

Versão *On-line* ISBN 978-85-8015-075-9  
Cadernos PDE

VOLUME II

OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANAENSE  
NA PERSPECTIVA DO PROFESSOR PDE  
Produções Didático-Pedagógicas

2013



**PARANÁ**

GOVERNO DO ESTADO  
Secretaria da Educação

	SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO SUPERINTENDÊNCIA DA EDUCAÇÃO DIRETORIA DE POLÍTICAS E PROGRAMAS EDUCACIONAIS PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL	
---	--	---

Título: Evolução biológica: uma abordagem histórica.	
Autor	Márcia Regina Viero
Disciplina	Biologia
Colégio de Implementação do Projeto/ Município	CEEBJA-Araucária e Colégio Estadual Júlio Szymanski
Núcleo Regional de Educação	Área Metropolitana Sul
Professor Orientador	Letícia Knechtel Procopiack
Instituição de Ensino Superior	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Resumo	<p>A desarticulação dos conteúdos da disciplina de Biologia, com o pensamento biológico evolutivo, contribui para que o ensino ocorra de forma descontextualizada e meramente descritiva ao final do Ensino Médio.</p> <p>Conceitos como <i>seleção natural</i> são apresentados sem discutir como foram construídos, desconsiderando os aspectos históricos, que levaram às concepções que hoje conhecemos sobre a evolução dos seres vivos e sua importância na atualidade.</p> <p>A Diretriz Curricular da Disciplina de Biologia do Estado do Paraná fundamenta-se em uma concepção baseada na história e filosofia da ciência, com enfoque no pensamento evolutivo. Nesse sentido, o presente trabalho visa desenvolver um estudo histórico sobre as diferentes concepções da evolução dos seres vivos. Opta-se por iniciar com as ideias de Aristóteles percorrendo o caminho do pensamento científico até se chegar a Teoria Sintética da Evolução, pois a compreensão do pensamento evolutivo permite o entendimento da Biologia na atualidade.</p>
Palavras chave	História da Biologia, Evolução biológica, Ensino de Biologia
Formato do Material Didático	Caderno Pedagógico
Público Alvo	Professores da disciplina de Biologia dos colégios de implementação.

## Apresentação

Caros professores!

A proposta para esta produção didática partiu da necessidade de materiais didáticos que abordem o conteúdo evolução biológica de uma forma mais ampla, situando-o num contexto histórico a fim de subsidiar o trabalho docente.

Seguido a recomendação da Diretriz Curricular Estadual da disciplina de Biologia é importante que seus conteúdos sejam desenvolvidos na perspectiva histórico-filosófica, uma vez que o conhecimento não é algo que surge de forma espontânea, como uma inspiração. Toda produção científica traz consigo as marcas da época e o contexto em que foram produzidas. Normalmente o que chega aos educandos são os conceitos já prontos desarticulados do momento histórico em que foram elaborados, quando faz-se referência a sua construção ou é citando a data, uma disputa entre cientistas ou em forma de anedota, ou ainda exaltando a sua genialidade.

Neste sentido esta produção didática objetiva apresentar o conteúdo evolução biológica numa abordagem histórica. Partindo das diferentes explicações do processo evolutivo ao longo da história, passando pela teoria darwinista, pela elaboração da teoria sintética da evolução e apresentando algumas implicações e importância na atualidade da biologia evolutiva.

Este caderno pedagógico foi dividido em quatro capítulos, assim organizados:

**Capítulo I:** Sobre a História da Biologia e o ensino de Biologia – onde é apresentada a importância da inserção da história da Biologia no seu ensino e alguns problemas relacionados ao conteúdo evolução biológica.

**Capítulo II:** De Aristóteles a Darwin – apresenta as contribuições dadas à construção do pensamento biológico evolutivo, optou-se por iniciar com as concepções de Aristóteles, passando por Maupertuis, Buffon, Lineu, Lamarck, Cuvier, Lyell, Wallace e Darwin.

**Capítulo III:** A Síntese Moderna – apresenta as principais contribuições para a elaboração da Síntese Moderna ou Teoria Sintética da Evolução.

**Capítulo IV:** A Biologia evolutiva na atualidade – traz algumas contribuições da biologia evolutiva no cotidiano, como a questão da resistência das bactérias aos antibióticos, a relação da evolução com o vírus HIV. Aborda também algumas questões relacionadas às evidências da existência da evolução e uma breve discussão sobre Ciência e Religião.

Ao final de cada capítulo sugere-se atividades para serem desenvolvidas com os estudantes e sugestões de leitura para aprofundamento.

Ressalta-se que este material foi elaborado para subsidiá-los na elaboração das aulas, auxiliando-os para que o ensino da biologia evolutiva possa colaborar para romper a visão do conhecimento estático e acabado da evolução, para um ensino dinâmico, interativo e dialógico.

Márcia Regina Viero

## Sobre a História da Biologia e o ensino de Biologia

*“...a fome da verdade, que era a força  
motriz de minha existência, não  
foi em nada diminuída”.*  
Renan, 1889

A filosofia da ciência, historicamente foi fundamentada em um modelo da física, pois os problemas filosóficos eram colocados como únicos para todas as ciências, porém a biologia apresenta características únicas, que não são encontradas em outras ciências, como a física e a química, constituindo-se como autônoma, necessitando de uma filosofia dedicada a ela (MAYR, 2005).

Para Chediak (2008) a filosofia da biologia analisa situações voltadas para o objeto de estudo da biologia – a vida, discutindo situações envolvidas com a natureza, a diversidade e a evolução. Aborda também outro aspecto que é o da natureza da biologia enquanto ciência, suas especificidades e autonomia.

Mas qual a relação do ensino com a história e filosofia da biologia? Por que ensinar usando estes elementos? Como a história e filosofia da biologia podem contribuir com a melhora do processo ensino-aprendizagem na disciplina de biologia diminuindo o analfabetismo científico?

Utilizar elementos da história e filosofia da biologia no ensino pode auxiliar no sentido em que permite a percepção sobre a natureza da pesquisa, como são desenvolvidas as teorias, quem são e como trabalham os cientistas, demonstrar o momento histórico que determinado conhecimento científico foi produzido, quais os costumes e conceitos estavam vigentes naquela época.

Ao se demonstrar como determinado conhecimento foi construído, produto de um momento histórico dá-se vários enfoques a um conteúdo possibilitando um ensino mais reflexivo com aulas mais desafiadoras e significação aos conteúdos.

### Aprofundando a discussão!

Para auxiliá-los/as no uso de elementos da história e filosofia da ciência no ensino é importante ler o artigo: **A história da ciência e ensino: onde terminam os paralelos possíveis** de Nélio Marco Vincenzo Bizzo, disponível em <http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/viewFile/815/733>. Neste artigo o autor apresenta algumas restrições e cuidados necessários ao se utilizar esta proposta em sala de aula.

Alguns pontos importantes para reflexão neste artigo:

- O passado auxiliando a compreensão do presente: importante ferramenta se elos de continuidade forem estabelecidos entre passado e presente.

- Rivalidade entre teorias científicas: a ideia do passado iluminando o presente nem sempre é aceita sem discussão, pois alguns biólogos da atualidade questionam a vantagem em discutir com seus alunos teorias do passado que já foram refutadas.
- Passado simples e presente complexo: apresentar o passado como uma simplificação do presente descaracteriza a lógica da época em que determinado conhecimento foi elaborado levando a perda do seu sentido original.

## Sugestão de atividades



Normalmente os estudantes apresentam uma visão sobre a ciência e dos cientistas baseadas em suas percepções, crenças, imagens fornecidas pela mídia em geral. Esta visão pode ser distorcida, apresentando uma concepção da ciência atrelada a grandes descobertas, os cientistas apresentados muitas vezes são como loucos, excêntricos e geniais. Conseqüentemente, a ciência, também é apresentada como algo difícil, dirigida para poucos e distante da realidade.

Uma atividade que pode ser realizada para desmistificar estes conceitos é fazer um levantamento sobre as concepções que os educandos trazem respeito da ciência e dos cientistas. Este levantamento pode ser apresentado em forma de texto ou desenho.

1. A partir das colocações dos educandos levantar uma discussão com estes, provocando questionamentos e permitindo que reflitam sobre a atividade científica, sobre o que motiva o cientista, sobre o que ele faz, de modo que possam reconhecer características ou habilidades humanas nesses personagens que, em princípio, todos possuímos. Assim, os estudantes criarão uma consciência crítica sobre o assunto e saberão afastar as imagens estereotipadas, repetidamente veiculadas pela mídia (COSTA, 2013).
2. A bióloga educadora Vera Rita da Costa apresenta reflexões sobre a necessidade de desmitificar a figura do pesquisador – visto frequentemente como genial, excêntrico ou tresloucado – e a própria atividade científica em sala de aula no artigo **O cientista no imaginário popular**.

Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br/alo-professor/intervalo/2013/09/o-cientista-no-imaginario-popular>

## Atividade 2:

Utilização de filmes, ou partes que mostram como a ciência e os cientistas eram vistos em determinada época.

A revista Química Nova na Escola de fevereiro de 2009 apresenta o artigo “*A imagem da ciência no cinema*” que discute como a ciência e o cientista são representados em determinadas épocas pelo cinema, contribuindo para constituição de uma percepção social da Ciência.

Alguns filmes citados no artigo:

1. **Viagem à lua** (1902) de Georges Méliès. Baseado no romance homônimo de Júlio Verne, primeiro filme que aparecem as primeiras representações de cientistas no cinema. Os cientistas aparecem usando roupas semelhantes às vestes de feiticeiros que são trocadas antes do embarque à viagem à lua.  
Disponível em: [http://www.youtube.com/watch?v=Jog9rbp\\_i6k](http://www.youtube.com/watch?v=Jog9rbp_i6k)
2. **Meninos do Brasil** (1978) de Franklin J. Schaffner. Retrata um grupo de nazistas tentando reproduzir Hitler e sua família geneticamente. Nesta época a clonagem ainda não era uma realidade, mas pesquisas sobre a recombinação do DNA que haviam iniciado na década de 1970 lançaram as bases para a engenharia genética. A possibilidade de a ciência reproduzir a vida humana faz surgir filmes desse gênero.  
Trecho disponível em:  
<http://www.biologia.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=12458>
3. **GATTACA** (1998) de Andrew Niccol. O avanço da engenharia genética possibilitou a manipulação do DNA, através da recombinação gênica permitindo a criação de novas formas de vida. Com a clonagem da ovelha Dolly as polêmicas aumentaram passando o cinema a explorar intensamente o tema abordando questões éticas em torno da clonagem e seus possíveis riscos.  
Trecho disponível em:  
<http://www.biologia.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=12454>
4. **Matrix** (1999) de Andy Wachowski e Larry Wachowski . No final do século XX e início do século XXI o cinema apresenta filmes com personagens mutantes que resultaram da evolução e alterações genéticas que detêm poderes de super-heróis. Nos filmes os cientistas vêem esses seres como um novo degrau da evolução humana. Em *Matrix*, cuja história se passa em 2200, é apresentado a luta do ser humano para se livrar do domínio das máquinas que tiveram uma evolução surpreendente após o advento da inteligência artificial.  
Trecho disponível em:  
<http://www.biologia.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=12501>

É importante refletir com os estudantes que a forma como cada filme foi concebido reflete diretamente na maneira como o indivíduo produz os significados e conseqüentemente a formação do seu pensamento (CUNHA e GIORDAN, 2009).

## **O conteúdo *evolução biológica* e a história da biologia, algumas possibilidades...**

A **evolução biológica** é o eixo unificador da biologia, pois dá sentido a esta ciência, assim o tratamento a ela dispensado não deve ser como apenas mais um conteúdo a ser desenvolvido durante as aulas de biologia. Normalmente este conteúdo é abordado ao final do Ensino Médio, desarticulado do pensamento evolutivo, contribuindo para que o ensino ocorra de forma descontextualizada de elementos históricos e conceituais, meramente descritiva e carente de uma abordagem histórica.

**Evolução biológica**: é o estudo da história da vida e dos processos que levam à sua diversidade. Baseada nos princípios da adaptação, no acaso e na história, procura explicar todas as características dos organismos, ocupando por isso uma posição central dentro das ciências biológicas (FUTUYMA, 2002, p. 04).

Conceitos como seleção natural são apresentados sem discutir como foram construídos, desconsiderando os aspectos históricos, que levaram às concepções que hoje conhecemos sobre a evolução dos seres vivos e sua importância na atualidade. Para explicar as concepções de Lamarck e Darwin, é comum nos livros didáticos o exemplo clássico da comparação do pescoço das girafas. Utilizar estes exemplos significa ridicularizar Lamarck, desconsiderando o período histórico em que viveu o que induz a aceitação imediata das teorias de Darwin, sem uma reflexão. Neste aspecto a história e filosofia da ciência podem auxiliar o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo *evolução* desenvolvido na disciplina de Biologia, evitando assim visões distorcidas, conceitos errôneos, contribuindo para uma melhor compreensão dos fatos, permitindo assim a compreensão integral a fim de superar a falta de significação dos conteúdos.

## **Aprofundando a discussão!**

No artigo **O evolucionismo como princípio organizador da Biologia**, Edmara Zamberlam e Marcos R. da Silva apresentam a ideia de que uma das razões da distorção das ideias evolucionistas se localiza na falta de percepção a respeito da amplitude do evolucionismo. Apresentam o significado da distorção na deficiência do ensino da teoria da evolução biológica, assim como o aparecimento da mesma. Em seguida apresentam uma defesa historiográfico-filosófica da concepção de que o evolucionismo deve ser compreendido não como uma teoria específica, mas como um princípio organizador da Biologia.

Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/temasematizes/article/download/3904/3020>

Em **O arranjo curricular do ensino de evolução e as relações entre os trabalhos de Charles Darwin e Gregor Mendel**, Bizzo e EL-Hani argumentam que o ensino do conteúdo evolução biológica não necessita da genética mendeliana como pré-requisito. Destacam que um enfoque histórico poderia auxiliar no real entendimento da teoria evolutiva por parte dos estudantes.

Disponível em: <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-08-Nelio-Bizzo-Charbel-El-Hani.pdf>

## **Darwin e Lamarck por que comparar?**

“...creio que não pode haver dúvida de que o uso e desuso fortaleceu e desenvolveu certos órgãos nos animais domésticos, de que o desuso os fez diminuir e de que estas modificações são hereditárias.” A quem está frase pode ser atribuída? A Lamarck? Esta afirmação foi escrita por Charles Darwin em seu livro *Origem das Espécies*, publicado em 1859, como uma explicação para a variação das espécies. Dentre os exemplos utilizados por Darwin aparece o das avestruzes, aves que não voam, estas encontram alimento no solo, defendem-se dos predadores a pontapés, portanto não havendo necessidade de voo. Desta forma os antepassados, à medida que tiveram seu peso e tamanho aumentado foram utilizando mais as patas e menos as asas até estas tornarem-se desnecessárias para o voo (DARWIN, 2009).

No exemplo acima é possível verificar que Darwin utilizou as ideias de Lamarck em seus estudos, porém é comum contrapor a seleção natural à herança dos caracteres adquiridos, pois para Darwin eram processos compatíveis.

Lamarck publicou suas primeiras ideias sobre evolução em 1809, em um tratado chamado *Philosophie zoologique* e Charles Darwin apresentou Origem das espécies em 1859, ou seja, em épocas com características históricas

próprias. Lamarck e Darwin percorreram caminhos diferentes ao elaborar suas teorias, então apresentá-las aos estudantes simplesmente como teorias opostas induz a uma aceitação das teorias de Darwin, reduzindo Lamarck, que também era evolucionista, ao ridículo, desconsiderando todo o contexto histórico em que viveu. Para Roque (2003) não dar mais subsídios para reflexão constitui-se em manipulação.

Para explicar as transformações sofridas pelos organismos, Lamarck utilizou o argumento de que características adquiridas durante a vida eram transmitidas às gerações seguintes. A herança dos caracteres adquiridos é normalmente atribuída como uma criação de Lamarck, denominada de lamarckismo, o que é historicamente incorreto. A ideia de que características adquiridas após o nascimento podem ser transmitidas é aceita desde a antiguidade, utilizada por Lineu e Buffon no século XVIII e inclusive por Darwin no século XIX (ROSA, 2012).

Normalmente critica-se Lamarck por aceitar os caracteres adquiridos e não se faz menção a Darwin, que como já relatado anteriormente, também era favorável a herança através dos caracteres adquiridos. Assim quando apresentar aos educandos as concepções de Lamarck e Darwin é importante ressaltar que o lamarckismo, mesmo rejeitado, foi importante no processo de construção do conhecimento. Devemos evitar condenar aqueles que tiveram suas ideias refutadas, pois utilizaram o conhecimento e evidências da época sendo assim necessário contextualizá-los no momento histórico-científico que foram apresentados.

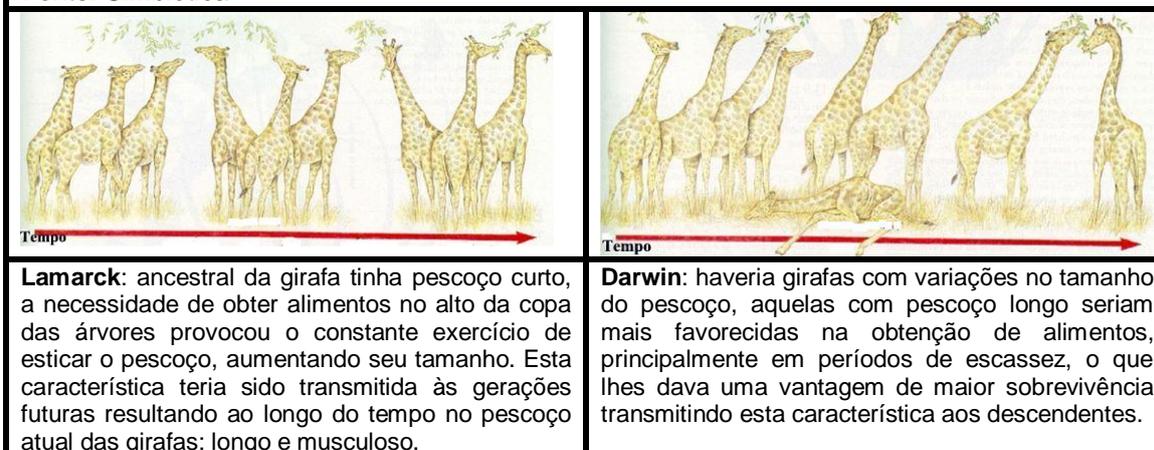
## O tamanho do pescoço das girafas...

Outro problema apresentado no ensino de *evolução* é a utilização do exemplo do tamanho do pescoço das girafas, encontrado em alguns Livros Didáticos.

O tamanho do pescoço das girafas é usado para apresentar a Lei do Uso e Desuso – Lamarck e para ilustrar o conceito de seleção natural – Darwin (Figura 01).

Figura 01: O tamanho do pescoço das girafas de acordo com Lamarck e Darwin.

Fonte: Simbiótica



Onde está o problema neste exemplo que aparentemente explica de forma didática a transmissão de caracteres adquiridos e a seleção natural?

O primeiro problema é que Lamarck jamais deu a esse exemplo o destaque que tem recebido há quase 200 anos, apresentado como o principal exemplo de ideias. Em seu livro *Philosophie zoologique*, as girafas aparecem em um capítulo onde diversos outros exemplos são citados por Lamarck, que possivelmente atribuiu a estes maior importância. E quanto a Darwin, na primeira edição de *Origem das espécies*, nem ao menos cita o pescoço das girafas, mas sim a sua cauda (ROQUE, 2003).

O tamanho e a robustez do pescoço da girafa possuem funções que vão além de alcançar ou não as folhas mais altas. É usado como uma arma, entre os machos, para garantir a dominação e também a preferência das fêmeas (seleção sexual). Outra função do pescoço é servir como 'torre de observação', com a qual podem manter controle sobre a aproximação de predadores, por exemplo, (ROQUE, 2003).

Roque (2003) destaca que trabalhos realizados indicam que, durante a estação seca, as girafas alimentam-se dos arbustos, sendo que na estação de chuvas é que se alimentam das folhas que estão no alto, situação em que nenhuma competição ocorre. A autora relata que outro comportamento apresentado pelas fêmeas é que estas normalmente alimentam-se com o pescoço em posição horizontal, comportamento que serve para identificar o sexo do animal à distância. Além disso, ambos os sexos alimentam-se mais frequentemente com o pescoço curvado para baixo. Todos estes fatos sugerem que o tamanho do pescoço não teria evoluído especificamente em decorrência da busca de alimento em locais mais elevados (ROQUE, 2009).

Com o problema apresentado no exemplo do pescoço das girafas surge a questão: utilizá-lo ou não em sala de aula? Roque (2003) destaca que não existe consenso entre autores, para alguns, não deve ser usado, pois as contradições encontradas impossibilitam seu uso. Outros como David Rudge, acreditam que é importante mostrar aos estudantes que existem divergências, que estes fatos permitiriam discutir a natureza da ciência, que esta é um processo e os pesquisadores não são infalíveis. Porém, é necessário cuidado na utilização deste modelo, que parece muito didático, porém falso um exemplo simples para desenvolver um conceito complexo como o da seleção natural.

Apresentá-los sem discutir os erros que trazem é omitir informações e reproduzir ideias errôneas, dogmáticas e desprovidas de ética da ciência. "A ciência não tem de ser ensinada como a arte do 'jeitinho', mas como um campo do conhecimento sujeito a falhas, aperfeiçoamentos e inesperadas complexidades diante do que parecia simples e 'didático' (ROQUE, 2003, p.4).

A questão da resistência das bactérias aos antibióticos, das pragas agrícolas aos pesticidas e a história evolutiva do vírus HIV são exemplos que podem auxiliar na compreensão do conceito de *seleção natural* e da importância da biologia evolutiva na atualidade. Outra possibilidade para superar estes modelos é a utilização de jogos e simulações. Ao final do capítulo II, no item sugestões de atividades, é apresentada uma simulação que vem de encontro com esta perspectiva.

Neste capítulo foi abordada a importância da utilização de elementos da História da Biologia no ensino da disciplina de Biologia e discutidos alguns

---

---

## Professor/a!

Uma proposta é a utilização do método dialético da construção do conhecimento científico escolar - prática, teoria, prática. Para isso que ocorra é necessário partir dos conhecimentos trazidos pelos alunos para se chegar ao conhecimento científico. De acordo com Gasparin, (2009) é necessário percorrer alguns caminhos:

Prática social: momento em que os educandos demonstram sua visão sobre o conteúdo.

1. Teoria: consiste em interligar os conteúdos com a prática social inicial dos educandos. Na teoria surge a utilização da **problematização** que consiste na elaboração de questões que possibilitem o desenvolvimento gradual da aprendizagem, parte-se dos conhecimentos que os educandos apresentam sobre aquele conteúdo/tema, sua compreensão da realidade, passando pela mediação do professor, possibilitando a reflexão, análise realizada pelo aluno, para que a aprendizagem ocorra de forma ativa, reflexiva e significativa (GERALDO, 2009).
2. Prática social: neste momento ocorre o retorno à prática social, verifica-se a nova visão do educando sobre esta prática, pois foi apresentada a teoria (GASPARIN, 2009).

problemas encontrados no desenvolvimento do conteúdo de evolução. Dentre os problemas, a falta de materiais que apresentem este conteúdo num enfoque histórico e o momento em que é ministrado, após o conteúdo genética mendeliana e ao final da educação básica.

De acordo com Bizzo e El-Hani (2009) apresentar a genética mendeliana aos estudantes antes da evolução darwiniana não é o único caminho possível. Para os autores, um planejamento curricular, no qual a genética é pré-requisito para a evolução não contribui para uma compreensão adequada da evolução biológica pelos estudantes.

O entendimento de que o conhecimento sobre a diversidade biológica, a biologia molecular e a genética são necessários para a compreensão da evolução pode conduzir a um acúmulo de conteúdos, que, ao serem considerados relevantes para a evolução, são trabalhados de forma descritiva e sequencial. Entretanto, para a evolução todos os conteúdos são importantes e vice-versa (BZZO e EL-HANI, 2009).

Nesta perspectiva, Bizzo e El-Hani (2009), destacam que deixar o conteúdo

evolução para o fim da educação básica impedirá que ela cumpra com o seu papel de eixo integrador dos conteúdos da disciplina, não dando sentido aos seus produtos, como a diversidade biológica, que de acordo com os autores, normalmente é apresentada de forma descritiva, sem um mecanismo (evolutivo) que reúna os diversos táxons. Assim como não deixar os aspectos e o tempo geológico da Terra para o final da educação básica poderia contribuir para uma compreensão mais ampla do ambiente nas dimensões do espaço e tempo.

Foi apresentado um exemplo, que consta normalmente nos materiais didáticos: o tamanho do pescoço da girafa para explicar as ideias de Lamarck e o conceito de seleção natural, também utilizado para comparar Lamarck e Darwin.

Assim é importante trabalhar com os estudantes a forma como conhecimento científico foi construído ao longo da história. Também é importante desmistificar as concepções que os mesmos trazem sobre a ciência e os cientistas, evitando assim visões distorcidas, conceitos errôneos, para uma melhor compreensão dos fatos, não apenas citando-os de maneira

desconexa e sem significado o que poderá auxiliar a tornar as aulas mais atrativas e significativas.



## **Para aprofundar a leitura!**

**A importância da história da ciência na educação científica.** Maria Elice Brzezinski Prestes e Ana Maria de Andrade Caldeira discutem aspectos da história da biologia que podem ser utilizados em sala de aula, subsidiando reflexões acerca de aspectos particulares da natureza da ciência.

Disponível em: <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-0-Maria-Elice-Prestes-Ana-Maria-Caldeira.pdf>

**A integração conceitual do conhecimento biológico por meio da Teoria Sintética da Evolução: possibilidades e desafios no Ensino de Biologia** de Saionara Aparecida Andreatta que analisou as dificuldades para a compreensão e aceitação do conceito de evolução biológica como um eixo integrador dos conhecimentos biológicos. Apresenta algumas possibilidades para a utilização do conceito de evolução biológica como elemento integrador do ensino de Biologia.

Disponível em:

<http://www.nre.seed.pr.gov.br/uniaodavitoria/arquivos/File/Equipe/Disciplinas/Biologia/oficina/SAIONARAIntegracaoconceitual.pdf>

## 2. De Aristóteles a Darwin

*Em certo sentido, é preciso admitir que sempre olhamos para o passado com os olhos do presente, pois não temos outros; mas esses olhos, quando treinados, podem desvencilhar-se de uma grande parte dos atuais preconceitos científicos.  
Martins, 2007*

Cada época apresenta suas características e maneiras de ver o mundo. Se nos reportarmos aos gregos e aos séculos VIII, VI e V a.C, mais especificamente aos colonos jônios que viviam na Ásia Menor, viajando para o Egito e Mesopotâmia. Estas viagens possibilitaram a eles conhecer a geometria egípcia e a astronomia babilônica, e estes conhecimentos lhes permitiram que aos poucos comesçassem a não mais utilizar explicações sobrenaturais para compreender alguns fenômenos naturais, desta forma por que também não tentam compreender questões relacionadas com a origem da matéria, do mundo e da vida (MAYR, 1998).

Para Mayr (1998) estas questões só poderiam ser discutidas por filósofos, pois até a Alta Idade Média e a Renascença a ciência, como conhecemos hoje, ainda não havia sido instituída.

Os gregos eram politeístas, ou seja, para eles não havia um único Deus e também não existia domínio dos sacerdotes sobre o pensamento natural e sobrenatural. Por isso na Grécia, nesta época, existiam pensadores diferentes que chegaram a conclusões diversas, permitindo a coexistência de várias tradições de pensamento. Aristóteles então estava inserido nesta sociedade.

### Aristóteles

Aristóteles (384-322 a.C) fazia parte da tradição da história natural, que era fundamentada no conhecimento de plantas e animais. Possuía maior interesse na natureza viva, nas suas mudanças, diferente do mundo das ideias de Platão (MAYR, 1998).

Acreditava que tudo o que ocorria na natureza poderia ser explicado através de quatro causas: a primeira - *causa material*, a segunda - *causa eficiente*, a terceira - *causa formal* e a quarta - *causa final*.

De acordo com Pena (2006) a causa final era a mais importante, pois tudo o que existe no mundo acontecia para preencher uma necessidade – **visão teleológica**. Para o autor, atualmente esta visão aristotélica continua presente, por exemplo, quando a ciência procura causas finais em tudo, como a noção de que o objetivo final dos seres vivos é sobreviver e transmitir seus genes, ou modelos evolucionistas que são baseados em um poder otimizador da seleção natural.

**Visão teleológica:** visão de mundo finalista, de longa duração com uma tendência a perfeição (MAYR. 2005).

Considera-se importante uma reflexão da prática docente para que uma visão teleológica não seja transmitida aos estudantes.

Muitos autores creditam a Aristóteles (Figura 03) a maior contribuição fornecida ao entendimento do mundo vivo, antes de Darwin, dentre muitos trabalhos, o estudo de organismos marinhos. Foi o primeiro a distinguir os

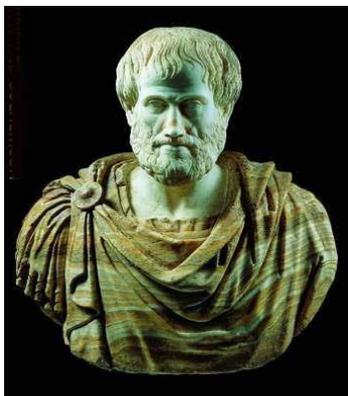


Figura 03: Aristóteles.  
Fonte: Wikipédia.

diversos ramos da biologia, sendo uma de suas características mais marcantes a procura pelas causas, afirmando em suas obras ser a alma a essência da vida. Para Aristóteles, as estruturas e atividades biológicas possuem um significado biológico natural o que seria hoje correspondente a um significado de adaptação; sendo que um dos objetivos maiores de Aristóteles é a compreensão de tais significados. Estes “porquês” de Aristóteles desempenharam um papel importante na construção da história da biologia, são perguntas, porquês, que se constituem em questões centrais das pesquisas da biologia evolutiva (MAYR,1998).

De acordo Mayr (1998) Aristóteles possuía todas as condições para ser o primeiro a desenvolver uma teoria evolutiva, porém alguns conceitos que conservava como a crença em um mundo estático, para ele as espécies eram fixas e imutáveis e esta ordem, considerada natural era incompatível com um pensamento evolutivo.

## Século XVIII

Com a queda do Império Romano, o cristianismo infligiu um novo pensamento no qual a palavra de Deus era a verdade que estava contida na Bíblia, revelando existir um ser todo-poderoso que havia criado todas as coisas. Esta criação levou seis dias, não havendo espaço para a evolução, pois com base nos registros bíblicos, a Terra havia sido criada cerca de 4.000 anos a.C.

Os anos que seguiram à origem do cristianismo, em torno de mil anos, caracterizaram-se como um período de pouco desenvolvimento intelectual. Mayr (1998) destaca que possivelmente a maior mudança tenha ocorrido na filosofia escolástica na qual foi criada uma linha chamada *nominalistas*, que não aceitavam os dogmas do **essencialismo**. Este movimento, ocorrido entre os séculos XVI e XVII, não provocou mudanças em relação ao cristianismo. Físicos e matemáticos notáveis da época como Descartes, Newton, Huyghens e Boyle, não apresentavam um pensamento evolutivo legítimo em seus escritos, pois eram crentes em um deus pessoal

### **Essencialismo:**

Crença de que a natureza da variação pode ser reduzida a um número limitado de classes básicas, as quais representariam tipos constantes e bem delimitados; pensamento tipológico (MAYR, 2009, p.326).

e criacionistas. O mesmo é creditado à filosofia, pois não foi encontrada manifestação alguma do pensamento evolucionista nos escritos de Bacon ou Spinoza. Para Mayr (1998) a teologia natural tem uma maior contribuição para o desenvolvimento do pensamento evolucionista do que a filosofia.

Anterior à aceitação da evolução existiam outras teorias? Mayr (1998) destaca dois exemplos - a aceitação da *geração espontânea* e a *heterogonia*, que consistia em acreditar que as sementes de uma espécie de plantas poderiam produzir plantas de espécies diferentes, como o trigo originar centeio. O problema destas teorias é que ambas tratam sobre a origem dos seres vivos e não de sua evolução.

No século XVIII, ocorreram grandes mudanças de pensamento, principalmente na geologia, uma nova ciência que tinha como uma das principais funções reconstruir a ordem em que eventos aconteceram na superfície terrestre. Estes estudos levaram a conclusão de que a superfície havia sofrido mudanças, transformações ao longo do tempo (MAYR, 1998).

Mayr (1998) destaca que a libertação progressiva espiritual e intelectual da Igreja aparece na literatura, por exemplo, em trabalhos de ficção. Destaque para o a obra *Telliamed* (1748) de Benôit de Maillet, em que ideias ousadas e heterodoxas são atribuídas a um filósofo hindu que apresenta assuntos geológicos, origem da vida e transformações sobre seres vivos.

Maillet apresenta a ideia de que a terra já havia sido coberta pelo mar, havia apenas plantas e animais aquáticos, sendo que alguns passaram para a terra. Nesta passagem transformaram-se em seus equivalentes terrestres – peixes voadores transformaram-se em pássaros, sereias e tritões em seres humanos. Assim, os organismos terrestres nada mais eram do que seres aquáticos transformados. Se não o fato da transformação, Maillet não apresenta nenhum conceito autêntico de evolução, porém esta obra é importante por demonstrar qual o grau de libertação dos pensadores do século XVIII apresentavam em relação ao controle a eles imposto nos períodos anteriores (MAYR, 1998).

## Maupertius

O acaso pode-se dizer, produziu um vasto número de indivíduos; uma pequena proporção dentre eles foi se organizando de tal forma que os órgãos dos animais pudessem satisfazer às suas necessidades. Um número muito maior revelou-se como não tendo nem adaptação, nem ordem; estes todos pereceram. Por isso, as espécies que vemos hoje não constituem mais do que uma pequena parte daquelas que foram produzidas por um destino cego (MAUPERTIUS 1750, apud MAYR, 1998, p.370)

Pierre Louis Moreau de Maupertius (1698-1759) apresentava maior interesse pela matemática e astronomia, porém lhe chamava a atenção os fenômenos biológicos. Era considerado um dos pensadores mais avançados do seu tempo. Além de ser pioneiro em levar o pensamento newtoniano para a França, foi também o primeiro pensador a admitir neste país, que o paradigma

newtoniano – força e movimento – era insuficiente para a Biologia e para a Química, sendo um dos iniciantes da Genética (MAYR, 1998).



Figura 04: Pierre Louis Moreau de Maupertius.

Fonte: Wikipédia.

do Criador.

Maupertius (Figura 04) não foi nem evolucionista, nem um dos autores da teoria da seleção natural. Para Mayr, (1998), suas explicações eram mais de um cosmólogo do que um biólogo. Sendo assim, qual foi a importância de Maupertius? Quais foram as suas contribuições para o desenvolvimento do pensamento biológico evolutivo? Sua importância está no fato de opor-se ao determinismo e criacionismo newtoniano. Também fazia fortes críticas aos teólogos da natureza, argumentando, por exemplo, que a existência de plantas venenosas e animais peçonhentos não poderiam ser compatíveis com a sabedoria e bondade

Mayr, (1998), relata que Maupertius utilizava-se da geração espontânea para explicar a origem dos seres vivos. A geração espontânea produzia maciçamente novas formas de plantas e animais e eliminava igualmente aqueles que apresentavam deficiências, sendo que essa eliminação não tem nenhuma relação com a seleção natural. Esta explicação pode ser considerada como uma teoria de origem e não uma teoria de evolução; mesmo que Maupertius tenha pensado no surgimento de novos organismos, ou novas essências, não foi capaz de perceber processos como um melhoramento gradual e contínuo de uma população, através da reprodução, de organismos melhor adaptados.

## Buffon

Embora não possa ser demonstrado que a produção de uma espécie, por degeneração de outra, seja uma impossibilidade da natureza, o número de probabilidade em contrário é tão enorme que, mesmo em bases filosóficas, sobram poucas dúvidas sobre esse ponto (BUFFON, 1776, apud MAYR, 1998, p.375).

Georges-Louis Leclerc, o Conde de Buffon, (1707-1778) escreveu a obra *Historie naturelle*, abordando uma série de problemas que seriam posteriormente levantados pelos evolucionistas.

Buffon (Figura 05) não propõe nenhuma ideia de evolução nos três primeiros volumes da obra, pois as espécies são classificadas de forma arbitrária, aparecem de forma utilitárias, mais importantes ou familiares ao homem, por exemplo, as espécies domésticas são descritas antes dos animais selvagens. No que diz respeito à espécie humana, *Buffon* considera o homem como o ser mais avançado, superior a todos os outros seres vivos.

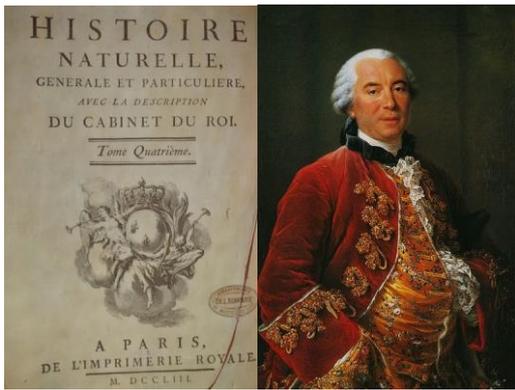


Figura 05: Conde de Buffon e capa de *Histoire Naturelle*.

Fonte: Wikipédia

Obra composta de trinta e cinco volumes, escritos entre 1749 e 1788. Nove volumes foram acrescentados após a sua morte. Foi lida em quase toda a França. Grandes escritores do Iluminismo seja da França ou de outras partes da Europa eram considerados buffonianos (MAYR, 1998).

Segundo Mayr (1998) estas considerações não podem ser interpretadas como evolucionistas, pois são uma rejeição à descendência comum pelo fato de Buffon não citar o aparecimento de nenhuma nova espécie. A infertilidade dos híbridos (cavalo e asno) também é uma barreira entre as espécies, assim como no exemplo do asno se originar do cavalo, isto só poderia ter ocorrido de forma lenta e gradual, com uma série de formas intermediárias entre eles, o que não ocorre, existindo apenas as duas formas conhecidas – cavalo e asno.

Nos volumes seguintes de sua história natural, Buffon apresenta ainda uma crença na plenitude afirmando que tudo o que poderia existir já havia sido criado. Por outro lado rejeita a teleologia, pois para ela as coisas já haviam sido criadas em sua perfeição no início, não necessitando um movimento que as conduzissem a um grau maior de perfeição.

Mayr (1998) destaca não haver contradição em afirmar que Buffon não era evolucionista, mas pode ser considerado o pai do evolucionismo, pois apresentou uma série de contribuições importantes, como:

- Através de suas análises detalhadas, levou a ideia de evolução para a ciência, que passou a ser tratada como um objeto próprio de pesquisa;
- Generalizou os resultados das suas dissecações, o que deu origem à escola de morfologia idealística, depois à anatomia comparada – importante na produção de evidências a favor da evolução;
- Responsável por uma nova cronologia da Terra;
- Fundador da biogeografia, ao organizar as espécies de acordo com a sua região de origem, agrupando-as em faunas.

Esta forma de classificar não apresenta argumentos evolucionistas, mesmo quando apresenta a possibilidade de uma descendência comum ao citar que o burro e cavalo, o homem e o macaco poderiam ser de uma única família. Considera o macaco e o homem pertencentes à mesma família, sendo o macaco um homem **degenerado**. Neste sentido tanto plantas e animais originaram-se de um único tronco. Os animais são descendentes de um único animal e com passar do tempo por progresso ou por degeneração, originaram-se todas as espécies de animais existentes (MAYR, 1998).

**Degeneração:** para Buffon, os seres vivos eram deformações de um arquétipo original criado por Deus. Teve como um dos seus intuítos, a busca pelas espécies principais, ou seja, de onde todas as outras derivaram, dentro de um padrão no qual a natureza intocada não seguia um sentido progressivo de aperfeiçoamento, mas sim caminhava para a degeneração da paisagem e das espécies (CAMPOS, 2010, p.08).

Buffon promoveu a história natural ao *status* de ciência, sua influência foi tão grande que excetuando Aristóteles e Darwin, nenhum outro estudo foi tão amplo e importante.

## Lineu

Carl Lineu (1707-1778), mesmo sendo considerado arqui-inimigo do evolucionismo contribuiu de forma importante ao lançar os fundamentos para elaboração de uma classificação natural e hierárquica o que com o transcorrer do tempo forçou a admissão do conceito da descendência comum.

A relação entre ordens e classes aparece em *Philosophia Botanica* de 1750 ao afirmar parentesco entre todos os grupos de plantas semelhantes aos

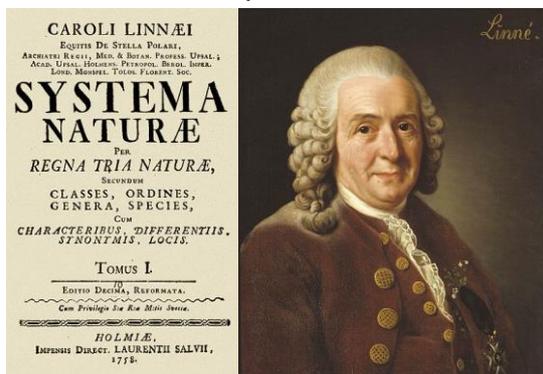


Figura 06: capa de *Systema Naturae* e Lineu. Fonte: Wikipédia.

Criou o sistema binominal de classificação para os seres vivos, desenvolveu uma terminologia elaborada para a morfologia das plantas. Seus estudos possibilitaram consenso e simplicidade à taxonomia e a nomenclatura (MAYR, 1998).

países de um mapa mundi. Porém ao reconhecer gêneros, ordens e classes a continuidade da vida é substituída por uma hierarquia de descontinuidade o que é contrário ao continuísmo defendido pelo evolucionismo. Lineu (Figura 06) negava qualquer transmissão de uma espécie para outra, porém foi importante para a formação do arcabouço conceitual da teoria da seleção natural, pois Darwin se reportou a Lineu em boa parte de sua argumentação, mesmo que para refutar suas ideias (MAYR, 1998).

## Lamarck

A natureza começou, e ainda começa, por moldar os mais simples dos corpos organizados, e por serem apenas esses que ela molda imediatamente, isto representa tão somente os rudimentos da organização indicada pelo termo geração espontânea (LAMARCK, 1809, apud MAYR, 1998, p.394).

Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck (1744-1829) foi o responsável por apresentar uma proposta de **teoria evolutiva** na primeira década do século XIX. Suas contribuições são de extrema relevância, pois suas ideias a respeito do evolucionismo constituem-se em uma ruptura às concepções da época. Desta forma, segundo Martins (2007) para demonstrar suas concepções, Lamarck não discutia a “evolução” dos animais; para tal

usava diferentes termos e expressões, tais como: aperfeiçoamento, progressão, desenvolvimento, progresso, mutação, mudança; e diversas expressões, como “composição crescente da organização”, “composição progressiva da organização”, “progressão na composição da organização”, “mudanças progressivas da organização”, “desenvolvimento progressivo”, “avanço da organização”, “progresso da composição”, dentre outras. Lamarck nunca deu um nome a sua teoria, o que propôs foi uma “teoria geral sobre tudo o que se refere aos animais” (MARTINS, 2007, p.28).



Figura 07: Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck.  
Fonte: Wikipédia.

Até 1779, Lamarck (Figura 07), como a maioria dos naturalistas da época, aceitava a ideia de que as espécies animais e vegetais eram fixas, porém aceitava que o ambiente influenciava os organismos produzindo mudanças, mas estas só aconteciam no nível de variedades. Neste ano passou a admitir o aperfeiçoamento das espécies com o tempo (MARTINS, 2007).

Lamarck, através de estudos geológicos, concluiu que a Terra era muito antiga, com condições que variavam constantemente. A partir do entendimento de que os organismos são adaptados ao ambiente, propõe que para sobreviver é necessário manter a adaptação e estar em mudança contínua. Elaborou uma teoria de

transformação, relatando que os organismos possuem uma tendência intrínseca à perfeição e uma habilidade para adaptarem-se ao meio (MAYR, 1998).

A variação das espécies, para Lamarck não era consequência apenas do tempo e condições favoráveis, era inicialmente controladas por leis. Na última versão da obra *Histoire naturelle des animaux sans vertebres* aparecem juntas as quatro leis utilizadas por Lamarck para explicar a transformação dos animais (MARTINS, 2009):

- Primeira Lei: trata da tendência para o aumento de complexidade orgânica e o crescimento do indivíduo até um certo ponto;
- Segunda Lei: relaciona o aparecimento de órgãos às necessidades que surgem e são mantidas;
- Terceira Lei do “**uso e desuso**”;
- Quarta Lei: refere-se à herança de caracteres adquiridos.

**Teoria da evolutiva** é um termo correto para a atualidade, porém não cabe num estudo histórico, pois na época de Lamarck não se reportava “[...] à sua concepção como sendo uma teoria da “evolução”. Este termo era usado para descrever o que hoje chamamos de “[...] “ortogênese”: o desenvolvimento de um indivíduo, do ovo à sua fase adulta” (MARTINS, 2007, p 27)

**Uso e desuso:** Lamarck não utilizava esta expressão em sua época, esta terminologia foi usada por Darwin, que aceitava essa lei como verdadeira (MARTINS, 2007, p.196).

## **A tendência para o aumento da complexidade - Primeira Lei**

A vida, pelas suas próprias forças, tende continuamente a aumentar o volume de todo o corpo que a possui, e a estender as dimensões de suas partes, até um limite que lhe é próprio (Lamarck, *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, vol. 1, p. 151 apud MARTINS, 2007).

Para Lamarck a tendência à complexidade dos organismos era algo natural, sendo a natureza responsável por produzir todos os organismos, de forma sucessiva, dos mais simples para os mais complexos aumentando gradativamente a complexidade de sua organização até dispersarem-se por todo o ambiente terrestre. Lamarck acreditava que eram as características do local em que uma espécie se encontrava que determinava suas modificações e influenciava seus hábitos.

Castañeda (1997) destaca que mesmo referindo-se claramente às espécies, esta lei pode ser aplicada aos indivíduos, para prová-la Lamarck utilizou a comparação entre a constituição de um animal recém-nascido e a de um adulto para mostrar o processo de gradual complexidade que ocorre, ou seja, o tamanho, organização e número de órgãos vão aumentando até chegar a um limite.

## **O aparecimento dos órgãos e as necessidades - Segunda Lei**

A produção de um novo órgão em um corpo animal resulta de uma nova necessidade que surgiu e que continua a se fazer sentir e de um novo movimento que essa necessidade faz nascer e mantém (Lamarck, *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, vol. 1, p. 155 apud MARTINS, 2007, p. 198).

O desenvolvimento de um novo órgão era atribuído por Lamarck aos hábitos, a maneira de um animal viver, as circunstâncias em que se encontra e o meio do qual provém (Figura 08). Assim o aparecimento de um novo órgão resultaria em uma nova necessidade, as gerações seguintes sucessivamente seriam submetidas às mesmas condições conservando a prole aquela mudança. Isto, segundo Castañeda (1997) levou Lamarck a ser mal interpretado, sendo conferido a ele uma interpretação de que os animais possuíam um certo “desejo” de mudança, como se tivessem poderes sobre o seu *percurso fisiológico*, porém a autora destaca que Lamarck atribuía aos animais uma “intenção”, no sentido de satisfazer uma necessidade fisiológica.



Figura 08: A) caracol e B) chiton.

Fonte: Wikipédia

Para explicar o surgimento dos tentáculos em caracóis e lesmas usava-se a segunda lei: o atrito causado ao se locomoverem [...] envia para a região da cabeça, fluídos nervosos e outros líquidos. Resultado: os nervos estendem-se gradualmente, até que, com o tempo, nesses pontos de atrito nasçam tentáculos (CASTAÑEDA, 1997, p.23).

Já os *chitons* ou *oscabrions* vivem praticamente imóveis, presos a rochas e por isso - segundo Lamarck – não desenvolvem os tentáculos que os caracóis possuem (MARTINS, 2007, p.208).

## O uso e desuso – terceira lei

O desenvolvimento dos órgãos e sua força de ação estão em relação direta com o emprego desses órgãos (*Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, vol. 1, p. 158. Apud MARTINS, 2007, p.200).

Nesta lei Lamarck fundamenta o surgimento de novos órgãos com o seu uso frequente e repetido que iria aos poucos se fortalecendo e aumentando tornando-o mais forte, esta força adequada ao tempo de uso do órgão; enquanto que o desuso de um órgão o enfraqueceria gradativamente e com o passar do tempo desaparecer.

Alguns exemplos citados por Lamarck em *Philosophie zoologique* para relacionar a forma ou estado da parte do corpo ou à falta de uso (MARTINS, 2007, p.210):

- Olhos vestigiais em animais que não os usam, como na toupeira, no *Aspalax d'Olivier* e no *Proteu*.
- As patas das serpentes, que teriam desaparecido pelo hábito de se arrastarem e se esconderem sob ervas.
- A atrofia do estômago e intestinos em pessoas que têm o hábito de ingerir bebidas alcoólicas por tempo prolongado e que quase não se alimentam de sólidos.
- Membranas entre os dedos de aves aquáticas, formadas pelo exercício de esticar esses dedos, na água, para nadar.
- Os dedos recurvados de pássaros que pousam sobre as árvores, desenvolvidos pelo hábito de segurar-se nos galhos com eles.

- Pescoço longo de aves que pescam na beira da água.
- Os pássaros e répteis que caçam utilizando a língua alongam-na.
- Peixes que nadam em grandes profundidades apresentam o corpo achatado e os olhos laterais.
- Os quadrúpedes que pastam por longos períodos de tempo adquirem cascos para sustentar um corpo muito pesado.
- Os ruminantes que necessitam de fugas rápidas para escapar de predadores apresentam corpo esbelto e pernas delgadas (antílope, gazela, etc.) enquanto os que não estão sujeitos a essas condições apresentam-no pesado (elefante, rinoceronte, boi, etc.).
- O tamanho e a forma peculiar do pescoço e das patas da girafa (*Camelo pardalis*).

Ao descrever o desenvolvimento das girafas Lamarck dizia que:

A girafa [...] vive em lugares quase sempre áridos e sem ervas. Isso a obriga a pastar as folhas das árvores, e a se esforçar continuamente para atingi-las. Resultou desse hábito, sustentado por muito tempo em todos indivíduos de sua raça, que suas pernas dianteiras tornaram-se mais longas do que as traseiras e que seu pescoço se alongou tanto que a girafa, sem se colocar sobre suas patas traseiras, eleva sua cabeça e atinge seis metros de altura (*Philosophie zoologique*, vol. 1, p. 256-7 apud MARTINS, 2007, p.212)

Porém foi incorretamente interpretado, como a análise feita por Alfred Russel Wallace, na qual a girafa teria adquirido o pescoço longo por uma vontade, um desejo. Isto é incorreto uma vez que Lamarck dizia que não havia um *desejo* da girafa em adquirir um pescoço longo, mas por uma necessidade fisiológica, ou seja, adquirir alimentos (MARTINS, 2007).

## A herança dos caracteres adquiridos – Quarta Lei

De fato, essa lei da natureza, que faz transmitir aos novos indivíduos tudo o que foi adquirido na organização, durante a vida daqueles que os produziram, é tão verdadeira, tão tocante, atestada a tal ponto pelos fatos, que não há observador que não se convença de sua realidade (*Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, vol. 1, p. 167, apud MARTINS, 2007, p.217).

Esta lei trata da transmissão das alterações do indivíduo aos seus descendentes, o termo usado por Lamarck foi *conservação adquirida* ou *transformação das mudanças adquiridas*. Estas mudanças adquiridas excluíam mudanças acidentais, como lesões ou amputação de membros (CASTAÑEDA, 1997).

Para que as mudanças adquiridas fossem transmitidas, segundo Lamarck era necessário que fosse comum aos dois sexos, porém essas alterações nem sempre eram transmitidas. Não exemplificou mudanças e também não apresentou um mecanismo para que ocorressem. Como a ideia de transmissão de características adquiridas era bem aceita na época (não foi uma ideia criada por Lamarck), possivelmente por este fato Lamarck não dedicou muito tempo em demonstrá-la (MARTINS, 2007).

Mayr (1998) destaca que uma análise aprofundada da obra de Lamarck permite concluir que era notavelmente complexa. Utilizou de concepções universais e amplamente aceitas na época como o uso e desuso, a herança de caracteres adquiridos e aceitava a geração espontânea. Após 1959, quando suas ideias foram redescobertas sendo o termo “lamarckismo” citado para se referir à hereditariedade dos caracteres adquiridos, porém à medida que esta concepção de hereditariedade era refutada mais o “lamarckismo” se tornava obscuro, conseqüentemente todo seu trabalho primoroso como zoólogo de invertebrados e sistematizador pioneiro foram completamente ignorados.

Lamarck foi durante um período muito mais lembrado pelas suas ideias incorretas, porém é preciso que seja reconhecido pelas suas contribuições: seu evolucionismo genuíno, sua firme aceitação do uniformitarismo, a ênfase dada a gradatividade na evolução, por reconhecer que o comportamento e o ambiente são importantes e principalmente por ter incluído o ser humano na evolução (MAYR, 1998).

E quanto mais demoraria para que uma teoria evolutiva fosse aceita? Mesmo que Lamarck com a obra *Philosophie zoologique* tenha representado uma primeira tentativa de uma explicação baseada na natureza para a evolução dos seres vivos, foi preciso mais cinquenta anos para que a teoria da evolução fosse amplamente aceita. Um dos fatores para esta demora, segundo Mayr (1998) era que a crença em um mundo criacionista-essencialista ainda era muito forte. Porém, fatos como a melhora dos registros fósseis, resultados da anatomia comparada e o surgimento da biogeografia científica auxiliaram na aceitação do pensamento evolucionista, o que não resultou em um entendimento maior das teorias lamarckistas do século XVIII.

## Cuvier

Não pretendo ter sido necessária uma nova criação, para trazer à existência as nossas presentes raças de animais. Eu apenas insisto em dizer que elas antigamente não ocupavam os mesmos lugares, e que elas devem ter vindo de alguma outra parte do globo (CUVIER, apud MAYR, 1998, p.413).

Após Lamarck, a história natural na França, foi dominada por Georges Cuvier (1769-1831), sendo a única tentativa de defender ideias menos conservadoras atribuída a Geofrei Saint-Hilaire (1772-1884). Geofrei era um grande especialista em anatomia compara, e mesmo não havendo interpretação evolutiva em sua obra, ao estudar répteis **jurássicos** descobriu

que não apresentavam as formas típicas encontradas nos membros do **Pleiossauro do Mesozóico**, mas eram semelhantes aos gaviais vivos (crocodilianos), o que indicou uma real possibilidade de transformação. Também publicou ensaio em que tentava explicar as diferenças entre os animais através de efeitos do ambiente sobre a respiração (MAYR, 1998).

Cuvier (Figura 09) e seus colaboradores realizaram diversos estudos caracterizando fósseis, provando a ocorrência de extinções, sendo atribuída a ele, a criação da paleontologia e da anatomia comparada. Com a realização de todas estas pesquisas conforme Mayr (1998), Cuvier apresentava todas as condições para ser o primeiro a propor uma teoria evolucionista, porém era contrário a qualquer ideia relacionada à evolução.

Defendia uma visão teleológica da evolução. Devido à limitação dos documentos fósseis que Cuvier possuía nesta época permitia a conclusão que catástrofes sucessivas ocorriam em determinados locais teriam extinguido as formas de vida preexistentes nestes ambientes, sobrevivendo a cada um desses cataclismos um novo povoamento com novas espécies, vindas de outros lugares. Também não era conhecida nenhuma espécie que tivesse continuidade nos diversos estratos geológicos. Estas evidências de descontinuidade não eram favoráveis, para Cuvier, a uma interpretação evolucionista. Além disso, a aceitação de uma finalidade para cada organismo, sua criação por um ato divino e seu lugar já designado na natureza reforçavam qualquer concepção favorável à evolução (MAYR, 1998).



Figura 09: Georges Cuvier.

Em relação às ideias evolucionistas de Lamarck, Cuvier criticou-o no que se referia à continuidade evolutiva das espécies ao afirmar que os animais descendiam diretamente de um ancestral antediluviano e refutava as modificações graduais das espécies, questionando a ausência de evidências dessas mudanças entre o paleotério e as espécies atuais. Mayr (1998) destaca que *Lamarck* poderia ter indicado à Cuvier a existência de inúmeros moluscos do Terceário o que teria demonstrado as formas intermediárias. No que diz respeito aos mamíferos, os exemplares fossilizados presentes eram incompletos, outros representavam ramos filéticos laterais já extintos. Lamarck não poderia usar argumentação da extinção, uma vez que não a reconhecia.

De acordo com Mayr (1998), constatou que faunas sucessivas poderiam ter sido inicialmente marinhas, depois terrestres, marinhas novamente e possivelmente de novo terrestres. O próprio Cuvier verificou que fósseis localizados nos estratos mais superiores ainda tinham representantes vivos e os estratos mais profundos apresentavam fósseis mais distantes das formas atuais, porém esta sequência fóssil não representava qualquer fato evolutivo para ele. Apesar de todas essas evidências, Cuvier não foi capaz de utilizar esses fatos para modificar a forma de pensar sobre a origem e evolução dos seres vivos, tornando-se após a sua morte, cada vez mais difícil uma interpretação não evolutiva no mundo.

Na Inglaterra, na primeira metade do século XIX a ciência natural era dominada pela geologia, sendo o único país que conservava a aliança entre ciência e os dogmas cristãos, onde parte do ensino científico era realizado por ministros ordenados que davam sequência à tradição estabelecida por Newton – ocupavam-se ao mesmo tempo com ciência e estudos teológicos. Os físicos procuravam leis instituídas pelo Criador que regulava todas as causas, através do estudo e do entendimento das leis, o físico poderia melhor servir ao Criador. Por outro lado os naturalistas também estudavam as obras do Criador, porém procuravam entender as adaptações dos seres vivos, que não podiam ser explicadas com leis gerais, como a gravidade, o calor ou a luz. Essas adaptações, tão únicas, eram vistas como uma intervenção direta do Criador, e conseqüentemente o funcionamento dos organismos constituíam-se em prova irrefutável da sua existência. Adotaram a ideia da perfeição das adaptações e das estruturas como prova do desígnio – teologia natural, sendo as formas vivas produto acabado, perfeito, fruto da benevolência e sabedoria do Criador (MAYR, 1998).

Esta aliança entre a teologia natural e a ciência começou a trazer algumas contradições. Mayr (1998) relata que as explicações sobrenaturais e o argumento do desígnio eram insuficientes para explicar fatos como a ocorrência de órgãos vestigiais, de parasitas, pestes e catástrofes com um Criador benevolente. A filosofia, com Hume e Kant também mostra que não poderia existir uma base científica e filosófica para a teologia natural, porém não havia ainda uma explicação adequada para as adaptações. Cientistas e filósofos como Lyell, Whewell, Herschel e Sedwick temiam uma explicação natural, com medo que destruísse a base da moralidade, o que provavelmente fez com que a teologia natural se conservasse, na Inglaterra, até a publicação de *Origem das espécies* por Charles Darwin.

Para Mayr (1998) ao mesmo tempo em que os teólogos naturais foram aqueles que mais atacaram Darwin, as adaptações biológicas, sempre descritas por eles forneceram evidências convincentes para a evolução, quando o desígnio foi substituído pela seleção natural.

## Lyell

A criação parece requerer a onipotência, por isso não podemos avaliá-la (LYELL, apud MAYR, 1998, p.426).

Charles Lyell (1797-1875) era adepto do uniformitarismo, o que levou a uma conclusão que o pensamento evolucionista de Darwin era originado de Lyell (Figura 09), porém Mayr (1998) destaca que isto é improvável, uma vez que o uniformitarismo apresentado era aposta a evolução, porém é indispensável sua análise para a compreensão de como Darwin formulou suas ideias evolucionistas.

De acordo com Mayr (1998) a maior contribuição de Lyell (Figura 10) para o evolucionismo não foi o **uniformitarismo**, mas sim o fato de ter se voltado de forma concreta para as espécies, enquanto Lamarck havia apresentado apenas alguns argumentos sobre progressão e perfeição crescente. Questões como extinção e aparecimento de novas espécies foram levantadas em *Principles of Geology*, e lidas por Darwin tornando-se centrais no desenvolvimento de suas ideias.



Figura 09: Charles Lyell.  
Fonte: Wikipédia.

Assim, entende-se que mesmo Lamarck sendo evolucionista de fato não foi precursor de Darwin, pois este não fundamentou sua obra em Lamarck, mas sim em Lyell, que era contrário ao evolucionismo, suas ideias eram incompatíveis ao que

Darwin estava propondo, mas é importante o destaque dado por Lyell ao papel das espécies na evolução. Isso impulsionou Darwin a utilizá-las na resolução dos problemas da evolução, mesmo que mostrasse que as argumentações de Lyell estavam erradas.

Após Lamarck, não era mais possível negar a ocorrência da evolução por qualquer um que estudasse o mundo natural, o que não ocorreu, por exemplo, com Lyell que dedicou em *Principles of Geology* diversos capítulos à evolução, porém tentando refutá-la. Mayr (1998)

destaca que no período entre 1809 a 1859 existiam evidências riquíssimas em favor da evolução, como as descobertas de Cuvier relacionadas ao aumento da diferenciação taxionômica dos mamíferos fósseis e o aumento da idade geológica que seriam suficientes para comprovar a evolução, porém lembramos que a maioria dos estudiosos como Cuvier eram criacionistas. Outros fatos como a variação geográfica, a permanência de animais como certos moluscos por muitos períodos geológicos contestavam a ocorrência de catástrofes universais. A evidência de que híbridos não eram estéreis contradizia o completo isolamento das espécies, a ocorrência de órgãos rudimentares, ou abortivos não estavam em consonância com a explicação criacionista de um plano perfeito. As homologias entre classes de vertebrados, dentre outros diversos fatos que foram usados por Darwin na elaboração de sua teoria já haviam sido descobertos (MAYR, 1998).

Em *Origem das espécies*, Darwin relata que essas evidências só tem sentido em uma explicação evolucionista, ao contrário, em uma explicação criacionista mostraria um criador extraordinariamente caprichoso. Segundo Mayr (1998), muitos autores haviam chegado a esta conclusão, porém continuavam a rejeitar a evolução. Estes eram intelectuais e bem informados. Então a que se devia a rejeição à evolução se não à ignorância? Ao que tudo

**Uniformitarismo:** termo cunhado em 1832 por William Whewell. Trata-se do conjunto de teorias que apresentava uma visão de mundo naturalístico, originalmente divino, que permitia intervenções do plano divino. As leis físicas atuam em todos os tempos, com a mesma intensidade, rejeitava a mudança direcional de mundo, este sempre encontrava-se constante (MAYR, 1998).

indica tal atitude está relacionada com o fato de que aqueles que eram contrários à evolução consideravam mais fácil conciliar todas as novas descobertas com as ideias já estabelecidas do que aceitar uma nova explicação de evolução. Para que estas novas ideias prevalecessem seria necessário uma completa ruptura com as concepções existentes e isto aconteceu em 24 de novembro de 1859, com a publicação de *Origem das espécies*, por Charles Darwin.

## Darwin

Há uma verdadeira grandeza nessa visão da vida, com seus múltiplos poderes, ter sido originariamente comunicada a algumas poucas formas ou mesmo a uma só; e que, enquanto este planeta tem girado em sua órbita, de acordo com a lei fixa da gravitação, infinitas formas das mais belas e maravilhosas foram e estão evoluindo a partir de um início tão simples<sup>1</sup> (DARWIN, 1859).

Como Darwin chegou a esta conclusão? Como elaborou sua teoria? Qual é o seu significado para no mundo biológico? Qual foi seu impacto? O que ela significa atualmente? São realmente muitas perguntas.



Figura 11: Mapa-múndi mostrando o trajeto percorrido por Charles Darwin a bordo do navio HMS Beagle, de 1831 à 1836.

Fonte: SEED/PR

Para iniciar as respostas é necessário nos reportarmos pelo menos a dezembro de 1831 quando Darwin embarca em uma viagem que duraria cinco anos (Figura 11) a bordo do navio H.M. S Beagle, aos 22 anos de idade (MAYR, 2009).

Antes de apresentar mais fatos sobre esta viagem vamos conhecer um pouco mais sobre ele. Charles Robert Darwin (Figura 12), (1809-1882) era filho de Robert Darwin, médico bem sucedido e de Susannah Wedgwood Darwin (filha de Josiah Wedgwood – família com tradição na

produção de cerâmicas(MAYR, 1998).

Darwin não demonstrava muito ânimo em relação à escola, preferindo colecionar insetos, pescar, caçar e fazer leituras sobre história natural, gosto demonstrado desde criança (MAYR, 2009).

Darwin vai para Edimburgo estudar medicina, mas demonstra total desinteresse para esta profissão, ficando muito impressionado com as cirurgias. Este desinteresse causou uma série de preocupações para sua

família, pois nesta época a medicina estava entre as poucas profissões condizentes com um rapaz de classe média-alta (MAYR, 2009).<sup>1</sup>

Outra opção seria entrar para o sacerdócio, uma vez que vivia na época de **William Paley** a teologia natural estava presente e a maioria dos professores das Universidades de Oxford e Cambridge de botânica e geologia eram teólogos, assim essa seria, de acordo com a sua família, a melhor opção para Darwin (MAYR, 1998).

Na Universidade de Cambridge, Darwin mesmo não demonstrando muito interesse pela teologia realiza todas as leituras necessárias, mas é a história natural que continua chamando sua atenção (MAYR, 2009).

Retornando a vigem no *Beagle*: após acompanhar Adam Sedgwick, que era professor de geologia, a uma expedição em Gales onde obteve maior aprendizado em mapeamento geológico, recebe o convite para a próxima viagem do *Beagle* como naturalista. No início seu pai não concordou com a viagem por não ser apropriado para um reverendo aprofundar-se nos estudos de história natural, mas ao final cedeu, patrocinando financeiramente a viagem de Darwin (DARWIN, 2008).

Em dezembro de 1831 o *Beagle*, sob o comando do capitão Robert Fitzroy, partiu da Inglaterra com o objetivo de fazer um levantamento da costa leste da Patagônia e do Estreito de Magalhães. Durante a viagem, Darwin teve oportunidade de explorar a biota, recolher exemplares de espécimes e também de formular perguntas sobre a história da terra, da fauna e da flora. Esta viagem foi a base para a constituição de suas ideias (MAYR, 2009).

Darwin aproveitou ao máximo, pois era um observador incansável, porém inúmeras foram as dificuldades encontradas, as instalações eram desconfortáveis, ficou doente e nauseado por longos períodos. Porém nenhuma dificuldade o impediu de realizar seu trabalho, sempre demonstrado sua admiração pelo que observava como pode ser comprovado com esta sentença ao passar no Brasil, quando chegou à Bahia “Seria difícil imaginar, antes de ver o panorama, algo tão magnífico. É necessária, no entanto, a realidade da natureza para fazê-lo como é”. ou “Para uma pessoa com inclinação para a história natural, um dia como este traz um tipo de prazer mais agudo do que ele jamais poderá voltar a sentir” (DARWIN, 2008, p.56).

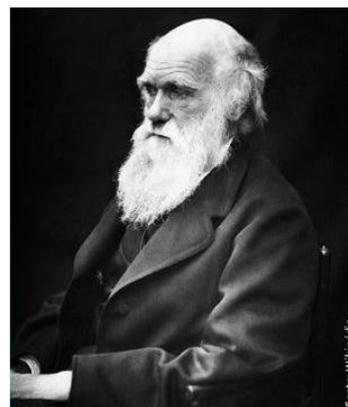


Figura 12: Charles Robert Darwin.

Fonte: SEED/PR.

**William Paley:** acreditava que os seres vivos foram em algum momento criados com propósitos. Ao serem criados, seu criador lhes conferia um desígnio, ou seja, todos possuíam em si um fim planejado por um ser superior (DAWKINS. 2001).

---

<sup>1</sup> Na segunda edição de *Origem das Espécies*, Darwin acrescentou: “comunicada pelo Criador”. Este cuidado em acrescentar o nome de Deus ao final do seu livro não refletia necessariamente suas convicções, mas tato e prudência (FREIRE-MAIA, 1998).

Também não deixou de se indignar com a escravidão ainda presente no Brasil “Mas onde a maioria ainda está em estado de escravidão e onde o sistema se mantém por todo um embargo na educação, [...] o que se pode esperar a não ser que seja o todo poluído (DARWIN, 2008, p. 63).

A visão de um aristocrata inglês de sua época em relação a outros povos também não deixou de aparecer “Os trópicos parecem ser o berço natural da raça humana; mas a mente, como muito de seus frutos, parece atingir em climas estrangeiros sua maior perfeição” (DARWIN, 2008, p 86).

Quando retornou à Inglaterra em 1836, em Londres, realizou estudos dos exemplares que recolheu e publicou artigos científicos, inicialmente sobre observações geológicas. Casou-se com sua prima Ema que era filha do famoso ceramista Wedgwood. Mudou-se para a Down House, próximo a Londres, onde permaneceu até sua morte em 1882, foi neste local que escreveu seus artigos e livros mais importantes.

Durante 20 anos Darwin realizou estudos que culminaram com a publicação em 1859, do livro *Origens das espécies e variedades através da seleção natural*.

Suas ideias estruturadas sobre especiação e evolução foram elaboradas em pouco tempo, entre 1837 e 1839, porém modificou-as ao longo dos anos seguintes. Em 1844, Darwin já havia concluído um manuscrito que apresentava a essência do que iria conter *Origens das espécies* sua obra em 1859. A demora na publicação poderia ter sido ainda maior, uma vez que acreditava no fato da maioria ser antievolucionista, se Alfred Russel Wallace não tivesse escrito uma carta para ele na qual relata estudos que apresentam uma interpretação da evolução muito semelhante às suas conclusões (MAYR, 1998).

As conclusões apresentadas por Darwin e Wallace relatam que as espécies evoluem por seleção natural, foram apresentadas de forma simultânea em 1858, não chamando muita atenção na época. Após a leitura dos artigos, Darwin foi pressionado a escrever um resumo de suas ideias. Este resumo foi escrito entre julho de 1858 e março de 1859, resultando em 490 páginas de texto, o que resultou na publicação de *Origens das espécies e variedades através da seleção natural*, com 1.250 exemplares, em 24 de novembro de 1859 (MAYR, 1998).

Darwin se referia à variação das espécies, a descendência em comum e à seleção como teoria única. Mayr (2005,) após diversas análises realizadas concluiu que o modelo de Darwin consiste de cinco teorias principais independentes: 1) evolução propriamente dita; 2) descendência comum; 3) gradualismo; 4) multiplicação de espécies e 5) seleção natural.

- 1) **Evolução propriamente dita:** com esta teoria Darwin propôs que o mundo não era estático, mas estava em constante transformação e que os organismos também estavam em constante mudança. Atualmente a evolução não é mais considerada uma teoria, mas um fato. Este fato consiste em mudanças documentadas no registro fóssil, em estratos geológicos com datação precisa. As quatro outras teorias estão fundamentadas na *evolução*, um exemplo são os acontecimentos explicados pela descendência comum que não fariam sentido se a evolução não fosse um fato (MAYR, 2005).

2) **Descendência comum:** cada grupo de organismos descende de uma espécie ancestral. Este conceito não é original de Darwin, Buffon que já havia considerado este conceito para parentes próximos no exemplo do cavalo e o asno, como não aceitava a evolução não desenvolveu esta concepção. Esta teoria foi aceita com muito entusiasmo, pois apresentava possibilidades de explicações imediatas, trazendo sentido à história natural, por exemplo, a classificação hierárquica de Lineu se tornou lógica, pois agora se compreendia que cada táxon superior era descendente de um ancestral ainda mais remoto. A maioria das provas usadas por Darwin estão relacionadas à descendência comum, sendo que o seu poder explicativo auxiliou na aceitação rápida da evolução. Porém houve resistência em aceitar que os seres humanos também estavam incluídos nesta linha total de descendência, como a derivação dos seres humanos de outros primatas. A descendência comum é totalmente aceita atualmente entre os biólogos, bem como a derivação dos seres humanos de outros primatas, comprovadas através de registros fósseis, da similaridade bioquímica e cromossômica (MAYR,2005).

3) **Gradualismo:** esta teoria propõe que a transformação evolutiva sempre ocorre de forma gradual, nunca aos saltos, ou seja, para que uma modificação ocorra é necessário um grande intervalo de tempo e de forma progressiva (DARWIN, 2009).

Segundo Mayr (2005) o gradualismo encontrou forte oposição, pois nesta época as ideias essencialistas dominavam. Além disso, os registros fósseis mostravam que a existência de novas espécies só poderia ter ocorrido aos saltos, isso ocorria porque estas novas espécies estavam muito bem adaptadas não existindo registros de ocorrência frequente de espécies mal adaptadas. Assim, ou aceitava-se que as espécies eram criadas por um ser divino e perfeito, de forma sobrenatural, que não cabia mais para Darwin que adotou a explicação da evolução das espécies de forma lenta e gradual.

4) **Multiplicação das espécies:** trata da explicação da origem da enorme diversidade orgânica.

Mesmo que na época de Darwin apenas uma pequena parte das espécies de seres vivos da Terra eram conhecidas, o problema da sua origem e da diversidade estava presente. Porém a possibilidade de uma multiplicação não foi desenvolvida por Lamarck, que acreditava que as espécies se originavam por geração espontânea e a diversidade era produzida por uma adaptação universal. Para Lyell, que concebia um mundo estático, o número de espécies era sempre constante, o surgimento de novas ocorria por substituição às já existentes, ou seja, não havia uma possibilidade de conceber que as espécies poderiam ser separadas em várias espécies-filhas nesta época. Este problema só poderia ser solucionado por naturalistas que estavam viajando a várias partes do mundo, incluindo Darwin, nas Ilhas Galápagos (MAYR, 2005).

Estes naturalistas acrescentaram a dimensão geográfica ao pensamento evolutivo, descobriram espécies geograficamente representativas ou incipientes e o que é considerado mais importante, encontraram diversas populações **alopátricas** que encontravam em todos os estágios intermediários concebíveis da formação de espécies (MAYR, 2005).

Duas espécies vizinhas são **alopátricas** quando suas áreas de distribuição são distintas, seus nichos ecológicos podem ser separados ou então superpor-se parcialmente.

Fonte:

<http://educar.sc.usp.br/ciencias/ecologia/glossario.html>

De acordo com Mayr (2005) a questão da multiplicação das espécies foi um problema que acompanhou Darwin por toda a sua vida, porém juntamente com Wallace, foram os primeiros a levantar de forma concreta o problema da multiplicação das espécies, problema que não se encerrou, pois as diversas correntes que discutem esta questão ainda geram controvérsias que não estão resolvidas.

- 5) Seleção natural:** segundo Mayr (2005) a teoria da seleção natural de *Darwin* foi a mais ousada e inovadora, pois além de dar uma explicação natural substituindo a teleologia da natureza por uma explicação essencialmente mecânica este mecanismo era único.

Foi elaborada por Darwin e Wallace de forma independente e apresentada em conjunto, tal era o seu caráter revolucionário que até então nada semelhante havia sido proposto, tornando-se a base da interpretação moderna da evolução. A *seleção natural* encontrou forte resistência naquela época e mesmo atualmente existem pessoas que têm dificuldade em sua compreensão (MAYR, 2009)

De acordo com Mayr (2009) a *seleção natural* baseia-se em cinco observações – fatos e três inferências (Quadro 1). A população a qual se refere à seleção natural inclui tanto as espécies que se reproduzem sexualmente como aquelas em que a reprodução ocorre de forma assexuada.

Quadro 1: O modelo de Darwin para a seleção natural.  
Fonte: MAYR, 2009, p.146.

**Fato nº1:** as populações são tão fecundas que tendem a aumentar exponencialmente na ausência de restrições. (Fonte: Palley e Malthus)

**Fato nº2:** o tamanho de uma população, exceto por flutuações sazonais, tende a permanecer estável (estabilidade a longo prazo). (Fonte: observação universal)

**Fato nº3:** os recursos disponíveis para uma espécie são limitados. (Fonte: observação, reforçada por Malthus)

**Inferência nº1:** existe uma intensa competição (luta pela sobrevivência) entre os membros de uma espécie. (Fonte: Malthus)

**Fato nº4:** não existem dois indivíduos iguais em uma população (pensamento populacional). (Fonte: criadores de animais e taxonomistas)

**Inferência nº2:** não há dois indivíduos em uma população com a mesma probabilidade de sobrevivência (seleção natural). (Fonte: Darwin)

**Fato nº 5:** muitas das diferenças entre os indivíduos de uma população são hereditárias. (Fonte: criadores de animais)

**Inferência nº3:** quando uma população é submetida durante muitas gerações à seleção natural, o resultado é a evolução. (Fonte: Darwin)

Como exposto no Quadro 01 por Mayr (2009) o conceito de seleção natural está baseado na observação da natureza.

Darwin chamou atenção para a complexidade das relações existentes entre os seres vivos, e destes com meio físico questionando que número de estruturas diversas seriam úteis para cada ser em condições tão mutantes e adversas de vida. Para sobreviver nestas condições, teriam uma maior probabilidade de sobrevivência e procriação aqueles organismos que apresentassem uma **vantagem** sobre os outros, conseqüentemente, variações que não fossem vantajosas teriam que ser rigorosamente destruídas. Darwin chamou a conservação das variações individuais vantajosas e a eliminação daquelas prejudiciais de *seleção natural* ou *sobrevivência dos mais fortes* (DARWIN, 2009).

O termo **vantagem** não significa desejo para, algo de caso pensado para um determinado fim, pois a seleção não é um processo teleológico, ocorre ao acaso, não é determinista.

Esta luta pela sobrevivência ocorre durante toda a vida dos seres vivos, assim, o que vai garantir o sucesso de um organismo é o enfrentamento dos obstáculos impostos a ele no dia a dia. Normalmente a competição é mais forte entre indivíduos da mesma espécie, que competem por alimentos, território, abrigo, por parceiros e para se reproduzirem, e como nascem mais indivíduos do que o ambiente é capaz de sustentar a luta pela sobrevivência é natural (MAYR, 2009).

Mayr (2009) destaca que a competição e outras dimensões da luta pela sobrevivência são muito importantes do ponto de vista da seleção natural. O conhecimento das interações entre as espécies pode ser muito útil na

agricultura. Um dos exemplos citados por Mayr (2009) é o combate de pragas de frutas cítricas com o auxílio de joaninhas – suas predadoras. Existem diversos casos semelhantes o que demonstra que espécies que coexistem em geral estão em equilíbrio, sendo que este equilíbrio é permanentemente ajustado pela seleção natural.

Mas existem provas que seleção natural existe? Quando ela é compreendida como um processo que envolve populações, segundo Mayr (2009) se torna um conceito óbvio e pertinente. Isto ocorreu com Darwin, pois quando publicou a primeira versão de A origem das espécies em 1859, não possuía nenhuma evidência concreta de que a seleção natural ocorria, o que atualmente não ocorre, já que existe um número consistente de fatos em favor deste conceito.

Alguns exemplos citados por Mayr (2009):

- Casos de mimetismo: em 1862, Henry Walter Bates verificou na Amazônia a ocorrência de algumas espécies de borboletas palatáveis que apresentavam o mesmo padrão de **espécies simpátricas** de borboletas tóxicas ou pelo menos não palatáveis que viviam na mesma região. Quando o padrão das borboletas tóxicas variava de uma região para a outra, o mesmo ocorria com as não tóxicas – este fato recebeu o nome de *mimetismo batesiano*.
- A resistência das bactérias aos antibióticos e a resistência das pragas aos pesticidas.
- A relação entre o gene da anemia falciforme e a resistência à malária na África.

Duas espécies são **simpátricas** quando coabitam em uma área mais ou menos vasta, seus nichos ecológicos podem superpor-se parcialmente, ou então um pode estar totalmente incluído no outro.

Fonte:

<http://educar.sc.usp.br/ciencias/ecologia/glossario.html>

Os escritos de Darwin modificaram uma visão de mundo que era baseada no essencialismo, finalismo e determinismo para uma visão que tratava de inconstância das espécies, descendência comum e seleção natural. Para Mayr (2009) de certa forma praticamente todo o sistema moderno de crenças do ser humano é de uma forma ou de outra afetada pelo pensamento de *Darwin*. O autor destaca ainda que sua obra se constitui em fundamento de uma nova filosofia da Biologia, não havendo dúvida que a forma ocidental de pensamento foi profundamente afetada pelo pensamento filosófico de Darwin.

## Wallace

Alfred Russel Wallace (1823-1913) era muito diferente de Darwin que vinha de uma família aristocrata, com anos de estudos superiores, nunca precisou trabalhar para custear seus estudos o que lhe dava independência e tempo para dedicação às pesquisas. Wallace (Figura 13), ao contrário sempre precisou trabalhar, pois era de família pobre, não tinha formação superior e os trabalhos que realizava eram por vezes perigosos. Ao abandonar a escola aos 14 anos, trabalha como assistente de seu irmão que era agrimensor. Observando montes e pântanos por onde passava, em seu trabalho fez com desenvolvesse entusiasmo pelo naturalismo. Inicialmente colecionava plantas, mas ao conhecer Henry Walter Bates – entomologista passa também a coletar borboletas e besouros. Assim como *Darwin*, *Wallace* também viajou, uma de suas viagens foi para a região amazônica fazendo observações sobre fauna e flora da região (MAYR, 1998).

Ao retornar para a Inglaterra, em 1852 o navio em que estava e que transportava o que havia coletado pegou fogo e *Wallace* perdeu todo seu material inclusive suas anotações, porém segundo Mayr (1998) não esqueceu o que havia observado como as numerosas espécies de macacos estreitamente aparentados. Planejou uma nova expedição, desta vez para o arquipélago da Malásia em 1854 e um ano após esta viagem publicou o seu mais importante artigo “Sobre a lei que regulou a introdução das novas espécies”, tentando compreender como novas espécies eram introduzidas. Com esta obra conclui que ocorrem mudanças contínuas durante longos períodos (conclusão semelhante a Darwin), rejeitando desta forma a concepção de Lyell de que as espécies só variavam dentro de certos limites.



Figura 13: Alfred Russel Wallace.

Fonte: Wikipédia.

Porém, esta conclusão não resolveu o problema da introdução de novas espécies, continuando a ser objeto de seus estudos. Wallace encontrou a resposta na geografia, baseado em suas observações na Amazônia e no arquipélago da Malásia, tendo concluído que as espécies que apresentam um parentesco mais próximo ocupavam os mesmos locais ou áreas vizinhas. Assim, a sequência natural das espécies, por afinidade também é geográfica. A partir desta conclusão formulou a lei: *Toda espécie começou a existir coincidindo tanto no espaço como no tempo com uma espécie preexistente e estreitamente aparentada* (Wallace, apud Mayr, 1998:468). Desta forma, Wallace elabora uma teoria da evolução, baseada em suas observações que apresentava um padrão de distribuição de espécies estreitamente relacionadas (MAYR, 1998).

Wallace enviou para Darwin, em 1858, um artigo que o deixou perplexo com a semelhança às suas conclusões, como nesta carta enviada a Lyell “[...] Nunca vi coincidência mais impressionante. Se Wallace dispusesse do esboço

do manuscrito que escrevi em 1842, não poderia ter feito dele um resumo melhor! Até seus termos figuram como títulos de meus capítulos”. (Darwin, 1858, apud Burkhadarth, 2000, p.274).

Darwin já estava se preparando para publicar seus estudos, porém após a leitura do trabalho de *Wallace* ficou muito abalado, temendo ser acusado de tê-lo copiado, mesmo tendo enviado para Hooker por volta de 1847, e para Asa Gray, em 1857 um resumo de suas ideias. Até relata em carta para Lyell que preferia ter seu manuscrito queimado a ser acusado de *espírito mesquinho* (Burkhadarth, 2004). Esta questão foi resolvida por Lyell e Hooker que apresentaram em conjunto os artigos de Wallace e Darwin na *Lineum Society of London* em 1º de julho de 1858.

Neste capítulo percorremos uma parte do desenvolvimento do pensamento biológico evolutivo iniciando com Aristóteles até chegarmos ao século XIX com as publicações de Darwin e Wallace.

Como apresentado, foram Darwin e Wallace quem de fato apresentaram uma teoria consistente sobre *evolução biológica*, porém as contribuições fornecidas pelos pensadores aqui apresentados (existem outras contribuições importantes como Chambers, Spencer, Unger e Harwey) não devem ser descartadas, pois este é o caminho da Ciência, com erros e acertos. Também não podemos esquecer que cada cientista/pensador reflete em sua obra características e pensamento de sua época, assim devemos evitar olhar para eles com as nossas referências atuais.

Porém, é necessário que os estudantes tenham domínio de todos eles, de suas contribuições e ideias? O que é essencial que conheçam sobre o pensamento evolutivo? Inicialmente é importante que desenvolvam uma visão relacionada à Ciência como um processo histórico, de construção coletiva e com limitações. Esta visão de Ciência deve fazer parte das concepções dos estudantes, independente do conteúdo que está sendo desenvolvido. Consequentemente, para o de conteúdo *evolução* é relevante apresentar aos estudantes como o pensamento biológico evolutivo foi construído, o que pode ser feito de forma sucinta pelo professor, ou na forma de promoção de debate com uma pesquisa prévia feita por eles sobre pensadores indicados pelo professor.

## Sugestão de atividades



### Atividade 01: As ideias de Lamarck e Darwin.

- Apresente aos estudantes as ideias de Lamarck e Darwin contidas neste capítulo. Em [http://www.darwinbrasil.com.br/material\\_darwin.pdf](http://www.darwinbrasil.com.br/material_darwin.pdf) página 15, você encontra o texto “Serpentes sem patas” que explica a ausência destas sob as leis de Lamarck e no contexto da seleção natural.
- Proponha que observem a variabilidade entre indivíduos de uma mesma espécie, como por exemplo, os estudantes da sala de aula.
- Realize, junto a eles, o levantamento de algumas características como cor dos olhos, cabelo, altura etc.. Busque mapear a origem das mesmas

(paternas ou maternas) e proponha uma atividade de reflexão sobre a herança destas características.

- É importante discutir com os alunos que Darwin aceitava a herança dos caracteres adquiridos, assim como Lamarck.
- Nesta atividade é importante o cuidado na comparação entre Lamarck e Darwin, para não conduzir os estudantes ao entendimento de que as ideias do segundo eram superiores às do primeiro.

**Atividade 02:** Simulação - Os tentilhões de Galápagos: o que Darwin não viu, mas os Grants viram.

Para desenvolver o conceito de *seleção natural* sugere-se a utilização da simulação: **Os tentilhões de Galápagos: o que Darwin não viu, mas os Grants viram**. Disponível em <http://geneticanaescola.com.br/wp-home/wp-content/uploads/2012/10/Genetica-na-Escola-11-Artigo-01.pdf>.

É uma atividade que objetiva a simulação do processo de *seleção natural* em aves do gênero *Geospiza*.

Esta simulação pode ser aplicada antes de apresentar o conceito de seleção natural, solicitar aos educandos que além de responder as perguntas solicitadas na simulação anotem todas as observações realizadas.

### **Problematizando!**

Qual é o sentido de pássaros da mesma espécie apresentarem bicos de formas e tamanhos diferentes?

Aves da mesma espécie têm bicos de formas diferentes por que usam alimentos diferentes ou é disponibilidade de alimentos que faz com que tenham bicos diferentes?

- Após a pergunta projeta-se a imagem dos tentilhões disponível em [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Darwin%27s\\_finches.jpeg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Darwin%27s_finches.jpeg) anotando as respostas colocadas pelos estudantes para compará-las com as respostas após a realização da simulação e da mediação do professor.
- Situar o arquipélago de Galápagos geograficamente. Mapa disponível em: <http://www.guiageo-americas.com/mapas/galapagos.htm> e as condições climáticas das ilhas (apresentadas na simulação).
- Explicar todos os passos da simulação e durante a realização interferir o mínimo possível, permitir que os estudantes tenham suas próprias conclusões. É na apresentação dos dados coletados por cada equipe que o professor fará as relações e juntamente com os estudantes irá construir o conceito de seleção natural.
- Após as discussões voltar às perguntas iniciais e solicitar que respondam, agora com a linguagem científica. Esta pode ser uma forma de avaliação.



## Para aprofundar a leitura!

O artigo **Herança dos caracteres adquiridos**, de Lilian Al-Chueyr Pereira Martins relata a origem da concepção dos caracteres adquiridos e seu uso ao longo do tempo pelos cientistas.

Disponível em: <http://www.ghtc.usp.br/server/pdf/lacpm-Heran%E7a-Carac-Ad-Sci-Am.PDF>

**A teoria da progressão dos animais, de Lamarck.** Livro de Lilian Al-chueyr Pereira Martins.

Disponível em: <http://www.ghtc.usp.br/server/Download/Capa-Lamarck-Booklink.pdf>

**Resgate justo:** Sofia Moutinho apresenta fatos sobre o trabalho de Wallace.

Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br/bloques/bussola/2012/09/resgate-justo>

**O Conde de Buffon e a teoria da degenerescência do novo mundo do século XVIII.** Neste artigo Rafael Dias da Silva Campos apresenta uma análise das teorias que tentaram explicar a História Natural do século XVIII no Novo Mundo.

Disponível em: <http://www.cptl.ufms.br/hist/ndhist/Anais/Anais%202010/Aceitos%20em%20ordem%20alfabetica/Rafael%20Dias%20da%20Silva%20Campos.pdf>

### III – A Síntese Moderna

*“O tempo está maduro para um rápido progresso da nossa compreensão de evolução”.*  
(Huxley, 1942)

Nos anos que seguiram a publicação de *Origens*, várias discussões aconteceram, sendo que a própria evolução e a descendência comum foram amplamente aceitas, porém a seleção natural obteve maior resistência. Para explicar a variação das espécies, Darwin utilizou a herança das características adquiridas, simultaneamente à seleção natural (MAYR, 2005).

A herança dos caracteres adquiridos nas teorias de Darwin persistiu até 1883, quando August Weismann publicou sua refutação a ela. Romanes (1894, apud Mayr 2005), cunhou o termo “neodarwinismo” que são as teorias de Darwin sem a herança dos caracteres adquiridos. Para Mayr (2005) o uso do termo “neodarwinismo” é utilizado por alguns historiadores para nomear as teorias que surgiram da moderna síntese evolucionista, o que para o autor é um equívoco. Para ele a teoria sintética da evolução deveria ser chamada de darwinismo porque mantém conceitos como da seleção natural, originais de Darwin.

Futuyma (1996) argumenta que as ideias de Weismann (a rejeição da influência do ambiente sobre a hereditariedade) foram atacadas pelos chamados “neo-lamarckistas”, porém aceitas após a redescoberta dos trabalhos de Mendel, nos anos de 1900. Porém, a compreensão dos trabalhos de Mendel não levaram a aceitação da seleção natural, sendo inicialmente interpretados como incompatíveis. Para cientistas mendelianos como Hugo de Vries e William Bateson a variação contínua entre indivíduos não tinha consequências. Para estes autores as variações eram descontínuas que mostravam frequências mendelianas e herança particulada distinta, acreditando que as espécies surgiam em um ou poucos estágios através de mutações descontínuas. Esta interpretação era incompatível com a seleção natural, pois se as espécies surgem apenas por mutações, logo a seleção natural não é necessária.

Assim, a seleção natural e a mudança gradual, fundamentos básicos de Darwin, foram desconsideradas. Sendo que no início do século XX as suas teorias encontravam-se em declínio, eram rejeitadas por geneticistas mendelianos e paleontólogos que apresentavam teorias **ortogenéticas**, baseavam-se em premissas de aperfeiçoamentos internos, direcionados ou entendiam que a constituição genética

**Ortogenese:** teoria que presumia que a evolução acontecia por uma força interna, acrescentava um componente finalista à evolução. Foi uma das teorias mais populares não darwiniana. Mesmo Darwin tendo demonstrado que as espécies se modificam e possuem descendência comum permaneceu sendo aceita. Weismann refutou diversos argumentos utilizados pelos ortogenistas e ainda assim continuou popular em países como a Alemanha, França e Estados Unidos (MAYR,

dos seres vivos os levava a evoluir apenas em certas direções (FUTUYMA, 1996).

A compreensão da importância da seleção natural e sua compatibilidade com a genética viria a acontecer aproximadamente entre 1936 a 1947. De acordo com Zimmer (2003), a compreensão dos mecanismos da hereditariedade, com o trabalho de geneticistas em conjunto com zoólogos e paleontologistas, resultou em um trabalho coletivo da evolução conhecido como “**Síntese Moderna ou Síntese Evolutiva**” (Figura 14). A síntese moderna serve de base para pesquisas atuais, permitindo que se compreenda a ocorrência da evolução em um nível molecular e a seleção natural entendida como uma força da natureza, não sendo mais a força imperceptível que Darwin imaginava.

Figura 14: Alguns dos principais cientistas que contribuíram para a elaboração da Síntese Moderna.  
Fonte: Wikipédia.

		
<p>A - Ronald A Fischer</p>	<p>B - John B S Haldane</p>	<p>C - Julian Huxley</p>
<p>Desenvolveram por completo a teoria da genética de populações o “teorema de Hardy-Weiberg e desenvolveram a teoria da mudança de frequência gênica sob seleção natural. Mostraram que até mesmo pequenas diferenças seletivas poderiam ocasionar a mudança evolutiva (FUTUYMA, 1996, p.12)</p>		<p>Sua obra <i>Evolution: the Modern Synthesis</i> (1942), possivelmente a síntese mais abrangente da genética e da sistemática (FUTUYMA, 1996).</p>
		
<p>D- Sewall Wrigth</p>	<p>E- Theodosius Dobzhansky</p>	<p>F-Ernst Mayr</p>
<p>Desenvolveu uma teoria genética que incluía a seleção natural, o endocruzamento, fluxo gênico e os efeitos do acaso. Desenvolveu por completo o “teorema de Hardy-Weiberg (FUTUYMA, 1996).</p>	<p>Sintetizou no livro <i>Genetics and Origin of Species</i>, em 1937, elementos teóricos da genética de populações e numerosos dados sobre a variação genética e a genética das diferenças entre espécies (FUTUYMA, 1996, p.12).</p>	<p>Elucidou em <i>Systematics and the Origino f Species</i> a natureza da variação geográfica e da especiação incorporando muitos dos princípios genéticos que Dobzhansky articulou (FUTUYMA, 1996, p.12).</p>

**Mutação:** alterações no fenótipo, causadas por uma mutação (de qualquer tipo) podem resultar em benefícios ou não pela seleção natural. Relacionadas à evolução as mutações podem ser **benéficas**, **neutras** ou **deletérias**.

**Benéficas:** os genótipos foram favorecidos pela seleção natural; **neutras:** não afetam a adaptabilidade do fenótipo, ocorrem em maior frequência que as benéficas e as **deletérias:** tendem a ser eliminadas da população. Quando recessivas, podem permanecer em indivíduos heterozigotos, se resultam na morte antes que seu portador tenha se reproduzido. São chamadas de mutações letais.

Mesmo que todos os novos genes sejam formados por mutações nas populações naturais, a maioria das variações dos fenótipos ocorre de forma natural e são alvo da seleção ocorrem por recombinação (MAYR,2005).

**Deriva genética:** a variação aleatória da frequência de genes em uma população devido a flutuações estatísticas, conhecida como *derivação gênica*, pode levar a perda de genes (Mayr, 2005, p.128). Este processo não é importante se ocorre em grandes populações, porém se ocorre em pequenas populações fundadoras altera a amostra de genes da população original (MAYR, 2005).

**Fluxo gênico** é quando o acervo genético de uma população local de uma determinada espécie é amplamente afetado pela entrada de genes de outra população e saída de genes para outras populações (MAYR,2005).

Na teoria sintética da evolução atuam quatro fatores evolutivos: **seleção natural** (proposta por Darwin), **mutação**, **deriva genética** e **fluxo gênico**. Sua elaboração possibilitou a abertura para discussão de novas questões. Refutou uma série de concepções errôneas e recolocou Darwin em uma posição central no pensamento evolutivo, trazendo a seleção natural como principal força da evolução.

E o depois da síntese evolutiva? Sua elaboração foi suficiente, não havendo mais nenhum desacordo entre os cientistas? O conhecimento é uma produção humana, não é algo estático, suficiente por si só, assim a construção da Síntese Evolutiva possibilitou consenso entre alguns pontos, mas ainda havia alguns desacordos, estes segundo Futuyma, (1996) estavam mais relacionados com a natureza quantitativa e pelo fato de alguns aspectos da biologia do desenvolvimento ainda não terem sido totalmente incorporados à Síntese Evolutiva.

Os estudos evolutivos não encerraram com a Síntese Moderna, como destaca Futuyma (1996). Esta vem se expandindo o que traz novos questionamentos, conflitos e entendimentos como a compreensão da base molecular da hereditariedade. A partir de 1953, a elucidação da estrutura do DNA por James Watson e Francis Crick (com contribuições de Rosalind Franklin e Maurice Wilkins) gerou entendimento mais aprofundado da natureza da mutação e da variação genética e outros novos conceitos que enriqueceram e também desafiaram a Síntese Moderna. Através de dados moleculares e com expansão da teoria matemática incluíram a **deriva genética aleatória** como principal força evolutiva juntamente com a **seleção natural**. O conceito de seleção natural também foi ampliado para nele incluir a sobrevivência e reprodução dos organismos individuais, um princípio de genes, grupos de parentes, populações e espécies.

Futuyma (1996) enfatiza que a teoria sintética por ser em grande parte abstrata se formalizou nos modelos matemáticos de genética de populações. Áreas inteiras do conhecimento como comportamento e ecologia, características reais dos organismos foram sendo incorporadas à biologia evolutiva. Isso demonstrou que essas características não poderiam mais ser entendidas apenas pela variação genética existente através da pressão exercida pela seleção natural, mas que as características são determinadas, em parte, pelas etapas do desenvolvimento resultando em genótipos e fenótipos

que são os produtos da história evolutiva. Para o autor, o estudo dos processos evolutivos deve ser agregado ao estudo da biologia do desenvolvimento e da história, objetos da sistemática e da paleontologia, o que permite concluir que o conhecimento em uma área depende de diversos conhecimentos construídos por outras.

Neste sentido Freire-Maia (1998) destaca que novas considerações levantadas após 1950 podem perfeitamente ser agrupadas à teoria sintética com a manutenção deste nome. Porém, ressalta que alguns cientistas não consideram desta forma, acreditam que expansão dos conhecimentos sobre evolução não mais poderiam ser acrescentados à teoria sintética. Os novos aspectos teriam se expandido de tal forma não sendo mais possível situá-los na linha darwiniana, formada pela teoria sintética.

De acordo com Freire-Maia (1998) estas novas concepções são as seguintes:

1. A teoria da neutralidade-deriva, proposta por Kimura no fim da década de 1960.
2. Teorias que receberam diversos nomes: da revolução genética, da organização, da transiliência. Estas teorias foram elaboradas a partir do início da década de 1970, destacando-se Carson e Templeton, objetivando explicar a causa de especiação rápida. Freire-Maia (1998) destaca que estas teorias não podem ser aceitas como extensão da proposta da evolução quântica, de Simpson, da teoria deslocante, de Wrigth, embora preservem alguma semelhança.
3. Teoria do equilíbrio pontuado ou intermitente, desenvolvidas a partir de 1972, principalmente por Gould e Eldredge, com o objetivo de explicar como decorrem o tempo e o modo de evolução. Para Gould e estes autores organismos de reprodução sexuada não sofrem muitas mudanças ao longo do tempo geológico, porém quando mudanças no fenótipo ocorrem, estas se dão de forma rápida.
4. A redescoberta dos **transposons** e a avaliação de sua importância na evolução.

Com estas considerações pretendeu-se demonstrar uma parte da elaboração da Síntese Moderna. Novamente é importante considerar a construção coletiva, as limitações da ciência. A cada dia novos problemas, novas críticas, novas propostas são feitas à evolução. Esta é a dinâmica da ciência, novos conhecimentos não necessariamente destroem os mais antigos, mas podem ser completados e utilizados para a construção de novos.

**Transposons:** são sequências de DNA móveis que podem se autoduplicar em um determinado genoma.

Fonte:

<http://www.icb.ufmg.br/labs/lbcd/prodabi3/grupos/grupo2/program/rearranjo1>

## Sugestão de atividades



A seguir, uma sequência de atividades envolvendo os mecanismos de mutação, especiação e adaptação.

### Atividade 01 - O que é mutação?

#### Problematizando!

Você já ouviu falar em mutação? O que é isso? Como se originam as mutações? O que as produz?

- Após a realização destas perguntas apresente esta situação aos estudantes:

Imagine que você tenha coletado algumas moscas de fruta (drosófilas), iniciando uma cultura em casa. Todas eram da mesma espécie e todas tinham olhos avermelhados. Depois de algumas gerações, surgiram algumas moscas com olhos brancos. Como surgiu esta mosca? É da mesma espécie? É possível reproduzi-la e obter um grande número de moscas de olhos brancos? O que seria necessário para isso ocorrer?

- Após as respostas apresente estas informações:

Sabemos hoje, que as informações a respeito das características de cada organismo inclusive do ser humano estão contidas no DNA que está presente em cada célula do nosso corpo. Neste contexto entende-se por mutações alterações nas informações contidas no DNA. Se estas alterações estiverem nas células reprodutivas poderão ser transmitidas às gerações seguintes, se estiverem nas células somáticas não serão herdadas pelos filhos.

Na situação das moscas, se a mutação – olhos brancos – ocorreu nas células do olho da mosca os filhos terão a mesma característica? Por quê? O que é necessário para que uma mutação seja transmitida? Qual a relação entre mutação e evolução por seleção natural? Para que servem as mutações?

As mutações são a grande fonte da diversidade biológica. Se não ocorressem todos nós seríamos iguais. No exemplo, todas as moscas coletadas inicialmente tinham olhos vermelhos, o que ocorreu foi uma mutação espontânea e uma mosca passou a apresentar olhos brancos. Se a mutação estava presente nas células reprodutivas foi transmitida para seus descendentes que passaram a manifestar a característica olhos brancos.

Adaptado de Santos, (2002, p.42 a 43).

## Atividade 02 – Especiação

Esta atividade tem por objetivo compreender como novas espécies podem ser formadas.

- Apresente aos alunos a seguinte situação: indivíduos de uma população de caramujos foram separados por uma barreira física vinte mil anos atrás. Um banco de areia surgiu como resultado da redução do nível da água de um rio. Recentemente, a água cobriu novamente a areia, aproximando os descendentes daquela população.
- **Alguns questionamentos:**

Será que os descendentes da população original de caramujos continuariam pertencendo à mesma espécie? Justifique.

Após o encontro das duas populações, estas poderiam se reproduzir? Justifique.

O que poderia ser concluído sobre a diversidade da população atual nas seguintes situações:

1ª) se os caramujos continuassem a se reproduzir; 2ª se os descendentes não copulam entre si.

- **Possibilidades:** pode-se solicitar que os estudantes representem a situação em forma de história em quadrinhos, incluindo as respostas.

Adaptado de Santos (2001, p.41 e 42).

## Atividade 03 – Um exemplo de adaptação

- Inicialmente é importante saber qual é a ideia de adaptação que os estudantes possuem.

Pode-se perguntar, por exemplo, quais as diferenças entre adaptação evolutiva e a adaptação quando relacionadas ao cotidiano.

- Após os questionamentos iniciais apresente o texto abaixo.

Este texto também pode ser discutido durante as aulas de genética fazendo uma conexão com o conteúdo de evolução, retomando o conceito de seleção natural.

### O gene da anemia falciforme e a hemoglobina humana

A doença genética conhecida como anemia falciforme demonstra os efeitos drásticos que uma mutação pode produzir, mesmo que envolva a mudança de um único aminoácido. O gene da anemia falciforme é comum nas regiões em que a malária é endêmica, em particular na África, pois protege os portadores heterozigotos contra a malária. A mutação responsável

pela doença consiste na substituição do aminoácido ácido glutâmico por valina

em uma das cadeias de globina (a cadeia beta). A doença do sangue causada por essa mutação é fatal para os portadores homozigotos, mas os heterozigotos ficam **protegidos contra a malária**. A vantagem é perdida quando o portador do gene da anemia falciforme se muda para um lugar, como os Estados Unidos, onde não existe malária. A frequência do gene da anemia falciforme entre os descendentes de escravos está diminuindo gradualmente, graças à mortalidade dos portadores homozigotos sem nenhuma vantagem compensadora para os heterozigotos (MAYR, 2009, p.153).

As pessoas que são heterozigotas para anemia falciforme possuem hemácias em forma de foice e também hemácias na sua forma normal. Descobertas mostraram que o *Plasmodium* agente causador da malária não sobrevive nas hemácias falciformes, assim quando o *Plasmodium* infecta indivíduos heterozigotos para a anemia falciforme não consegue se reproduzir como nas células normais. As células infectadas podem se modificar tornando-se falciformes e então o protozoário morre.

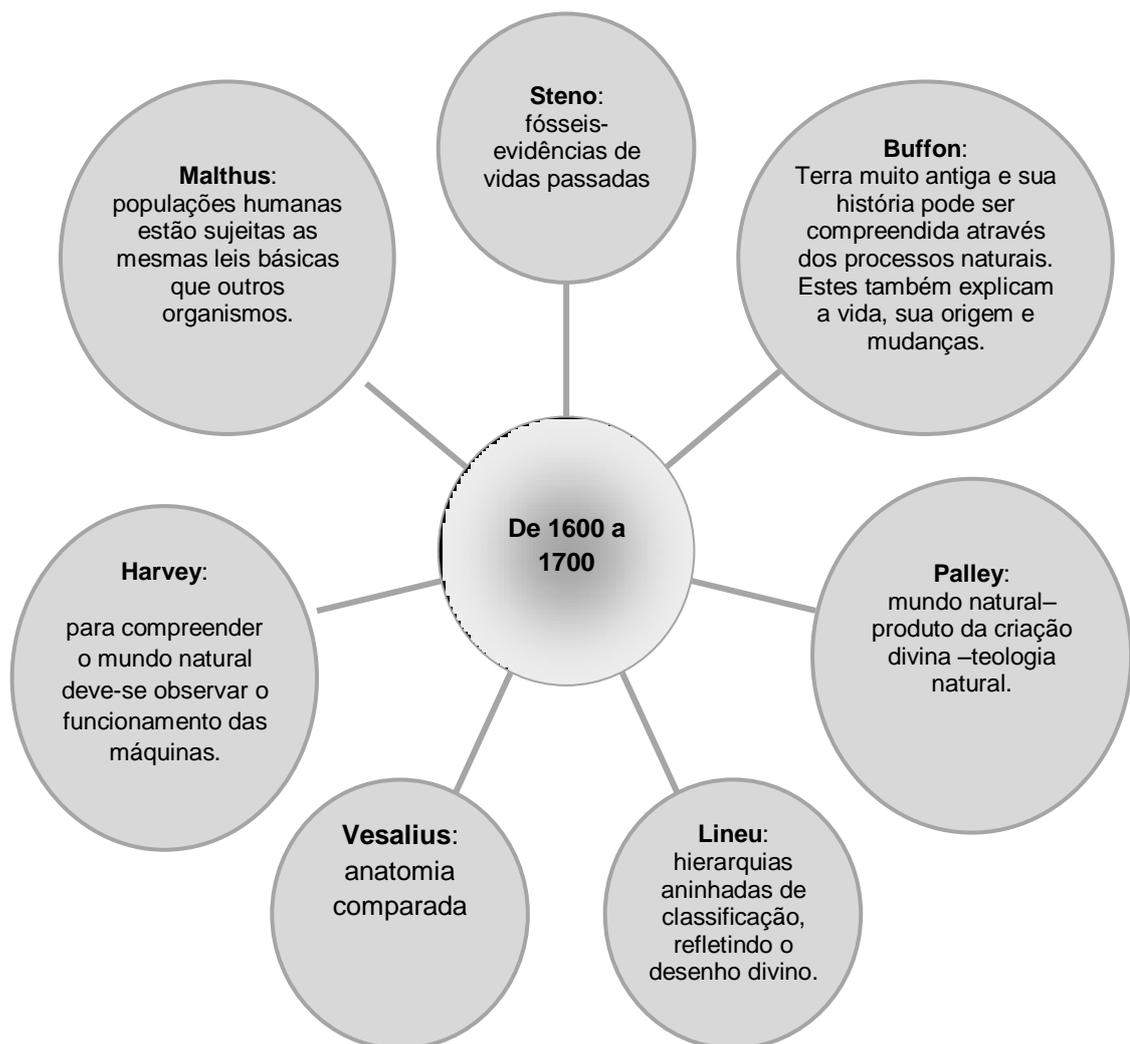
Alguns questionamentos que podem ser realizados:

- Que relação pode existir entre a anemia e a malária?
- O que tende a acontecer com indivíduos heterozigotos para a anemia falciforme quando residem em regiões de ocorrência de malária? E quando vivem em regiões onde a malária não ocorre?
- O que podemos prever a respeito da frequência dos indivíduos normais homozigotos e heterozigotos para a anemia falciforme em uma população que vive em uma região onde a malária não ocorre ou fosse erradicada?
- Adaptado de Santos (2001, p.45).

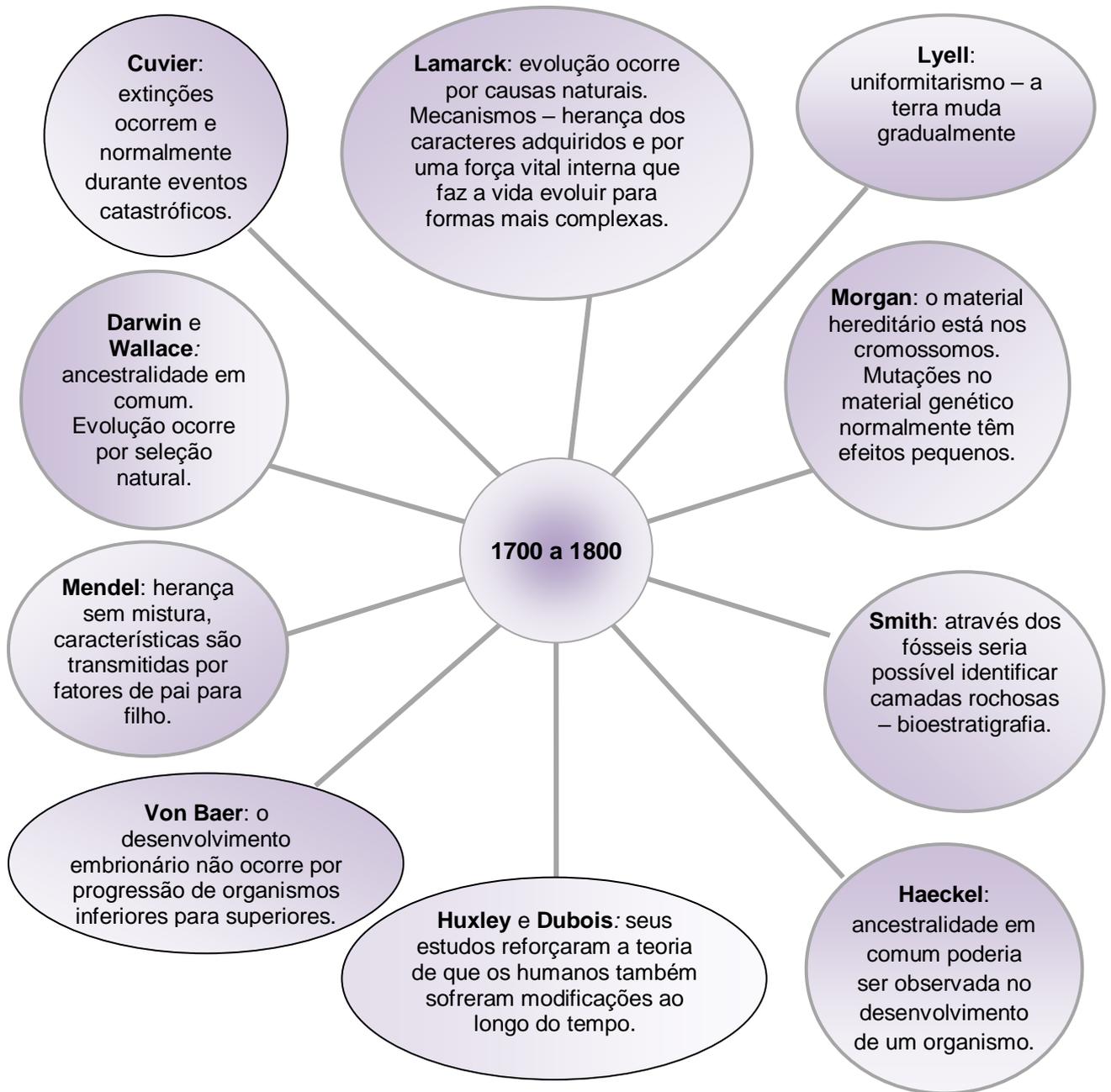
A seguir são apresentados três esquemas com contribuições para o desenvolvimento do pensamento biológico evolutivo:

Esquema 01: Contribuições para o pensamento biológico evolutivo, de 1600 a 1700.

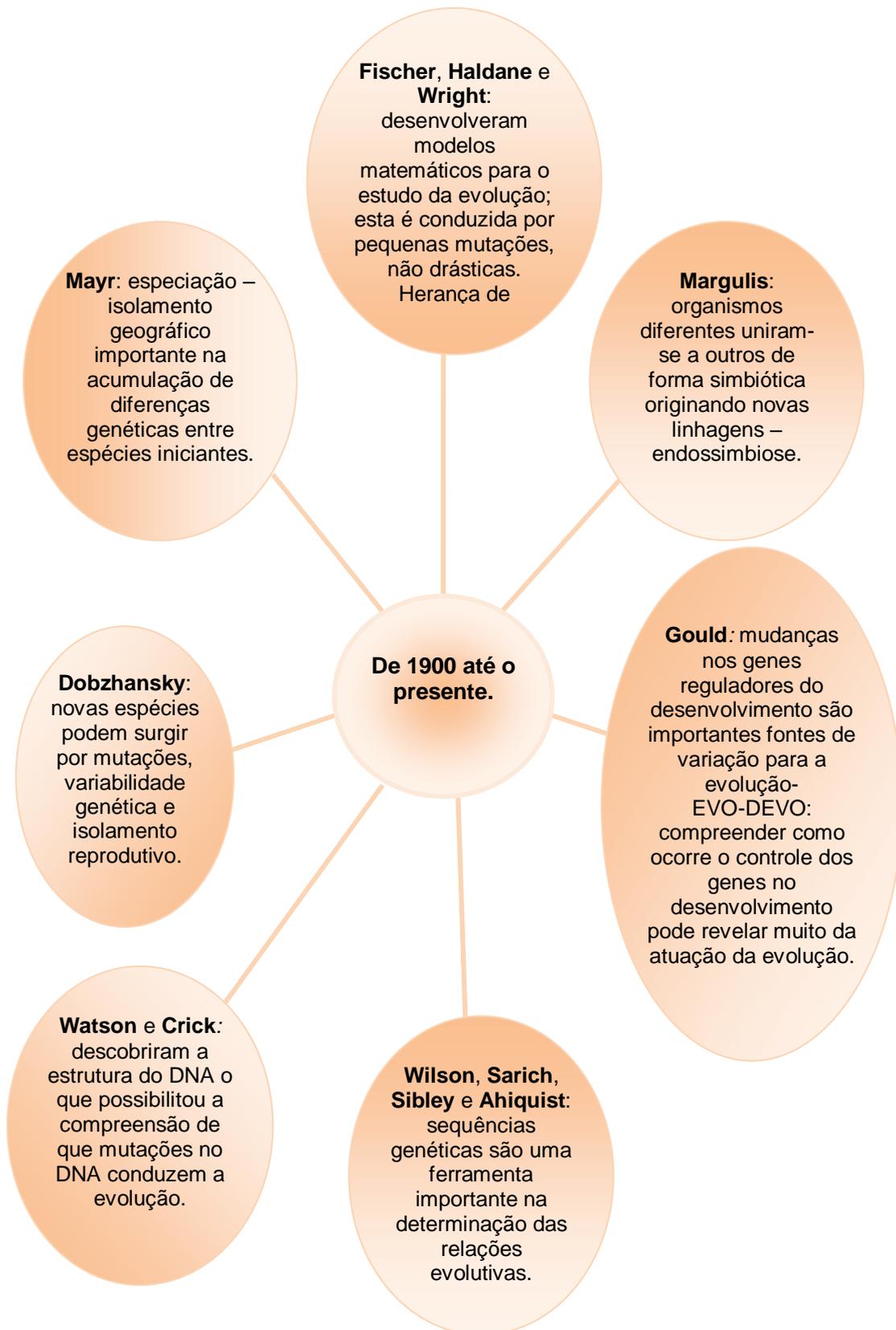
Adaptado de: IB.USP (2013).



Esquema 02: Contribuições ao pensamento biológico evolutivo de 1800 a 1900.  
Adaptado de: IB.USP (2013).



Esquema 03: Contribuições ao pensamento biológico evolutivo de 1900 até o presente.  
Adaptado de: IB.USP (2013).





## Para aprofundar a leitura!

**A evolução da teoria darwiniana.** Charbel Niño El-Hani e Diogo Meyer apresentam algumas considerações sobre a construção do conhecimento sobre evolução.

Disponível em:

<http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=45&id=541>

No artigo **O salto qualitativo em Theodosius Dobzhanski: unindo as tradições naturalistas e experimentalistas**, Aldo Mellender de Araújo aborda pesquisas realizadas por Theodosius Dobzhanski que uniu as tradições naturalistas e experimentalistas realizou um verdadeiro salto qualitativo nos estudos de evolução em populações naturais.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v8n3/7652.pdf>

## IV- A Biologia evolutiva na atualidade e outras considerações

*Na biologia nada faz sentido exceto à luz da evolução.  
Dobzhansky*

Esta é uma das frases mais conhecidas na Biologia, ao proferi-la Dobzhansky sintetizou a importância da evolução biológica, pois ela nos propicia o entendimento do mundo vivo, sendo presente em nosso cotidiano.

No pensamento evolutivo, a compreensão de novos conceitos relacionados a evolução como de populações, espécie, coevolução, adaptações e competição são consideradas por Mayr (2009) como imprescindíveis para maioria das atividades humanas.

Um dos exemplos de sua presença através do mecanismo da seleção natural é o caso das bactérias. Grande parte das doenças infecciosas que afetam a população mundial são causadas por bactérias; a descoberta dos antibióticos em 1950 permitiu seu tratamento, porém o uso frequente e de forma incorreta trouxe como consequência o surgimento de bactérias cada vez mais resistentes sendo necessário cada vez mais o desenvolvimento de antibióticos mais potentes.

Qual a relação entre bactérias, antibióticos e seleção natural? Um dos mecanismos que as bactérias possuem é a capacidade de inativar o antibiótico, ou de expulsá-lo para o exterior da célula. Estas bactérias resistentes aos antibióticos são as causadoras, por exemplo, das infecções hospitalares, sendo o resultado direto da ação da seleção natural através da interferência do ser humano.

De que forma isso ocorre? Ao utilizarmos antibióticos, algumas bactérias que possuem características genéticas que lhes confere resistência, com o tempo a população de bactérias como um todo se torna resistente, assim sempre que usados os antibióticos podem selecionar bactérias resistentes o que faz com que seu uso indiscriminado e incorreto represente uma ameaça à saúde pública. Pois se utilizados desnecessariamente não irão produzir nenhum benefício, ao contrário, sempre que um indivíduo sofrer uma infecção que necessite de antibióticos terá maior possibilidade de carregar bactérias resistentes, desta forma a população de bactérias resistentes a antibióticos é provocado pela seleção natural, sendo os antibióticos os agentes seletivos (MEYER e EL-HANI, 2005).

O reconhecimento das bactérias como entidades evolutivas, o entendimento do seu processo de evolução tem auxiliado nas pesquisas que objetivam aprimorar os antibióticos. Porém é necessário o auxílio da população com atitudes que podem retardar ou diminuir a evolução das bactérias aos antibióticos, como não utilizar antibióticos para tratar de infecções virais, evitar doses moderadas de antibióticos por um longo período e utilizar exatamente de acordo com a prescrição médica.

Da mesma forma que através da biologia evolutiva pode-se compreender o mecanismo de resistência das bactérias aos antibióticos e desenvolver ações que combatam ou minimizem este problema também é através da biologia evolutiva que biólogos evolutivos tentam encontrar novas maneiras de tratar ou vacinar contra o HIV. Essas descobertas estão relacionadas com as origens evolutivas do vírus, de como as populações humanas têm se desenvolvido sob pressão de outros patógenos letais e de como evolui a resistência do vírus às drogas que já foram desenvolvidas; ou seja; o controle da AIDS pode depender de controlar a evolução desse vírus que se adapta constantemente (IB.USP, 2013).

No site

<http://www.ib.usp.br/evosite/relevance/IA2HIV.shtml> você encontra mais informações sobre a biologia evolutiva e o vírus HIV.

## Evidências sobre a existência da evolução

Existem evidências sobre a existência da evolução? É uma teoria ou pode ser considerada como um fato?

Parte deste material, em específico o capítulo II objetivou descrever como o pensamento biológico evolutivo foi e continua sendo construído ao longo do tempo, porém a evolução é um processo histórico que não pode ser demonstrado da mesma forma como são demonstrados ou documentados fenômenos puramente físicos ou funcionais. Tanto a evolução como os eventos evolutivos são inferidos a partir de observações, inferências que são testadas diversas vezes podendo confirmar ou não as inferências originais. Porém a grande maioria delas foram testadas inúmeras vezes com sucesso que são aceitas como certezas, apresentadas em detalhes e incontestáveis como o registro fóssil, homologia, embriologia e as evidências moleculares (MAYR, 2009).

**Registro fóssil:** se caracteriza como a evidência mais forte da existência da evolução. Parte de seres vivos de um determinado período geológico passado podem ser encontrados na forma de fósseis nos estratos que se depositaram naquele período. Assim estratos anteriores contém os ancestrais dos organismos fossilizados no estrato seguinte; quanto mais antigos os estratos em que um fóssil é encontrado mais ele difere das formas atuais (MAYR, 2009).



Figura 15 : Archaeopteryx.  
Fonte: Wikipédia.

Um exemplo da importância do registro fóssil como evidência para a evolução foi a descoberta de fósseis do *Archaeopteryx* (Figura 15), em 1861 permitiu a conclusão de as aves descendem de ancestrais reptilianos, conclusão que já havia sido considerada por anatomistas (MAYR, 2009).

Esperava-se que os fósseis documentassem a evolução de forma gradual e contínua, porém a

maioria encontrada pelos paleontólogos apresenta lacunas, são poucas as linhagens fósseis que se apresentam completas como, por exemplo, a que leva dos répteis terapsídeos aos mamíferos ao conjunto completo de transição entre os ancestrais terrestres das baleias e seus descendentes aquáticos e da transição mais completa já registrada, a evolução da família dos cavalos, desde o *Hyracotherium* do eoceno até o cavalo moderno (MAYR, 2009).

Estes conjuntos permitiram construir a árvore filogenética (**filogenia**) destes organismos, como os membros de um mesmo táxon devem descender de um ancestral em comum mais próximo é através do estudo da **homologia** ou dos caracteres homólogos.

- **Embriologia:** observações em embriões de animais, realizadas no século XVIII por anatomistas já demonstravam que estes eram muito

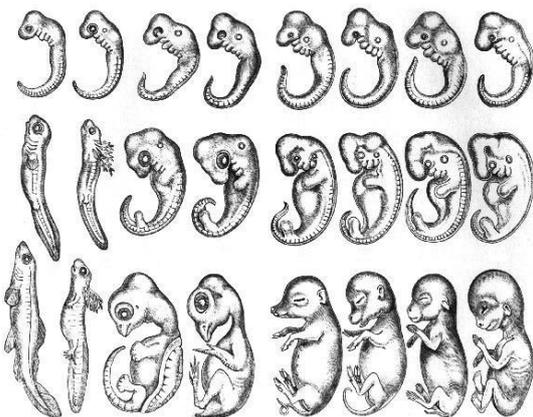


Figura 16: Semelhança entre embriões animais em diferentes estágios de desenvolvimento. Estes desenhos foram realizados por Haeckel em 1870, os embriões humanos foram substituídos por caninos de forma fraudulenta, porém são tão semelhantes com os humanos que teriam levado às mesmas conclusões (MAYR, 2009).

**Filogenia:** ramo da Biologia que trata da história evolutiva dos seres vivos. A evolução dos organismos pode ser representada como uma árvore filogenética ou, em determinada vertente da taxonomia, como um cladograma (MAYR, 2009).

**Homologia:** um caractere presente em dois ou mais táxons é homólogo quando resulta do mesmo caractere ancestral comum mais próximo (ou de um caractere correspondente) (MAYR, 2009, p.36).

parecidos entre si que as formas adultas (Figura16). Posteriormente o estudo dos estágios embrionários mostrou de que forma um estágio ancestral comum se transforma gradualmente em diferentes ramos da árvore filogenética, isto permite compreender os caminhos evolutivos percorridos.

- **Evidências moleculares:** estudos moleculares são utilizados quando existem dúvidas quanto ao parentesco entre dois organismos, pois quanto mais próximo são os

organismos mais semelhantes serão suas respectivas moléculas. Quando registros fósseis são insuficientes para determinar a idade geológica de linhagens evolutivas utiliza-se moléculas que apresentam taxa de mutação constante ao longo do tempo chamado de *relógio molecular*. Outra contribuição da biologia molecular é o sequenciamento completa do DNA de um organismo que na biologia evolutiva estão sendo usadas em estudos comparativos (MAYR, 2009).

Para Mayr (2009) todos os aspectos da Biologia quando estudados fornecem evidências concretas da evolução, porém destaca que a área que a biologia evolutiva trouxe maior clareza e compreensão

foi na ordenação da biodiversidade, tornando possível descrever em detalhes o surgimento gradual das plantas e animais a partir das formas mais simples de vida.

Freire-Maia (1990) destaca que a teoria da evolução permite previsões no seu nível evolutivo mais baixo que é a microevolução. Porém, quando ocorre em níveis mais elevados, a macroevolução e megaevolução, que para ocorrer normalmente são necessário milhões de anos, não é possível fazer previsões, apenas retrodições — [...]isto é, afirmativas sobre fatos do passado que devem ter ocorrido para que a teoria esteja correta. Essas retrodições são inúmeras e todas elas "corroboram" a teoria (FREIRE-MAIA, 1990, p.61,62).

Alguns exemplos de previsões microevolucionárias citadas por Freire-Maia (1990):

- 1) Uma linhagem normal de bactéria tornar-se-á resistente se posta em contato com o antibiótico através da seleção dos raros mutantes resistentes ao antibiótico que já estão presentes na população, por acaso, ou que surgiram por mutação casual.
- 2) Uma população de mariposas claras, que vivem em ambiente não poluído, passará a conter mariposas predominantemente escuras, através da seleção das formas escuras raras, se passar a viver em ambiente poluído.

Para exemplificar afirmativas ou retrodições macro e megaevolutivas, Freire-Maia (1990 p. 62) cita:

- 1) Não se encontrarão fósseis de aves antes de fósseis de peixes, anfíbios ou répteis;
- 2) Os fósseis de *Homo sapiens* serão encontrados sempre depois dos fósseis de espécies menos evoluídas de (*Homo habilis*, *erectus*) ou dos seus ancestrais mais antigos (*Australopithecus*);
- 3) A época de dominação evolutiva reptiliana antecede o desenvolvimento dos mamíferos. Não se encontrarão fósseis que afirmem o contrário dessas retrodições.

Freire-Maia (1990) destaca que a teoria da evolução está amplamente "corroborada" através dos conhecimentos em biologia, vindos de áreas como da paleontologia, embriologia, biogeografia, sistemática genética, sendo aceita pelos biólogos sem questionamentos. O autor destaca que o mesmo não ocorre com a teoria sintética da evolução, da maneira como foi estabelecida entre as décadas de 20 e 50. Porém, para muitos cientistas a capacidade de realizar toda a evolução ainda é creditada aos fatores evolutivos conhecidos.

No entanto a teoria sintética vem recebendo críticas desde a década de 70, com a possibilidade de que novos fatores evolutivos sejam acrescentados aos quatro (seleção natural, mutação, deriva genética e fluxo gênico) já aceitos sem grandes mudanças, mantendo seu nome ou passando-se a chamar-se teoria neo-sintética. Porém existem autores que acreditam em um novo paradigma que não uniria as contribuições darwinianas à teoria sintética, mas ampliaria os fatores básicos evolutivos além dos quatro mecanismos da Síntese Moderna (FREIRE-MAIA, 1990).

## **Ciência e Religião: é necessário o embate?**

Tanto a Ciência como a Religião dizem carregar verdades, porém elas diferem no conceito de verdade que apresentam. A Ciência mede a verdade “[...] pela eficácia explicativa. Para a Religião, ela deriva da tradição e/ou de autoridades aceitas como veiculadoras da revelação” (Freire-Maia, 2008, p.283). O autor ressalta que ambas estão sujeitas aos impactos políticos, econômicos e sociais que podem alterar aspectos religiosos e científicos.

Os fenômenos naturais eram explicados pela Religião na época em que não havia Ciência, porém a partir do seu surgimento causas naturais passam a ser usadas para explicar estes fenômenos. Neste momento as explicações religiosas, de uma natureza sobrenatural começam a ruir, surgindo então a visão de que a Ciência pretendia tomar o lugar da Religião, principalmente no Renascimento e nos séculos XVIII e XIX quando as elucidações baseadas em mitos não encontravam lugar nas teorias propostas pela Ciência (FREIRE-MAIA, 2008).

Neste contexto, as primeiras teorias evolutivas como as de Lamarck e de Darwin foram consideradas antirreligiosas o que na verdade segundo Freire-Maia (2008) eram anti-míticas, pois uma explicação anti-mítica deve ceder à explicação científica; explicação esta trazida por Lamarck e Darwin, pois como descrito no capítulo II, a maioria das explicações para a transformação (quando era concebida) dos seres vivos nesta época eram baseadas em argumentos teleológicos sempre relacionados a um Criador.

Freire-Maia (2008) aponta o Racionalismo, o Cientificismo, o Iluminismo, o Positivismo e outras correntes responsáveis por colocar a Religião como fonte de concepções errôneas e perigosas, sendo sustentada por um complexo sistema de mitos que a Ciência aos poucos revelava serem apenas representações construindo assim a incompatibilidade entre Ciência e Religião, sendo necessário que esta acabasse para que a humanidade pudesse demonstrar todas as suas potencialidades.

Mas o embate entre Ciência e Religião é mesmo necessário? O conflito entre elas realmente existe? Para responder a estas perguntas é importante a reflexão que “[...] nem existe um corpo coerente de doutrinas verdadeiras, chamado “Ciência”, nem uma organização perversa e reacionária de lendas e mitos, denominada “Religião”” (Freire-Maia, 2008, p.286). Na Ciência, por exemplo, fatos que eram aceitos como verdadeiros em um determinado tempo se mostraram falsos, a partir de novos estudos, pois a Ciência não é detentora da verdade e estas não são sinônimos. O mesmo aplica-se a Religião compreendida como um conjunto de diferentes religiões que estão unidas em alguns aspectos e diferem em outros.

Concorda-se com Freire-Maia (2008) que Ciência e Religião não são contrárias, pois estão em esferas diferentes, enquanto a Ciência trata do mundo natural a Religião trata do mundo sobrenatural, assim só poderá haver oposição entre duas teorias religiosas ou entre duas teorias científicas.

É importante discutir com estudantes estas definições, pois normalmente quando o conteúdo evolução biológica é desenvolvido estes apresentam uma

visão de que a evolução biológica nega, por exemplo, a existência de Deus (independente de sua crença religiosa).

Este conceito pode ser desconstruído quando colocado a eles que a Teoria da Evolução não é contrária ao Criacionismo, pelo fato de que este é uma crença religiosa logo por definição não pode ser oposição a Teoria Evolutiva – uma teoria científica.

De acordo com Freire-Maia (2008), o contrário não ocorre entre o Fixismo e a Teoria da Evolução. O Fixismo era uma teoria científica que não aceitava a transformação das espécies e sua relação filogenética, o que é diferente da Teoria da Evolução, teoria científica contrária ao Fixismo. Assim o que é importante discutir com os estudantes são as diferentes teorias científicas e não as crenças religiosas em contraposição a evolução biológica.

Neste capítulo foram abordados alguns exemplos da biologia evolutiva no cotidiano, como a questão da resistência das bactérias aos antibióticos. A compreensão deste mecanismo por parte dos estudantes é importante, pois o uso incorreto de antibióticos, como já relatado, acarreta diversos problemas. O mesmo pode ser aplicado à resistência das pragas aos pesticidas.

Estabelecer relações entre os diversos conteúdos da disciplina de Biologia, como por exemplo, ensinar sobre os seres vivos através da sistemática filogenética, ao trabalhar os sistemas fisiológicos e ecologia com o processo evolutivo permite maior significação e a superação da fragmentação dos conteúdos.

Para Mayr (2009) os estudos evolutivos também contribuíram para o bem estar da humanidade em geral. A abordagem evolucionista contribuiu para o conhecimento de características humanas como a mente, o altruísmo, os traços de caráter e as emoções. O autor destaca que nos últimos sessenta anos nenhuma alternativa viável para o darwinismo foi proposta, o que não significa que todos os aspectos da evolução estejam compreendidos.

Mesmo com todos os avanços da Ciência, ainda existe muito a ser “descoberto”, um longo caminho a ser percorrido. As portas foram abertas por Darwin que nos deixou um mundo natural para ser explorado. Aqueles que antes dele apresentaram ideias sobre origem da vida e evolução mesmo que hoje refutadas, ou que foram opostas às concepções darwinistas devem ser consideradas, pois contribuíram para a construção do pensamento biológico evolutivo que ainda encontra inúmeros desafios.

Pois a Ciência, não é neutra, é contraditória, apresenta limitações e características de uma determinada época. Assim, não pode ser aceita como perfeita, deve ser questionada, sendo esta a Ciência que deve ser apresentada aos estudantes, pois como colocado por Freire-Maia (2008, p.87) “ A Ciência está longe de ser a melhor coisa do mundo. Como a música, a literatura, a pintura, a escultura, o teatro, o cinema..., ela certamente é uma das marcas da beleza e da grandeza humanas”.

## Sugestão de uma sequência para desenvolver o conteúdo de evolução.

Iniciar, questionando o que os estudantes entendem por evolução mediando à discussão para chegar à evolução biológica.

Discutir com os estudantes que o ser humano sempre buscou e continua buscando respostas para a origem da vida e sua evolução. Sendo que ao longo do tempo surgiram diferentes concepções, além da época estas também são diferentes nas diversas culturas.

Para ilustrar estas diferentes visões, anterior à apresentação dos conceitos que fazem parte da evolução biológica, sugere-se apresentar aos estudantes uma lenda indígena e mitos.

A seguir uma lenda dos índios Caiapós para a origem da vida:



Os Caiapós moravam no céu onde havia tudo o que pudessem desejar.



Certo dia um guerreiro descobriu uma cova de tatu e começou a cavar e na ânsia de cavar, acabou furando céu. Lá de cima avistou na terra uma floresta de buritis, então voltou para a aldeia contou a todos o que viu.



Assim todos resolveram mudar para a terra, fizeram uma corda de teia de aranha para descer trazendo vida para a terra. Mas alguns Caiapós ficaram com medo e não foram.



Quando chegaram à terra, um menino cortou a corda e os Caiapós que estavam no céu não puderam mais descer. Para eles, as estrelas que avistamos à noite são suas fogueiras acesas. Desta forma alguns passaram a morar no céu – velho mundo e outros na terra – novo mundo.

Fonte: Adaptado de: UNawe. Ilustração: Almeida, 2006.

A versão completa desta lenda poderá ser encontrada no site: <http://unawe.passeiopoceu.org/lendas.html>

Após a leitura, solicite que respondam as seguintes questões:

- a) Como você explica o significado da expressão “criação do mundo” para os Caiapós?
- b) Na lenda dos Caiapós quando a vida na terra passa a existir?
- c) Para os Caiapós esta é a lenda da “criação do mundo”. Se você tivesse que renomear esta lenda, como a chamaria? Por quê?

A seguir outra perspectiva, a da mitologia grega, segundo Menard (1991):

No princípio, antes dos deuses, não havia nada, o espaço era uma massa confusa onde nenhum corpo tinha forma.

Após ser conferido a cada elemento seu lugar: o fogo ocupou uma região mais elevada, o ar o espaço que lhe era conveniente, acima do fogo; a terra que estava suspensa no ar encontrou seu equilíbrio e a água ocupou um lugar mais baixo, o Céu (Ouranos) tornou-se esposo da terra. Desta união nasceram os Titãs, dentre os quais se distinguem o Tempo (Cronos), Oceano, pai dos rios, Atlas, personificação das montanhas e Japeto, antepassado do gênero humano.

Do Céu também nasceram os Relâmpagos (Ciclopes) e as Tempestades (Hecatonquiros) que ao surgirem logo desaparecem sem que se saiba a sua direção. Pois quando estes filhos nascem, Céu os mergulha novamente na mãe Terra, que irada com esta atitude, incita os Titãs a rebelar-se contra o pai. Liderados por Tempo (Cronos) que armado com uma harpe (espécie de foice) dada por sua mãe, feriu o pai reduzindo-o a impotência. O sangue jorrado do Céu ao atingir a terra originou as Fúrias e do que caiu sobre o mar nasceu Afrodite (Vênus) personificação da Atração.

O Tempo, após expulsar seu pai, torna-se esposo de sua mãe Terra e passa a devorar todos os seus filhos. Quando seu filho Júpiter nasce, é apresentada em seu lugar uma pedra embrulhada em panos que foi engolida por Tempo que não percebeu a troca, salvando-se assim Júpiter que se tornou invencível, destronou o pai e governou todos os mortais.

Após a leitura, solicite aos estudantes que em equipe elaborem uma árvore genealógica deste mito. Em seguida peça que comparem a explicação contida na lenda dos índios Caiapós com a mitologia grega.

É importante ressaltar que na lenda Caiapó a vida passa a existir a partir do momento que o ser humano habita a terra (local onde mora). Para a mitologia grega, a vida representa o surgimento do universo. Com isso, a mitologia grega se aproxima mais da perspectiva científica, pois para os gregos a vida é anterior ao surgimento do ser humano.

Neste momento você pode questionar

Em [http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=KHS\\_LMVC0T4C&oi=fnd&pg=PA13&dq=origem+da+vida+deus+caos+mitologia+grega&ots=J28Pd9feDn&sig=QFjg7\\_fnCjU3-fuUhtlxODjhsoE#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=KHS_LMVC0T4C&oi=fnd&pg=PA13&dq=origem+da+vida+deus+caos+mitologia+grega&ots=J28Pd9feDn&sig=QFjg7_fnCjU3-fuUhtlxODjhsoE#v=onepage&q&f=false) você encontrará no e-book Mitos da criação de Zuleika de Almeida Prado lendas dos povos indígenas das Américas sobre a origem da vida.

os estudantes sobre a sua visão da origem da vida e evolução e aprofundar, procurando, por exemplo, outras lendas indígenas como dos maias e dos incas e de alguns filósofos.

Discuta com os estudantes que a partir das leituras realizadas foi possível verificar a existência de diferentes visões sobre o surgimento da vida. Sendo que a Ciência também busca, com seus métodos, compreender a origem da vida e sua evolução, porém sem a pretensão de imputar a “alguém” ou “alguma coisa” tal origem. As explicações que a Ciência procura são baseadas em tentativas para esclarecer fatos que possibilitam a construção de teorias, e por sua vez sujeitas às concepções da época em que foram propostas, a questionamentos e mudanças.

### **Linha do tempo geológico**

Possivelmente uma das dificuldades apresentadas pelos estudantes para o entendimento da evolução biológica é a noção de tempo geológico. Assim é importante que tenham uma noção das características que marcaram cada período geológico.

No sítio eletrônico:

<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=581>

você encontra uma atividade construída pelo professor Caio Samuel Franciscati da Silva. A proposta é a construção de uma Escala do Tempo Geológico que poderá ser construída antecipadamente pelo professor ou juntamente com os alunos.

Na Educação de Jovens e Adultos (EJA), devido ao tempo disponível para as aulas, sugere-se que o professor a construa anteriormente às aulas ou projete imagens que caracterizem o tempo geológico. É importante enfatizar acontecimentos como, por exemplo, o surgimento dos primeiros organismos fotossintetizantes e consequências da fotossíntese no ambiente terrestre. Não é interessante priorizar memorização de datas, mas sim situar os estudantes no tempo geológico.

Imagens da escala do tempo geológico disponível em: [http://www.ufrgs.br/paleodigital/Tempo\\_geologico1.html](http://www.ufrgs.br/paleodigital/Tempo_geologico1.html)

A partir deste momento você poderá apresentar a visão da Biologia sobre a evolução, discutindo algumas concepções como de Aristóteles, Lamarck até chegar às contribuições de Darwin e Wallace, com sugestões de atividades no capítulo II: atividade 01 - As ideias de Lamarck e Darwin. No site [http://www.darwinbrasil.com.br/material\\_darwin.pdf](http://www.darwinbrasil.com.br/material_darwin.pdf) é possível encontrar exemplos de atividades que envolvem Darwin e Lamarck.

**Atividade 02** - simulação Os tentilhões de Galápagos: o que Darwin não viu, mas os Grants viram para desenvolver o conceito de seleção natural ou a sugestão abaixo:

Objetivo: Construção do conceito de seleção natural e compreensão da importância da biologia evolutiva a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre antibióticos.

Solicite que os estudantes elaborem um mapa conceitual a partir da pergunta: Para que servem os antibióticos?

Peça a eles que demonstrem no mapa conceitual todo o conhecimento que possuem sobre antibióticos e apresentem suas conclusões.

A partir das respostas dos estudantes, conduzir a discussão para que chegar ao uso incorreto, indiscriminado de antibióticos estabelecendo relações com a seleção natural.

O [sítio eletrônico http://www.ib.usp.br/evosite/relevance/IA1antibiotics.shtml](http://www.ib.usp.br/evosite/relevance/IA1antibiotics.shtml) traz informações sobre a relação da seleção natural com a resistência das bactérias aos antibióticos.

Após as discussões solicitar que os estudantes elaborem outro mapa conceitual apresentado relações entre seleção natural, bactérias, antibióticos e que posturas são necessárias para combater a resistência das bactérias aos antibióticos.

A atividade do mapa conceitual pode ser utilizada como forma de avaliação, é importante observar se houve mudança de linguagem/concepções apresentada no segundo mapa conceitual.

Se for professor da EJA e aplicar esta atividade no momento individual poderá desenvolvê-la no Laboratório de Informática, inclusive solicitar que o mapa conceitual seja construído no computador.

Além das atividades sugeridas, os sites abaixo, trazem simulações relacionadas a este conteúdo. As simulações podem ser baixadas no formato PDF.

- Animação da árvore da vida proposta por Charles Darwin:  
<http://revistaescola.abril.com.br/ciencias/fundamentos/arvore-vida-432386.shtml>
- Simulação da viagem no Beagle, realizada por Charles Darwin:  
<http://revistaescola.abril.com.br/ciencias/fundamentos/viagem-descobertas-432334.shtml>

Para trabalhar a elaboração da Síntese Moderna, as atividades: “O que é mutação”, “Especiação” e “Um exemplo de adaptação” encontram-se no capítulo III.

O site: <http://www.ib.usp.br/evosite/evohome.html> traz informações que irão subsidiá-lo sobre:

- História do pensamento evolutivo;
- Fundamentos de como a Ciência funciona;
- Ideias centrais da biologia evolutiva;
- Equívocos que dificultam o entendimento da evolução;
- Importância da evolução na vida diária.
- Evidências relacionadas à evolução.

Se for professor da EJA, sugere-se desenvolver o conteúdo evolução biológica no início, seja no momento coletivo ou individual, isto facilitará as relações deste com os outros conteúdos. No Ensino Médio Regular, sugere-se desenvolver anteriormente ao conteúdo de Genética.



## Para aprofundar a leitura!

**Um exame histórico-filosófico da biologia evolutiva do desenvolvimento**, de Ana Maria Rocha de Almeida e Charbel Niño El-Hani.

Neste artigo os autores analisam como a biologia evolutiva do desenvolvimento (evo-devo), vem cumprindo papel importante na construção de uma nova compreensão da evolução das formas orgânicas.

Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-31662010000100002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-31662010000100002&script=sci_arttext)

**A evolução dos seres vivos**, de Newton Freire-Maia.

Neste artigo o autor apresenta uma visão geral do problema da evolução orgânica, analisando inicialmente, de forma breve, as ideias de Lamarck e Darwin.

Aborda também a moderna teoria da evolução, mutação, seleção natural, monomorfismo, polimorfismo, aptidão darwiniana, sobrevivência do mais apto, carga genética, níveis evolutivos, taxas evolutivas, evolução molecular e teoria do equilíbrio intermitente. Ao final o autor discute se a teoria da evolução está provada e o que pensar dela atualmente.

Disponível em:

<http://www.faje.edu.br/periodicos/index.php/Sintese/article/view/1722/2050>

**Seria a teoria da evolução darwiniana domínio exclusivo dos biólogos?**

Implicações da evolução Biológica para as ciências humanas de Pedro José Totorá da Glória. O objetivo do autor é fazer uma incursão histórica sobre a relação entre a teoria evolutiva biológica e as ciências humanas.

Disponível em: [www.ib.usp.br/revista/system/files/PedroGloria.pdf](http://www.ib.usp.br/revista/system/files/PedroGloria.pdf)

**Fritz Müller - a prova do evolucionismo no Brasil.**

Imigrante alemão testou pela primeira vez, em Santa Catarina, a teoria de Darwin. Para o naturalista inglês, seu colega era o "príncipe dos observadores da natureza".

Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/ciencias/fundamentos/fritz-muller-prova-evolucionismo-brasil-432259.shtml>

## Referências

BIZZO, Nelio Marco Vincenzo; EL-HANI, Charbel Ninõ. O arranjo curricular do ensino de evolução e as relações entre os trabalhos de Charles Darwin e Gregor Mendel. **Filosofia e História da Biologia**, Campinas: ABFHiB; São Paulo: FAPESP; Rio de Janeiro: Booklink, v. 4, n. 1, p.235-257, jan a dez 2009. Anual. Disponível em: <<http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-08-Nelio-Bizzo-Charbel-El-Hani.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2013.

BURKHARDT, Frederick. **As cartas de Charles Darwin: uma seleta, 1825-1859**. São Paulo: UNESP/Cambridge, 2000.

CAMPOS, Rafael Dias da Silva. **O conde de Buffon e a teoria da degenerescência do novo mundo do século XVIII**. 2010. Disponível em: <<http://www.cptl.ufms.br/hist/ndhist/Anais/Anais%202010/Aceitos%20em%20ordem%20alfabetica/Rafael%20Dias%20da%20Silva%20Campos.pdf>>. Acesso em 30 jun. 2013.

CASTAÑEDA, Luzia Aurelia. **Caracteres adquiridos: a história de uma ideia**. São Paulo: Scipione, 1997.

CHEDIAK, Karla de Almeida. **Filosofia da biologia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editores, 2008. v.81(Passo a passo).

COSTA, Vera Rita. **O cientista no imaginário popular**. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/alo-professor/intervalo/2013/09/o-cientista-no-imaginario-popular>>. Acesso em: 19 set. 2013.

CUNHA, Marcia Borin da; GIORDAN, Marcelo. A imagem da ciência no cinema. **Química Nova Escola**, São Paulo, v. 31, n. 1, p.9-17, 01 fev. 2009. Trimestral. Disponível em: <[http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31\\_1/03-QS-1508.pdf](http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_1/03-QS-1508.pdf)>. Acesso em: 16 set. 2013.

DARWIN, Charles. **A origem das espécies por meio da seleção natural ou a preservação das raças favorecidas na luta pela sobrevivência**. São Paulo: Escala, 2009.

\_\_\_\_\_. **O diário do Beagle**. Curitiba: UFPR, 2008. (Clássicos n.9).

DAWKINS, Richard. **O relojoeiro cego: a teoria da evolução contra o desígnio divino**. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

FREIRE-MAIA, N.. A EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS. **Síntese - Revista de Filosofia**, América do Norte, 17, jul. 2012. Disponível em:

<http://www.faje.edu.br/periodicos/index.php/Sintese/article/view/1722/2050>.

Acesso em: 25 nov. 2013.

\_\_\_\_\_. **Verdades da ciência e outras verdades:** a visão de um cientista. São Paulo: Unesp; Ribeirão Preto: SBG, 2008.

\_\_\_\_\_. **Teoria da evolução: de Darwin à teoria sintética.** Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998. (Coleção o homem e a ciência; série. especial; v.2).

FUTUYMA, Douglas J. **Evolução, ciência e sociedade.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2002. Disponível em: <[http://www.sbg.org.br/ebook/Novo/ebook\\_evolucao.pdf](http://www.sbg.org.br/ebook/Novo/ebook_evolucao.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2013.

\_\_\_\_\_. **Biologia evolutiva.** 2. ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1996.

GASPARIN, João Luiz. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica.** Campinas: Autores Associados, 2009. (Coleção educação contemporânea).

GERALDO, Antonio Carlos Hidalgo. **Didática de ciências naturais na perspectiva histórico-crítica.** Campinas: Autores Associados, 2009. (Coleção formação de professores).

MAYR, Ernst. **O que é a evolução.** Rio de Janeiro: Rocco, 2009.

\_\_\_\_\_. **Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica.** São Paulo: Companhia Das Letras, 2005.

\_\_\_\_\_. **O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança.** Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília, 1998.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. **A teoria da progressão dos animais, de Lamarck.** Rio de Janeiro: Booklink, 2007.

MENARD, René. **Mitologia Greco-Romana.** São Paulo. Editora Opus. 1991. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/7715230/Menard-Rene-Mitologia-Grecoromana-Volume-i> Acesso em: 11 nov. 2013.

MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel Ninõ. **Evolução o sentido da vida.** São Paulo: Unesp, 2005. (Paradidáticos; série evolução).

**O surgimento da vida na Terra - lenda dos índios Caiapós.** Disponível em: <http://unawe.passeiopedoceu.org/lendas.html> Acesso em 11 nov. 2013.

PENA, Sérgio Danilo. **Aristóteles, nosso contemporâneo**. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/deriva-genetica/aristoteles-nosso-contemporaneo>>. Acesso em: 11 ago. 2013.

**Resistência aos Antibióticos: Adiado o Inevitável**. Disponível em: <http://www.ib.usp.br/evosite/relevance/IA1antibiotics.shtml> Acesso em: 01 nov. 2013.

ROQUE, I. R. Girafas, mariposas e anacronismos didáticos. **Ciência Hoje**. São Paulo, v.34, n.200, p.64-67, dez. 2003. Disponível em: <[http://www.nucleodeaprendizagem.com.br/ch\\_girafas.pdf](http://www.nucleodeaprendizagem.com.br/ch_girafas.pdf)>. Acesso em: 30 abr. 2013.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. **História da ciência: o pensamento científico e a ciência no século XIX**. 2. ed. Brasília: Fundação Alexandre Gusmão, 2012. 2 v. Tomo I.

SANTOS, Silvana. **Evolução biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano da sala de aula**. São Paulo: Annablume: Fapesp: Pró-Reitoria de Pesquisa, 2002.

ZIMMER, Carl. **O livro de ouro da evolução: o triunfo de uma ideia**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2003.

## Referências das imagens

Figura 01: O tamanho do pescoço das girafas de acordo com Lamarck e Darwin.

Disponível em: <http://www.simbiotica.org/teorias.htm>

Acesso em: 23 set. 2013

Figura 02: Mariposas do gênero Biston.

Disponível em: <http://www.simbiotica.org/teorias.htm>

Acesso em: 23 set. 2013

Figura 03: Aristóteles.

Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Aristoteles.jpg>

Acesso em 22 nov. 2013

Figura 04: Maupertius.

Disponível em:

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:PSM\\_V64\\_D531\\_Pierre\\_Louis\\_Moreau\\_de\\_Maupertuis.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:PSM_V64_D531_Pierre_Louis_Moreau_de_Maupertuis.png)

Acesso em 22 nov. 2013.

Figura 05: Conde de Buffon e capa de *Histoire Naturelle*.

[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Buffon\\_1707-1788.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Buffon_1707-1788.jpg)

Acesso em: 10 out. 2013.

Figura 06: Capa de *Systema Naturae* e Lineu.

Capa de *Systema Naturae* disponível em:

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Linnaeus1758-title-page.jpg>

Lineu disponível em:

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Carl\\_von\\_Linn%C3%A9.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Carl_von_Linn%C3%A9.jpg)

Acesso em: 10 out. 2013.

Figura 07: Lamarck.

Disponível em: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jean-baptiste\\_lamarck2.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jean-baptiste_lamarck2.jpg)

Acesso em 10 out. 2013.

Figura 08: A - caracol, B – chiton.

Caracol disponível em: Disponível em:

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Common\\_snail.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Common_snail.jpg)

Chiton disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Tonicella-lineata.jpg>

Acesso em 16 out. 2013.

Figura 09: Georges Cuvier.

Disponível em:

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Georges\\_Cuvier\\_large.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Georges_Cuvier_large.jpg)

Acesso em 16 out. 2013.

Figura 10: Charles Lyell.

Disponível em: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Charles\\_Lyell00.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Charles_Lyell00.jpg)

Acesso em: 10 out. 2013.

Figura 11: Mapa-múndi mostrando o trajeto do Beagle.

Disponível em:

<http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/tvmultimedia/imagens/5biologia/1viagem.jpg>

Acesso em: 18 out. 2013.

Figura 12: Charles Darwin.

Disponível em:

Acesso: 18 out. 2013

Figura 13: Alfred Russel Wallace.

Disponível em:

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Alfred\\_Russel\\_Wallace\\_1862\\_-\\_Project\\_Gutenberg\\_eText\\_15997.png](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Alfred_Russel_Wallace_1862_-_Project_Gutenberg_eText_15997.png)

Acesso em: 21 out. 2013.

Figura 14: Alguns dos principais cientistas que contribuíram para a elaboração da Síntese Moderna.

A – Ronald Fischer

Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:R. A. Fischer.jpg>

B – John B S Haldane

Disponível em: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sewall\\_Wright.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sewall_Wright.jpg)

C – Julian Huxley

Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Hux-Oxon-72.jpg>

D – Sewal Wrigth

Disponível em: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sewall\\_Wright.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sewall_Wright.jpg)

E – TheodosiusDobzhanski

Disponível em: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Theodosius\\_Dobzhansky,.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Theodosius_Dobzhansky,.jpg)

F – Ernst Mayr

Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Ernst\\_Mayr\\_PLoS.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Ernst_Mayr_PLoS.jpg)

Acesso em 24 out 2013

Figura 15: *Archaeoptiryx*.

Disponível em:

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Naturkundemuseum\\_Berlin\\_-\\_Archaeopteryx\\_-\\_Eichst%C3%A4tt.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Naturkundemuseum_Berlin_-_Archaeopteryx_-_Eichst%C3%A4tt.jpg)

Acesso em 16 out. 2013.

Figura 16: semelhança entre embriões de animais.

Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Baer\\_embryos.png](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Baer_embryos.png)

Acesso em 16 out. 2013.

Ilustração lenda dos índios Caiapós para a origem da vida.

Almeida, Adriano Brunatto de. 2006.

Esquemas 01, 02 e 03: Contribuições para o desenvolvimento do pensamento biológico evolutivo.

Disponível em: <http://www.ib.usp.br/evosite/history/index.shtml>

Primeiro acesso em 01 ago. 2013.