

— Evolucionismo

Catarina Moreira

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

CITAÇÃO

Moreira, C. (2014)

Evolucionismo,

Rev. Ciência Elem., V2(04):318.

doi.org/10.24927/rce2014.318

EDITOR

José Ferreira Gomes,

Universidade do Porto

RECEBIDO EM

08 de setembro de 2010

ACEITE EM

10 de setembro de 2010

PUBLICADO EM

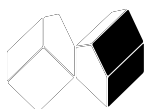
31 de dezembro de 2014

COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2014.

Este artigo é de acesso livre, distribuído sob licença Creative Commons com a designação [CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite a utilização e a partilha para fins não comerciais, desde que citado o autor e a fonte original do artigo.

rce.casadasciencias.org



O evolucionismo admite que as espécies podem sofrer transformações ao longo do tempo.

O evolucionismo, contrariamente ao que se pensa tem as suas raízes nos filósofos da Grécia clássica.

Anaximandro poderá ser considerado o precursor da teoria moderna do desenvolvimento, quando defende que os organismos vivos, se transformam gradualmente a partir da água por ação do calor até se formarem as formas mais complexas e que o Homem tem a sua origem em animais de outro tipo. Demócrito defendia que as formas de vida mais simples tinham origem no “lodo primordial”.

Muito mais tarde, já nos séculos XVII e XVIII, o trabalho do conde de Buffon, George-Louis Leclerc (1707-1788) permite desenvolver a ideia de “Transformismo”, onde se admite que as diferentes espécies derivam uma das outras por degeneração num processo lento e progressivo, existindo espécies intermédias até surgirem as formas atuais. Nesta conceção transformista da diferenciação das espécies a noção de tempo geológico é fundamental, dado que Buffon admitia que as condições ambientais a que as espécies estavam sujeitas eram fundamentais ao processo de degeneração.

Outro transformista da época era Pierre Louis Maupertuis (1698-1759) que acreditava que as espécies resultavam de uma seleção provocada pelo meio ambiente resultando na infinidade de seres vivos que eram observados na atualidade.

Em pleno século XVIII, a geologia tem um papel de destaque na compreensão dos fenómenos da natureza. Em 1778, James Hutton (1726-1759), considerado o pai da geologia moderna, publica *Theory of the Earth* (Teoria da Terra), um tratado sobre fenómenos geológicos que abala as ideias catastrofistas. Hutton estabelece uma idade para a Terra bastante superior àquela admitida até então e defende que as forças naturais de hoje são as mesmas desde sempre, isto é, os fenómenos geológicos repetem-se ao longo da história da Terra – Teoria do Uniformitarismo.

Charles Lyell (1797-1875), geólogo britânico, prossegue com as ideias avançadas por Hutton e confirma a Teoria do Uniformitarismo concluindo que:

- as leis naturais são constantes no espaço e no tempo
- a maioria das alterações geológicas dá-se de forma lenta e gradual

A ideia de um gradualismo na natureza está lançada, e embora Lyell seja relutante em admitir a transformação das espécies, as transformações geológicas inevitavelmente levam ao surgimento de teorias relativas à evolução biológica.

Vários cientistas vão defender a ideia de a diversidade biológica ser resultado de um processo dinâmico de transformação dos organismos ao longo do tempo. Os nomes mais

marcantes serão os de Jean Baptiste de Monet, cavaleiro de Lamarck (1744-1829), Charles Darwin (1809-1882) e Alfred Russel Wallace (1823-1913).

Lamarck

Lamarck, naturalista francês, botânico no Jardim Botânico de Paris ao serviço do rei, elaborou diversos estudos taxonómicos que o levaram a concluir que as espécies não só se relacionam entre si, como sofrem alterações ao longo do tempo. Em 1809, publica *Philosophie Zoologique* onde expõe as suas ideias defendendo que a necessidade de adaptação ao ambiente leva o indivíduo a iniciar o seu processo evolutivo. A sua teoria baseava-se em dois princípios:

- Lei do Uso e do Desuso – a necessidade de um certo órgão em determinado ambiente cria esse órgão e a função modifica-o, isto é, quando um órgão é muito utilizado desenvolve-se e torna-se vigoroso e quando não é utilizado degenera e atrofia.
- Lei da Herança de Caracteres Adquiridos – as modificações adquiridas pelo indivíduo, pelo usos e desuso de um determinado órgão, é transmitida aos descendentes.

Estas ideias de Lamarck embora muito importantes foram muito contestadas. As principais críticas a Lamarck foram:

- a teoria de Lamarck admitia que os seres vivos se modificavam com o objetivo último de se tornarem melhores
- a lei do uso e do desuso, embora válida para alguns órgãos, não explicava todas as modificações
- a lei da herança de caracteres adquiridos, não é observável. A atrofia ou o desenvolvimento de determinadas estruturas adquiridas durante a vida de um indivíduo não são transmitidas à descendência

Os avanços científicos vieram demonstrar que as características do indivíduo – fenótipo – são resultado da interação do material genético herdado dos progenitores – genótipo – com o meio ambiente. Lamarck incorporava ainda na sua teoria os princípios que viriam a ser refutados, como por exemplo, episódios de criação por geração espontânea, ou propósitos finalistas de “melhoria” como força evolutiva.

Darwin e Wallace

As ideias de Darwin e Wallace foram apresentadas em 1858 numa reunião da Sociedade Lineana, em Londres. Embora o primeiro seja mais popular que o segundo, ambos os naturalistas de forma isolada chegaram a modelos evolutivos semelhantes. Darwin, contudo, trabalhava há 20 anos na compilação de inúmeros exemplos e argumentos em torno da sua teoria e publica em 1859 as suas ideias evolucionistas no livro *A Origem das Espécies*, expondo também as suas observações que recolheu durante a sua viagem a bordo do HMS Beagle à volta do mundo. A sua Teoria da Seleção Natural baseou-se em dados de vários tipos:

- Dados biogeográficos – por uma lado, a uniformidade entre os seres vivos levou-o a considerar uma ancestralidade comum, e por outro, a existência de variabilidade entre populações de locais próximos levou-o a admitir a possibilidade de cada uma

dessas populações ser o resultado de um processo de transformação continuado condicionado às condições ambientais particulares

- Dados geológicos – durante a sua viagem a bordo do Beagle, Darwin leu o livro de Lyell “Princípios de Geologia” (que lhe foi oferecido pelo comandante do Beagle, Robert Fitzroy), que o ajudou a compreender a importância da noção do tempo geológico e dos fenômenos geológicos que atuaram e atuam na natureza, nos processos de transformação lentos e graduais.
- Dados econômicos e sociais – já regressado da sua viagem de circum-navegação Darwin teve acesso à obra de Thomas Malthus “Ensaio sobre o princípio da população” (do inglês *‘Essay on the principle of population’*), onde o autor defendia que a população humana tende a crescer exponencialmente enquanto os recursos crescem aritmeticamente. Esta relação entre a população e os recursos disponíveis leva a um excedente populacional e à escassez dos recursos, ocorrendo uma seleção natural, condicionada pela fome se os recursos forem alimentares. Darwin transpôs esta ideia para as populações naturais, onde face a um meio com recursos finitos haveria uma luta contínua pela sobrevivência.
- Dados de seleção artificial – a seleção artificial efectuada pelo Homem é uma técnica utilizada desde os primórdios dos tempos, com o objetivo de apurar determinadas características de animais ou plantas, selecionando-se indivíduos portadores dessas características e promovendo cruzamentos entre eles. Desta maneira assegura-se que a frequência das características selecionadas aumenta progressivamente na descendência. Na natureza, um processo semelhante deverá atuar sobre os seres vivos, onde são selecionados os indivíduos com características que conferem mais vantagens em determinado ambiente, chamando a este mecanismo seleção natural.

Embora Darwin não planeasse publicar a sua teoria evolucionista em vida, tendo instruído a sua esposa para o fazer após a sua morte, a recepção de uma carta de Alfred Russel Wallace, em 1858, junto com um manuscrito onde o jovem naturalista descrevia as suas ideias sobre uma teoria que tinha desenvolvido sobre a origem e transformação das espécies, fê-lo precipitar e antecipar a sua publicação. Wallace no seu manuscrito resumia os principais pontos da teoria a que Darwin havia dedicado uma boa parte dos seus estudos. Foi fundamental o apoio de Lyell e Hooker para convencer Darwin a apresentar em público as suas ideias numa sessão da Sociedade Lineana.

As ideias de Darwin, aceites por alguns foram também alvo de fortes críticas por parte da não só comunidade em geral mas também da científica, dado que punha em causa algumas crenças e convicções e também não explicava alguns fatores como: as lacunas estratigráficas com ausências de algumas formas fósseis intermédias que corroborassem a ideia de uma evolução lenta e gradual dos seres vivos; a presença de uma grande heterogeneidade entre os indivíduos; e o mecanismo de transmissão das características entre gerações.

Darwin propõe a que ficou conhecida pela Teoria da Seleção Natural. O grande avanço de Darwin foi expor um mecanismo para a evolução – a seleção natural. Segundo a sua teoria:

- a população é a unidade evolutiva
- nas populações existe heterogeneidade, isto é, os indivíduos apresentam variabilidade nas suas características
- o ambiente atua sobre as populações exercendo seleção natural em que os indivíduos mais aptos têm mais probabilidade de sobreviverem e se reproduzirem
- os indivíduos mais aptos têm um maior sucesso reprodutor, logo maior número de descendentes – reprodução diferencial

Teoria Sintética da Evolução

O termo Neodarwinismo é, por vezes, utilizado para descrever a síntese moderna da evolução de Darwin por meio de seleção natural, mas não será o termo correto uma vez que originalmente o termo "neodarwinismo" foi utilizado por G.J. Romanes, em 1895, para se referir às ideias de August Weismann e Wallace como invalidando o neo-Lamarckismo. Weismann postulou que a linha germinal nunca poderia ser afetada pela linha somática, isto é, as características adquiridas não podiam ser herdadas, declarando que a seleção era a única força evolutiva. Mayr (1984) escreveu sobre a confusão entre os termos: "...the term neo-Darwinism for the synthetic theory is wrong, because the term neo-Darwinism was coined by Romanes in 1895 as a designation of Weismann's theory."

Com a morte de Darwin, a teoria da seleção natural perde o seu principal defensor e as questões que Darwin não responde tomam maior relevo. Como é que a nova variabilidade é mantida? A origem de novas espécies é saltacionista ou gradual (por isolamento)? Será a variabilidade contínua ou descontínua?

Em 1900, os trabalhos de Mendel são redescobertos por Hugo De Vries, e embora mais tarde os seus resultados tenham respondido a algumas das questões deixadas em aberto por Darwin, na altura defensores de Mendel e Darwin não se entenderam quanto à hereditariedade. Segundo os defensores de Mendel a hereditariedade seria fatorial, as novas características tinham origem em grandes saltos, macromutações, explicadas exclusivamente por pressões mutacionais. Pelo contrário os defensores de Darwin, consideravam a seleção natural como a principal força responsável por uma evolução gradualista.

Os fatores a que Mendel atribuía a hereditariedade, eram unidades físicas localizadas em locais específicos do cromossoma, como Thomas Hunt Morgan, A.H. Sturtevant e Hermann Muller viriam a descobrir. As suas experiências com cruzamentos de *Drosophila* mostraram que genes para determinadas características são herdados como unidades discretas, permanecendo inalteráveis ao longo das gerações. A Teoria Cromossômica, viria a desmistificar a origem de variabilidade genética através da ocorrência de mutações espontâneas e recombinação cromossômica.

Os trabalhos independentes de vários cientistas levaram à concepção, no início da década de 1940, da Teoria Sintética da Evolução (TSE) que funde os conceitos de vários trabalhos de:

- Darwin e Wallace: o papel do meio e da seleção natural
- Gregor Mendel – leis de Mendel sobre a hereditariedade
- Walter Sutton – teoria cromossômica da hereditariedade
- Thomas Morgan – explicação genética das mutações
- anatomia comparada e paleontologia

São principais autores da TSE R. Fischer, JBS Haldane e S. Wright, e foi posteriormente alargada e popularizada pelo geneticista T. Dobzhansky e pelo biogeógrafo e taxonomista Ernst Mayr, o paleontologista George Simpson e o botânico G.L. Stebbins. O termo TSE surge originalmente como título do livro de Julian Huxley (1942) *Evolução: A síntese moderna* (do inglês *Evolution: The Modern Synthesis*).

A TSE em três ideias chave:

- a variabilidade genética nas populações
- a seleção natural é o mecanismo principal (mas não único) da evolução
- o gradualismo permite explicar que as grandes modificações resultam da acumulação ao longo do tempo de pequenas alterações

A variabilidade genética das populações, consideradas como unidades evolutivas, é resultado das mutações e da recombinação génica (meiose e fecundação). As mutações são alterações que ocorrem no material genético de determinado indivíduo, ao nível dos genes – mutações génicas, ou envolvendo porções significativas do cromossoma - mutações cromossómicas. Grande parte das mutações não conferem vantagens ao indivíduo, mas se não impedirem o indivíduo de se reproduzir ganham um carácter evolutivo, ao serem transmitidas às gerações seguintes. A seleção natural atua sobre a variabilidade dos indivíduos numa determinada população. Os indivíduos com a pool genética melhor adaptada ao meio terá um maior sucesso reprodutor provocando um aumento da frequência dos alelos responsáveis pelas características mais vantajosas.

Também a TSE está sujeita a críticas pela comunidade científica. Os dados paleontológicos nem sempre corroboram uma evolução gradual das espécies, e sem negar os princípios básicos como as mutações e a seleção natural, Niles Eldredge e Stephen Jay Gould propuseram um outro modelo evolutivo – Modelo dos Equilíbrios Pontuados, segundo o qual as espécies mudam pouco durante a maior parte da sua história mas de quando em quando sofrem eventos de especiação rápida que perturbam a sua relativa estabilidade. Este modelo foi contudo revisto em muitos aspetos pelos autores, e a maioria da comunidade evolucionista aceita-o apenas nalguns dos seus aspetos.

Fatores de Evolução de uma População

A população, do ponto de vista genético, é um conjunto de indivíduos que se reproduz sexualmente e partilha um determinado conjunto de genes. Quando estas condições se verificam estamos perante uma população mendeliana e o conjunto de genes que a caracteriza é o seu fundo genético (do inglês "gene pool").

Vários fatores podem atuar sobre o fundo genético de uma população, modificando-o: mutação, migração, deriva genética, cruzamento não aleatória e seleção natural.

- mutação – as alterações genéticas, embora na sua maioria sejam eliminadas por seleção natural, em alguns casos conferem vantagens aos seus portadores permitindo a sua reprodução e mantendo-se na população.
- migração – a entrada de indivíduos com fundo genéticos diferentes – alelos diferentes ou mesmos alelos mas com frequências de ocorrência diferentes – que se

integram na nova população e se reproduzem com os indivíduos nela presentes, provocam uma alteração no fundo genético da população que os recebeu, existe um fluxo genético. Esta evolução pode também ocorrer com a saída de indivíduos da população e com eles podem sair determinados alelos ou pode haver uma alteração na frequência dos alelos.

- deriva genética – consiste na alteração da frequência dos alelos de uma determinada população devido exclusivamente ao acaso. As populações pequenas são muito mais sensíveis à ocorrência de deriva genética do que as populações com maior número de indivíduos, podendo observar-se grandes oscilações nas frequências alélicas de uma geração para a seguinte. Dois casos em que a diminuição drástica do tamanho da população permite a ocorrência de deriva são o efeito fundador e o efeito de gargalo.
- efeito fundador – quando um grupo de indivíduos coloniza uma nova área, transportando um fundo genético mais reduzido do que a população original donde provém.
- efeito de gargalo – (do inglês 'bottleneck') fenómenos naturais podem provocar uma redução do tamanho da população, ficando o fundo genético reduzido e restrito aos indivíduos sobreviventes. Esta situação pode alterar significativamente as frequências alélicas e alterar o fenótipo dominante na população.
- cruzamento não aleatório – quando numa população os cruzamentos ocorrem de forma aleatória entre os indivíduos, diz-se que existe pan-mixia, e permite a manutenção do fundo genético. Se não for o caso e os determinados cruzamentos forem preferenciais entre indivíduos com um certo fenótipo, é provável que a frequência dos alelos responsáveis por esse mesmo fenótipo se torne predominante em detrimento de outros alelos. Por exemplo, em animais, os caracteres sexuais secundários dão origem a muitos destes fenómenos.
- seleção natural - a seleção natural acontece sempre que numa população os indivíduos têm diferentes taxas de sucesso e conseqüentemente contribuem de forma diferencial para o fundo genético da geração seguinte. A seleção natural atua sobre o fenótipo (características do indivíduo) que resulta da expressão de determinados genes (genótipo), favorecendo um determinado fenótipo. Esta pressão seletiva pode ser: estabilizadora, direcional ou disruptiva.
- estabilizadora – os indivíduos selecionados apresentam os fenótipos intermédios presentes na população
- direcional – os indivíduos com um dos fenótipos extremos são favorecidos
- disruptiva – os indivíduos com fenótipos intermédios são desfavorecidos em relação aos fenótipos extremos.

Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências:

1. A Autoestrada da Vida, acompanhe a viagem da vida pelos caminhos da evolução
2. Mecanismos de Evolução, como é que a seleção natural leva à evolução biológica?
3. Os Factos da Evolução – Capítulo 6, os pseudogenes e os retrovírus endógenos como prova da evolução
4. Os Factos da Evolução – Capítulo 5, que nos dizem os genomas acerca a evolução?

5. Os Factos da Evolução – Capítulo 4, há tempo suficiente para a evolução? Esta e outras evidências
6. Os Factos da Evolução – Capítulo 3, o registo fóssil, a especiação e a hibridação como provas da evolução
7. Os Factos da Evolução – Capítulo 2, mais evidências da evolução: órgãos vestigiais, biogeografia, etc
8. Do Big Bang ao Homem III: Da Eva Até Hoje, viaje pela história dos primeiros seres humanos
9. Do Big Bang ao Homem II: Da Vida a Eva, viaje pela história da vida na Terra