

# Biologia:

## Unidade 5 – Crescimento e renovação celular

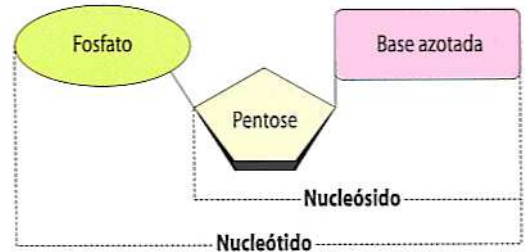
### 1. Crescimento e renovação celular

#### 1.1 DNA e síntese proteica:

#### Composição química dos ácidos nucleicos: DNA e RNA

Ácidos nucleicos:

- ↳ são constituídos por unidades básicas designadas nucleótidos
  - ↳ cada nucleótido é formado por
    - base azotada
    - pentose
    - grupo fosfato
- } nucleósido



Cada fosfato liga-se a 2 pentoses

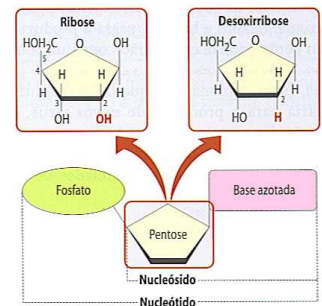
Existem dois tipos de ácidos nucleicos:

→ DNA (ácido desoxirribonucleico)

→ RNA (ácido ribonucleico)

↳ a principal diferença entre estes dois tipos de ácidos nucleicos reside na pentose presente nos seus nucleótidos

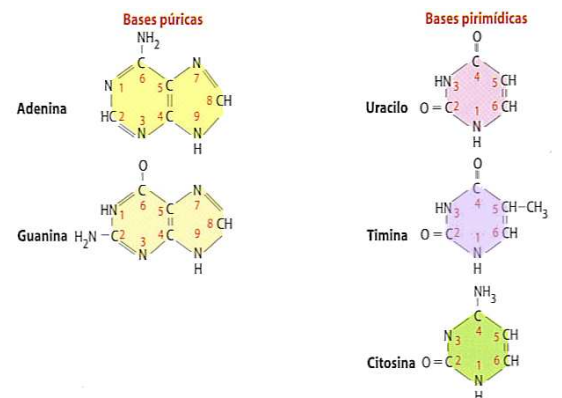
- ↳ no DNA a pentose é a desoxirribose
- ↳ no RNA a pentose é a ribose



Quanto às bases azotadas, estas dividem-se em dois tipos:

→ púricas → adenina e guanina, que apresentam anel duplo

→ pirimídicas → uracilo, timina e citosina, que apresentam anel simples



Normalmente, cada um dos ácidos nucleicos só apresenta bases:

- ↳ No DNA → adenina, timina, guanina e citosina
- ↳ No RNA → adenina, uracilo, guanina e citosina

Os ácidos nucleicos estabelecem ligações entre si, através do grupo fosfato de um dos nucleótidos e o carbono 3 da pentose do nucleótido seguinte, formando cadeias polinucleotídicas → ligações fosfodiéster

## Estrutura do DNA

DNA → modelo de dupla hélice → a molécula de DNA é composta por duas cadeias polinucleotídicas, que se dispõem em sentidos inversos, designando-se, por isso, antiparalelas

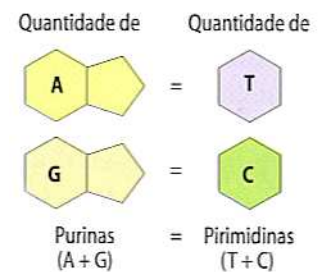
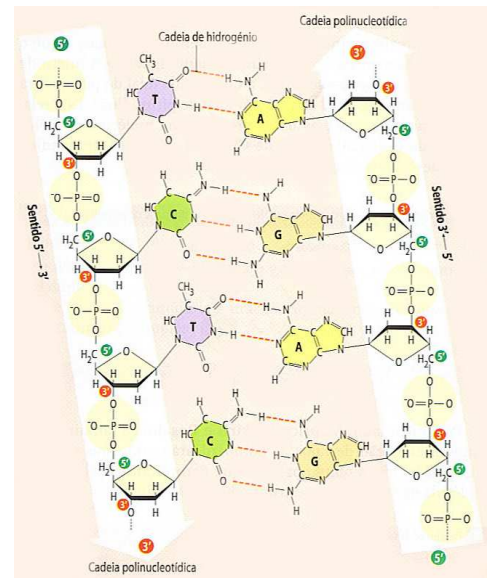
↳ as cadeias desenvolvem-se em sentidos opostos, iniciando-se na extremidade 5' e terminando na extremidade 3'. Assim, à extremidade 5' de uma cadeia corresponde a extremidade 3' da outra.

→ nas zonas mais externas da dupla hélice, encontram-se o grupo fosfato e a desoxirribose, enquanto que na parte mais interior, formando os "degraus", surgem as bases azotadas.

↳ No DNA existem 4 bases azotadas:

- Adenina
- Timina
- Guanina
- Citosina

↳ a adenina só emparelha com a timina (por 2 pontes de hidrogénio), bem como a citosina emparelha apenas com a guanina (por 3 pontes de hidrogénio) → Por esta razão diz-se que são bases complementares ( $A/T = 1$ ;  $G/C = 1$ )



### Ligações:

Os nucleótidos dentro da mesma cadeia polinucleotídica ligam-se entre si através de ligações covalentes (do tipo fosfodiéster), que se estabelecem entre o grupo fosfato e os carbonos 3' e 5' das pentoses.

As duas cadeias antiparalelas ligam-se entre si, por pontes de hidrogénio que se estabelecem entre as bases azotadas, verificando-se uma complementaridade.

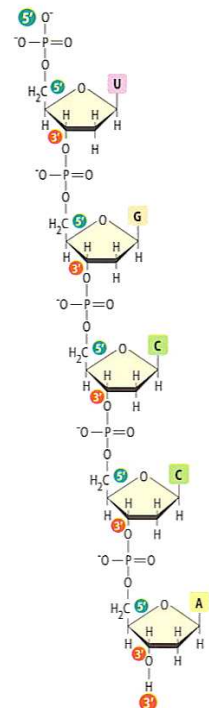
## Estrutura do RNA

RNA → a molécula de RNA é formada uma cadeia simples de nucleótidos, com dimensões muito inferiores às da molécula de DNA

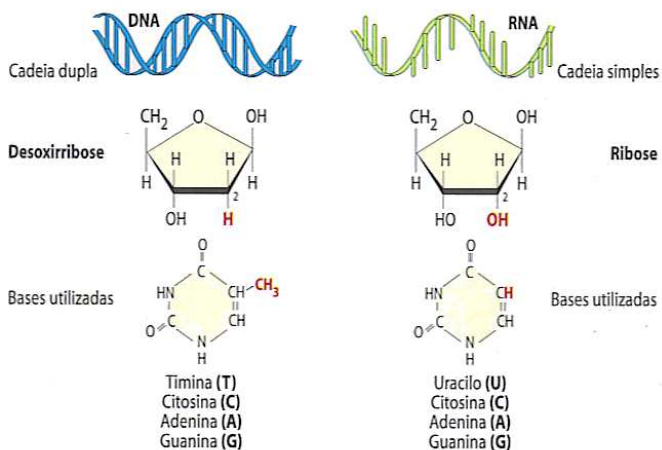
Em determinadas regiões, a molécula de RNA pode dobrar-se devido ao estabelecimento de pontes de hidrogénio entre as bases complementares (adenina — uracilo; guanina — citosina)

As moléculas do RNA são sintetizadas a partir do DNA e podem apresentar, sob o ponto de vista de estrutura e função, três formas distintas:

- mRNA (RNA mensageiro)
- tRNA (RNA de transferência)
- rRNA (RNA ribossómico)



Diferenças entre o DNA e o RNA:



### Replicação do DNA

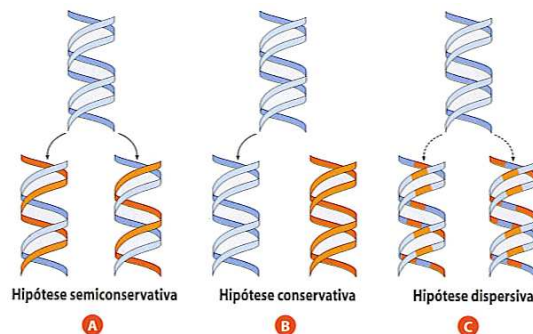
↳ capacidade que o DNA tem de dar cópias de si mesmo

Antes da experimentação existiam 3 modelos para a replicação do DNA:

→ hipótese semiconservativa → cada uma das cadeias serviria de molde para uma nova cadeia e, conseqüentemente, cada uma das novas moléculas de DNA seria formada por uma cadeia antiga e uma cadeia nova

→ hipótese conservativa → a molécula de DNA progenitora manter-se-ia íntegra, servindo apenas de molde para a formação da molécula-filha, a qual seria formada por duas novas cadeias de nucleótidos

→ hipótese dispersiva → cada molécula-filha seria formada por porções da molécula inicial e por regiões sintetizadas de novo, a partir dos nucleótidos presentes na célula



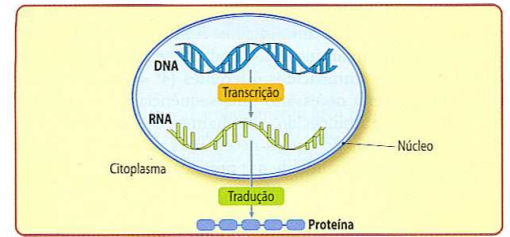
Após investigação e experimentação pôde-se concluir que a replicação do DNA é uma replicação semiconservativa porque uma das cadeias do DNA é mantida e a outra é gerada.

## Síntese proteica

Para que a síntese de proteínas ocorra é necessário que a informação genética, contida na molécula de DNA, seja inicialmente copiada para uma molécula de RNA → transcrição

↳ a molécula de RNA forma-se por complementaridade em uma determinada porção da molécula de DNA

↳ de seguida, a informação genética (contida no RNA), será utilizada para sintetizar proteínas → tradução



### Conceitos:

→ gene → segmento do DNA que contém informação para sintetizar uma determinada proteína. Cada gene pode ser constituído por milhares de nucleótidos

→ genoma → conjunto de genes que existe num indivíduo. O genoma constitui a totalidade da informação genética presente num ser vivo

→ mutação génica → alteração no genoma de um indivíduo (mutação), quando afecta um determinado gene

↳ resultam da substituição, do desaparecimento ou da adição de um nucleótido da sequência que constitui o gene.

↳ agentes mutagénicos → são a causa das mutações génicas → radiações (raios X, raios UV), radioactividade, substâncias químicas, agentes que interagem no processo de duplicação do DNA, etc.

moléculas de DNA e proteínas → são constituídas por monómeros ou unidades básicas

↳ monómeros do DNA → nucleótidos → quatro monómeros diferentes

↳ monómeros das proteínas → aminoácidos → cerca de 20 unidades básicas diferentes

### Código genético:

↳ assenta numa sequência de três nucleótidos consecutivos, os quais formam um triplete

↳ diferentes combinações de tripletos são responsáveis pela codificação de diferentes aminoácidos → confirma que o código genético está escrito de forma sequencial e que, teoricamente, a sua leitura pode iniciar-se em qualquer ponto

↳ codão → triplete do mRNA que codifica um determinado aminoácido ou início ou fim da síntese de proteínas

↳ tRNA → é responsável pelo transporte de um determinado aminoácido até ao local de síntese de proteínas

↳ ribossomas

Uma informação do DNA é transcrita para o mRNA, sendo, posteriormente, traduzida para linguagem proteica (com intervenção do tRNA e dos ribossomas).

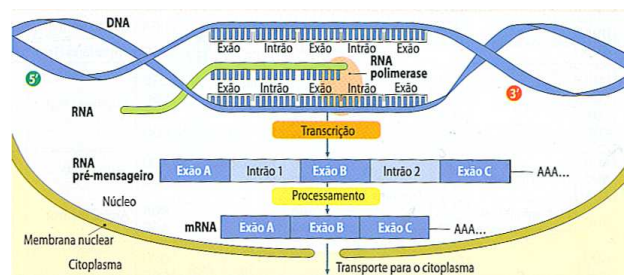
CÓDIGO GENÉTICO					
1.ª BASE	2.ª BASE				3.ª BASE
	U	C	A	G	
U	UUU } Fenilalanina UUC } (Fen) UUA } Leucina (Leu) UUG }	UCU } Serina (Ser) UCC } UCA } UCG }	UAU } Tirosina (Tir) UAC } UAA } Codões terminais UAG }	UGU } Cisteína (Cis) UGC } UGA } Codão terminal UGG } Triptofano (Trp)	U C A G
C	CUU } Leucina (Leu) CUC } CUA } CUG }	CCU } Prolina (Pro) CCC } CCA } CCG }	CAU } Histidina (His) CAC } CAA } Glutamina (Gln) CAG }	CGU } Arginina (Arg) CGC } CGA } CGG }	U C A G
A	AUU } Isoleucina (Ile) AUC } AUA } AUG } Metionina (Met) codão de iniciação	ACU } Treonina (Tre) ACC } ACA } ACG }	AUU } Asparagina (Asn) AAC } AAA } Lisina (Lis) AAG }	AGU } Serina (Ser) AGC } AGA } Arginina (Arg) AGG }	U C A G
G	GUU } Valina (Val) GUC } GUA } GUG }	GCU } Alanina (Ala) GCC } GCA } GCG }	GAU } Ácido aspártico (Asp) GAC } GAA } Ácido glutâmico (Glu) GAG }	GGU } Glicina (Gli) GGC } GGA } GGG }	U C A G

## Características do código genético

- cada aminoácido é codificado por um triplete designado codão
- o triplete AUG tem dupla função → codifica o aminoácido metionina  
→ constitui o codão de iniciação para a síntese proteica
- os tripletes UAA, UGA e UAG são codões de finalização (marcam o fim da síntese proteica)
- o código genético é redundante → existe mais do que um codão para codificar um aminoácido → degenerescência do código genético
- o terceiro nucleótido de cada codão é menos específico que os dois primeiros (ex: a prolina pode ser codificada por qualquer um dos seguintes codões: CCU, CCC, CCA ou CCG)
- o código genético não é ambíguo → um determinado codão não codifica mais que um aminoácido diferente

## Mecanismos envolvidos na síntese proteica

- transcrição → processamento do RNA → tradução



→ Transcrição → é o processo de síntese de mRNA a partir de uma cadeia de DNA → decorre no interior do núcleo das células eucarióticas.

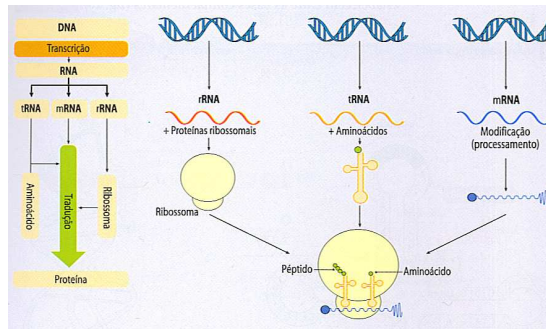
- para que a transcrição comece é necessário que um determinado segmento da dupla hélice de DNA se desenrole → por ação de uma helicase
- a transcrição inicia-se no triplete de iniciação e a enzima responsável por este processo é a RNA polimerase
- a síntese de RNA faz-se pela adição sucessiva de nucleótidos no sentido 5' — 3' da nova cadeia de RNA
- a transcrição termina quando a RNA polimerase atinge o triplete de finalização
- após a transcrição, a cadeia de RNA sintetizada desprende-se da molécula de DNA, que retoma as ligações de hidrogénio entre as bases das cadeias complementares

↳ RNA pré mensageiro → não funcional

↳ a transcrição não só permite a síntese de mRNA, mas também de rRNA e tRNA.

→ Processamento → é o processo a partir do qual o RNA pré mensageiro passa a RNA mensageiro, ou seja passa de não funcional a funcional

- quando a transcrição acaba, o RNA possui intrões e exões. Durante o processamento, os intrões são removidos e os exões (porções não removidas) ligam-se entre si, formando o mRNA
- no fim do processamento, o RNA é constituído apenas pelas sequências que codificam os aminoácidos de uma determinada proteína
- no final deste processo, o mRNA migra do núcleo para o citoplasma, no qual vai ocorrer a tradução da mensagem, isto é, a síntese de proteínas



Relação entre os diferentes ácidos nucleicos intervenientes na síntese proteica

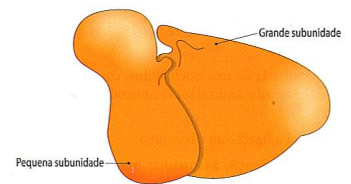
→ Tradução:

No processo tradução estão envolvidos diversos componentes celulares:

→ mRNA

→ tRNA

→ ribossomas → organelos não membranares constituídos por RNA ribossômico e porções proteicas. Cada ribossoma apresenta uma subunidade maior e uma menor. É ao nível destes organelos que a síntese de proteínas tem lugar.



RNA de transferência (tRNA):

→ nas moléculas de tRNA apresentam-se cadeias de 75 a 80 ribonucleótidos que funcionam como interpretes da linguagem do mRNA e da linguagem das proteínas

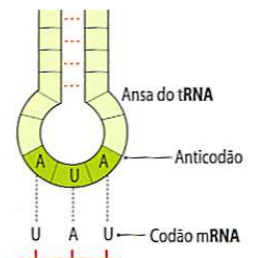
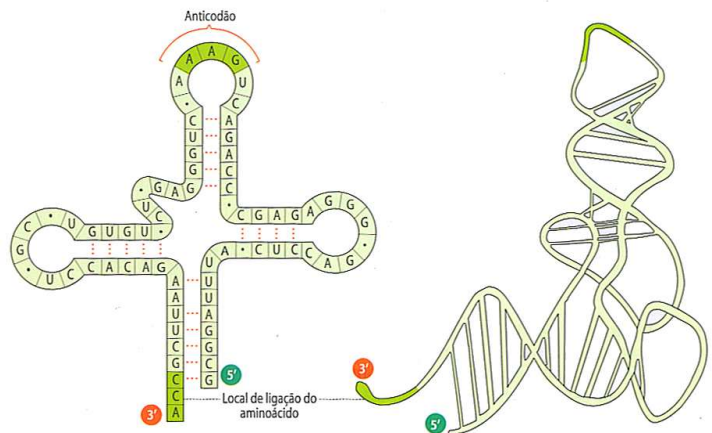
→ apresenta uma cadeia dobrada em forma de "folha de trevo" em resultado de pontes de hidrogénio, que se estabelecem entre as bases complementares

→ apresenta uma região que lhe permite fixar um aminoácido específico designado local amonoacil. Esta região localiza-se na extremidade 3' da molécula

→ apresenta uma sequência de três nucleótidos, complementar do codão do mRNA, designado anticodão. O anticodão reconhece o codão, ligando-se a ele

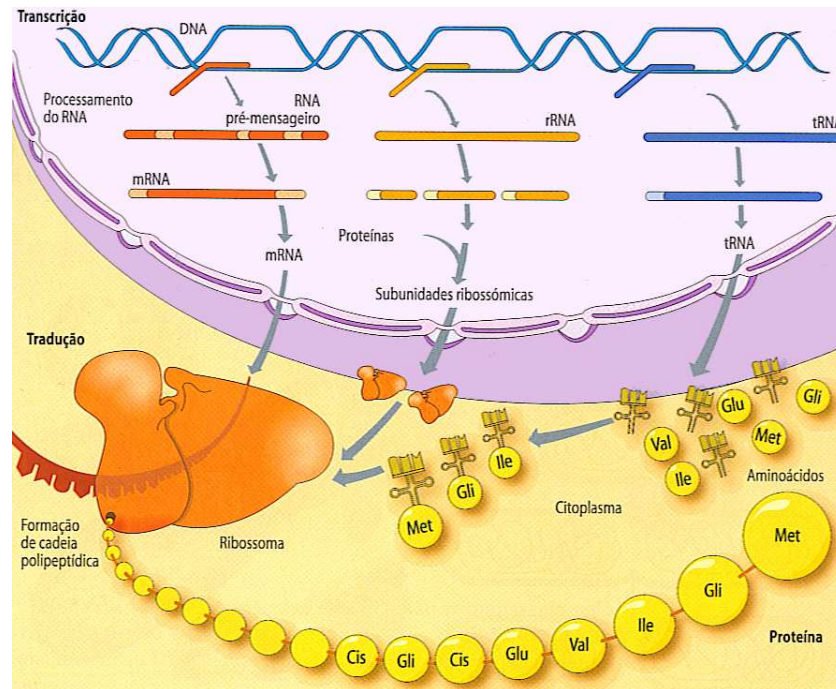
→ apresenta locais para a ligação ao ribossoma

→ apresenta locais para a ligação às enzimas intervenientes na formação dos péptidos



Depois de sintetizadas, nem todas as proteínas apresentam actividade biológica → sofrem algumas alterações designadas alterações pós-traducionais (por ocorrerem após a tradução)

Algumas proteínas são utilizadas na célula, enquanto que outras são exportadas para fora do citoplasma.



Esquema global da síntese proteica

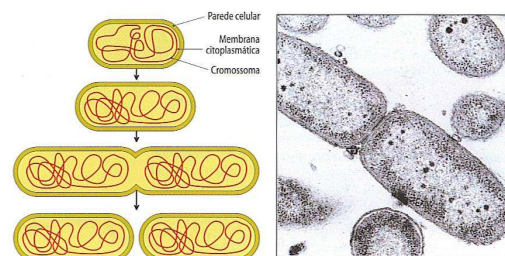
## 1.2 Mitose:

A informação genética contida nos ácidos nucleicos encontra-se, nos seres eucariontes, no núcleo da célula. Quando uma célula se divide, é necessário que a molécula de DNA se replique, permitindo que cada célula-filha herde uma cópia de toda a informação genética que a célula-mãe possuía. Desta forma, as características perpetuam-se de geração celular em geração celular.

Organismos procariontes:

Apresentam só uma molécula de DNA, que não está associada a proteínas e se encontra dispersa no hialoplasma. Neste caso, a divisão celular é um processo simples, que pode ocorrer assim que a molécula de DNA se tenha replicado.

→ Pelo facto de estes organismos serem unicelulares, cada vez que ocorre a divisão celular, verifica-se a produção de dois novos indivíduos que, salvo algumas excepções, são idênticos entre si e idênticos à célula-mãe.



Organismos eucariontes:

A informação genética encontra-se, ao contrário dos organismos procariontes, distribuída por várias moléculas de DNA, as quais estão associadas a proteínas designadas histonas.

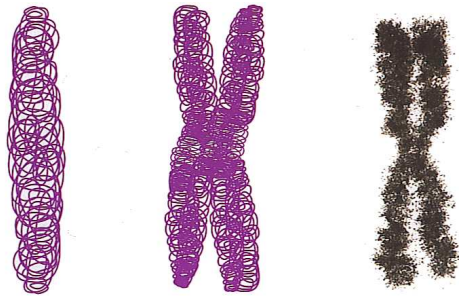
Histonas (cada uma das pequenas proteínas básicas que formam associações complexas com o DNA para formar nucleossomas; componentes básicos das fibras de cromatina):

- ↳ As histonas conferem estabilidade ao DNA e são responsáveis pelo processo de condensação.
- ↳ Assim, pode afirmar-se que as histonas contribuem, de forma decisiva, para a forma física dos cromossomas.

Filamento de cromatina — cada porção do DNA, associado às histonas. Estes filamentos encontram-se, na maior parte do tempo, dispersos no núcleo da célula.

- ↳ Quando a célula está em divisão, estes filamentos sofrem um processo de condensação, originando filamentos curtos e espessos designados cromossomas.

DNA — responsáveis pelo armazenamento da informação genética.



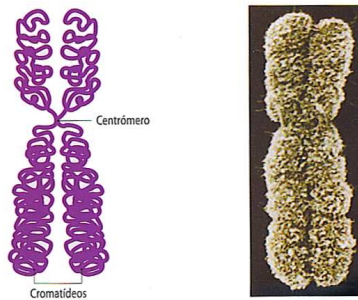
Cromatina condensada, formando um cromossoma

Condensação:

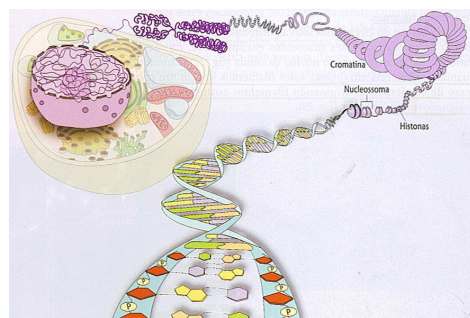
Nesta fase, cada cromossoma é constituído por dois cromátides, que resultaram de uma duplicação do filamento inicial de cromatina, e que ocorreu anteriormente.

Cromátide → formado por uma molécula de DNA e por histonas que lhe estão associadas.

- ↳ Os cromátides de um cromossoma encontram-se unidos por uma estrutura resistente designada centrómero



Estrutura de um cromossoma



Do DNA aos cromossomas

A condensação resulta da associação entre as histonas e o DNA. O filamento de DNA, presente em cada cromatídeo, enrola-se em torno de um conjunto de histonas, formando um nucleossoma. Os nucleossomas podem dispor-se de tal maneira que conduzem à formação do cromossoma no seu estado mais condensado.

O número e tipo de cromossomas, presente no núcleo das células, varia de espécie para espécie, mas é constante e característico em cada espécie.

Quando uma célula se divide, cada célula-filha recebe uma cópia de cada um dos seus cromossomas, assegurando-se, desta forma, que recebem toda a informação genética que a célula-mãe possuía.

Mitose:

Processo que permite que um núcleo se divida originando dois núcleos filhos, cada um contendo uma cópia de todos os cromossomas do núcleo original e, conseqüentemente, de toda a informação genética.

Citocinese:

Divisão de citoplasma que ocorre após a divisão nuclear (mitose). Desta forma, a partir de uma célula-mãe formam-se duas células-filhas, idênticas entre si e idênticas à célula-mãe que lhes deu origem.

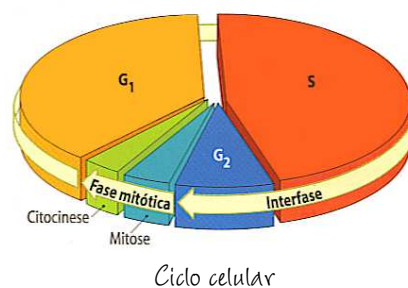
→ O conjunto destas divisões celulares permite que, a partir de uma célula inicial, se origine um organismo constituído por vários milhões de células.

→ Mesmo depois do organismo estar formado, a divisão celular continua a ocorrer, no sentido de proceder à renovação de algumas células ou reparar as que foram lesadas.

Ciclo celular:

É a alternância de períodos de divisão e de não divisão que ocorrem na célula, ou seja, depois de uma célula se dividir é necessário algum tempo para que essa célula esteja pronta para uma nova divisão, reiniciando-se todo o processo.

↳ Ciclo celular = Fase mitótica (Mitose (Profase+Metáfase+Anáfase+Telófase)+Citocinese) + Interfase ( $G_1$ , S,  $G_2$ )



Interfase — fase compreendida entre duas divisões celulares sucessivas, durante o qual a célula se prepara.

É um período relativamente longo quando comparado com a mitose, podendo demorar horas, semanas, anos ou mesmo perpetuar-se até à morte da célula.

↳ Durante este período, a célula procede à síntese de diversos constituintes, que conduz ao crescimento e à maturação. Desta forma, a interfase permite que a célula se prepare para uma nova divisão celular

Compreende 3 períodos:

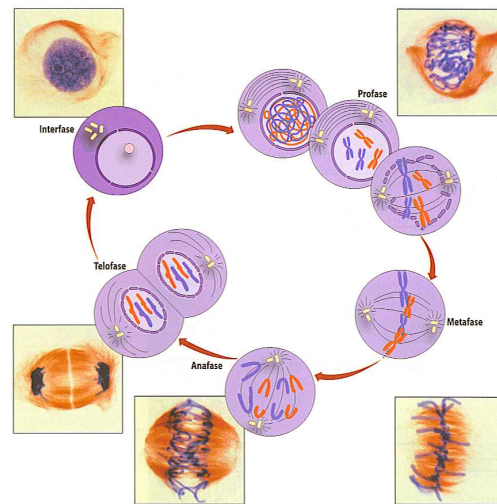
→  $G_1$  → ocorre uma intensa actividade de síntese, durante as quais são produzidos inúmeros organitos. São produzidas moléculas de RNA, a partir da informação do DNA nuclear, no sentido de sintetizar proteínas, lípidos e glicídios (proteínas estruturais e funcionais). Em consequência ocorre o crescimento celular, atingindo a célula o estado adulto. — transcrição e processamento

→ S → é caracterizado pela replicação do DNA. Durante este período, cada molécula de DNA origina, por replicação semiconservativa, duas moléculas filhas idênticas (quantidade passa de 2Q para 4Q). As novas moléculas de DNA associam-se a histonas, formando-se então, cromossomas constituídos por dois cromatídeos ligados pelo centrómero.

→  $G_2$  → neste período verifica-se a síntese de mais proteínas, bem como a produção de estruturas membranares, a partir das moléculas sintetizadas em  $G_1$ , que serão utilizadas nas células-filhas.

↳ a este período segue-se a mitose, período durante o qual o núcleo da célula experimenta um conjunto de transformações que culminam com a sua divisão

Mitose:



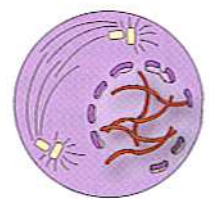
Profase:

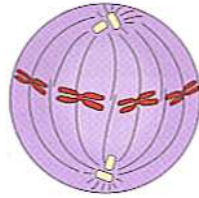
→ É a etapa mais longa da mitose.

→ Os cromossomas enrolam-se, tornando-se progressivamente mais condensados, curtos e grossos.

→ Os centrossomas (dois pares de centríolos) afastam-se para pólos opostos, formando entre eles o fuso acromático. O fuso acromático (ou fuso mitótico) é formado por feixes de fibrilas de microtúbulos proteicos.

→ No final da profase, o(s) nucléolo(s) desaparece(m) e o invólucro nuclear desagrega-se.



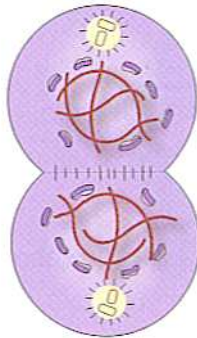
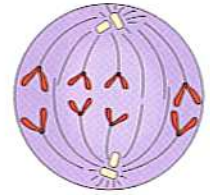
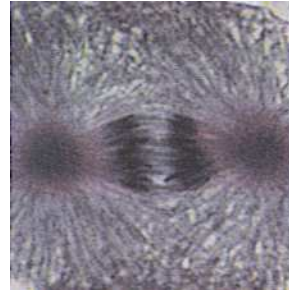


### Metáfase:

- Os cromossomas apresentam a sua máxima condensação.
- Os cromossomas, ligados ao fuso acromático, dispõem-se no plano equatorial da célula, formando a chamada placa equatorial. Os centrómeros encontram-se voltados para o centro do plano equatorial, enquanto que os braços dos cromossomas se voltam para fora deste plano.

### Anáfase:

- Verifica-se o rompimento do centrómero, separando-se os dois cromatídeos que constituíam cada um dos cromossomas.
- Os cromossomas iniciam a ascensão polar ao longo das fibrilas dos microtúbulos.
- No final da anáfase, cada pólo da célula possui um conjunto de cromossomas (constituídos por um só cromatídeo) exactamente igual.



### Telófase:

- Inicia-se a organização dos núcleos filhos.
- Forma-se um invólucro nuclear em torno dos cromossomas de cada núcleo filho.
- Os cromossomas iniciam um processo de descondensação.
- As fibrilas do fuso acromático desorganizam-se.
- A mitose termina. A célula possui agora dois núcleos.

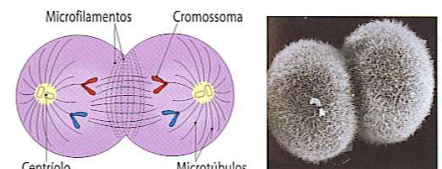
A mitose nuclear é acompanhada pela divisão do citoplasma — citocinese — completando-se, desta forma, a divisão celular, que origina duas células-filhas.

### Citocinese:

→ Nas células animais:

A citocinese inicia-se na anáfase ou na telófase. Nas células animais, o início da citocinese é marcado pelo surgimento de uma constricção da membrana citoplasmática na zona equatorial da célula.

O estrangulamento (anel contráctil) resulta da constricção de um conjunto de filamentos proteicos que estão localizadas junto da membrana plasmática. O estrangulamento acentua-se até que a célula-mãe seja dividida em duas células-filhas.



→ Nas células vegetais:

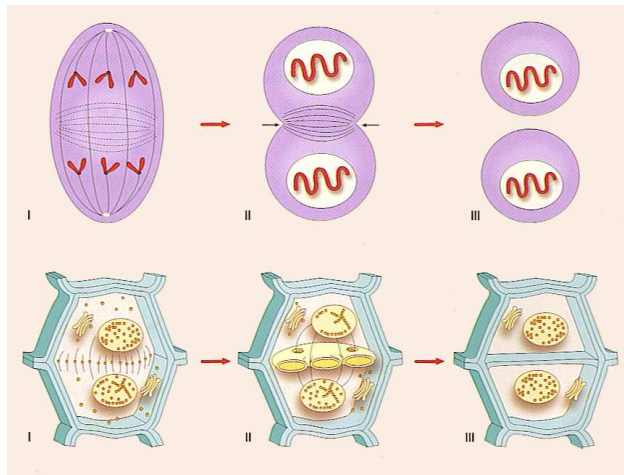
Existem algumas diferenças na mitose das células vegetais para a mitose das células animais.

Nas células vegetais das plantas superiores não existem centríolos. As fibras do fuso acromático são formadas a partir de estruturas, que se localizam nos pólos, designadas centros organizadores de microtúbulos.

Mas a grande diferença ocorre na citocinese.

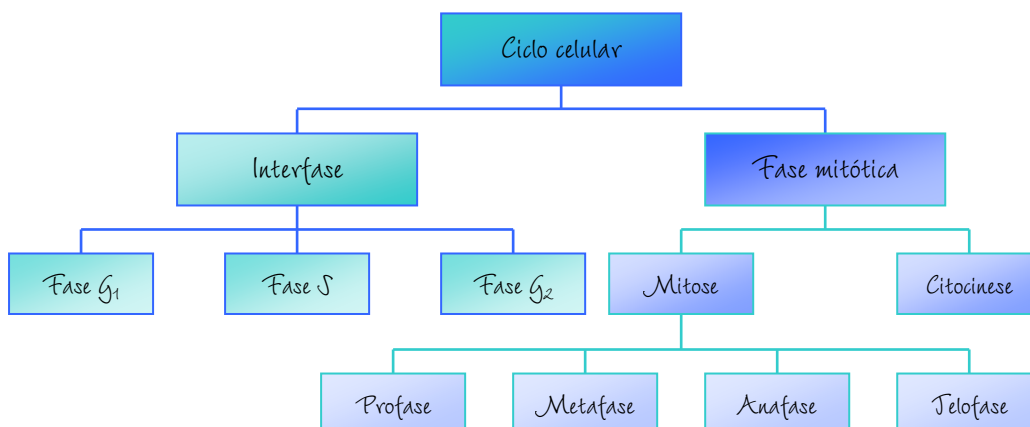
Ao contrário das células animais, em que a citocinese ocorre por estrangulamento do citoplasma (estrangulamento esse que se deve à progressiva contração de microfibrilas proteicas, que conduzem à divisão da célula-mãe em duas células-filhas), nas células vegetais, a existência de parede esquelética não permite a citocinese por estrangulamento. Em vez disso, o complexo de Golgi produz vesículas que contêm celulose, outros polissacarídeos e proteínas, que são depositadas na região equatorial da célula, devido à ação orientadora de microtúbulos que se formam entre os dois pólos celulares.

As biomoléculas, transportadas pelas vesículas Golgianas, originam uma lamela mediana, que se torna visível na telofase. A deposição de celulose na lamela mediana vai originar uma parede celular, que se começa a formar do centro da célula para a periferia. Ao atingir a parede da célula-mãe, completa-se a citocinese.



Citocinese em células animais e vegetais

Resumo do ciclo celular:

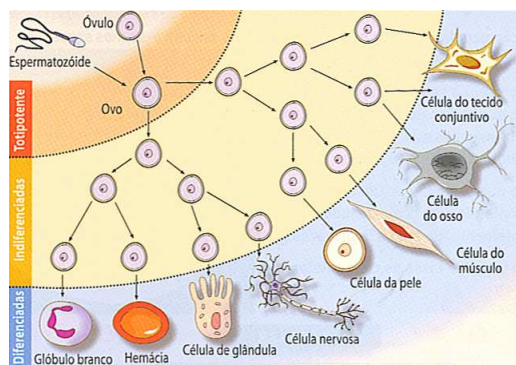


## 2. Crescimento e regeneração de tecidos vs diferenciação celular

A mitose garante que, a partir de uma célula, se formem duas células geneticamente idênticas entre si e idênticas à progenitora. Por sua vez, estas células-filhas podem sofrer novas divisões. Assim, facilmente se compreende que todos os fenômenos de multiplicação, crescimento e renovação celulares e de reprodução assexuada estejam associados a fenômenos mitóticos e dependentes deles.

O ciclo celular pode repetir-se inúmeras vezes, de tal forma que, a partir de uma célula, pode obter-se um organismo multicelular. Contudo, os organismos multicelulares são, geralmente, formados por diferentes tipos de células, que estão organizadas em tecidos, os quais formam órgãos e sistemas de órgãos.

Para que, a partir de uma célula inicial se obtenha uma variedade tão grande de células, é necessário que ocorra um processo de diferenciação.



Diferenciação celular

Após a fecundação, forma-se uma nova célula que irá, por mitoses e citocineses sucessivas, originar um organismo multicelular. A primeira célula de um organismo é o ovo, célula esta que é capaz de originar células-filhas, as quais, por sua vez, poderão originar diferentes tipos de células. Diz-se, por isso, que o ovo é uma célula totipotente, ou seja, tem todas as potencialidades para originar todas as outras células.

As primeiras divisões do ovo originam células indiferenciadas, pois são muito semelhantes entre si e semelhantes à célula inicial que lhes deu origem. Contudo, à medida que os ciclos celulares se repetem, as células iniciam um processo de diferenciação, até se tornarem células especializadas.

A diferenciação ocorre porque alguns genes são activados, enquanto que outros são bloqueados. Cada célula especializada desempenhará, num determinado tecido, uma função, de acordo com as características que apresenta.

A maioria dos tecidos de um organismo no estado adulto não é constituída exclusivamente por células especializadas. Um grupo restrito de células apresenta um grau de diferenciação menor do que as restantes, chamando-se células estaminais. Estas células originam, por mitose, células-filhas idênticas, morfológica e fisiologicamente, à célula-mãe. Estas, resultantes das células estaminais, sofrem uma diferenciação, garantindo a renovação das células envelhecidas e a reparação de regiões do tecido lesadas.

As células estaminais não são, contudo, totipotentes. Uma célula estaminal da medula óssea origina glóbulos vermelhos, mas não células epiteliais, da mesma forma que as células estaminais dos epitélios não originam glóbulos vermelhos.

As células estaminais existem, de um modo geral, em tecidos cujas células têm de ser substituídas frequentemente (células da pele, intestino, medula óssea). Mais recentemente, foram descobertos outros tipos de células estaminais locais, como no cérebro, no coração e nos músculos.

Nos tecidos das plantas também existem células indiferenciadas, agrupadas em tecidos chamados meristemas, que são capazes de se dividirem, levando ao crescimento ou renovação de zonas lesadas.

Um dos grandes desafios da Biologia do Desenvolvimento é produzir um indivíduo completo a partir de uma única célula de um determinado tecido.

↳ uma das grandes dificuldades desta tarefa reside no facto de as células somáticas de um organismo adulto, mesmo que sejam células estaminais, não serem totipotentes

Clonagem → produção de um ou mais indivíduos geneticamente idênticos, geralmente a partir de células somáticas.

↳ cada um dos indivíduos, assim produzido, é chamado clone.



→ No caso dos organismos vegetais, é possível produzir um ser adulto partindo de uma célula já diferenciada.

↳ uma célula diferenciada pode reverter o processo de diferenciação, tornando-se novamente indiferenciada. Desta forma, estas células podem originar todos os tipos de células especializadas necessárias para a produção de uma nova planta. Isto implica que o processo de diferenciação não envolva, necessariamente, alterações irreversíveis na molécula de DNA.

→ No caso dos animais, as tentativas de reproduzir o processo de clonagem foram um fracasso.

↳ as células animais diferenciadas, quando colocadas em meio de cultura, apresentam dificuldades em dividirem-se, não sendo capazes de originar um ser vivo completo.

→ os núcleos das células animais alteram-se com a diferenciação. Embora a sequência nucleotídica do DNA normalmente não se modifique, a cromatina sofre alterações.

↳ actualmente, os biólogos defendem que estas alterações na cromatina são, por vezes, reversíveis e que, mesmo as células mais diferenciadas, contêm todos os genes necessários para formar um organismo adulto.

### Diferenciação celular e erros:

Durante o processo de divisão e diferenciação celulares, ocorrem, por vezes, erros que conduzem à produção de células cancerosas.

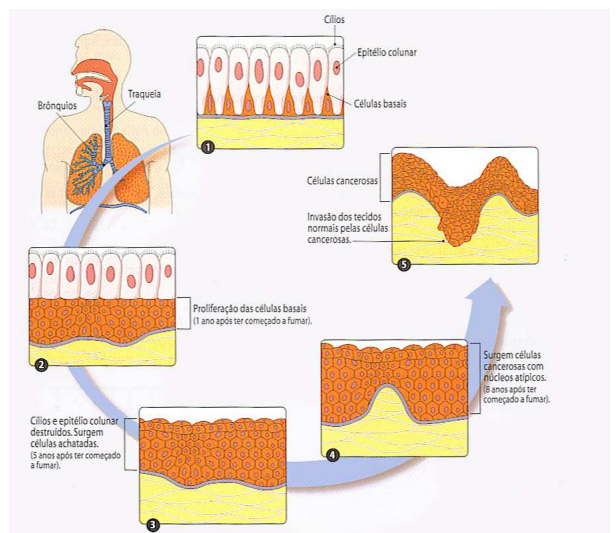
↳ Factores que podem ser responsáveis por estas alterações → radiação, substâncias tóxicas e determinados vírus

Uma das mais preocupantes alterações que ocorre nas células é a perda dos mecanismos de regulação celular. Nesta situação, as células dividem-se de forma descontrolada, até que não existam nutrientes disponíveis.

↳ Resultado → produção de grandes aglomerados celulares, que constituem os tumores.

- As células de alguns tumores — tumores malignos — podem espalhar-se pelo organismo, invadindo outros tecidos, formando metástases.

↳ A metastização — disseminação de células cancerosas a partir de um foco principal — conduz à formação de novos tumores, que, ao desenvolverem-se de forma descontrolada, tornam-se de tal maneira evasivos que impedem o normal funcionamento de um ou mais órgãos, causando a morte do indivíduo.



## Unidade 6 – Reprodução

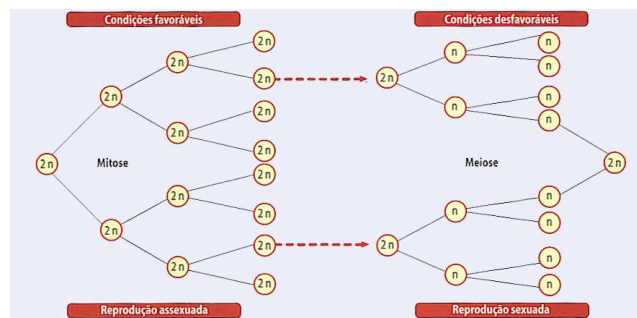
### 1. Reprodução assexuada

A reprodução é uma função característica dos seres vivos, que permite o aparecimento de novos indivíduos, através da divisão celular. Esta função tem a particularidade de ser necessária para a perpetuação da espécie, mas não para a sobrevivência do indivíduo.

Os organismos podem reproduzir-se através de uma grande diversidade de mecanismos reprodutores, que podem ser classificados em dois grandes grupos:

→ reprodução sexuada → envolve a união de duas células especializadas — os gametas — que são formados através da meiose.

→ reprodução assexuada → ocorre quando um indivíduo se reproduz sem a união de gametas e está, geralmente associada à mitose.



#### 1.1 Estratégias reprodutoras:

##### → Bipartição

A bipartição (ou cissiparidade, divisão simples ou divisão binária) é um processo através do qual uma célula ou um indivíduo se divide em dois semelhantes, que depois vão crescer até atingirem o tamanho do progenitor.

Ex.: planária

##### → Divisão múltipla

Na divisão múltipla (pluripartição ou esquizogonia), o núcleo da célula-mãe divide-se em vários núcleos. Cada núcleo rodeia-se de uma porção de citoplasma e de uma membrana, dando origem às células-filhas, que são libertadas quando a membrana da célula-mãe se rompe.

Ex.: ameba, tripanossoma

##### → Fragmentação

Na fragmentação obtêm-se vários indivíduos a partir da regeneração de fragmentos de um indivíduo progenitor.

Ex.: planária, minhoca, estrela-do-mar, anêmonas

##### → Gemulação

A gemulação (ou gemiparidade) ocorre quando, na superfície da célula ou do indivíduo, se forma uma dilatação denominada gomo ou gema. Ao separar-se o gomo dá origem ao novo indivíduo, geralmente de menor tamanho que o progenitor.

Ex.: leveduras, esponja, hidra

##### → Partenogénese

Consiste no desenvolvimento de um indivíduo a partir de um óvulo não fecundado.

Ex.: abelhas, pulgões

## → Multiplicação vegetativa

É um processo de reprodução exclusivo das plantas

### - Multiplicação vegetativa natural

- Folhas: certas plantas desenvolvem pequenos propágulos nas margens das folhas. Cada um deles é uma plântula em miniatura, que cai no solo, dando origem a uma planta adulta.

- Estolhos: produzem-se plantas novas a partir de caules prostrados (caídos) chamados estolhos. Cada estolho parte do caule principal e vai dar origem a várias plantas novas. O caule principal morre assim que as novas plântulas desenvolvem as suas próprias raízes e folhas.

- Rizomas: certas plantas possuem caules subterrâneos alongados e ricos em substâncias de reserva. Estes caules, denominados rizomas, permitem à planta sobreviver em condições desfavoráveis, ainda que a parte aérea morra. Os rizomas têm a capacidade de alongar-se, originando gemas, que se diferenciam em novas plantas.

- Tubérculos: são caules subterrâneos e volumosos ricos em substâncias de reserva. Os tubérculos possuem gomos com capacidade germinativa, os quais dão origem a novas plantas.

- Bolbos: são caules subterrâneos que possuem um gomo terminal rodeado por camadas de folhas carnudas, ricas em substâncias de reserva. Quando as condições se tornam favoráveis, formam-se gomos laterais, que se rodeiam de novas folhas carnudas, e originam novas plantas.

### - Multiplicação vegetativa artificial

- Estaca: consiste na introdução de ramos no solo, a partir dos quais surgem raízes e gomos que dão origem a uma nova planta.

- Mergulhia ou alporquia: consiste em dobrar um ramo da planta até enterrá-lo no solo. A parte enterrada irá criar raízes adventícias, originando, assim, uma planta independente.

- Enxertia: consiste na junção das superfícies cortadas de duas partes de plantas diferentes.

- Enxertia por garfo: o cavalo é cortado transversalmente. Seguidamente, efectua-se uma fenda transversal, na qual é introduzido o garfo (constituído por um ou mais ramos da planta a transferir). A zona de união é, então, envolta em terra húmida, que ajudará à cicatrização da união entre as duas plantas.

- Enxertia por encosto: juntam-se ramos de duas plantas previamente descascados na zona de contacto, e amarram-se os mesmos, de forma a facilitar a união. Após a cicatrização, corta-se a parte do cavalo que se encontra acima da zona de união e a parte da planta dadora do enxerto que se encontra abaixo da mesma zona.

- Enxertia por borbulha: é efectuado um corte em forma de T na casca do caule da planta receptora do enxerto. Desta forma, é possível levantar a casca e introduzir no local da fenda o enxerto, constituído por um pedaço de casca contendo um gomo da planta dadora. Seguidamente, a zona de união é atada, de forma a ajudar a cicatrização.

## → Esporulação

Consiste na formação de células especiais denominadas esporos, que originam novos seres vivos. Os esporos são formados em estruturas especiais, os esporângios, e possuem uma camada protectora muito espessa, pelo que são muito resistentes, mesmo em ambientes desfavoráveis.

## Reprodução assexuada — vantagens e desvantagens

A mitose está na base dos processos de reprodução assexuada. Sob o ponto de vista da produção vegetal, este tipo de reprodução apresenta vantagens económicas, ao permitir seleccionar variedades de plantas com as características pretendidas e reproduzi-las em grande quantidade, de um modo bastante rápido, conservando nos descendentes as características seleccionadas.

Contudo, a reprodução assexuada apresenta desvantagens. Os clones são todos geneticamente idênticos ao progenitor. Em termos, evolutivos, esta ausência de variabilidade genética pode tornar-se perigosa para a sobrevivência da espécie. O aparecimento de mudanças ambientais desfavoráveis às variedades existentes pode levar ao seu desaparecimento, ou mesmo à extinção da espécie.

## 2. Reprodução sexuada

Está dependente da fecundação

↳ união de duas células especializadas, denominadas gametas (haplóides — possuem apenas metade do número normal de cromossomas da espécie) —  $n$

- durante a fecundação ocorre a cariogamia, isto é, a fusão dos gametas, o que dá origem ao ovo ou zigoto (diplóide — possui o número normal de cromossomas da espécie) —  $2n$

### 2.1 Meiose e fecundação:

Meiose — processo de divisão celular a partir do qual uma célula diplóide ( $2n$ ) origina quatro células haplóides ( $n$ ) → as células-filhas apresentam metade do número de cromossomas da célula-mãe.

→ Consiste em duas divisões sucessivas

- Divisão I → nesta divisão, um núcleo diplóide ( $2n$ ) origina dois núcleos haplóides ( $n$ ) → pelo facto de ocorrer uma redução no número de cromossomas, esta divisão também é designada divisão reducional.

- Divisão II → nesta divisão ocorre a separação de cromátídeos, obtendo-se assim, quatro núcleos haplóides ( $n$ ), cujos cromossomas são constituídos por um cromátídeo → pelo facto de se manter o número de cromossomas, esta divisão também é designada de divisão equacional.

As duas divisões nucleares que ocorrem durante a meiose são precedidas de uma única replicação do DNA. Durante o período S, os cromossomas duplicam, passando a apresentar dois cromátídeos unidos pelo centrómero.

#### → Divisão I da meiose:

##### - Profase I

→ É a fase mais longa da meiose.

→ No início desta fase, o núcleo aumenta de volume.

→ Os cromossomas sofrem uma espiralização, a qual faz com que se tornem mais grossos, curtos e visíveis.

→ Os cromossomas homólogos (têm o mesmo tamanho, forma e possuem os mesmos genes que informam para os mesmos caracteres, isto é, são responsáveis pelas mesmas características) emparelham, num processo designado sinapse

↳ Estes pares de cromossomas chamam-se díadas cromossómicas ou bivalentes

→ Depois da sinapse, começam a visualizar-se dois cromátídeos em cada cromossoma dos bivalentes

↳ Quando os bivalentes apresentam os quatro cromátídeos bem individualizados, este conjunto designa-se tetrada cromatídica

→ Entre os cromátídeos das tétradas cromatídicas ocorrem sobre-cruzamentos em vários pontos

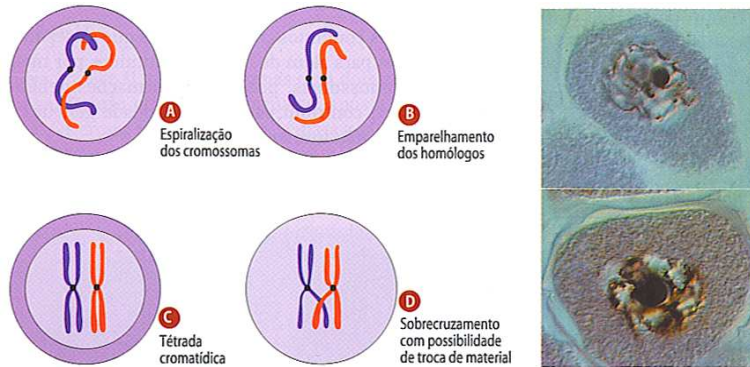
↳ Os pontos de contacto chamam-se quiasmas ou pontos de quiasma

→ Nos pontos de quiasma pode ocorrer troca de informação genética, isto é, quebras e trocas de segmentos entre cromatídeos de cromossomas homólogos

↳ Este fenómeno designa-se sobre cruzamento ou *crossing-over*

→ No final da profase I, a membrana nuclear e o nucléolo desorganizam-se progressivamente

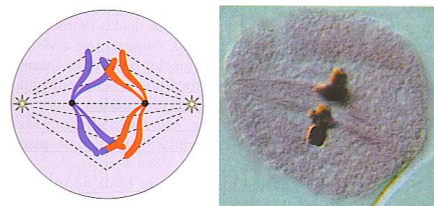
Nas células animais, os centríolos dividem-se e colocam-se em pólos opostos, a partir dos quais se forma o fuso acromático. Finalmente, as díadas cromossómicas deslocam-se para a zona equatorial do fuso.



### - Metafase I

→ Os cromossomas homólogos de cada bivalente dispõem-se aleatoriamente na placa equatorial, equidistantes dos pólos e presos pelos centrómeros às fibras do fuso acromático

→ São os pontos de quiasma que se localizam no plano equatorial do fuso acromático



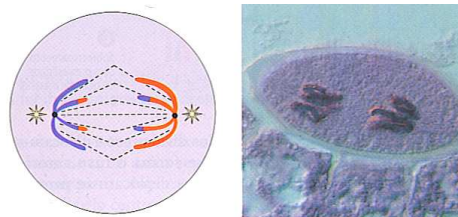
### - Anafase I

→ Os cromossomas homólogos separam-se aleatoriamente (redução cromática) e afastam-se para pólos opostos

↳ ascensão polar devido à retração das fibras do fuso acromático

→ Cada um dos dois conjuntos cromossómicos que se separam e ascendem aos pólos, para além de serem constituídos por metade do número de cromossomas, possuem informações genéticas diferentes.

↳ contribui para a variabilidade genética dos novos núcleos que se irão formar



### - Telofase I

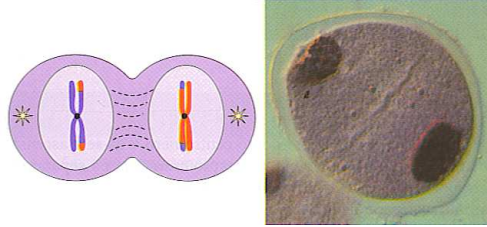
→ Os cromossomas, após chegarem aos pólos, começam a sua desespiralização, tornando-se finos e longos

→ Desorganiza-se o fuso acromático e diferenciam-se os nucléolos e as membranas nucleares, formando-se dois núcleos haplóides

(n)

→ Em certas células, ocorre citocinese, originando-se, assim, duas células-filhas.

↳ ou iniciam imediatamente a divisão II da meiose, ou iniciam-se após uma interfase curta



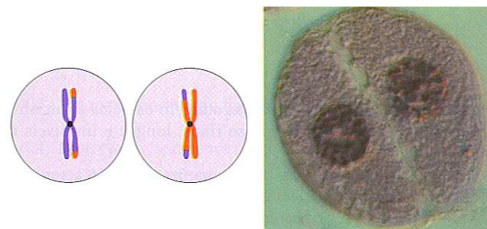
### → Divisão II da meiose:

#### - Profase II

→ Os cromossomas com dois cromátídeos condensam-se

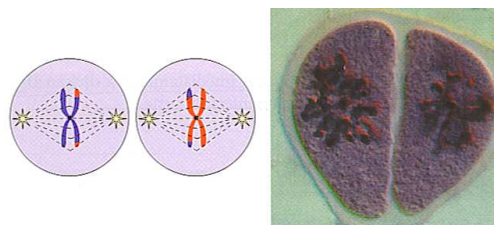
→ O fuso acromático forma-se, após a divisão do centrossoma.

→ Os cromossomas dirigem-se para a placa equatorial, presos pelo centrómero às fibras do fuso acromático



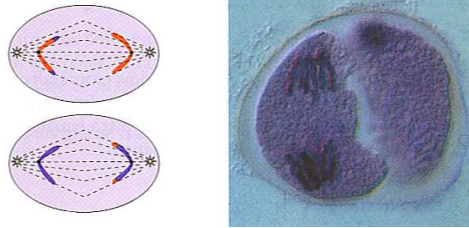
#### - Metafase II

→ Os cromossomas dispõem-se na placa equatorial, equidistantes dos pólos e sempre presos pelo centrómero às fibras do fuso acromático



### - Anáfase II

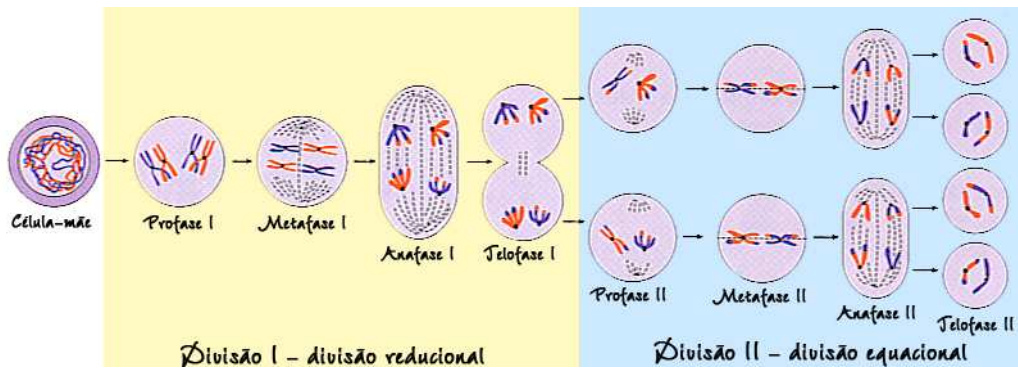
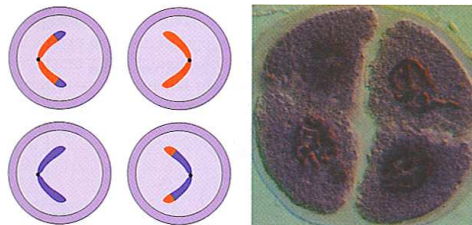
→ Ocorre a divisão do centrómero e dá-se a ascensão polar, isto é, os cromatídeos do mesmo cromossoma separam-se para pólos opostos. → os dois conjuntos que se separam são haplóides



### - Telófase II

→ Os cromossomas atingem os pólos e iniciam a sua desespiralização, tornando-se finos, longos e invisíveis ao microscópio.  
→ Desorganiza-se o fuso acromático e diferenciam-se os nucléolos e as membranas nucleares, formando-se quatro núcleos haplóides ( $n$ )

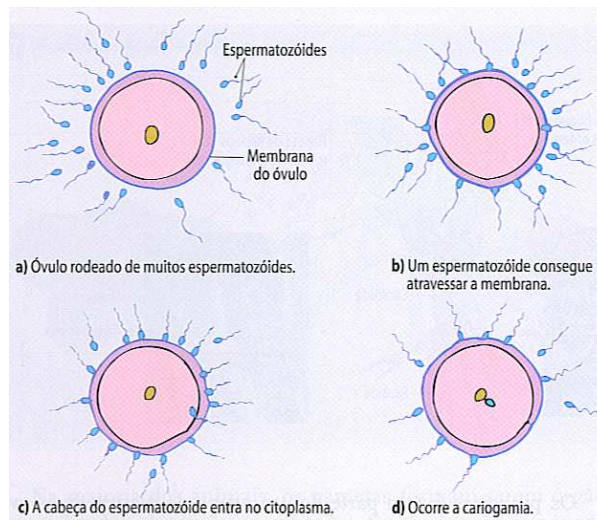
Caso não tenha ocorrido citocinese na telófase I, o citoplasma divide-se nesta fase, originando quatro células-filhas haplóides



Fecundação — é através da fecundação que os seres, que se reproduzem sexualmente, repõem o número de cromossomas normal para a espécie, que antes tinha sido reduzido pela meiose a metade.

A união dos gametas durante a fecundação é um fenómeno aleatório. Este facto contribui para um aumento da variabilidade genética da descendência.

Algum tempo após a fecundação verifica-se no ovo a primeira mitose, à qual se seguem outras, que irão levar ao aparecimento de um indivíduo com as características típicas da espécie em questão.



## 2.2 Reprodução sexuada e variabilidade:

### 3. Ciclos de vida: unidade e diversidade

Ciclo de vida — sequência de estados na história reprodutiva de um organismo, começando na concepção do indivíduo até à produção da sua própria descendência

↳ repete-se de geração em geração

Dos fenómenos de meiose e fecundação resulta sempre uma alternância de fases nucleares características:

- fase haplóide ou haplofase (com  $n$  cromossomas) — tem início nas células que resultam da meiose
- fase diplóide ou diplofase (com  $2n$  cromossomas) — tem início no ovo ou zigoto

Existem 3 principais tipos de ciclos de vida:

- Ciclo haplonte:

A meiose ocorre logo a seguir à formação do zigoto diplóide (meiose pós-zigótica). Esta meiose não produz gâmetas, mas sim células haplóides, que se dividem por mitose para dar origem a um organismo pluricelular haplonte. Subsequentemente, este organismo produz gâmetas, não por meiose, mas por mitose. O único estado diplóide é o zigoto.

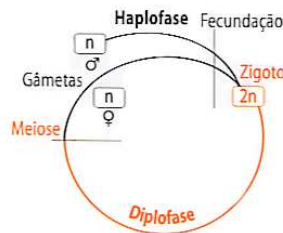
↳ fungos, protistas, incluindo algumas algas



- Ciclo diplonte:

Os gametas são as únicas células haplóides. A meiose ocorre durante a produção dos gametas (meiose pré-gamética), que não sofrem mais divisões celulares até à fecundação. O zigoto diplóide divide-se por mitose, dando origem a um ser pluricelular diplonte.

↳ maioria dos animais

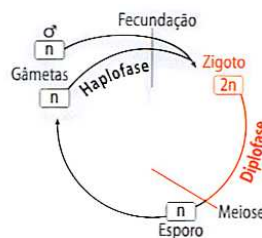


- Ciclo haplodiplonte:

Verifica-se uma alternância de gerações. Este tipo de ciclo de vida inclui estádios multicelulares diplóides e haplóides.

O estado multicelular diplóide é chamado esporófito. A meiose que ocorre no esporófito dá origem a células haplóides denominadas esporos. Ao contrário de um gameta, um esporo dá origem a um indivíduo pluricelular sem se fundir com outra célula.

O esporo divide-se por mitose, originando um estado multicelular haplóide, denominado gametófito. O gametófito produz gametas por mitose. Da fecundação dos gametas resulta um zigoto diplóide, que se irá desenvolver, formando um novo esporófito. Assim sendo, neste tipo de ciclo de vida, a geração gametófito e a geração esporófito reproduzem-se alternadamente.



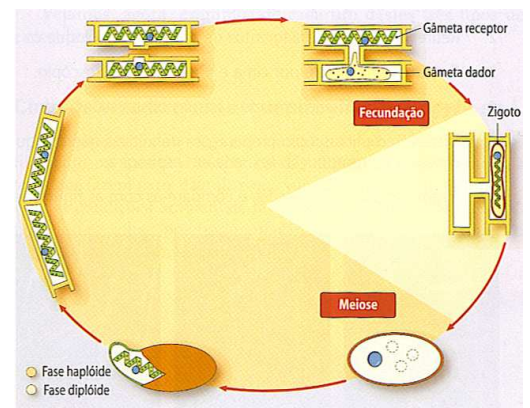
→ Ciclo de vida haplonte — espirovira

A espirovira é uma alga de água doce.

Reproduz-se assexuadamente, por fragmentação, em condições favoráveis e, quando as condições são desfavoráveis, a espirovira reproduz-se sexuadamente.

Processo de reprodução sexuada da espirovira:

- formam-se saliências nas células de dois filamentos que se encontram próximos;
- essas saliências crescem e entram em contacto;
- forma-se um canal (tubo de conjugação), por desagregação da parede no ponto de contacto;
- num dos filamentos, observa-se a condensação do conteúdo de cada célula, que se desloca pelo tubo de conjugação até à célula do outro filamento → constitui o gameta dador; o conteúdo celular que se mantém imóvel constitui o gameta receptor;
- os conteúdos celulares fundem (fecundação), formando-se um zigoto diplóide em cada célula receptora;
- os filamentos desagregam-se, após a fecundação;
- quando as condições se tornam favoráveis ocorre uma meiose no zigoto, formando-se quatro núcleos haplóides;
- três destes núcleos degeneram, ficando a célula com um único núcleo haplóide;
- a partir desta célula haplóide forma-se, por mitoses sucessivas, um novo filamento de espirovira.

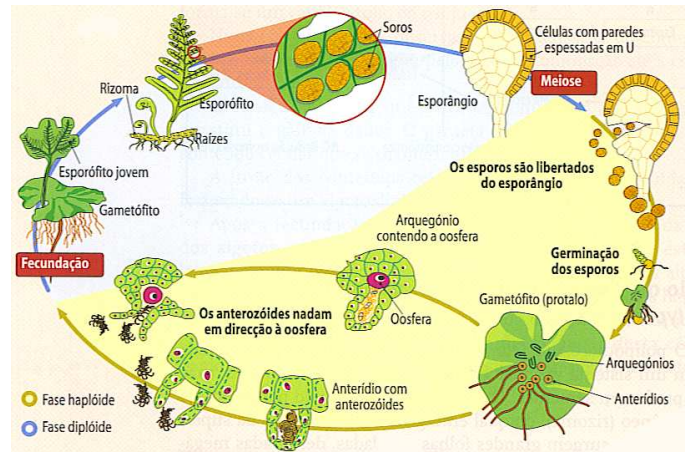


### → Ciclo de vida haplodiplonte — polipódio

O polipódio reproduz-se assexuada (por fragmentação vegetativa do rizoma) e sexuadamente.

Processo de reprodução sexuada do polipódio:

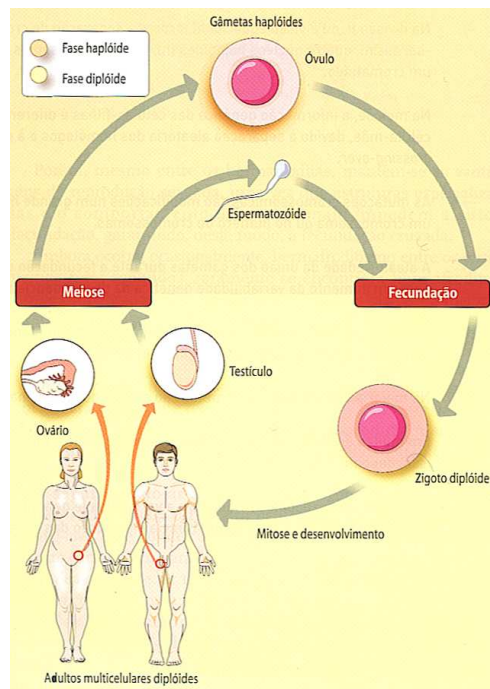
- durante a época de reprodução, desenvolvem-se soros na página inferior das folhas. Os soros são grupos de esporângios (estruturas pluricelulares que, quando jovens, contêm células-mãe de esporos);
- durante o processo reprodutivo, as células-mãe dos esporos contidas nos esporângios sofrem meiose, originando esporos;
- os esporângios rompem-se, libertando os esporos;
- os esporos caem na terra e germinam → cada um deles origina uma estrutura designada protalo;
- o protalo é um gametófito que possui anterídeos, onde se formam anterozóides, e arquegônios, onde se formam oosferas;
- os anterozóides nadam até aos arquegônios, nos quais se vão fundir com as oosferas;
- desta fecundação resulta um zigoto diplóide que, por mitoses sucessivas, origina um esporófito de vida independente.



### → Ciclo de vida diplonte — homem

O ser humano reproduz-se exclusivamente de forma sexuada.

- a meiose ocorre durante a formação dos gametas que, quando se unem (através da fecundação), dão origem a um zigoto diplóide;
- o zigoto divide-se mitoticamente originando um indivíduo pluricelular diplonte.



## Unidade 7 — Evolução biológica

### 1. 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 eucariotes são o resultado de uma evolução gradual dos seres procariotes, 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 endossimbiose com as células hospedeiras de maiores dimensões, passando a viver dentro delas. Os ancestrais das mitocôndrias seriam procariotes heterotróficos aeróbios e os ancestrais dos cloroplastos seriam procariotes 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:

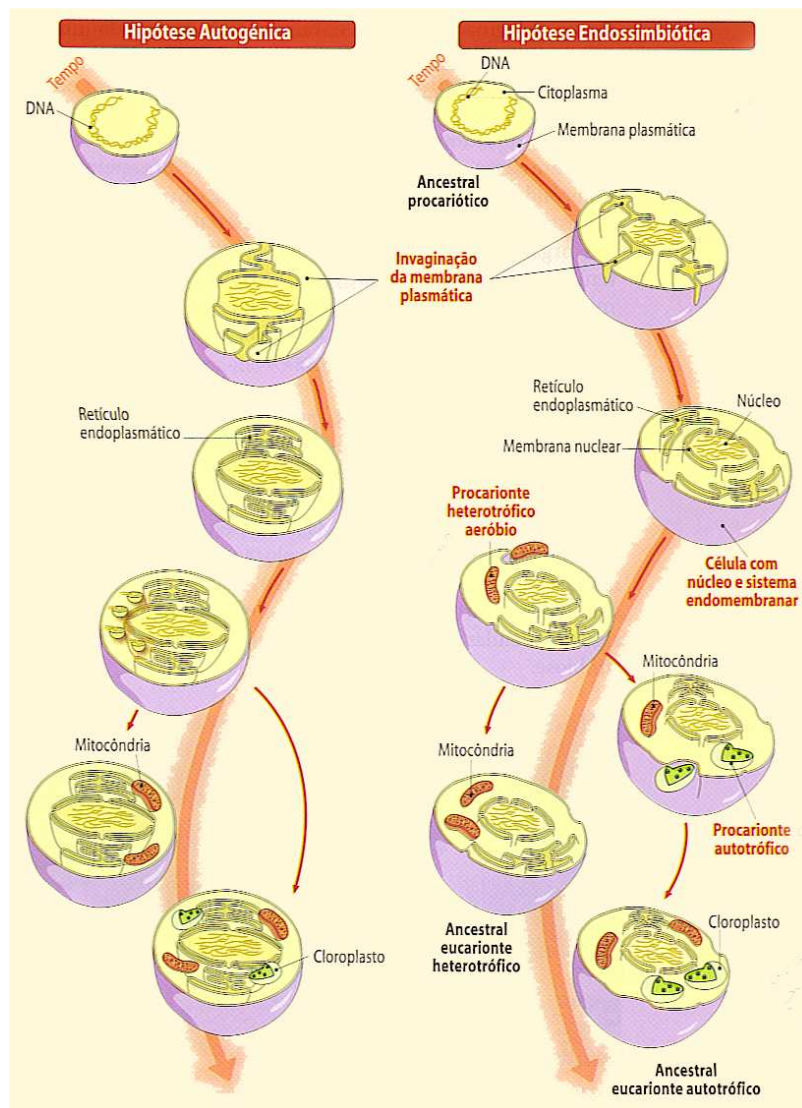
- as relações de endossimbiose são relativamente comuns e verificam-se em organismos actuais
- as mitocôndrias e os cloroplastos assemelham-se aos procariotes actuais

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

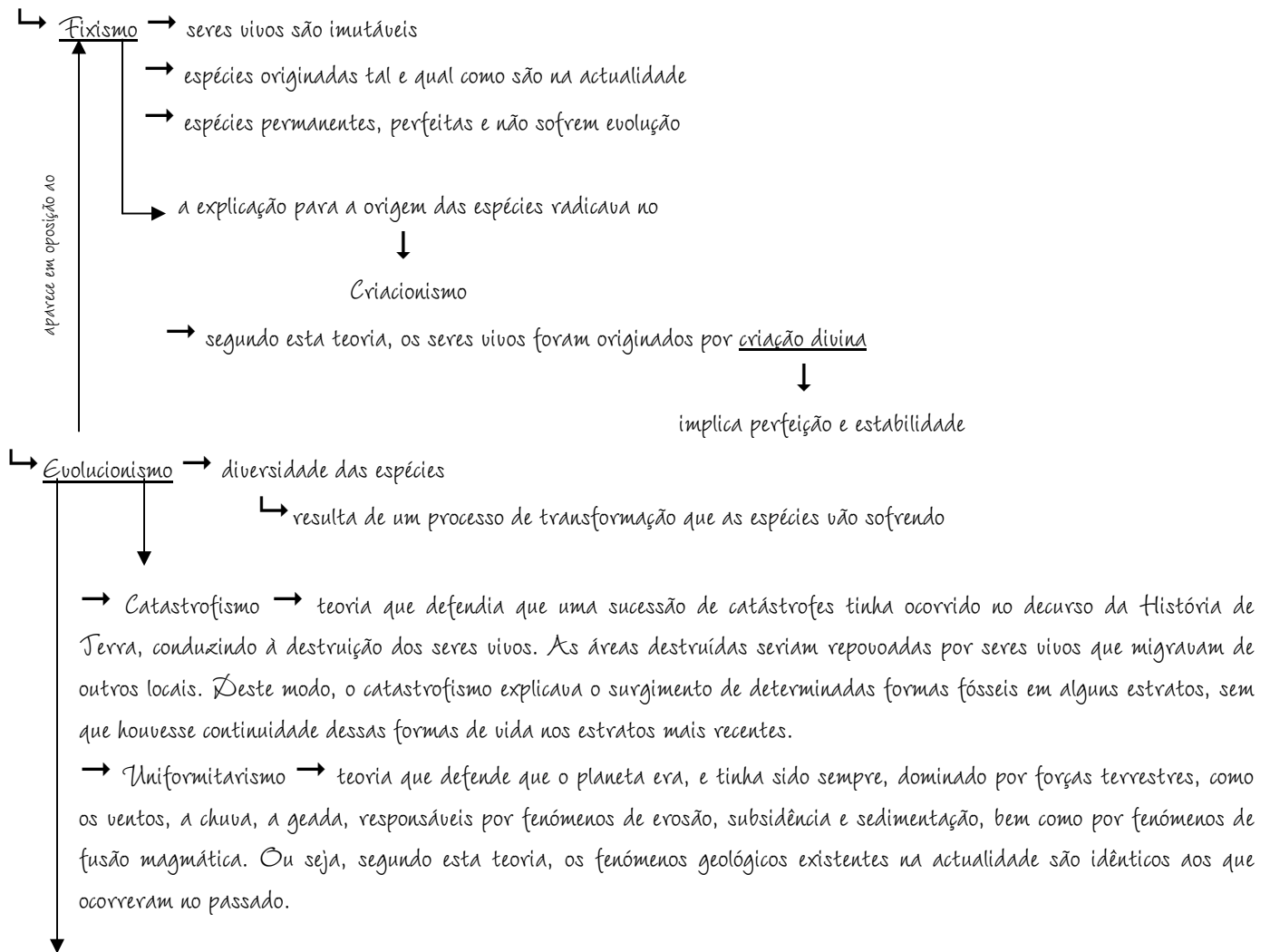
A especialização e a cooperação permitem que as células se combinem, formando um organismo com mais capacidades do que cada uma das suas partes constituintes.

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

## 2. Mecanismos de evolução

### 2.1 Evolucionismo vs Fixismo:

Mecanismos de evolução



### 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

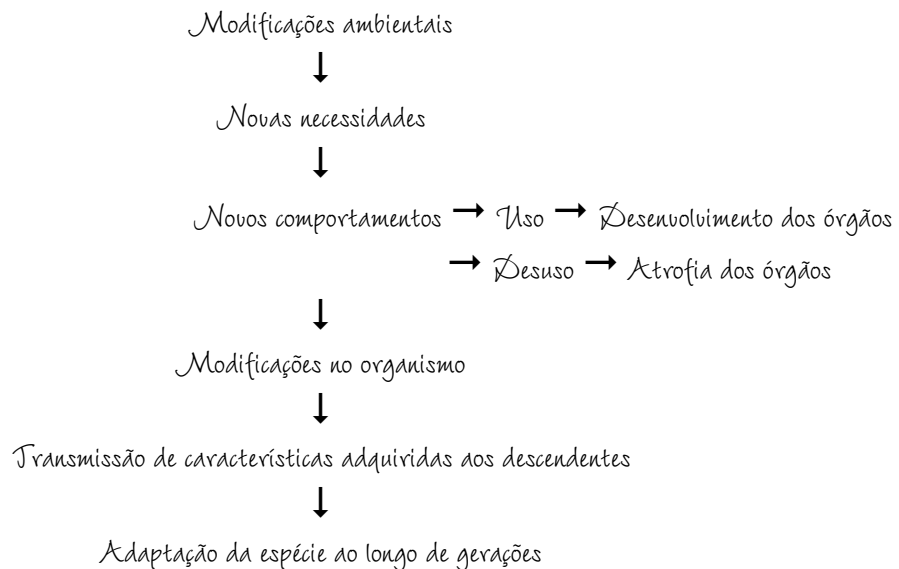
- a lei do uso e do desuso
- a lei da transmissão dos caracteres adquiridos

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.

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



#### → 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 → o 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 cartilágneo, 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

São 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.

- *Archaeopteryx* — este fóssil revela a existência de asas e penas, característica das Aves e, simultaneamente, dentes e uma longa cauda com vértebras, características do Répteis.

Algumas formas intermédias correspondem a pontos de ramificação que conduziram à formação de novos grupos taxonómicos, e permitem construir árvores filogenéticas parciais → formas fósseis de transição

- *Ichthyostega* — reúne características dos Peixes e dos Anfíbios actuais

Recentemente, foram descobertos fósseis de transição, que estabelecem a ligação entre os ancestrais das baleias (mamíferos terrestres) e as baleias actuais.

### - **Dados da embriologia:**

A Embriologia diz-nos que para os mesmos estádios de desenvolvimento existem analogias entre os indivíduos. Logo, é provável que haja um ancestral comum entre eles.

A partir de um padrão muito semelhante nos estados iniciais, vão-se formando estruturas características dos adultos de cada espécie. Nos indivíduos pertencentes a espécies mais complexas, esse padrão sofre, geralmente, um maior número de modificações (quanto mais complexo é o animal, mais tempo demora a adquirir a forma definitiva, partindo desse padrão comum inicial).

### - **Dados da Biogeografia:**

A Biogeografia analisa a distribuição geográfica dos seres vivos. Esta ciência conclui que as espécies tendem a ser tanto mais semelhantes quanto maior é a sua proximidade física e, por outro lado, quanto mais isoladas, maiores são as diferenças entre si, mesmo que as condições ambientais sejam semelhantes.

### - **Dados da Citologia:**

Pelo facto de se considerar que todos os organismos são constituídos por células, e que a célula é a sua unidade estrutural e funcional, isto remete para a ideia de que existe uma base comum para todos os seres vivos.

Esta concepção de unidade funcional e estrutural entre os seres vivos, constitui, assim, uma prova fundamental a favor de uma origem comum e, conseqüentemente, da existência de um processo evolutivo.

### - **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 (glicídios, 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.

### **2.2 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 sexualmente 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 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 climáticas, falta de alimento, epidemias, incêndios, inundações e terremotos. 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 selecção natural. A intervenção do Homem pode, assim, alterar o sentido da evolução natural de algumas variedades.

## Unidade 8 — Sistemática dos seres vivos

### 1. Sistemas de classificação

Devido à existência de uma grande diversidade de organismos, houve a necessidade de os classificar, isto é, de os organizar, agrupando-os de acordo com determinadas características, e dando um nome a cada um dos grupos formados.

Desde os tempos mais remotos que o Homem faz classificações dos seres vivos ao distinguir animais venenosos de animais não venenosos e plantas comestíveis de plantas não comestíveis.

Estes sistemas de classificação práticos foram criados na tentativa de satisfazer necessidades básicas, como a defesa e a alimentação.

Sistemas de classificação racionais → baseiam-se em caracteres evidenciados pelos seres vivos

↳ Sistemas de classificação artificiais → baseiam-se num número relativamente pequeno de características (cor do sangue, tipo de ovos, número de cavidades do coração, etc.), o que implica que exista um pequeno número de grupos. Esses grupos, necessariamente, englobam organismos muito diferentes uns dos outros, pois diferem em muitas outras características, que não as consideradas.

↳ Sistemas de classificação naturais → têm por base uma organização dos grupos segundo o maior número de caracteres possível.

→ Quer as classificações artificiais, quer as naturais são designadas *classificações horizontais* pois não entram em linha de conta com o factor tempo, uma vez que surgiram numa época na qual dominavam ideias fixistas.

Actualmente, distinguem-se dois tipos principais de classificação biológica:

Sistemas de classificação fenéticos → têm como principal objectivo permitir a identificação rápida de um ser vivo, sem se preocupar com as relações evolutivas desse organismo com outros. Este tipo de classificação baseia-se no grau máximo de semelhança entre organismos, tendo em conta a presença ou ausência de uma série de caracteres fenotípicos.

Uma desvantagem deste tipo de classificações reside no facto de nem todas as características fenotípicas semelhantes corresponderem a uma proximidade evolutiva. A semelhança pode dever-se, por exemplo, a uma evolução convergente, que originou estruturas análogas.

Sistemas de classificação filogenéticos ou cladístico → tentam agrupar os seres vivos de acordo com o grau de parentesco entre eles, permitindo construir árvores filogenéticas. Pretendem traduzir, com rigor, as relações entre os organismos, tendo em conta a história evolutiva dos seres.

→ São designadas *classificações verticais* pois dão importância ao tempo, ou seja, à evolução.

As semelhanças entre os organismos surgem como consequência da existência de um ancestral comum, a partir do qual os vários grupos foram divergindo ao longo do tempo. O grau de semelhança entre eles está relacionado com o tempo em que ocorreu a divergência.

Existem dois tipos de características para classificar os organismos:

- Características primitivas, ancestrais ou plesiomórficas, presentes em todos os organismos de um grupo, como resultado de terem descendido de um ancestral comum, em que essa característica estava presente.
- Características evoluídas, derivadas ou apomórficas, presentes nos indivíduos de um grupo e que não estavam presentes no ancestral desse grupo, revelando, assim, que houve separação de um novo ramo.

Para além das características estruturais, os dados fornecidos pela Paleontologia são muito importantes neste tipo de classificações.

## 1.1 Diversidade de critérios:

Todos os sistemas de classificação apresentados têm subjacente uma série de critérios.

- Critérios morfológicos e fisiológicos (ex.: simetria corporal)
- Paleontologia — permitiu conhecer grupos de seres vivos, hoje totalmente extintos, e estabelecer relações de parentesco entre outros grupos.
- Modo de nutrição

	<b>Autotróficos</b> <i>Utilizam CO<sub>2</sub> ou CO</i>	<b>Heterotróficos</b> <i>Utilizam compostos orgânicos</i>
<b>Fototróficos</b> <i>Utilizam a luz solar</i>	Fotoautotróficos (CO <sub>2</sub> ) (plantas e algumas bactérias)	Fotoheterotróficos (algumas bactérias)
<b>Quimiotróficos</b> <i>Utilizam a energia de compostos químicos</i>	Quimioautotróficos (CO) (algumas bactérias)	Quimioheterotróficos (animais, fungos e maioria das bactérias)

- Embriologia — consiste no estudo do desenvolvimento embrionário dos organismos e tem-se revelado, à semelhança da Paleontologia e do modo de nutrição, um critério muito útil na classificação dos seres vivos, especialmente dos animais.

- Cariologia — consiste no estudo dos cariótipos dos seres vivos.

As células somáticas de cada espécie têm o mesmo número de cromossomas, pelo que este critério se torna útil para classificar seres vivos. No entanto, existem espécies diferentes que possuem o mesmo número de cromossomas; por isso, este critério tem muitas limitações na sua aplicação.

- Etologia — é o estudo do comportamento animal.

As diferenças encontradas em padrões de comportamento de grupos semelhantes são úteis na classificação desses grupos.

- Critérios bioquímicos — é o estudo comparativo de biomoléculas, especialmente de proteínas e de ácidos nucleicos de diferentes organismos e tem revelado dados muito significativos em classificação.

- Organização estrutural — a diferença estrutural a nível celular que se verifica entre procariontes e eucariontes marca a divisão dos mais abrangentes grupos de seres vivos. Por outro lado, o nível de complexidade dos variados organismos, bem como a especialização estrutural e fisiológica das células, fornecem dados muito importantes em classificação.

## 1.2 Taxonomia e nomenclatura:

A Taxonomia é o ramo da Biologia que se ocupa da classificação dos seres vivos e da nomenclatura dos grupos formados. Em Taxonomia, tenta-se utilizar um sistema uniforme que expresse o grau de semelhança entre os seres vivos.

No sistema de classificação de Lineu os organismos estavam divididos em dois grandes reinos, Plantas e Animais. Cada um destes reinos subdivide-se em categorias progressivamente menos abrangentes (Classes, Ordens, Géneros e Espécies).

Pode dizer-se que o sistema de classificação de Lineu é um sistema hierárquico, em que as espécies se agrupam em Géneros, os Géneros em Ordens, as Ordens em Classes e as Classes em Reinos. Actualmente, esta hierarquia taxonómica inclui um grupo maior de categorias taxonómicas, também designadas *taxa* (no singular: *taxon*).

Os principais *taxa* utilizados nas classificações actuais são: Reino, Filo, Classe, Ordem, Família, Género e Espécie. Estas categorias taxonómicas são universais.

A Espécie, a unidade básica da classificação, é constituída por um conjunto de indivíduos que partilham um mesmo fundo genético, que lhes permite cruzarem-se entre si e originar descendência fértil.

Os indivíduos que pertencem a uma das Espécies estão em isolamento reprodutivo relativamente a indivíduos de Espécies diferentes.

Enquanto que a Espécie é um grupo natural, as restantes categorias taxonómicas tentam agrupar taxa inferiores semelhantes. Desta forma, Espécies semelhantes agrupam-se para constituir um Género. De igual modo, os Géneros mais relacionados estão agrupados em Famílias e assim sucessivamente.

A chave dicotómica da actividade anterior permitem identificar cada um dos seres vivos através de um conjunto de seres vivos através de um conjunto de características que eles possuem.

Quanto mais semelhantes são os organismos, maior é o número de taxa comuns a que pertencem. Tome-se como exemplo o cão e o lobo que, sendo os organismos mais semelhantes, pertencem ao mesmo Género e pertencem, também, por isso, à mesma Família, à mesma Ordem, enfim, aos mesmos taxa superiores.

Regras do sistema de nomenclatura proposto por Lineu:

- A designação dos diferentes grupos taxonómicos é feita em latim;
- Espécies: são designadas por um sistema de nomenclatura binominal, segundo o qual, o nome da Espécie é formado por duas palavras latinas. A primeira palavra é um substantivo grafado com inicial maiúscula (nome do Género a que a Espécie pertence). A segunda palavra é, geralmente, um adjectivo. Escreve-se com inicial minúscula e designa-se restritivo (ou epíteto) específico.
- Todos os taxa superiores à Espécie possuem uma designação uninominal, isto é, são constituídos por uma única palavra (normalmente um substantivo), escrita com inicial maiúscula.
- O nome das Famílias, nos animais, é obtido acrescentando *-idae* à raiz do nome de um dos géneros (género-tipo). Nas plantas, o sufixo, normalmente utilizado é *-aceae*.
- Sempre que uma Espécie tem subespécies, utiliza-se uma nomenclatura trinominal para as designar. Assim, escreve-se normalmente, o nome da Espécie, seguido de um terceiro termo denominado restritivo (ou epíteto) subespecífico.
- No caso dos nomes específicos e subespecíficos, pode escrever-se, em letra do texto, o nome, ou a sua abreviatura, do taxonomista que, pela primeira vez, atribuiu aquele nome ao organismo considerado. Por vezes, coloca-se também a data dessa atribuição. (Ex.: *Canis familiaris* L. (1758) ou *Canis familiaris* (Lineu, 1758))

## 2. Sistema de classificação de Whittaker modificado

Há mais de 24 séculos, os seres vivos foram classificados por Aristóteles e por Teofrasto, um discípulo seu, em dois Reinos — o Reino Animal e o Reino Vegetal.

Devido ao facto de este tipo de classificação levantar alguns problemas acerca da posição taxonómica de certos organismos (ex.: os fungos e os seres unicelulares possuidores de cloroplastos eram considerados como plantas; as bactérias eram colocadas no Reino das Plantas, pelo facto de possuírem parede celular; os seres unicelulares e os eucariontes que apresentam locomoção e ingerem alimentos eram incluídos no Reino Animal), começaram a surgir novas formas de agrupar os seres vivos.

Com o avanço da Ciência, a classificação dos seres vivos em dois reinos começou a revelar-se insuficiente.

- século XIX — Haeckel propõe a existência de 3 Reinos: Protista, Plantae e Animalia.
- século XX — Copeland propõe a existência de 4 Reinos: Monera, Protista, Plantae e Animalia.
- 1968 — Whittaker propõe a existência de 5 Reinos: Monera, Protista, Fungi, Plantae e Animalia.
- 1979 — Whittaker apresenta uma versão modificada do seu sistema de cinco reinos (o Reino Protista, por exemplo, passou também a incluir fungos flagelados, algas unicelulares e multicelulares).

O sistema de classificação de Whittaker baseia-se em vários critérios: tipo de célula e organelos, tipo de organização celular, modo de nutrição, interações nos ecossistemas.

Critério	Reino Monera	Reino Protista	Reino Fungi	Reino Plantae	Reino Animalia
Tipo de célula e organelos	Procarionótica. Sem organelos.	Eucariótica. Núcleo, mitocôndrias. Alguns com cloroplastos	Eucariótica. Núcleo, mitocôndrias; sem cloroplastos. Parede celular quitinosa.	Eucariótica. Núcleo, mitocôndrias, cloroplastos. Parede celular celulósica.	Eucariótica. Núcleo, mitocôndrias: sem cloroplastos nem parede celular.
Tipo de organização celular	Unicelulares, solitários ou coloniais.	Unicelulares, solitários (a maioria). Alguns coloniais, outros multicelulares.	Multicelulares. (grande parte). Alguns cenocíticos. Reduzida diferenciação.	Multicelulares, com diferenciação tecidual.	Multicelulares, com diferenciação tecidual.
Modo de nutrição	Autotróficos (fotossíntese e quimiossíntese) Heterotróficos (absorção)	Autotróficos (fotossíntese) Heterotróficos (absorção e ingestão).	Heterotróficos (absorção).	Autotróficos (fotossíntese).	Heterotróficos (ingestão).
Interações nos ecossistemas	Produtores. Microconsumidores.	Produtores Macroconsumidores Microconsumidores	Microconsumidores	Produtores.	Macroconsumidores.
Exemplos	Bactérias	Amiba, paramécia, euglena, algas	Bolores, cogumelos.	Musgos, fetos, plantas com flor.	Esponjas, insetos, baleias.

Já existem sistemas de classificação que propõem a existência de mais de cinco reinos de seres vivos. Um desses sistemas, baseado no facto de existirem duas linhagens diferentes de organismos procariontes, propõe que o Reino Monera seja extinto e surjam, em seu lugar, dois novos Reinos, designados Arqueobactérias e Eubactérias.

Principais características de cada um dos cinco reinos propostos pelo sistema de classificação de Whittaker:

→ Reino Monera:

- bactérias e cianobactérias (bactérias fotossintéticas)
- unicelulares procariontes
- apesar da sua simplicidade, são organismos cosmopolitas, existindo em todos os tipos de habitat, incluindo alguns tão extremos, que não suportam outras formas de vida
- bactérias com dimensões reduzidas (1 a 5 micrómetros)
- podem apresentar formas muito distintas: cocos (esféricos), bacilos (forma de bastonete), vibriões (forma de vírgula) e os espirilos (espiralados)
- as bactérias podem viver isoladas ou em grupos com um número variado de células
- organismos muito importantes em muitos processos que ocorrem no nosso planeta:
  - muitas bactérias intervêm no ciclo de muitos elementos químicos essenciais à Vida;
  - utilização de fermentações bacterianas para produzir queijo, iogurte, vinagre, cerveja, vinho, entre outros;
  - produção de antibióticos;

- formação de associações simbióticas com ruminantes. Estes animais dependem em grande parte da celulose para a sua alimentação, mas são incapazes de sintetizar a enzima celulase, enzima esta que é produzida pelas bactérias que vivem no seu sistema digestivo, transformando, assim, a celulose em compostos que o animal pode utilizar.]

- produção de várias vitaminas pelas bactérias que o Homem possui no seu intestino.

#### → Reino Protista:

• existem protistas semelhantes a animais (protozoários) — paramécia, ameba —, semelhantes a plantas — espirogyra, euglena —, e semelhantes a fungos — mixomicetos.

• existem na maioria dos locais que contêm água, incluindo habitats terrestres suficientemente húmidos. Também podem existir protistas dentro de outros organismos (fluidos corporais, interior das células);

• são constituintes importantes do plâncton

• servem de alimento para o Homem e para os animais, de adubo para a agricultura e, também, para a obtenção de substâncias usadas na Medicina e em cosmética.

#### → Reino Fungi:

• eucariontes, maioritariamente multicelulares e existem, essencialmente, em habitats terrestres;

• heterotróficos, adquirindo os nutrientes por absorção;

• os fungos multicelulares são constituídos por hifas (filamentos ramificados que tiveram origem num esporo, que podem formar uma rede densa de filamentos, denominada micélio (que favorece a eficiência da absorção dos nutrientes), ou formar um corpo compacto, como no caso dos cogumelos);

• a maioria possui parede celular constituída por quitina

• desempenham um papel fundamental nos ecossistemas (devido às diferentes relações ecológicas que estabelecem);

• são inúmeras as suas aplicações industriais (alimentação humana, produção de cerveja, pão, queijo, etc.);

• produção de antibióticos;

• podem ser decompositores, mas também podem estabelecer relações simbióticas com outros organismos.

#### → Reino Plantae:

• seres multicelulares, maioritariamente fotossintéticos, com diferenciação tecidual;

• apresentam parede celular de natureza celulósica e armazenam amido e outras substâncias de reserva;

#### → Reino Animalia:

• seres eucariontes, multicelulares e heterotróficos;

• encontram-se distribuídos por todo o tipo de habitats do nosso planeta;

• a maioria dos animais apresenta locomoção, bem como um sistema nervoso que permite interagir rapidamente com o meio envolvente.