outra, as populações podem ser referidas, então, como subespécies. O processo de especiação estará completo quando populações geográficas apresentarem nível de diferenciação suficiente para que possam exibir isolamento reprodutivo em simpatria (CBE), constituírem-se como linhagens evolutivas independentes (CFE) ou partilharem o mesmo sistema de reconhecimento ou coesão independente das demais populações (CRE e CCE). Observe a **Figura 22.2** para visualizar o que estamos descrevendo.

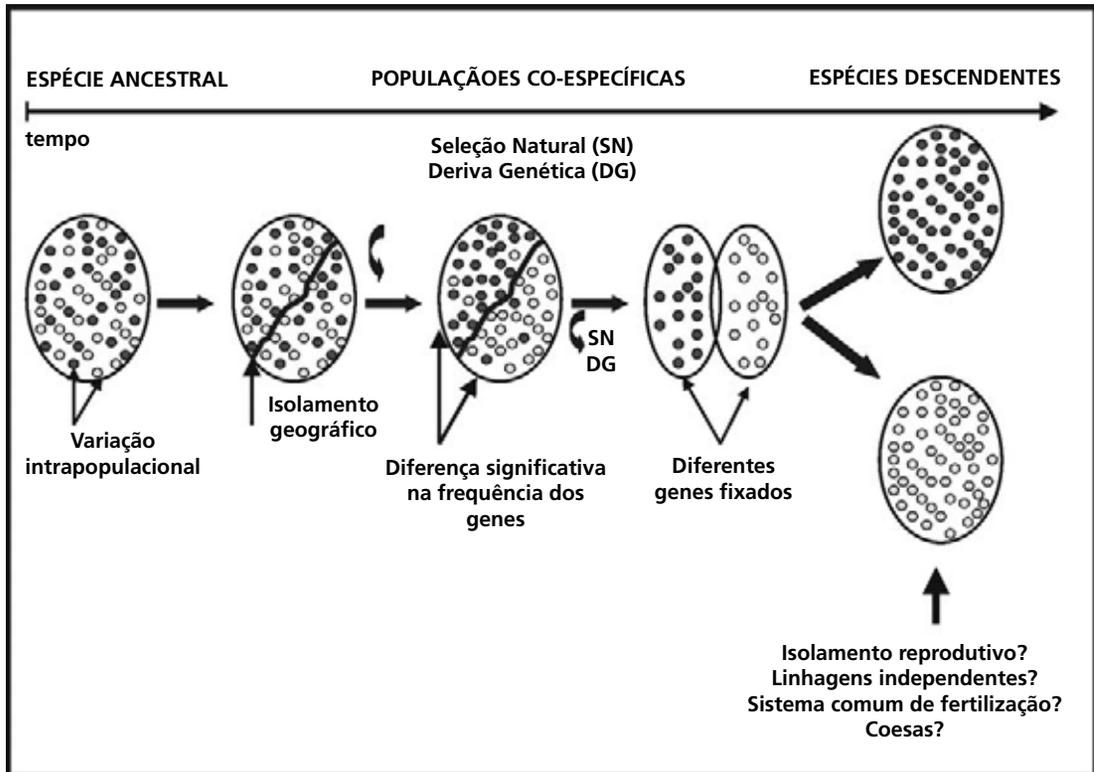


Figura 22.2: Esquema representando o processo de especiação alopátrica.

Mas, qual é o nível de diferenciação genética necessário para determinar a especiação? Não existe uma resposta simples para essa questão. As diferenças entre espécies são, geralmente, poligenicamente controladas; algumas vezes são causadas por poucos genes, mas com forte interação epistática entre eles. Em alguns casos, especialmente em plantas, as diferenças entre as espécies podem ser determinadas por um ou dois genes apenas.

Outra questão relevante é a natureza da diferença genética que influencia o processo de especiação. Em alguns casos, o isolamento reprodutivo pode originar-se de uma interação entre genes cromossômicos e fatores citoplasmáticos transmitidos através do ovo, como em mosquitos do gênero *Culex*. Alguns estudos têm demonstrado, também, que os rearranjos cromossômicos podem ter um papel relevante no processo de especiação. Por exemplo, duas espécies de planta da Califórnia, *Clarkia lingulata* e *C. biloba*, são praticamente idênticas do ponto de vista morfológico; contudo, diferem por uma translocação, duas inversões pericêntricas e fissão de um cromossomo, o que torna estéreis os híbridos dessas duas espécies.

O processo de especiação alopátrica que acabamos de estudar é, provavelmente, o principal mecanismo de especiação em animais e, certamente, o mais bem entendido entre os mecanismos de especiação. Não sendo o único, o processo de especiação simpátrica é um mecanismo alternativo.

Especiação simpátrica

A visão darwinista ortodoxa admite que espécies irmãs de reprodução sexuada e que ocupam a mesma distribuição geográfica resultaram de especiação alopátrica no passado, sendo a distribuição geográfica atual um evento ocorrido após o processo de especiação em isolamento geográfico. Contudo, eventos de especiação em simpatria (ou seja, formação de novas espécies sem a necessidade de barreiras geográficas) também têm sido propostos. Para estes modelos, a chance de reprodução entre dois indivíduos não estaria na dependência de barreiras físicas, mas de seus genótipos.

Os estudos para demonstrar a possibilidade de especiação simpátrica na Natureza incluem aqueles que tentam a caracterização de polimorfismos genéticos responsáveis pela escolha ou uso do habitat. Nesse caso, o elemento fundamental para iniciar o processo de especiação seria a aquisição de alelos, por alguns indivíduos dentro de uma população, que conferissem a eles vantagem adaptativa em novos habitat. Esses novos alelos poderiam conduzir a reprodução preferencial destes indivíduos nesses habitat, o que produziria um processo de divergência na população, formando raças que, ao longo do tempo, evoluiriam para formar espécies distintas.

Os polimorfismos genéticos relacionados com preferência por habitat existem na Natureza, sendo inclusive associados a mudanças importantes no fenótipo. Um bom exemplo desse tipo de polimorfismo ocorre entre os peixes ciclídeos *Perissodus microlepis*, do lago Tanganica. Nesses peixes, alelos distintos em apenas um loco promovem mudanças no hábito alimentar que conferem vantagem adaptativa aos seus portadores, bem como modificam o tipo de boca dos indivíduos, que são, desta forma, facilmente identificáveis no campo.

O modelo de especiação simpátrica mais bem estabelecido é o de especiação instantânea, por poliploidia, que ocorre em plantas. Por exemplo, se houver a formação de um híbrido tetraplóide a partir de duas espécies diplóides, este estará isolado reprodutivamente das duas

espécies ancestrais, uma vez que o retrocruzamento terá como resultado a formação de inúmeros gametas desbalanceados. Contudo, essa espécie pode se reproduzir assexuadamente. No caso de acontecer uma duplicação do número de cromossomos desse híbrido (alopoliploidia), uma quarta espécie pode ser formada, agora com a possibilidade de reprodução sexuada, já que os cromossomos, pela duplicação, estão outra vez balanceados. Tais complexos poliplóides têm sido descritos para muitos gêneros de plantas.



ATIVIDADE 3

Marque ALO ou SIM, conforme se refira, respectivamente, aos processos de especiação alopátrica ou simpátrica.

- () A chance de reprodução entre indivíduos está na dependência da região geográfica.
- () A chance de reprodução entre indivíduos está na dependência dos genótipos.
- () Aloploidia
- () Seleção natural disruptiva

RESPOSTA

(ALO) A chance de reprodução entre indivíduos está na dependência da região geográfica.

(SIM) A chance de reprodução entre indivíduos está na dependência dos genótipos.

(SIM) Aloploidia.

COMENTÁRIO

Mais uma atividade simples! Se encontrar problemas para resolvê-la, você, certamente, precisa estudar esta aula com mais seriedade, antes que cheguem as atividades finais.

CONCLUSÃO

Tanto os modelos de especiação alopátrica quanto os modelos de especiação simpátrica são incapazes de fornecer um mecanismo geral para o processo de especiação ou de produzir um consenso ou uma definição entre os vários conceitos de espécie que nós estudamos. Esta dificuldade reflete algumas características da discussão sobre conceitos de espécie e estudo do processo de especiação.

Em primeiro lugar, os diversos conceitos de espécie lidam com uma contradição de objetivos. São eles:

a) Definir espécies como unidades taxonômicas. Nesse caso, o interesse é ter um conceito que seja útil à descrição e catalogação da biodiversidade. O melhor exemplo dessa estratégia é o CFE.

b) Definir espécies como unidade e produto do processo evolutivo. Conceitos desse tipo estão interessados em informar a respeito do processo de especiação, em traçar um programa de pesquisas em genética evolutiva ou simplesmente incorporar aquilo que a genética evolutiva nos informa sobre as espécies. O CRE e o CCE se enquadram nesta estratégia.

O CBE, por sua vez, é uma tentativa de satisfazer a ambos os objetivos; contudo, como já foi discutido anteriormente, este conceito não satisfaz o primeiro objetivo basicamente por não ser operacional e, ao mesmo tempo, ao assumir as espécies como entidades fechadas, confunde mecanismos causais (forças evolutivas) com efeitos possíveis (mecanismos de isolamento), mas não obrigatórios, do processo de especiação.

Se os objetivos são diversos nos conceitos de espécie, no estudo do processo de especiação, é o objeto que é diverso. Para a pergunta sobre o que é especiação, pelo menos duas respostas são possíveis:

- a) Estudo da evolução do isolamento reprodutivo e
- b) Estudo da evolução da diversidade biológica.

Como se vê, esta diversidade de objeto está diretamente ligada ao conceito de espécie assumido. Dito de outra forma, o estudo da especiação é, de certa forma, direcionado pelo conceito de espécie. Do mesmo modo, o conceito de espécie reflete, em muito, aquilo que é admitido como importante para o processo de especiação.

RESUMO

Existem mais de 20 conceitos de espécie. Isso se deve, principalmente, ao fato de que a definição de espécie tenta atender a dois objetivos diversos: ser uma ferramenta para classificar e ordenar o mundo vivo e, ao mesmo tempo, ser uma interpretação das espécies como unidades do processo evolutivo. As primeiras idéias a respeito das espécies datam da Antigüidade; contudo, até a Idade Clássica, entender o que vinha a ser uma espécie estava sempre relacionado à busca de uma essência metafísica. Foi somente no século XIX que as idéias evolutivas passaram a integrar as concepções a respeito de espécies. Primeiramente, com a teoria de Lamarck, e posteriormente, com Darwin, é que a Taxonomia e a Sistemática passaram a ter responsabilidade de representar a filogenia em suas classificações.

A análise de um conceito de espécie envolve critérios tais como universalidade, operacionalidade e significado biológico. É muito difícil encontrar um conceito de espécie que se adeque a todos esses critérios. Já que os conceitos biológico, filogenético, de reconhecimento e coesão de espécies, ora atendem a um, ora a outro dos critérios utilizados. Contudo, uma tendência geral dos conceitos mais modernos é passar a encarar as espécies como produtos da interação entre inúmeras forças evolutivas, o que reflete uma mudança de interesse: da simples ordenação da biodiversidade para o entendimento do processo de especiação.

Mas como se dá a especiação? Existem dois modelos principais que tentam explicar esse processo: alopatria e simpatria. No primeiro caso, o processo de diferenciação depende do isolamento geográfico entre as populações, que vão acumulando diferenças genéticas. Esse processo é, provavelmente, o principal mecanismo de especiação em animais. Na especiação simpátrica, a chance de reprodução entre dois indivíduos não está na dependência de barreiras físicas, mas na dos genótipos dos indivíduos. Nesse caso, polimorfismos genéticos podem determinar a escolha ou uso do habitat. Contudo, o modelo de especiação simpátrica mais bem estabelecido é o de especiação instantânea, por poliploidia, que já foi descrito para muitos gêneros de plantas.

O estudo e a compreensão do processo de especiação é, de certa forma, informado pela definição de espécie que está sendo utilizada. Do mesmo modo, os diferentes conceitos de espécie refletem, também, aquilo que é considerado importante para o processo de especiação.

ATIVIDADES FINAIS

1. Explique por que até o Renascimento a definição de espécie era baseada numa decifração do mundo vivo e, a partir de Lineu, ela passa a estar na dependência de uma observação cuidadosa.

RESPOSTA

Porque até o Renascimento acreditava-se que conhecer uma espécie era entender a sua essência. Para tanto, era necessário decifrar a criação a partir dos signos deixados por Deus na forma das coisas presentes no mundo. Era usada uma lógica dedutiva. A partir de Lineu, a perspectiva passa a ser empirista, ou seja, o conhecimento das espécies estava ligado a um método indutivo; portanto, era preciso observar os seres vivos de maneira cuidadosa. Para tanto, era necessário contar, medir, dissecar etc.

COMENTÁRIO

Esta questão demanda de você uma boa compreensão da discussão que fizemos sobre o histórico do conceito de espécie. Caso não tenha conseguido responder a esta atividade corretamente, é bom reler toda a discussão.

2. Qual a mudança fundamental das concepções a respeito de espécie com a entrada em cena das idéias evolutivas?

RESPOSTA

As idéias evolutivas determinaram que os conceitos de espécie passassem a refletir a filogenia (ancestralidade comum), a perspectiva populacional e a continuidade das espécies na reprodução.

COMENTÁRIO

Como na questão anterior, aqui também é preciso que você tenha compreendido bem a discussão sobre os conceitos de espécie.

3. A que se deve a existência de tantos conceitos de espécie?

RESPOSTA

Se deve à dificuldade de compatibilizar objetivos como a ordenação da biodiversidade a partir da classificação biológica e, ao mesmo tempo, refletir o processo evolutivo. Para a Sistemática e a Taxonomia, as espécies devem ser sistemas fechados e estanques, enquanto evolutivamente as espécies são sistemas dinâmicos sob a ação das forças evolutivas.

COMENTÁRIO

Como você já deve ter percebido, as atividades finais desta aula exigem de você mais do que simplesmente o domínio das informações; é preciso que você saiba utilizar essas informações de maneira crítica.

4. Em que sentido *A origem das espécies*, de Charles Darwin, é, ainda, um texto atual em relação ao problema da especiação?

RESPOSTA

No sentido de que é a partir de A origem das espécies que a especiação é entendida como um processo de transformação de variação intrapopulacional em variação interpopulacional.

COMENTÁRIO

Se você acertou a resposta, então, a sua compreensão e o seu poder de síntese estão adequados para os objetivos desta aula. Caso contrário, é importante que você, além desta aula, reveja também a Aula 3: Histórico do Estudo da Evolução.

AUTO-AVALIAÇÃO

Esta aula envolveu três momentos: uma perspectiva histórica, uma discussão e a apresentação de modelos. Nesse sentido, ela não foi exatamente uma aula simples, mas esperamos que tenha sido clara o suficiente. As atividades finais podem ser um bom termômetro da sua compreensão. Caso tenha enfrentado dificuldades para resolvê-las, aconselhamos uma nova leitura integral da aula que, agora, deve fluir melhor.

INFORMAÇÕES SOBRE A PRÓXIMA AULA

Na próxima aula, você vai ser informado a respeito das evidências moleculares da relação evolutiva entre os grandes grupos de seres vivos. Para além da especiação, estaremos estudando a Macroevolução!