

A nova síntese evolutiva

objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Analisar as causas da contradição entre mendelismo e darwinismo.
- Explicar a natureza da síntese evolutiva.
- Descrever a teoria sintética da evolução.

GREGOR MENDEL

Nasceu na Morávia, Áustria, em 1822, filho de pais fazendeiros. Aos 21 anos, entrou para o Monastério Augustiniano de St. Thomas, em Brünn (hoje, Brno, na República Tcheca).



KARL CORRENS

Geneticista e botânico alemão, nasceu em Munique, em 1864. Juntamente com De Vries e Tschermak redescobre os princípios da hereditariedade de Mendel.



ERICH TSCHERMAK

Agrônomo austríaco. Embora indicado como um dos três redescobridores das leis de hereditariedade de Mendel, sua contribuição é, nos dias de hoje, posta em dúvida por alguns pesquisadores da história das ciências.

PÁRA-CIENTÍFICOS

À margem, do lado de fora da Ciência.

INTRODUÇÃO

A teoria evolutiva, tal como é entendida hoje, tem por base tanto nos trabalhos de Darwin quanto de Mendel. Contudo, como foi visto na aula anterior, estes trabalhos estiveram, muitas vezes, em contradição. Isto porque, enquanto o trabalho de Darwin buscava entender o processo de mudança das espécies, o trabalho de Mendel estava preocupado com uma explicação para herança, ou seja, era um modelo para a estabilidade.

Já nos detivemos um pouco, na aula anterior, na história da “teoria da mudança”, o darwinismo. Vamos falar um pouco, agora, sobre a história do “modelo da estabilidade”, o mendelismo. No seu curso de Genética, você já estudou detalhes da história desta ciência como um todo. Aqui estaremos nos fixando na história da Genética dos primeiros 30 anos do século XX, ressaltando aqueles aspectos que são importantes para entender os problemas enfrentados para a constituição da Teoria Sintética da Evolução.

MODELO MENDELIANO, MENDELISMO E GENÉTICA CLÁSSICA

A fundação da Genética Clássica tem três momentos importantes. Primeiro, a constituição do modelo interpretativo da herança biológica, em 1860, com os trabalhos de **GREGOR MENDEL** (1822-1884). Estes trabalhos ficaram no esquecimento por 40 anos até que, no segundo momento, em 1900, Hugo De Vries (1848-1935), **KARL ERICH CORRENS** (1864-1933) e **ERICH TSCHERMAK VON SEYSENEGG** (1872-1962), de forma independente, redescobrissem os trabalhos do monge agostiniano. O terceiro momento importante é a constituição dos princípios básicos da Genética Clássica, estabelecidos em 10 anos de trabalho, a partir de 1910, pelo Grupo das drosófilas, como era conhecido o grupo liderado pelo geneticista **THOMAS HUNT MORGAN** (1866-1945), nos EUA.

Dentre os muitos aspectos revolucionários presentes no modelo mendeliano de herança, um aspecto interessante é que ele rompeu, na sua época, com todos os questionamentos **PÁRA-CIENTÍFICOS** a respeito da herança. Por exemplo, na discussão a respeito da herança dos traços de nobreza se postulava,



THOMAS MORGAN

Geneticista americano, líder do grupo das drosófilas na Universidade de Columbia, Prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina, em 1933.

freqüentemente, que o sangue, de alguma forma, poderia ser o responsável pela transmissão dos traços hereditários (a associação do sangue às questões de hereditariedade persiste até hoje em expressões do tipo “sangue azul” e “cavalo puro-sangue”). Não deixa de ser irônico, portanto, que o trabalho experimental que deu origem à nossa compreensão sobre a hereditariedade tenha sido realizado com uma planta, a ervilha-de-cheiro *Pisum sativum*, que, claramente, estava fora destas questões sanguíneas.

Outro dado interessante, a respeito do modelo mendeliano de herança, é que ele, para funcionar, precisava assumir a existência de entidades desconhecidas, objetos dos quais não era possível demonstrar a existência naquele momento; os fatores hereditários, os famosos ‘A’ (azões) e ‘a’ (azinhos). Mendel teve a coragem de imaginar, na razão, a existência do seu objeto de estudo, um objeto novo, os fatores hereditários, mais tarde denominados genes. Estava assim inaugurada uma ciência nova, de um objeto novo, a Genética. Desta forma, uma das grandes novidades dos trabalhos de Mendel foi a aventura de construir estes objetos racionais para explicar as suas observações de como as características discretas das ervilhas-de-cheiro estavam sendo herdadas ao longo da gerações. Mendel não tinha como demonstrar a existência material dos fatores hereditários, que sustentavam a realidade apenas no interior do seu modelo. A Genética começava ali, na própria construção teórica dos fatores hereditários, que tinham a interessante característica de estarem aos pares (mesmo sem se conhecer, na época, o que significava ser haplóide ou diplóide), e o intrigante comportamento de se segregarem de forma independente na formação das células reprodutivas (mesmo sem serem conhecidos, na época, os mecanismos de mitose e meiose). O esquecimento, durante 40 anos, do modelo mendeliano de herança pode ser devido, entre outras coisas, ao caráter marginal e revolucionário destes trabalhos.

Logo depois da redescoberta dos trabalhos de Mendel, em 1900, alguns cientistas tomaram, como desafio, produzir trabalhos experimentais de acordo com a interpretação dos fatos dada pelo modelo mendeliano de herança. Estes trabalhos deram origem ao que chamamos grupo dos mendelistas. Entre os mendelistas, De Vries e **WILLIAM BATESON** (1861-1926) opuseram-se violentamente ao darwinismo. Influenciados pelos exemplos de herança de características discretas, oferecidos pelo modelo mendeliano, estes dois pesquisadores entendiam a evolução como um processo com base na herança de grandes diferenças entre os organismos e com pouca influência da seleção natural. Como já vimos na aula anterior, uma das versões desta idéia daria origem ao mutacionismo.



WILLIAM BATESON

Biólogo inglês, um dos primeiros a aceitar as leis mendelianas de herança; denominou de Genética a nova ciência da herança biológica.

É importante lembrar que, neste período, o modelo mendeliano de herança, do mesmo modo que a teoria darwinista, não era universalmente aceito. Tanto o modelo mendeliano, quanto a teoria darwinista, estavam ainda sendo experimentados em relação a uma gama de dados e observações já acumulados pelos pesquisadores. Do mesmo modo, novas observações estavam sendo realizadas com o fim de testar as assertivas dessas duas teorias. Dessa forma, as denominações mendelismo e darwinismo identificavam grupos de pesquisadores nem sempre homogêneos em relação às suas interpretações a respeito do que era o modelo mendeliano e a teoria darwinista. Contudo, esses grupos partilhavam algumas características importantes em relação às suas idéias e ao modo como realizavam o seu trabalho, o que foi descrito na aula anterior, quando tratava do período neo-darwinista.

A aceitação geral do modelo mendeliano de herança só viria com os trabalhos do Grupo das drosófilas, grande responsável pela construção do que, hoje, conhecemos como Genética Clássica. Mesmo aqui, a contradição entre mendelismo e darwinismo estava presente. Por exemplo, Morgan não confiava nas idéias darwinistas e sua procura de mutantes visíveis em *Drosophila* era mais baseado num fascínio pelo mutacionismo de De Vries. Do mesmo modo, interpretações lamarckistas eram oferecidas para resultados experimentais que desviavam das proporções mendelianas esperadas, como é o caso da expressão variável do fenótipo de algumas mutações dominantes, como *Beaded* (moscas com asas longas e estreitadas em alguns pontos). Por outro lado, **HERMANN JOSEPH MULLER** (1890-1967), outro integrante do Grupo das drosófilas, era quem tentava compatibilizar os resultados da nova ciência com as idéias do darwinismo. No caso da mutação dominante *Beaded*, por exemplo, Muller buscava explicações no efeito de interação entre os genes.

A partir deste ponto, a década de 1920, o modelo mendeliano já tinha alcançado aceitação geral e a Genética Clássica já existia como uma ciência bem estabelecida. E o darwinismo?



HERMANN MULLER

Geneticista americano, nascido em Nova York, em 1890. Prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina, em 1946, pela descoberta de que as mutações podem ser induzidas por radiação.

No meio do caminho

No meio do caminho tinha uma pedra
tinha uma pedra no meio do caminho
tinha uma pedra
no meio do caminho tinha uma pedra.

Nunca me esquecerei desse acontecimento
na vida de minhas retinas tão fatigadas.
Nunca me esquecerei que no meio do caminho
tinha uma pedra
tinha uma pedra no meio do caminho
no meio do caminho tinha uma pedra.

(ANDRADE, 1928)

Como já vimos, o modelo mendeliano de herança lidava com a herança de caracteres discretos, como, no caso da ervilha-de-cheiro: a cor da flor, a forma da ervilha, a cor da vagem etc. Esse modelo atribuía a herança destas características à herança de fatores hereditários (elementos que passavam de pais para filhos através das células reprodutivas).

A Genética Clássica, inclusive, descrevia a organização destes fatores (agora chamados genes) nos cromossomos como um conjunto de “contas em um colar”.

Em contraposição à interpretação mendeliana, existia uma outra perspectiva que estudava a herança de características contínuas (altura, peso etc.), que apresentam pequenas diferenças entre os indivíduos de uma população. Os pesquisadores que estudavam a herança deste tipo de variação eram chamados de biometristas; **KARL PEARSON** (1857-1936) e **WALTER FRANK RAPHAEL WELDON** (1860-1906) eram dois nomes importantes da Biometria. Estes pesquisadores eram muito bons em Matemática e desenvolveram inúmeros métodos estatísticos para descrever e estudar a herança da variação contínua. Neste caso, os pesquisadores eram muito mais simpáticos ao darwinismo, uma vez que a percepção da variação que eles tinham era diferente daquela dos mendelistas, ou seja, eles viam muita variação constituída de pequenas diferenças entre os indivíduos dentro das populações. Contudo, os biometristas não foram capazes de explicar a hereditariedade com a mesma eficiência, simplicidade e elegância do modelo mendeliano.



KARL PEARSON

Nasceu em Londres, em 1857, membro de uma família de classe média alta. Estudou Matemática na Universidade de Cambridge. Conhecido estatístico, desenvolveu os testes de qui-quadrado.



WALTER WELDON

Pesquisador inglês, colaborador de Pearson e um dos fundadores da revista *Biométrica*.



RONALD FISHER

Matemático inglês, nascido em Londres, em 1890, e um dos pais da Teoria Sintética da Evolução.



SEWALL WRIGHT

Geneticista americano e um dos pais da Teoria Sintética da Evolução, na sua vertente da genética de populações.



JOHN HALDANE

Geneticista inglês, um dos pais da Teoria Sintética da Evolução.

Para a teoria evolutiva, portanto, um dos principais problemas era compatibilizar uma genética atomística, que encarava o organismo como um conjunto de características discretas sendo herdadas de maneira invariante com a variação contínua presente nas populações naturais, que era descrita pelos pesquisadores de História Natural e estudada pelos biometristas. Em 1918, **RONALD AYLMER FISHER** (1890-1962) publicou um artigo onde demonstrava que todos os resultados obtidos, pelos biometristas, para herança de características de variação contínua poderiam ser derivados do modelo mendeliano, sendo necessário, para tanto, assumir a contribuição de vários locos e vários alelos com interação aditiva, nos casos mais simples. Um problema estava resolvido, menos uma pedra havia no meio do caminho.

O outro problema dos darwinistas era demonstrar que a seleção natural poderia operar sobre populações mendelianas, de modo a produzir os efeitos esperados pela teoria evolutiva darwiniana. Este problema foi resolvido na década de 1930, com os trabalhos teóricos de R. A. Fisher, **SEWALL WRIGHT** (1889-1988) e **JOHN BURDON SANDERSON HALDANE** (1892-1964). O trabalho destes três teóricos demonstrou que era possível entender o processo evolutivo como um processo de mudança das frequências gênicas dentro das populações. As idéias de Fisher, Haldane e Wright, que possibilitaram a síntese, foram sumarizadas e publicadas por volta de 1930. Fisher publicou o livro *The genetical theory of natural selection*, em 1930. Haldane também publicou um livro, *The causes of evolution*, em 1932. O livro de Haldane contém uma série de palestras de divulgação da teoria evolutiva realizadas por ele e, ao final, um apêndice, no qual ele resume sua teoria matemática da seleção natural. Wright, de modo diverso, publicou em 1931 um longo artigo, *Evolution in mendelian populations*, na revista *Genetics*.

Não havia mais pedra no meio do caminho; a contradição entre mendelistas e darwinistas estava superada. A teoria darwinista tinha, então, aquilo que estava faltando: um bom modelo de herança, uma explicação sólida para origem e natureza da variação. A síntese entre darwinismo e mendelismo estava realizada e, desde então, nunca esqueceremos este acontecimento.

TRÊS GIGANTES

O caminho percorrido desde a contradição entre os trabalhos de Mendel e Darwin até a teoria sintética da evolução ainda é controverso.

Ernest Mayr (1904-), por exemplo, acredita que a teoria sintética não teve origem no trabalho dos *bean bag geneticists* (geneticistas dos saquinhos de feijão, como ele chama os pesquisadores de genética de populações, em contraposição aos pesquisadores de História Natural). Segundo ele, a teoria sintética seria o resultado de uma síntese do campo dos estudos de História Natural (sistemática, paleontologia, genética experimental) e o evolucionismo de tradição darwinista. Neste sentido, os trabalhos de **THEODOSIUS DOBZHANSKY** (1900-1975), **GEORGE GAYLORD SIMPSON** (1902-1984) e dele mesmo teriam tido um papel crucial na definição da nova síntese.

Embora o trabalho destes cientistas tenha tido, incontestavelmente, grande impacto ao estender a síntese como um teoria unificadora em Biologia, acreditamos que o coração da teoria sintética da evolução tenha sido, de fato, a capacidade de entender o modelo mendeliano não como uma teoria da estabilidade, mas como um modelo que poderia ser visto também como uma ciência do movimento e da mutabilidade. Neste aspecto, não existe dúvida de que a genética de populações foi a disciplina que melhor estabeleceu esta nova visada, abrindo caminho para um entendimento mais profundo do processo evolutivo, por meio da teoria sintética. O trabalho destes três gigantes da genética de populações, Haldane, Fisher e Wright, foi o que definiu a síntese evolutiva.

O trabalho dos três gigantes foi, ao mesmo tempo, unificado e diferente. Fisher, em 1930, e Wright, em 1931, construíram sistemas teóricos distintos para explicar o processo evolutivo. Fisher se concentrou em uma teoria geral da seleção natural, que demonstrava o efeito da seleção natural sobre pequenas mutações em populações muito grandes. A idéia de Wright, por outro lado, interpretava o processo evolutivo como ocorrendo em populações estruturadas (pequenas populações da mesma espécie, separadas no espaço, mas não isoladas), de modo que as oscilações ao acaso das frequências gênicas tivessem um efeito na diferenciação destas pequenas populações. Segundo ele, isto possibilitaria às espécies explorar diferentes situações adaptativas (este tema será melhor discutido no Módulo 2 do curso de Evolução, na Aula 19, sobre Adaptação e Adaptacionismo). O sistema construído por Fisher era matematicamente simples e facilmente testável; entretanto, era também extremamente reducionista, ignorando as complexas interações entre os genes no genótipo e destes com o ambiente. O sistema de Wright, por outro lado, levava em consideração as complexas interações gênicas,

ERNEST MAYR

Alemão, nasceu em 1904 e continua produtivo. Reside atualmente nos EUA.



THEODOSIUS DOBZHANSKY

Nasceu na Ucrânia, em 1900, e estudou na Universidade de Kiev (Rússia). Em 1927, foi para a Universidade de Columbia, nos EUA, naturalizando-se americano, em 1937.



G. G. SIMPSON

Nasceu em Chicago, em 1902, e é conhecido pela sua contribuição para a síntese evolutiva.

especialmente a epistasia, e dava atenção ao poder da deriva genética de criar alterações rápidas nas frequências gênicas (você vai estudar os efeitos da deriva nas Aulas 10 e 11 deste módulo), sendo, por isto mesmo, uma fonte interessante de novidades evolutivas. O modelo de Wright, contudo, apesar de extremamente interessante, tinha que lidar com um número de variáveis imenso, o que o tornou, até hoje, um modelo impossível de ser transcrito matematicamente, tendo ficado como um modelo muito mais verbal do que matemático.

Haldane, de maneira diferente dos seus dois contemporâneos, não construiu um sistema totalizante para entender a evolução, mas se debruçou sobre questões que eram cruciais para a superação da contradição entre mendelismo e darwinismo. Estas questões eram:

- 1) As diferenças entre as espécies são, de fato, da mesma natureza das diferenças entre as populações?
- 2) Como opera a seleção natural?
- 3) Como é possível que evolução não adaptativa possa existir?
- 4) Como o conflito de interesses entre gametas, indivíduos e populações podem ser solucionados no processo evolutivo?

De certa forma, neste curso de Evolução, ao longo das nossas aulas, estaremos ainda nos debruçando sobre estas questões e estudando as respostas para elas.

BRAÇOS FORTES

Inspirados na síntese entre mendelismo e darwinismo, muitos pesquisadores iniciaram programas de pesquisa com o intuito de entender o processo evolutivo. Duas colaborações são muito interessantes neste período.

Theodosius Dobzhansky, nos Estados Unidos, iniciou pesquisas com moscas-da-fruta, do gênero *Drosophila*, nos laboratórios de Thomas Morgan. O seu programa de pesquisa envolvia tanto o trabalho no campo, com populações naturais, quanto o trabalho experimental, com cruzamentos controlados e a utilização de marcadores genéticos de mutantes visíveis. Este trabalho deu origem à memorável série de 43 artigos científicos intitulados “Genética das Populações Naturais”, que se estendeu de 1937 até 1975. Este programa de pesquisa teve a íntima colaboração de Sewall Wright, com quem Dobzhansky publicou vários artigos e trocou volumosa correspondência. Contudo, talvez a obra

mais importante de Dobzhansky, para divulgação da teoria sintética da evolução, tenha sido o seu livro *Genetics and origin of species*, publicado primeiramente em 1937, mas que teve uma série de edições. Ao final destas edições, este livro se transformou no seu outro livro *Genetics of the evolutionary process*, que pode ser encontrado em português (como *Genética do processo evolutivo*) e é uma leitura muito interessante.

Edmund Brisco Ford (1901-1988), no Reino Unido, iniciou programa de pesquisas semelhante àquele desenvolvido por Dobzhansky. Seus trabalhos envolviam o estudo da ação da seleção natural em populações naturais, especialmente de mariposas. Ford chamou o seu campo de pesquisas de Genética Ecológica e publicou, em 1964, um livro homônimo, no qual resumia os resultados dos seus muitos anos de pesquisa. Os trabalhos de **HENRY BERNARD DAVIS KETTLEWELL** (1901-1979), com a mariposa *Biston betularia*, é um dos mais famosos estudos da área de genética ecológica (rever o sumário destes estudos nas suas aulas do curso de Grandes Temas em Biologia). O programa de pesquisas de Ford tinha a colaboração de Ronald Fisher. Um dos estudos em colaboração destes dois pesquisadores buscava demonstrar que o efeito da deriva genética não era importante nas mudanças evolutivas observadas na mariposa *Panaxia dominula*. Obviamente, uma das motivações que animava esta pesquisa era a discordância, entre Fisher e Wright, na maneira de interpretar o processo evolutivo.

Além dos trabalhos na área da genética experimental, realizados por Dobzhansky e Ford, outros pesquisadores foram muito importantes na extensão da síntese a todos os campos da Biologia. Ernest Mayr, por exemplo, publicou, em 1942, seu livro *Systematics and the origin of species*, no qual combate o conceito tipológico de espécie. Segundo o conceito tipológico, as espécies seriam grupos de organismos homogêneos morfologicamente. Esta semelhança entre os indivíduos era medida em função de um indivíduo-tipo. Desta forma, todas as espécies teriam alguns indivíduos semelhantes ao tipo, e outros, desviantes. Os indivíduos desviantes seriam produto de alguma forma de erro. Mayr, no seu livro, defende uma visão populacional de espécie, fundamentada na perspectiva darwinista da variação e nos fundamentos dos estudos da genética de populações. O processo evolutivo, como já vimos, se dá pelas alterações de frequências gênicas em populações mendelianas. A espécie, então, passa a ser o conjunto de populações que trocam genes

HENRY KETTLEWELL

Formou-se em Medicina; só mais tarde, a Entomologia seria sua atividade principal quando, então, realizou os seus famosos estudos sobre o melanismo industrial.

quando se reproduzem. Como existem muitos genótipos diferentes nestas populações, a noção de tipo não tem nenhum sentido biológico nessa perspectiva populacional do que vem a ser uma espécie.

A mesma perspectiva populacional foi aplicada por G. G. Simpson à Paleontologia, no seu livro *Tempo and mode in evolution*, publicado em 1944. Na década de 1930, era comum que os paleontologistas explicassem a evolução dos fósseis por processos ortogenéticos. Por esta hipótese, as espécies evoluíam seguindo determinados padrões definidos por tendências internas e hereditárias. Esta hipótese está relacionada diretamente ao lamarckismo, mas radicaliza suas idéias, no sentido de que as “tendências” internas eram definidas independentemente do ambiente. Simpson, no seu livro, defende que nenhuma observação do registro fóssil depende de tais forças ortogenéticas para sua explicação; pelo contrário, todas estas observações podem ser facilmente interpretadas com os mecanismos da genética de populações defendidos por Fisher, Haldane e Wright.

A TEORIA SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO

Como você percebeu, a teoria sintética da evolução foi produto do trabalho de pesquisadores das mais diversas áreas das Ciências Biológicas, que compatibilizaram os progressos alcançados na Genética e na História Natural. Esta síntese passou a ser conhecida como a Teoria Sintética da Evolução. A estrutura básica desta teoria é a de que a evolução é um fenômeno de duas faces: a produção de variação e a escolha de variantes. Assim, podemos classificar os fatores evolutivos em dois grupos. Primeiro, as fontes de variação, aquelas que criam variação nova (mutação), concorrem para o aumento da variedade de combinações (recombinação) ou disseminam a variação presente (migração ou fluxo gênico). A segunda diz respeito às fontes de alteração da variação, que podem ser sistemáticas (como a seleção natural, migração e mutação) ou estocásticas (ou aleatórias, como a deriva genética e desvios ao acaso das pressões sistemáticas). Desta forma, a síntese das idéias darwinistas com o mendelismo se deu, principalmente, na vertente da genética de populações.

Como você já estudou, a constituição genética dos indivíduos (genótipo) e o problema das leis governando a sua herança constituem o objeto de estudo da Genética. A genética de populações, por sua vez,

está preocupada com o estudo dos genótipos de grupos de indivíduos, as populações, e como esta constituição genética pode mudar ao longo das gerações. A mudança da composição genética das populações, ao longo das gerações, constitui o processo evolutivo e, por isto mesmo, estudar genética de populações é também estudar o processo evolutivo. Assim, o trabalho de medir e caracterizar a variação gênica presente em populações naturais, bem como o entendimento dos mecanismos que determinam o seu padrão de distribuição nas populações, é condição fundamental para se estudar e entender o processo evolutivo.

O processo evolutivo tem como resultado a ramificação das diferenças, seja entre indivíduos dentro da mesma população, populações dentro da mesma espécie, espécies dentro do mesmo gênero e assim por diante. O processo de diferenciação das populações dentro de uma mesma espécie pode levar àquilo que chamamos de especiação. A especiação, como você já deve ter notado, é um dos temas mais importantes dentro do estudo da evolução; não é por acaso que o livro de Darwin se chamava *A origem das espécies*. Você verá especiação, em detalhe, na Aula 24 de nosso curso.

Para terminar esta aula, gostaríamos de tirar duas conclusões importantes a respeito do processo evolutivo, como o temos visto até aqui. Primeira, que a evolução é um fato natural, inapelável, tanto quanto a gravidade. Isto, porque, como a evolução, em última análise, resulta de mudanças nas frequências gênicas, e, como a deriva genética, que é a ação do acaso, modifica as frequências gênicas de populações naturais de seres vivos; então, é impossível pensar em uma população que não esteja evoluindo. Não é necessário nem mesmo a seleção natural para que isto ocorra, embora a sua existência facilite e otimize o processo.

Segunda conclusão: como a evolução pode ser feita fundamentalmente com base apenas em forças como a ação do acaso (mutação, recombinação) e da seleção natural, ou seja, atendendo a pressões imediatas do ambiente, o processo evolutivo não possui um planejamento. De fato, para gerar toda a biodiversidade observada hoje, o processo evolutivo dependeu de um período de tempo muito longo e de muitas extinções. Logo, idéias como aquelas geralmente associadas ao processo evolutivo, como perfeição e progresso, não são adequadas. Sabemos que estas conclusões perturbam um pouco (talvez muito), mas era importante que a gente falasse delas, mesmo que você, neste momento, ainda não tenha muito clara a extensão que elas possuem. Esperamos que, ao final do curso de evolução, estas conclusões se imponham com mais segurança a você. Para resumir tudo o que a gente falou aqui neste item sobre a Teoria Sintética, dê uma olhada na **Figura 4.1**, pois ela mostra os aspectos mais importantes da teoria sintética da evolução e representa o processo de especiação alopátrica.

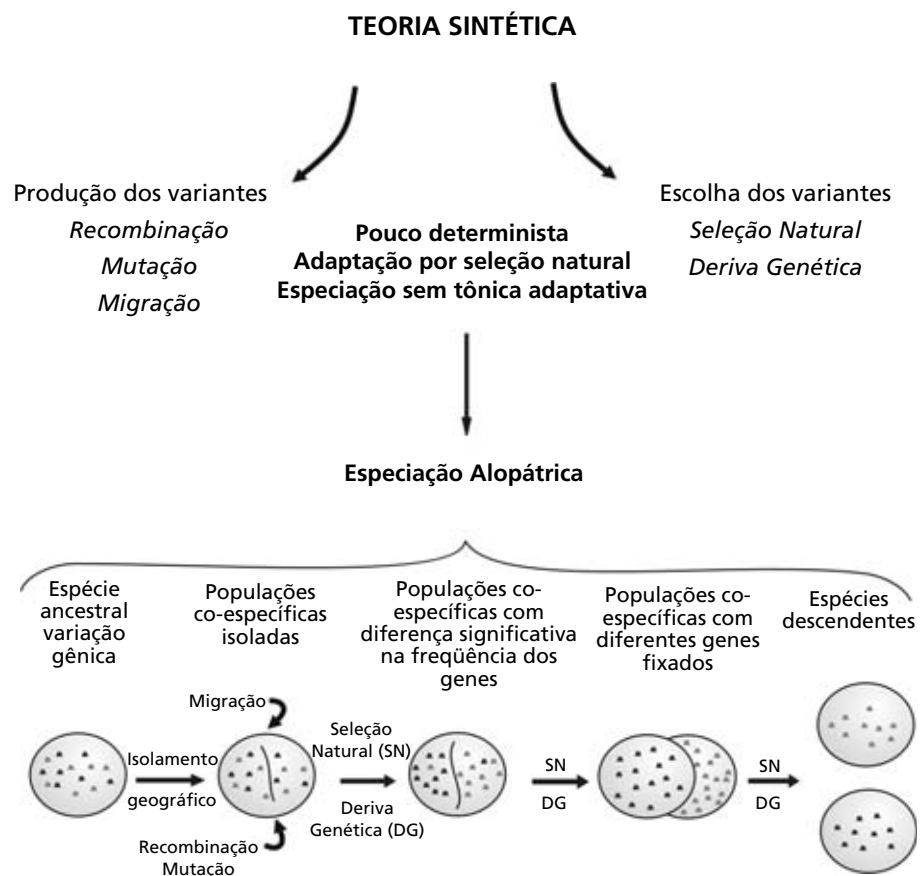


Figura 4.1: Resumo esquemático dos aspectos mais importantes da Teoria Sintética da Evolução, representando, ao final, o processo de especiação por isolamento geográfico.

RESUMO

Nesta aula, vimos que a Teoria Sintética da Evolução é um fenômeno de duas faces: a produção de variação (mutação, recombinação, migração) e a escolha de variantes (seleção natural e deriva genética). Contudo, estudamos também que, “no meio do caminho” da síntese havia alguns problemas como, por exemplo, explicar a herança de caracteres de variação contínua pelo modelo mendeliano de herança e demonstrar que a seleção natural poderia produzir as mudanças evolutivas defendida pelos darwinistas.

Estes problemas foram resolvidos pelo trabalho teórico de Fisher, Haldane e Wright. Logo após isto, a teoria sintética da evolução foi estendida para todas as áreas da Biologia por pesquisadores como Dobzhansky, Mayr, Simpson, Stebbins, Ford e outros. Desde então, a Teoria Sintética da Evolução é a teoria mais abrangente da Biologia, unificando as observações realizadas nas suas mais diversas áreas.

INFORMAÇÕES SOBRE A PRÓXIMA AULA

Como já vimos, nestas quatro primeiras aulas, a variação é o material da evolução, logo, é também aquilo que é preciso estudar para se entender a evolução. Na próxima aula, estaremos começando a usar as ferramentas teóricas da genética de populações para descrever a variação.

EXERCÍCIOS

1. Quais as duas pedras no caminho da constituição da síntese evolutiva?

RESPOSTA

A primeira “pedra” era compatibilizar a genética mendeliana de herança de caracteres discretos e invariantes com a variação contínua presente nas populações naturais. A segunda “pedra” era demonstrar que a seleção natural poderia operar sobre populações mendelianas, de modo a produzir os efeitos esperados pela teoria evolutiva darwiniana.

2. Qual a diferença de perspectiva entre mendelistas e biometristas, com relação à variação nas populações naturais?

RESPOSTA

A primeira “pedra” era compatibilizar a genética mendeliana de herança de caracteres discretos e invariantes com a variação contínua presente nas populações naturais. A segunda “pedra” era demonstrar que a seleção natural poderia operar sobre populações mendelianas, de modo a produzir os efeitos esperados pela teoria evolutiva darwiniana.

3. A teoria darwiniana tinha um problema: sem variação de natureza herdável, não há evolução! Como o modelo mendeliano, na teoria sintética, resolve esta questão?

RESPOSTA

A variação de origem recombinacional é imensa e suficiente para fornecer material para evolução.

4. A Teoria Sintética propõe que a evolução seja um processo que se dá pela ação de mecanismos que produzem variação e mecanismos que diminuem variação nas populações naturais. Enumere os mecanismos para cada um destes casos.

RESPOSTA

Os mecanismos que produzem a variação são: recombinação, mutação, seleção natural e migração. Os mecanismos que diminuem a variação são: deriva genética e seleção natural.