**Unidade 7 – Evolução biológica**

**Unidade e multicelularidade**

Diversidade - resulta de um longo processo evolutivo que origina - seres vivos

Os seres vivos, distinguem-se pela sua organização celular, e podem ser:

Procariontes - células procarióticas

Eucariontes - células eucarióticas

As células procarióticas e eucarióticas possuem em comum determinadas características:

- células individualizadas por uma membrana citoplasmática, no interior da qual se encontra o hialoplasma

- DNA e cromossomas

E possuem também diferenças:

- As células procarióticas são células simples, que não possuem núcleo \_ o DNA concentra-se numa região chamada nucleóide, que não está fisicamente separada do resto da célula

- As células eucarióticas são células mais complexas, e possuem núcleo, individualizado pelo invólucro nuclear, onde se localizam os cromossomas; possui também diversos organelos membranares.

**Das células procarióticas às células eucarióticas**

O pequeno tamanho das células procarióticas limita a sua actividade metabólica, uma vez que não possibilita a existência de grandes

quantidades de DNA nem da maquinaria necessária à sua expressão. O aumento do volume da célula, por si só, não é solução para este problema, uma vez que não é acompanhado por um aumento proporcional da área superficial, através da qual se verificam trocas de gases, de nutrientes e de resíduos entre a célula e o seu meio envolvente. O aumento da actividade metabólica das células foi conseguido pela evolução das células eucarióticas a partir das células procarióticas e pela origem da multicelularidade.

Modelos que permitem explicar a origem das células eucarióticas:

Modelo Autogénico: Numa fase inicial as células desenvolveram sistemas endomembranares resultantes de invaginações da membrana citoplasmática de células procarióticas ancestrais. Essas invaginações terão acabado por se isolar, dando origem a membranas internas; algumas terão

rodeado porções de DNA, formando um núcleo. Outras membranas evoluíram no sentido de produzir organelos semelhantes ao retículo endoplasmático.

Algumas porções do material genético abandonaram o núcleo e evoluíram sozinhas no interior de estruturas membranares, originando as mitocôndrias e os cloroplastos.

Este modelo é apoiado pelo facto das membranas intercelulares das células eucarióticas manterem a mesma assimetria que se verifica na membrana citoplasmática – a face voltada para o interior dos compartimentos intracelulares é semelhante à face externa da membrana citoplasmática e a face voltada para o hialoplasma é semelhante à face interna da membrana citoplasmática.

Esta hipótese pressupõe que o material genético do núcleo e dos organelos (sobretudo das mitocôndrias e dos cloroplastos) tenha uma estrutura idêntica. Contudo, tal não se verifica. O material genético destes organelos apresenta, geralmente, uma maior semelhança com o das bactérias autónomas, do que com o material genético presente no núcleo.

Modelo Endossimbiótico:

Os seres eucariontes são o resultado de uma evolução gradual dos seres procariontes, onde houve uma associação simbiótica de vários ancestrais procarióticos. Este modelo defende que o sistema endomembranar ter-se-á originado por invaginações da membrana citoplasmática e que as mitocôndrias e os cloroplastos se desenvolveram a partir de células procarióticas que estabeleceram uma relação de emdossimbiose com as células hospedeiras de maiores dimensões, passando a viver dentro delas. Os ancestrais das mitocôndrias seriam procariontes heterotróficos aeróbios e os ancestrais dos cloroplastos seriam procariontes fotossintéticos.

Vantagens da associação da célula hospedeira (anaeróbia e heterotrófica) com os ancestrais das mitocôndrias e dos cloroplastos:

- maior capacidade de metabolismo aeróbio, num meio ambiente com a concentração de oxigénio livre a aumentar

- maior facilidade em obter nutrientes, produzidos pelo endossimbionte autotrófico

A interdependência entre hospedeiro e endossimbionte terá levado à formação de um único organismo.

Este modelo é apoiado pelas seguintes observações:

- as relações de endossimbiose são relativamente comuns e verificam-se em organismos actuais

- as mitocôndrias e os cloroplastos assemelham-se aos procariontes actuais

A semelhança entre mitocôndrias e cloroplastos é verificada através de vários aspectos, dos quais se salientam os seguintes:

- o tamanho e a forma são semelhantes aos dos procariontes

- dividem-se por um processo semelhante à bipartição das bactérias

- possuem duas membranas; na membrana interna, localizam-se enzimas e sistemas de transporte como aqueles que são encontrados

na membrana citoplasmática dos actuais procariontes

- possuem um genoma que consiste numa molécula circular de DNA, sem histonas associadas, como acontece na maioria dos

procariontes actuais

- possuem ribossomas que são mais semelhantes com os ribossomas das células procarióticas do que com os ribossomas da própria

célula eucariótica a que pertencem

Apesar de terem um genoma próprio, as mitocôndrias e os cloroplastos não são geneticamente auto-suficientes – alguns dos genes necessários para o seu funcionamento estão presentes no núcleo da célula eucariótica, o que poderia ser um argumento a favor do modelo autogénico.

Todos os organismos eucariontes possuem mitocôndrias, mas apenas os autotróficos têm cloroplastos, o que leva a supor que a endossimbiose com os ancestrais das mitocôndrias terá sido anterior à endossimbiose com os ancestrais dos cloroplastos.

**Da unidade à multicelularidade**

As membranas internas das células eucarióticas permitiram, até certo ponto, contornar o problema da falta de superfície em relação

ao volume da célula. Contudo, a logística necessária para levar a cabo o metabolismo celular limita o tamanho da célula, que não pode

aumentar indefinidamente. O desenvolvimento de uma maior complexidade estrutural e metabólica foi conseguida através do

desenvolvimento de organismos multicelulares. A cooperação e a divisão de tarefas torna possível a exploração de recursos que uma só

célula não pode utilizar .

O primeiro passo na evolução para os organismos multicelulares terá sido a associação de organismos unicelulares em colónias.

Nalguns tipos de associação colonial relativamente simples, as células, após a divisão, mantêm-se unidas por uma matriz e são

morfológica e fisiologicamente equivalentes, podendo, cada uma delas, dar origem a uma nova colónia. Em associações coloniais mais

complexas, e envolvendo um maior número de células, verifica-se comunicação entre as células, coordenação das actividades celulares,

especialização de células e divisão de tarefas.

A especialização e a cooperação permitem que as células se combinem, formando um organismo com mais capacidades do que cada

uma das suas partes constituintes.

A origem dos eucariontes e a evolução da multicelularidade estiveram na origem de uma explosão da diversidade biológica.

Mecanismos de evolução

Evolucionismo vs Fixismo:

Mecanismos de evolução

- Fixismo - seres vivos são imutáveis

- espécies originadas tal e qual como são na actualidade

- espécies permanentes, perfeitas e não sofrem evolução a explicação para a origem das espécies radicava no Criacionismo

- segundo esta teoria, os seres vivos foram originados por criação divina

- implica perfeição e estabilidade

- Evolucionismo \_ diversidade das espécies

- resulta de um processo de transformação que as espécies vão sofrendo

- Catastrofismo - teoria que defendia que uma sucessão de catástrofes tinha ocorrido no decurso da História de

Terra, conduzindo à destruição dos seres vivos. As áreas destruídas seriam repovoadas por seres vivos que migravam de outros locais. Deste modo, o catastrofismo explicava o surgimento de determinadas formas fósseis em alguns estratos, sem que houvesse continuidade dessas formas de vida nos estratos mais recentes.

- Uniformitarismo - teoria que defende que o planeta era, e tinha sido sempre, dominado por forças terrestres, como os ventos, a chuva, a geada, responsáveis por fenómenos de erosão, subsidência e sedimentação, bem como por fenómenos de fusão magmática. Ou seja, segundo esta teoria, os fenómenos geológicos existentes na actualidade são idênticos aos que

ocorreram no passado.

Teorias evolucionistas

- Lamarckismo - teoria evolucionista que explica a diversidade específica através da lei do uso e do desuso e da transmissão

dos caracteres adquiridos

- Darwinismo - teoria explicativa da biodiversidade baseada na actuação da selecção natural sobre a variabilidade dos indivíduos

**Teorias evolucionistas**

**Lamarckismo**

A teoria de evolução defendida por Lamarck radica em dois princípios

- a lei do uso e do desuso

- a lei da transmissão dos caracteres adquiridos

Causa responsável pela evolução dos seres vivos: ambiente e as necessidades dos indivíduos Lamarck admitia que os seres vivos têm um impulso interior que lhes permite adaptarem-se ao meio quando pressionados por alguma necessidade imposta pelo ambiente. Aparece em oposição ao

A necessidade de se adaptarem às condições ambientais conduziria ao desenvolvimento ou ao atrofio de determinados órgãos,

dependendo do uso ou do desuso dos mesmos \_ lei do uso e do desuso

Estas modificações permitiram aos indivíduos uma melhor adaptação ao meio, sendo transmitidas à descendência \_ lei da

transmissão dos caracteres adquiridos

Modificações ambientais

Novas necessidades

Novos comportamentos Uso Desenvolvimento dos órgãos

Desuso Atrofia dos órgãos

Modificações no organismo

Transmissão de características adquiridas aos descendentes

Adaptação da espécie ao longo de gerações

Darwinismo

- os indivíduos de uma determinada espécie apresentam variabilidade das suas características (cor, forma, tamanho, etc.)

- as populações têm tendência a crescer segundo uma progressão geométrica, produzindo mais descendentes do que aqueles que acabam por sobreviver

- entre os indivíduos de uma determinada população estabelece-se uma luta pela sobrevivência, devido à competição pelo alimento,

pelo espaço e outros factores ambientais. Assim, em cada geração, um número significativo de indivíduos é eliminado

- alguns indivíduos apresentam características que são favoráveis à sua sobrevivência nomeio em que se encontram. Os indivíduos

que não apresentarem características vantajosas, resultantes da variação natural, vão sendo progressivamente eliminados. Assim, ao longo de gerações, a Natureza selecciona os indivíduos mais bem adaptados às condições ambientais, ocorrendo a sobrevivência dos mais aptos

- os indivíduos detentores de variações favoráveis e. Por isso mais bem adaptados, vivem durante mais tempo, reproduzem-se mais

e, assim, as suas características são transmitidas à geração seguinte

- a reprodução diferencial permite, assim, uma lenta acumulação de determinadas características que, ao fim de várias gerações,

conduz ao aparecimento de novas espécies

Darwin nunca conseguiu explicar a razão para as variações das características entre os indivíduos de uma população.

**Contributos das diferentes áreas científicas na fundamentação e consolidação do conceito de evolução**

Dados da Anatomia Comparada

O desenvolvimento de sistemas de classificação para ordenar a grande diversidade de seres vivos conduziu à necessidade de estudar as semelhanças morfológicas. Desta forma, surgiu a Anatomia Comparada.

Animais aparentemente diferentes apresentam semelhanças anatómicas que sugere a existência de um ancestral comum, com um plano estrutural idêntico ao apresentado por todos os seres vivos que dele terão derivado.

A Anatomia Comparada tem fornecido dados que apoiam o Evolucionismo, revelando a existência de órgãos homólogos, análogos e vestigiais nos indivíduos estudados.

- órgãos ou estruturas homólogas:

- função diferente

- plano estrutural semelhante

- mesma posição

- origem embriológica idêntica

A homologia é interpretada como resultado da selecção natural efectuada sobre indivíduos que conquistaram meios ambientais diferentes.

- Evolução divergente, dado que se verifica a divergência de organismos a partir de um grupo ancestral comum que colonizou diferentes habitats e, por isso, sofreu pressões selectivas distintas.

A selecção natural operada sobre as estruturas originais selecciona aquelas que permitem uma melhor adaptação dos indivíduos ao habitat colonizado.

Ex.: membros anteriores do esqueleto do cavalo, morcego, homem, ave, gato e baleia; sistema nervoso central de um peixe cartilagíneo, peixe ósseo, réptil, mamífero inferior, mamífero superior.

As estruturas homólogas permitem construir séries filogenéticas, que traduzem a evolução dessas estruturas em diferentes organismos (progressivas (apresentam uma complexidade crescente – mais simples para mais complexo) ou regressivas (os órgãos homólogos tornam-se, progressivamente, mais simples).

- órgãos ou estruturas análogas:

- estrutura e origem embriológica diferente

- mesma função

Terão resultado de pressões selectivas idênticas sobre indivíduos de diferentes grupos, que conquistaram meios semelhantes.

Evolução convergente – os indivíduos têm origens distintas; contudo, quando sujeitos a condições ambientais semelhantes, foram

seleccionados os que apresentavam estruturas que, embora anatomicamente diferentes, desempenhavam funções semelhantes.

Ex.: cauda da baleia e barbatana caudal dos peixes; asas dos insectos e das aves; caules e folhas dos cactos e das eufórbias.

- órgãos ou estruturas vestigiais:

São órgãos atrofiados, que não apresentam uma função evidente nem importância fisiológica num determinado grupo de seres vivos.

Porém, noutros grupos, estes órgãos podem apresentar-se bem desenvolvidos e com significado fisiológico, isto é, funcionais.

A existência de órgãos vestigiais pressupõe a existência de um ancestral comum. Ex. de órgãos vestigiais no Homem:

- caninos, apêndice, músculos das orelhas, cóxis (evolução regressiva)

- Dados da Paleontologia:

A Paleontologia estuda os fósseis (partes ou vestígios de seres vivos que viverem em épocas geológicas diferentes).

A grande maioria dos seres vivos, quando morre, não sofre fossilização. Este processo só ocorre em condições excepcionais. Deste

modo, a Paleontologia depara-se com diversas limitações.

Árvores filogenéticas \_ representações gráficas do percurso evolutivo de um determinado grupo, partindo do seu ancestral, até às formas actuais.

Além da reconstituição da filogenia de determinado grupo, a Paleontologia fornece outros argumentos a favor da evolução.

Um conjunto de fósseis especialmente interessante, do ponto de vista evolutivo, são os fósseis de formas intermédias ou sintéticas.

Estes apresentam características que existem, na actualidade, em pelo menos dois grupos de seres vivos.

**Dados da Bioquímica**

A Bioquímica é uma das ciências que teve uma notável evolução nos últimos anos. Os dados bioquímicos têm contribuído para o estudo do processo evolutivo. Entre provas bioquímicas que apoiam o evolucionismo destacam-se:

- o facto de todos os organismos serem constituídos pelos mesmos compostos orgânicos (glícidos, lípidos, prótidos e ácidos nucleicos);

- a universalidade do código genético com a intervenção do DNA e do RNA no mecanismo de síntese proteica.

Neodarwinismo ou Teoria Sintética da Evolução

Assenta em 3 pilares:

- a existência de variabilidade genética nas populações, consideradas como unidades evolutivas;

- a selecção natural como mecanismo principal da evolução;

- a concepção gradualista que permite explicar que as grandes alterações resultam da acumulação de pequenas modificações, que vão ocorrendo ao longo do tempo.

Selecção natural, selecção artificial e variabilidade

A Teoria Sintética da Evolução admite que as populações constituem unidades evolutivas e apresentam variabilidade sobre a qual a

selecção natural actua. A variabilidade das populações resulta das mutações e da recombinação génica (meiose e fecundação).

Mutações \_ alterações bruscas do património genético, podendo ocorrer a nível dos genes – mutações génicas – ou envolver

porções significativas de cromossomas – mutações cromossómicas.

- a grande maioria das mutações torna os indivíduos inviáveis ou com menor aptidão para o meio. Por essa razão, esses

indivíduos e, portanto a alteração genética, tendem a desaparecer.

- Raramente a mutação confere vantagens ao indivíduo portador, tornando-o mais apto, vivendo mais tempo e reproduzindo-se

mais. Desta forma, as alterações genéticas vão sendo, de geração em geração, introduzidas na população.

Recombinação génica \_ resulta da meiose e da fecundação

Durante a meiose, os fenómenos de crossing-over conduzem à recombinação entre os cromossomas homólogos. Por outro lado, as células-filhas irão possuir diferentes combinações de cromossomas da linhagem paterna e da linhagem materna.

A fecundação é outro fenómeno que contribui para a recombinação génica. Por um lado, em termos genéticos, poder-se-á considerar

que os indivíduos se reúnem ao acaso para originar descendentes. Por outro lado, cada indivíduo produz um enorme número de gâmetas diferentes, que se unirão de forma aleatória. Por estas duas razões, a variedade de zigotos que pode ser produzida é colossal, originando-se, assim, uma gigantesca diversidade de indivíduos.

A variabilidade genética é o substrato sobre o qual actua a selecção natural. Cada indivíduo é portador de uma determinada carga genética, que lhe confere um determinado conjunto de características. Os indivíduos portadores de características que o tornam mais apto para um determinado meio serão seleccionados, em detrimento de outros que apresentem conjuntos de características menos vantajosas.

As populações são formadas por indivíduos que podem ser, mais ou menos, semelhantes entre si. Quanto maior for a diversidade de

indivíduos de uma determinada população, maior será a probabilidade de essa população sobreviver se ocorrerem alterações ambientais. Isto porque maior será a probabilidade de existirem indivíduos com características que os tornem mais aptos para esse novo ambiente. Em oposição, as populações com uma baixa diversidade, embora possam estar muito bem adaptadas a um determinado ambiente, podem ser rapidamente eliminadas se ocorrerem modificações ambientais.

O conjunto de genes que um indivíduo possui torna-o mais ou menos bem adaptado a um determinado ambiente. Se essa bateria de

genes lhes conferir vantagens, então esses indivíduos reproduzem-se mais e os seus genes tendem a surgir com frequências cada vez

maiores nas gerações seguintes.

Pelo contrário, se a bateria de genes da qual um indivíduo é portador o torna menos adaptado, ele deixará menos descendentes e a

frequência dos seus genes tenderá a diminuir nas gerações seguintes.

**As populações como unidades evolutivas**

Microevolução - variação na frequência génica de geração em geração, variação essa que ocorre numa pequena escala, isto é, apenas na população considerada.

População - do ponto de vista ecológico - as populações são conjuntos de indivíduos de uma espécie que vivem numa determinada área, num

dado intervalo de tempo.

- do ponto de vista genético - considera-se uma população um conjunto de indivíduos que se reproduz sexuadamente e partilha

um determinado conjunto de genes. Quando estas condições se verificam, a população é designada população mendeliana. O conjunto de genes de uma população mendeliana constitui o fundo genético (ou gene pool ).

Factores que contribuem para a alteração do fundo genético:

- mutações

- migrações

- deriva genética

- cruzamentos ao acaso

- selecção natural

Todos estes factores podem actuar sobre o fundo genético de uma população, modificando-o. São capazes de produzir alterações

significativas do fundo genético de forma a promover fenómenos evolutivos.

Mutações:

As mutações genicas permitem o aparecimento de novos genes nas populações. As mutações podem ocorrer, também, a nível

cromossómico. Neste caso, grupos de genes podem ser suprimidos, duplicados ou modificados.

Assim, pode dizer-se que as mutações são a fonte primária de variabilidade e, portanto, motor da microevolução.

Migrações:

As migrações correspondem a deslocações de indivíduos de uma população para outra. Estes movimentos podem ser de entrada de

indivíduos (imigração), ou de se saída de indivíduos da população (emigração).

Os movimentos migratórios conduzem a alterações do fundo genético porque são responsáveis por um fluxo de genes entre as

populações.

Deriva genética:

A deriva genética é um fenómeno que ocorre em populações de pequeno tamanho e corresponde à variação do fundo genético devido,

exclusivamente, ao acaso.

Merecem destaque duas situações em que ocorre uma diminuição drástica do tamanho de uma população, permitindo que a deriva genética ocorra de forma significativa – o efeito fundador e o efeito de gargalo.

- Efeito fundador – ocorre quando um número restrito de indivíduos, de uma determinada população, se desloca para uma nova

área, transportando uma parte restrita do fundo genético da população original.

- Efeito de gargalo – ocorre quando uma determinada população sofre uma diminuição brusca do seu efectivo devido à acção de

factores ambientais, como, por exemplo, alterações climatéricas, falta de alimento, epidemias, incêndios, inundações e terramotos.

Assim, um determinado conjunto de genes (que os sobreviventes possuem) será fixado na população, enquanto que os outros genes foram eliminados, não devido à selecção natural, mas por deriva genética.

Cruzamento ao acaso:

Quando os cruzamentos ocorrem ao acaso, diz-se que existe panmixia. Esta situação permite a manutenção do fundo genético.

Contudo, se os cruzamentos não se fizerem de uma forma aleatória, ou seja, se na escolha do parceiro sexual houver tendência para privilegiar determinadas características, a frequência do conjunto de genes que os indivíduos escolhidos possuem tenderá a aumentar.

Assim, o fundo genético da população irá sofrer uma alteração.

Selecção natural:

A selecção natural actua sobre o fundo genético de uma população, seleccionando os indivíduos que possuam um conjunto de genes que

lhes confira características favoráveis, isto é, que os tornem mais aptos para o ambiente em que vivem. Desta forma, a selecção

natural pode promover a manutenção de um determinado fundo genético ou conduzir à sua alteração.

Efeitos da selecção natural:

- Acção estabilizadora:

- Selecção estabilizadora: tende-se a reduzir a variação, criando-se uma população mais homogénea. Tem lugar em populações bem adaptadas e onde não se verificam modificações ambientais. (privilegia o intermédio – a maior parte)

- Acção evolutiva:

- Selecção direccional: perante as mudanças ambientais, são seleccionados os indivíduos com características mais favoráveis.

(privilegia um dos extremos)

- Selecção disruptiva: exerce-se em mais do que uma direcção, simultaneamente. (privilegia os dois extremos)

A acção evolutiva da selecção natural pode conduzir ao surgimento de novas espécies.

Selecção artificial:

Tal como Darwin observou, o Homem pode ser responsável pela modificação de determinadas espécies.

Ao escolher as plantas e os animais que reúnem as “melhores” características, promovendo a sua reprodução, o Homem realiza um

processo de selecção artificial. Ao encorajar a reprodução de uns e impedir a reprodução de outros de forma sistemática, o Homem realiza um processo de selecção idêntico ao realizado pela Natureza, mas mais rápido.

Nem sempre as variedades que têm interesse para o Homem são favorecidas pela