



República de Moçambique  
Ministério da Educação e Cultura  
IEDA- Instituto de Educação Aberta e à Distância

**PROGRAMA DO ENSINO SECUNDÁRIO À DISTÂNCIA  
(PESD)**

**MATERIAL DE ESTUDO DE BIOLOGIA DA 10<sup>a</sup> CLASSE**



República de Moçambique  
Ministério da Educação e Cultura  
IEDA- Instituto de Educação Aberta e à Distância

## Material de Estudo de Biologia 10<sup>a</sup> Classe

### **Ficha Técnica:**

#### **Elaboração**

- Armando Machaieie
- Alfredo Cossa
- Manuel José Simbine
- Roberto Timóteo

#### **Coordenação**

- Departamento pedagógico

#### **Digitação e formatação**

- Repartição das TIC's

#### **Direcção**

- Messias Bila Uile Matusse

## ÍNDICE

INTRODUÇÃO .....	2
Secção I .....	5
Unidade 1- Base Citológica da Hereditariedade .....	5
Células procariotas e eucariotas .....	5
Estrutura da célula procariota.....	5
Funções vitais .....	9
Estrutura do ADN.....	12
O modelo da dupla hélice do ADN .....	14
A descoberta de Watson e Crick .....	14
Replicação semiconservativa .....	15
O ADN e seus auxiliares .....	16
Ciclo Celular .....	20
Tipos de Divisão Celular.....	21
Fases da Mitose .....	21
Meiose .....	23
Características da meiose .....	23
2ª Divisão da Meiose – divisão equacional .....	26
PROFASE II.....	26
Prófase II .....	26
META.....	26
FASE II .....	26
Metáfase II.....	26
ANAFASE II.....	26
Anáfase II .....	26
TELÓFASE II .....	26
Telófase II .....	26
Gametogénese .....	27
Espermatogénese .....	27
Reprodução Sexuada ou Gâmica.....	32
Secção II.....	38
Unidade 2- Genética .....	38
Terminologia Genética .....	38
Vida e experiência de Mendel .....	39
Leis de Mendel .....	40
Cruzamento-teste.....	42
Segunda Lei de Mendel.....	43
Resolução das tarefas de determinação de sexo e herança.....	46
TRANSFUSÃO.....	53
HEREDITARIEDADE .....	57
23 pares de cromossomas 22 pares autossómicos 1 par sexual .....	58
Mutações .....	61
Doenças infecciosas .....	66
Doenças hereditárias .....	67

POLIDACTILIA .....	68
Doenças cromossómicas .....	70
SECÇÃO III .....	71
Teoria Científica Sobre a Origem da Vida.....	71
Evolução das Primeiras Células Primitivas a Partir das Protocélulas .....	72
Hipótese heterotrófica .....	72
Teorias Antigas Sobre a Origem dos Seres Vivos .....	73
A Experiência de Pasteur .....	73
Teorias Evolucionistas .....	75
Factores de Evolução .....	76
Provas de Evolução .....	76
Origem do Homem.....	77
Evolução dos Hominídeos.....	77
Lugar do Homem na Natureza .....	78
Raças Humanas .....	79
As Características Raciais e o seu Estado .....	79
Unidade 5 - Ecologia.....	86
Pirâmide Ecológico .....	93
Ciclos biogeoquímicos .....	93
Ciclo de carbono.....	93
Ciclo de Nitrogénio .....	94
Ciclo de água .....	95
Grupos Sanguíneos.....	108
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	111

## INTRODUÇÃO

Amigo (a) estudante. A biologia é, como deve saber, uma ciência fascinante, relativamente, fácil de estudar. Mas para que ela se apresente assim tão fácil para si, é preciso observar os seguintes aspectos:

1. Ler os textos de biologia quando estiver psicologicamente seguro de que está preparado para nova aprendizagem. Peça esclarecimentos, sempre que for necessário;
2. Fazer os exercícios, solicitando ajuda do professor, ou melhor, docente de disciplina no CAA, sempre que precisar;
3. Fazer os exercícios recomendados neste material disponível, do livro e/ou outros adicionais que o docente de disciplina ou tutor disponibilizar no CAA ou ainda por outra fonte, e que estejam todos acertados no seu caderno até a hora de revê-los para a prova;
4. Saber identificar no texto e rever os fundamentos teóricos para a resolução dos exercícios;
5. Usar rascunho para fazer as operações observando os dados e os passos para a resolução dos exercícios;
6. Não preocupar-se em memorizar os conteúdos, mas sim, compreendê-los, pois só desta maneira se aprende a raciocinar;

### Quanto a resolução de exercícios de biologia, deve:

1. Lê-los, com atenção, até entendê-los perfeitamente;
2. Encontrar ligação entre o que é dado e o que é pedido;
3. Buscar, se possível, diferentes caminhos para resolvê-los, equacionando a sua resolução através de esquemas, perguntas, fórmulas, etc.;
4. Não se dar por vencido até encontrar um caminho que lhe leve a uma solução satisfatória;
5. Antes de efectuar os cálculos, conferir atentamente, se os dados foram copiados correctamente;
6. Fazer a revisão dos passos e dos cálculos, pois a maioria dos erros nos exercícios, está nas operações;
7. Reler a pergunta, para respondê-la adequadamente.

Caro estudante, podemos dizer muita coisa neste contexto, com a finalidade de lhe proporcionar maior apoio possível, no estudo da disciplina de biologia. Vamos entretanto, acrescentar apenas mais um procedimento que poderá parecer moroso, mas pensamos que vai certamente ser muito útil para si.

## Guia de leitura

### 1º MOMENTO

Ler com muita atenção e concentração algumas páginas (o estudo da disciplina de biologia consiste essencialmente no conhecimento de conceitos, das leis e seus significados e importância, como são os casos das bases citológicas da hereditariedade e as leis de Mendel).

Agora faça anotações no seu caderno sobre cada um dos conceitos, leis, fórmulas ou outros aspectos que julgares importantes.

### 2º MOMENTO

Sem consultar o material de estudo recomendado ou caderno, escrever num papel simples as palavras ou conceitos chaves, as definições das leis, raciocínios, fórmulas, desenhos esquemáticos, sem se esforçar muito, nem perder muito tempo. Nesta etapa não é obrigatório lembrar-se rigorosamente de tudo de importante que acabou de ler.

### 3º MOMENTO

Agora aprecie criticamente o que escreveu no papel: Tem sentido? Falta alguma coisa não é? Qual é a ordem lógica na formulação dessas definições, e fórmulas? Como explicaria a uma pessoa o que acabou de ler? etc. ... É natural que agora se lembre de coisas que não se recordou no momento anterior.

### 4º MOMENTO

Voltar a ler o mesmo texto e fazer um resumo. Os conceitos científicos, as leis, as definições, etc., ganham maior clareza quando se repetem ou se resolvem exercícios específicos. Por isso, caro aluno, procura recapitular o questionário resolvido e resolva os exercícios sem chave de correcção, devendo para isso contar com a interacção de colegas, principalmente do docente. Esta é a fase mais decisiva de preparação para a avaliação do fim da secção no CAA.

### 5º MOMENTO

Só depois de resolver correctamente os exercícios recomendados, sobretudo depois de vencer o capítulo anterior é que poderá continuar a leitura do capítulo seguinte, procedendo tal e qual vimos anteriormente.

Amigo estudante! Embora pareça um desperdício de tempo, este procedimento apesar de lento rende mais. Pois o conhecimento dos conceitos fundamentais possibilita um melhor domínio dos assuntos estudados e dos que irá estudar a seguir. Por isso, ficaríamos gratos em saber que vai seguir o nosso conselho, com algumas inovações, positivas claro, sob orientação do seu docente de disciplina, tutor e apoio dos seus colegas

*Caro (a) estudante. Nesta classe irá estudar temas importantíssimos que irão com certeza, contribuir na resolução de vários problemas do seu dia a dia, como sejam:*

1. Base Citológica da hereditariedade
2. Genética
3. Evolução
4. Ecologia

**Amigo (a) estudante.** Dos temas acima apresentados vamos reagrupá-los de modo a encontrar conteúdos ***que vão ser avaliados no mesmo teste*** como se tratasse de um módulo como já deve estar habituado das classes anteriores, mas que neste caso chamaremos secções.

Existem ao todo 3 secções, sendo que a primeira corresponde à unidade Base Citológica da Hereditariedade. A 2<sup>a</sup> secção corresponde a unidade sobre Genética e a última secção com a terceira e a quarta unidades sobre Evolução e Ecologia respectivamente.

Por isso temos neste material de estudo uma avaliação no final de cada secção de estudo, que é precedida de tarefas, umas com resolução e outras sem as respectivas respostas

**Na 10<sup>a</sup> Classe temos os seguintes objectivos específicos a alcançar:**

- 1 Interpretar as leis de Mendel;
- 2 Demonstrar a importância da Genética na prevenção de doenças congénitas e outras de carácter hereditárias;
- 3 Aplicar os conhecimentos da Genética na medicina, criação e melhoramento de plantas e animais;
- 4 Descrever as teorias da evolução;
- 5 Identificar os ecossistemas em Moçambique;
- 6 Desenvolver o espírito de investigação aplicando os métodos científicos;
- 7 Divulgar os conhecimentos da evolução para melhor percepção da sua origem.

## Secção I

### Unidade 1- Base Citológica da Hereditariedade

#### Introdução

Como introdução ao estudo da Biologia da 10<sup>a</sup> classe, apresentamos a unidade 1, **Base citológica da hereditariedade**, que inicia com o estudo da Biologia a nível celular e onde são abordadas a estrutura e a função dos componentes da célula. Aqui, concentrarmos a nossa atenção ao núcleo, para melhor compreendermos como é que esta região especializada controla todas as actividades celulares e a transmissão de informação genética da célula-mãe para as células-filhas.

A seguir será discutido como é que as células vivas surgem a partir de outras pré-existentes, através do processo de divisão celular. Vamos estudar o mecanismo de divisão de células somáticas (do corpo) e das células reprodutoras (gâmetas) através dos processos denominados mitose e meiose.

Para finalizar a secção será apresentado o tema “reprodução”, processo fundamental para a manutenção do número de indivíduos de uma espécie, uma vez que, os seres vivos só surgem a partir de outros seres vivos iguais a eles por meio da reprodução.

#### Esperamos que no fim do estudo desta secção você seja capaz de:

- Mencionar as principais funções da célula;
- Descrever o mecanismo de replicação do ADN;
- Explicar os diferentes tipos de divisão celular;
- Distinguir a ovogéneses da espermatogéneses;
- Diferenciar a reprodução assexuada da sexuada.

#### Células procariotas e eucariotas

Os seres vivos são constituídos por células e por substâncias por elas produzidas. As células são as unidades estruturais e funcionais dos organismos.

As células mais primitivas, não possuem um núcleo organizado e por isso são designadas por procariotas. As mais evoluídas, possuem um núcleo organizado; são as eucariotas.

Os organismos podem ser formados por uma célula (organismos unicelulares) ou por várias células (organismos pluricelulares), coordenadas entre si. Os organismos formados por células procarióticas (procariontes) são sempre unicelulares. Os organismos constituídos por células eucarióticas (eucariontes) podem ser unicelulares ou pluricelulares.

#### Estrutura da célula procariota

Não é nosso objectivo determo-nos na biologia dos organismos procariontes. Recorreremos a uma síntese, traduzida no esquema de uma hipotética bactéria que reunisse em si todos os atributos de todas as bactérias (Fig. 1).

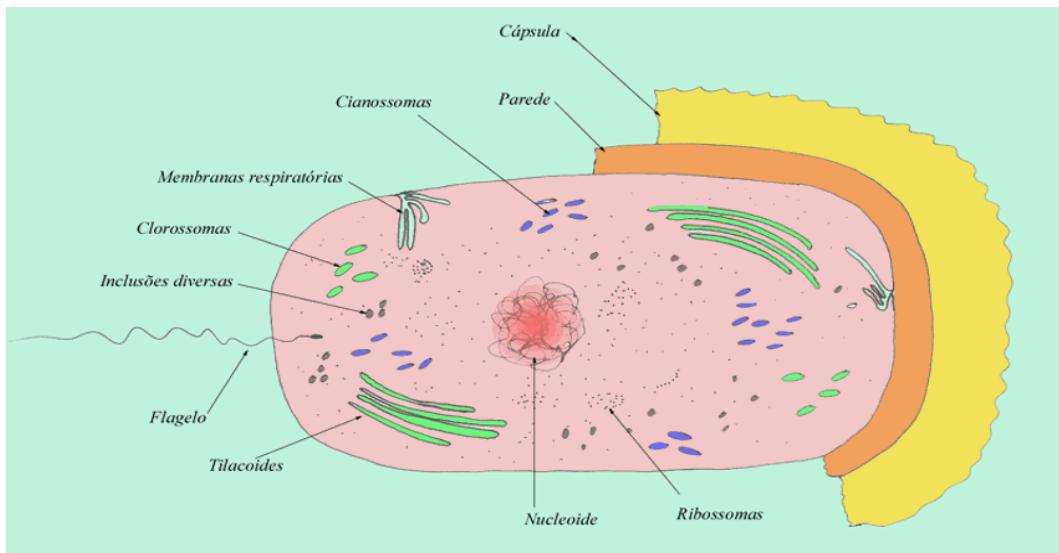


Fig. 1 - Esquema de uma bactéria hipotética

A principal característica comum a todas as células procariotas é não terem núcleo individualizado do citoplasma por falta de membrana nuclear: o seu cromossoma não está encerrado num espaço delimitado, como acontece em muitas outras células.

**Tabela 1.**  
**Funções das principais estruturas e organelos da célula procariota**

Estrutura ou organelo	Função
Câpsula	Protege contra agentes anti microbianos presentes nos animais e contra antibióticos artificiais.
Parede	Dá forma à bactéria e confere-lhe rigidez, desempenhando papel de protecção.
Membrana plasmática	Regula todas as trocas de substâncias entre a célula e o meio externo, mantendo assim a constituição característica do citoplasma.
Membranas respiratórias (mesossomas)	Produzem energia.
Flagelos	Conferem mobilidade.
Tilacóides/cianossomas/ clorossomas	Responsáveis pela fotossíntese.
Ribossomas	Sintetizam proteínas.
Nucleóide/região nuclear	Coordena e comanda todas as funções vitais da célula e é responsável pela hereditariedade.

## Nucleóide

Todas as bactérias possuem uma zona geralmente central, o nucleóide, onde se localiza um único cromossoma, constituído por uma molécula circular de ácido desoxirribonucleico (ADN), relativamente longa, mas enovelada. A análise química do nucleóide revela a presença, para além de ADN, de ácido ribonucléico (ARN) e de proteínas

## Células eucariotas

### Estrutura geral

Na tabela 2 resumem-se as funções dos principais organelos e estruturas membranares de uma célula eucariota:

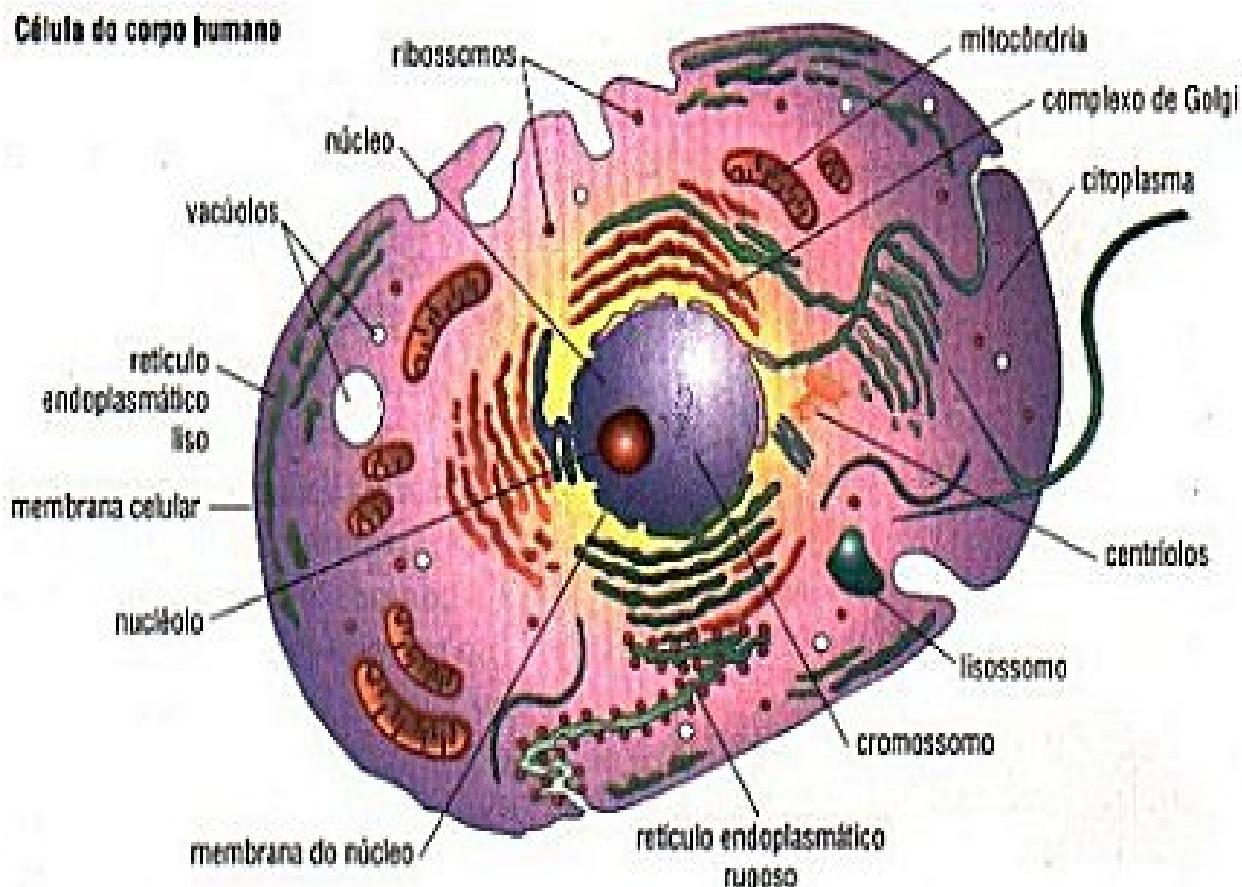
**Tabela 2.**

Funções das principais estruturas e organelos da célula eucariota

Estrutura ou organelo	Função
Membrana plasmática	Regula todas as trocas de substâncias entre a célula e o meio externo, mantendo assim a constituição característica do citoplasma.
Retículo endoplasmático rugoso e liso	O retículo endoplasmático rugoso é responsável pela síntese e transporte de proteínas. O retículo endoplasmático liso intervém na síntese de lípidos.
Aparelho de Golgi	Local de acumulação e transformação de proteínas. Produz secreções e forma lisossomas.
Lisossomas	Vesículas cheias de enzimas digestivas (proteínas) que realizam a digestão intracelular
Ribossomas	Responsáveis pela síntese de proteínas.
Mitocôndrias	Produzem energia.
Cloroplastos	Responsáveis pela fotossíntese.
Parede celular	Reforço de celulose das células vegetais.
Vacúolos pulsáteis	Eliminam produtos inúteis.
Vacúolo de suco celular	Armazena água e outras substâncias na célula vegetal.
Centríolos	Presentes apenas nas células animais, organizam o fuso acromático durante o processo de divisão celular. Originam os cílios e os flagelos.
Cílios e flagelos	Associados ao movimento.
Nucléolo	Região do núcleo onde se formam os ribossomas.
Núcleo	Contém toda a informação genética, o que lhe permite controlar a actividade celular. O invólucro nuclear delimita e protege este organelo. Os poros nucleares regulam todas as suas trocas com o citoplasma.

As células eucarióticas são caracterizadas por possuírem um **núcleo** limitado por uma formação membranar designada por **invólucro nuclear**. É esta região da célula que encerra a maior parte do material genético, os cromossomas, em número variável consoante as espécies.

As células eucariotas podem ser animais e vegetais (Fig 2 e 3).



**Fig. 2. Célula animal**

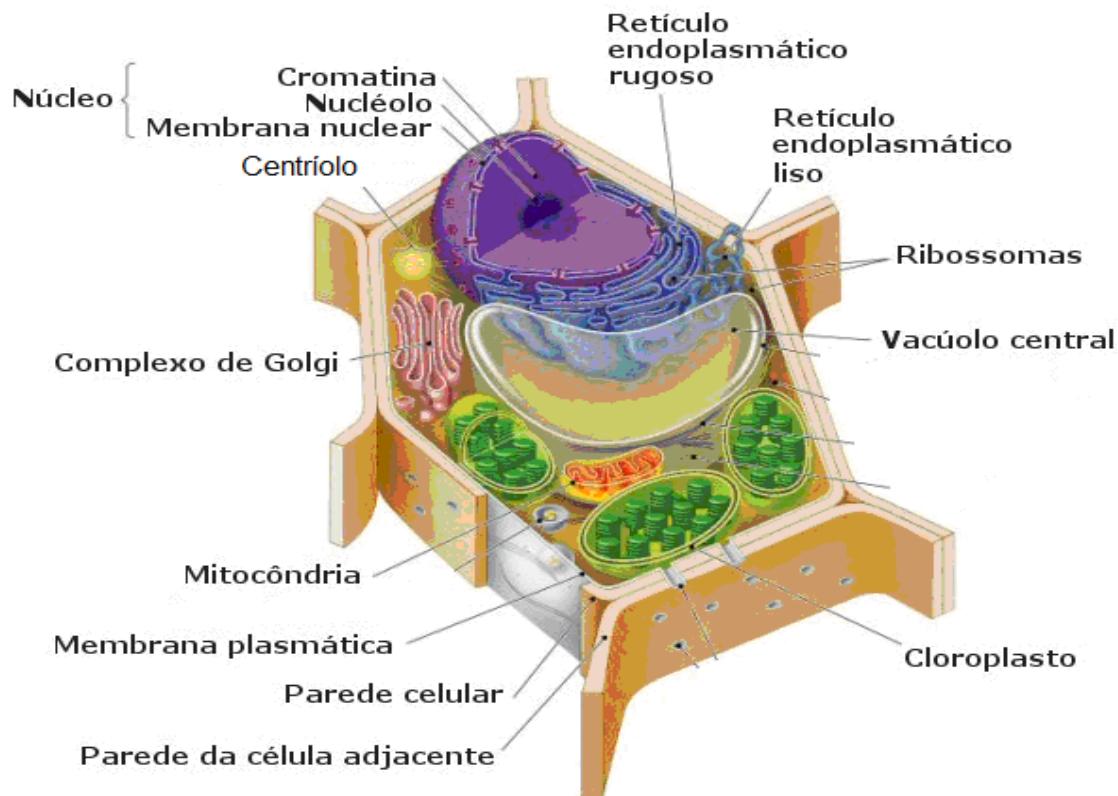


Fig. 3. Célula vegetal

## Funções vitais

Todos os seres vivos podem se reproduzir e crescer, possuem metabolismo, respondem a estímulos do meio e evoluem. Estas características essenciais a vida ocorrem a nível das células e constituem as funções vitais.

### Funções vitais da célula

#### a) Metabolismo celular

É o conjunto de todos os fenómenos químicos que ocorrem nas células e que são responsáveis pela transformação e utilização de matéria e da energia.

#### b) Homeostase

É a capacidade que a célula tem de manter constante a sua composição interna, independentemente do que possa ocorrer no meio externo.

#### c) Contractilidade

É a capacidade da célula se encurtar devido ao encurtamento activo de determinadas moléculas proteicas do seu citoplasma, mantendo o mesmo volume.

#### d) Irritabilidade

É a capacidade que a célula tem de responder aos estímulos do meio.

### e) Divisão celular

É a capacidade que a célula tem de produzir outra célula.

### f) Hereditariedade

É a capacidade que a célula tem de transmitir informações às células filhas. Estas informações destinam-se a serem usadas pela própria célula e estão contidas nos cromossomos.

### Definição da célula

A célula é a mais pequena unidade que pode ser isolada e que ainda apresenta todas as características vitais. Cresce e multiplica-se, dando origem a cópias de si própria. É capaz de homeostase e apresenta mecanismos próprios de hereditariedade.

### Generalidades Sobre o Núcleo

O período em que a célula não se encontra em divisão é denominado **interfase** e fala-se do **núcleo interfásico**.

O núcleo interfásico dos eucariontes é constituído pelo invólucro nuclear (membrana nuclear), nucleoplasma, cromatina (cromossomos) e nucléolo.

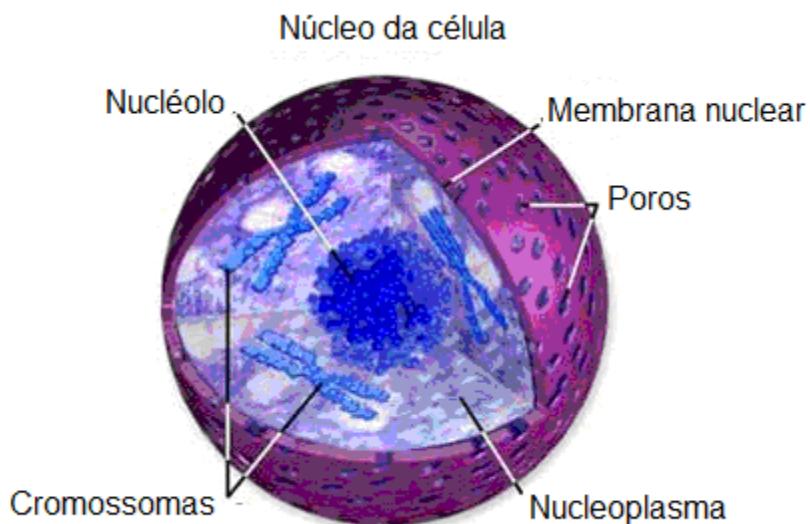


Fig. 4. Estrutura do núcleo.

### Membrana Nuclear ou Carioteca

A membrana nuclear ou carioteca separa o material nuclear do citoplasma.

A membrana nuclear não é contínua, apresenta poros, que estabelecem comunicação do citoplasma com o interior do núcleo.

### Nucleoplasma ou Cariolinfa

Apresenta-se como uma solução aquosa de proteínas e íões que preenche o espaço entre a cromatina e os nucléolos.

### Cromatina e Cromossomos

Quando a célula não está em divisão, os cromossomas apresentam-se como fios muito finos, dispersos no nucleoplasma recebendo o nome de cromatina.

Os cromossomas só se tornam bem visíveis individualizados ao microscópio óptico durante a divisão celular quando sofrem um processo chamado condensação. Neste processo, tornam-se mais curtos e mais espessos, que facilita a visualização. Cada cromossoma é formado por uma única e longa molécula de ADN, associada a várias moléculas de proteínas.

Quando uma célula vai entrar em divisão, os cromossomas duplicam-se ainda na interfase. Cada cromossoma produz um outro idêntico a ele e esses dois filamentos cromossómicos, agora denominados cromatídeos ficam unidos por uma região denominada centrômero.

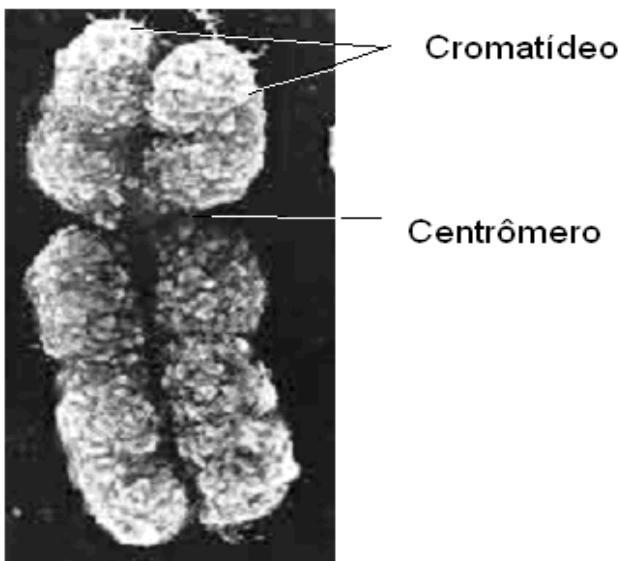


Figura 5. Cromossoma duplo: Cada cromossoma é formado por 2 cromatídeos idênticos unidos por um centrômero.

Os cromossomas pertencentes às células de indivíduos da mesma espécie apresentam forma, tamanho e número constantes, porém variam de espécie para espécie. Enquanto uma célula humana possui 46 cromossomas, o boi possui 60, e o milho 20. Para cada cromossoma há um outro semelhante na forma e no tamanho. No homem contamos 23 pares de cromossomas semelhantes, no boi 30 pares e no milho 10 pares. Dois cromossomas de um par, são **homólogos**. Uma célula que apresenta cromossomas aos pares é **diploide (2n)** e uma célula que apresenta um cromossoma de cada tipo é **haploide (n)**. O “n” indica o número de cromossomas diferentes existentes numa célula.

O núcleo, através dos cromossomas, coordena e comanda todas as funções vitais da célula e é responsável pela transmissão dos caracteres hereditários aos descendentes

### Nucléolo

É uma estrutura, não delimitada por membrana, mergulhada no nucleoplasma. Durante a divisão celular, o nucléolo desaparece. Esta estrutura produz ácido ribonucléico (ARN).

### Base molecular da hereditariedade: ADN e ARN

Hoje sabemos que as propriedades vitais são controladas pelas moléculas de ácido nucléico.

O ácido nucléico tem esse nome porque foi descoberto no núcleo das células. É encontrado em todos os seres vivos.

A molécula do ácido nucléico contém todas as informações necessárias para a formação e funcionamento do organismo. Essa molécula determina as características, a composição e as possibilidades de reacções químicas. Sabemos que o que hoje chamamos de **gene** corresponde a um pedaço da molécula de ácido nucléico. Os genes são responsáveis pelas características; no caso do homem, eles determinam, por exemplo, a cor dos olhos, dos cabelos ou a forma do nariz. Desse modo, o ácido nucléico representa uma espécie de receita de bolo. O bolo, no caso o organismo, seria fabricado de acordo com as instruções da receita e suas propriedades seriam determinadas por ela.

### Estrutura do ADN

O **ácido desoxirribonucleico** (ADN ou DNA) é uma molécula orgânica complexa, formada por milhões de **nucleotídeos** ligados uns aos outros formando **cadeias polinucleótidas**.

Cada nucleotídeo é, por sua vez, formado por três tipos de substâncias químicas:

1. Um composto contendo nitrogénio (base azotada)
2. Desoxirribose (um açúcar de 5 carbonos)
3. Um grupo fosfato

A imagem abaixo mostra uma representação simplificada de um **nucleotídeo ou nucleotídeo**: **P** representa a molécula de fosfato, **S** representa o açúcar (desoxirribose), e **B** representa uma das quatro bases azotadas.

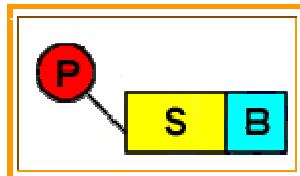


Fig. 6. Representação simplificada de um nucleotídeo: P-grupo fosfato, S-desoxirribose e B-base azotada.

### Bases Azotadas (nitrogenadas)

As quatro bases azotadas são:

- Adenina
- Guanina
- Citosina
- Timina

A denominação dos nucleotídeos depende da base azotada (nitrogenada) que os compõem. O nome dos quatro nucleotídeos do ADN são adenina, guanina, citosina e timina. Eles serão referidos como A, G, C, e T respectivamente.

Adenina e timina ligam-se uma à outra para formar um par de bases **A-T**. Igualmente, guanina e citosina ligam-se uma à outra para formar um par de bases **G-C**. As bases permanecem unidas por fracas ligações chamadas pontes de hidrogénio, e são estas pontes de hidrogénio as responsáveis pela manutenção da estrutura do ADN. A imagem seguinte ilustra como os pares de bases se unem por pontes de hidrogénio (As linhas entre as bases representam as pontes de hidrogénio).

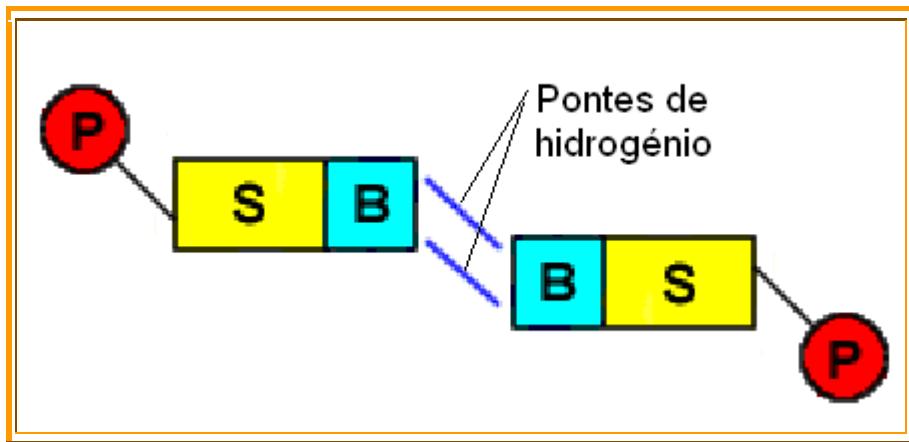


Fig 7. Ligação entre dois nucleotídeos através de pontes de hidrogênio.

Isto permite que uma longa fita seja construída (*cadeia polinucleótida*). Um exemplo de uma fita única de ADN é mostrada abaixo.

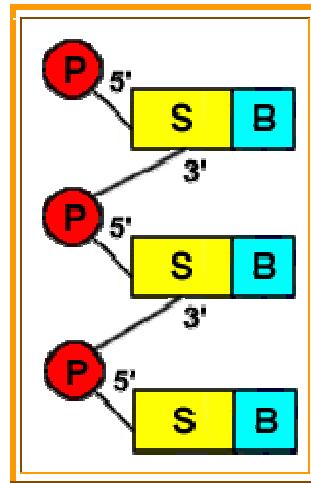


Fig. 8. Representação simplificada de uma fita única de ADN.

Ao invés de sempre ver um diagrama molecular enorme de uma fita de ADN, o que vemos frequentemente é uma sequência de letras, tais como "ATCTTAG". Esta sequência representa bases que estão em um determinado lado de uma fita de ADN. A sequência acima (ATCTTAG) representa a fita: "adenina-timina-citosina-timina-timina-adenina-guanina."

O ADN tem duas fitas. Os nucleotídeos que estão em uma fita, correspondem à sequência dos nucleotídeos da outra fita devido à maneira como ocorre o emparelhamento das bases (A com T, G com C).

A figura abaixo mostra como as fitas são complementares.

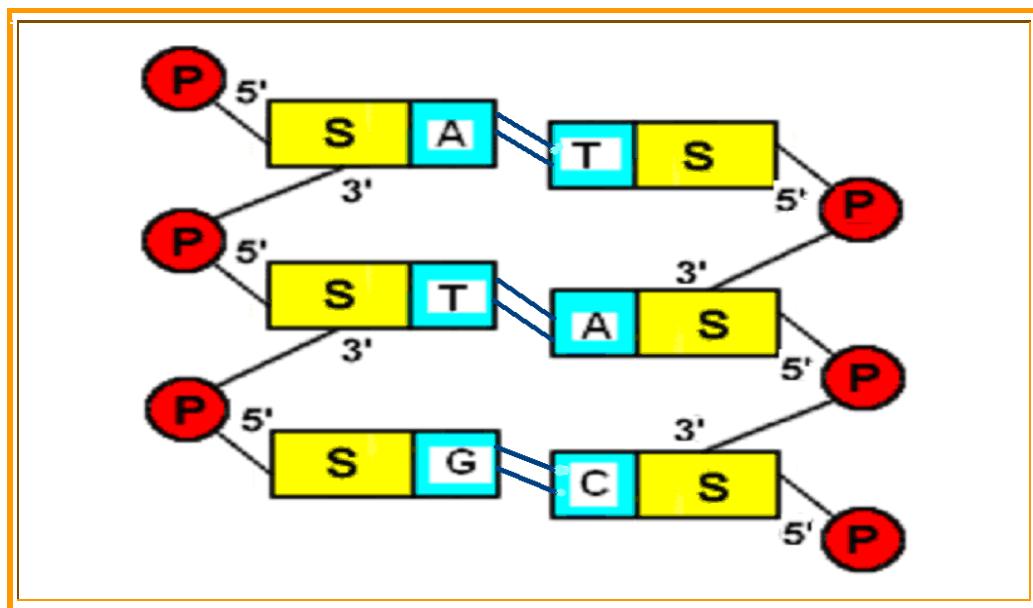
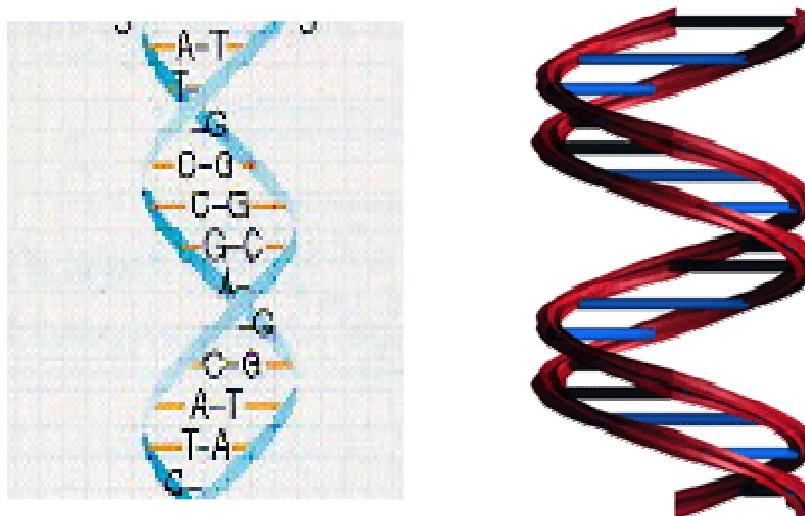


Fig. 9. Representação simplificada de uma cadeia (fita) dupla de ADN: adenina emparelha-se com timina e guanina com citosina.

### O modelo da dupla hélice do ADN

#### A descoberta de Watson e Crick

Segundo o modelo proposto por Watson e Crick, a molécula de ADN é constituída por duas cadeias (fitas) polinucleotídicas (muitos nucleotídeos unidos uns aos outros) dispostas em hélice ao redor de um eixo imaginário, girando para a direita (uma hélice dupla).



A – Os degraus da escada mostram o emparelhamento C-G e A-T.

B – Os degraus da escada estão representados por traços horizontais.

Fig.10. Modelo de ADN de Watson e Crick: consiste numa cadeia dupla de nucleotídeos formando uma escada enrolada em hélice. Os degraus da escada são formados por bases azotadas (C-G e A-T).

As duas cadeias polinucleotídicas mantêm-se unidas por pontes de hidrogénio, que se estabelecem entre pares de bases específicos: adenina com timina e citosina com guanina. Assim, as duas cadeias que constituem um segmento de ADN, são complementares entre si: onde em uma cadeia existir uma timina, na outra existirá uma adenina, e onde existir uma guanina, na outra existirá uma citosina. A única diferença entre um nucleotídeo e outro está no tipo de base. Desse modo, duas moléculas de ADN diferem entre si pela sequência de bases ao longo do seu filamento.

### Nucleosídeos

Alguns derivados dos nucleotídeos são encontrados livres no citoplasma, como é o caso do ATP, cuja função é armazenar energia. A união da base nitrogenada (azotada) com o açúcar forma um composto chamado nucleosídeo. No ATP, por exemplo, há uma base nitrogenada, a adenina, unida ao açúcar ribose, formando o nucleosídeo adenosina. Vem daí o nome de adenosina trifosfato, dado a essa molécula.

### Replicação do ADN

O ADN necessita de se auto-reproduzir, fazendo cópias da informação genética de modo a transmiti-la de geração em geração.

Essas cópias são feitas através da duplicação do material hereditário, ou seja, do ADN. Esse processo de duplicação do ADN, chama-se **replicação**.

Em 1953, Watson e Crick propuseram um **modelo** para o ADN, e também sugeriram um mecanismo para sua **replicação**.

O processo de replicação do ADN envolve a participação de diversas enzimas, entre elas, as polimerases. Elas actuam no processo da síntese da nova molécula de ADN. Mas, **como ocorre a síntese?**

**O mecanismo da replicação envolve:**

1. Desenrolamento da fita dupla do ADN;
2. Rompimento de ligações (pontes de hidrogénio) entre bases complementares;
3. Incorporação de nucleotídeos do meio, por complementaridade, com formação de duas novas cadeias.

### Replicação semiconservativa

Da molécula de ADN forma-se uma copia integral de cada uma das cadeias constituintes da molécula original, através da adição ordenada de nucleotídeos, segundo a regra da complementaridade de bases.

A síntese semi-conservativa do ADN precisa que **nucleotídeos** livres sejam posicionados sobre uma cadeia polinucleotídica molde, e estejam unidos entre si, formando uma nova cadeia complementar à cadeia mãe que serve como molde. A enzima que actua nesse processo é a polimerase.

### De que modo a polimerase catalisa a síntese do ADN?

As polimerases do ADN actuam adicionando um nucleotídeo de cada vez na extremidade livre de uma cadeia polinucleotídica em formação, que se encontre emparelhada com a cadeia molde.

O primeiro passo na adição de um novo nucleotídeo à nova cadeia que está a ser sintetizada, é o emparelhamento deste ao nucleotídeo correspondente na cadeia molde.

Como se dá esse emparelhamento?

T	<b>emparelha-se com</b>	A
G	<b>emparelha-se com</b>	C

Quando o nucleotídeo estiver emparelhado correctamente, a polimerase do DNA catalisa a formação de uma ligação entre o novo nucleotídeo e a cadeia em formação. Após a formação da ligação, a polimerase do DNA avança um resíduo de nucleotídeo na cadeia molde posicionando-se para promover a ligação de um novo nucleotídeo à cadeia em crescimento (Fig. 11).

Cada uma das moléculas de ADN formadas é idêntica a molécula original, tendo uma cadeia da molécula original e uma cadeia da nova. A replicação é semi-conservativa porque o ADN formado conserva uma cadeia da molécula original e a outra cadeia é nova..

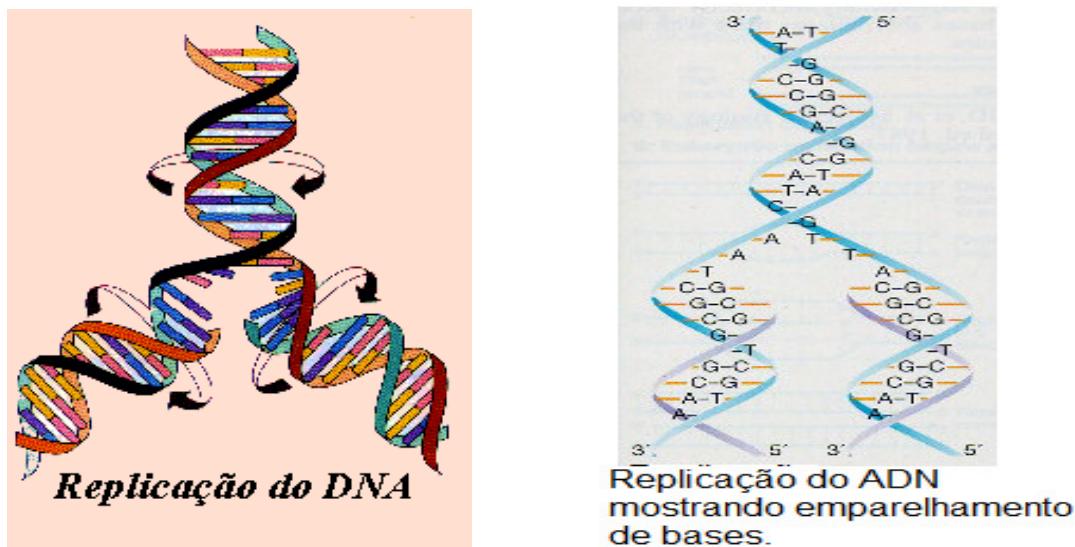


Fig. 11. Replicação semi-conservativa do ADN: as fitas complementares permanecem abertas.

Cada fita serve de molde, dirigindo a síntese de uma nova fita complementar. Sendo assim a partir de um ADN teremos duas moléculas filhas de ADN.

O modelo de replicação semiconservativa permite explicar a transmissão do material genético e a relativa constância da composição do ADN no decurso das divisões celulares.

### O ADN e seus auxiliares

Nos organismos actuais existe um ácido principal, o ADN (o ácido desoxirribonucleico), que corresponde à colecção de genes. Cada gene corresponde um pedaço do ADN, formado por dezenas ou centenas de nucleotídeos. Uma única molécula de ADN pode conter muitos genes, que serão diferentes uns dos outros no número e principalmente na sequência em que as bases azotadas estão arrumadas. Podemos dizer, resumidamente, que cada gene é responsável por um tipo de proteína e esta é responsável por uma característica.

## O que é uma proteína?

As **proteínas** são os principais componentes dos seres vivos. Toda a molécula de proteína possui átomos de carbono, hidrogénio, oxigénio e nitrogénio.

Esses átomos são organizados em unidades chamadas **aminoácidos**. A molécula de proteína pode conter até milhares dessas unidades, adquirindo grandes dimensões (macromoléculas) e alta complexidade estrutural.

Encontramos 20 tipos de aminoácidos fazendo parte na formação de proteínas.

O arranjo dos aminoácidos caracteriza o tipo de proteína. Uma proteína é diferente de outra no número, nos tipos de aminoácidos e, principalmente, na sequência em que eles estão arrumados. Para compreender melhor essa ideia, podemos comparar a proteína a uma palavra. O significado da palavra depende das letras e da sequência em que essas letras são usadas. Por exemplo, com as letras c, a, s e o, é possível formar várias palavras, como; caso, soca, ocas, caos, saco, coas, asco. Observe que se o número de letras disponível for maior, e, se as palavras puderem conter um número variável de letras, com ou sem repetição, o número possível de palavras é praticamente infinito. Facto idêntico ocorre com as proteínas. Existem pouco mais de 20 tipos de aminoácidos e com eles podemos fazer um número praticamente infinito de proteínas. Para mostrar como é importante a sequência de aminoácidos nas propriedades da proteína, podemos citar o caso da anemia falciforme. Os indivíduos com essa doença possuem uma hemoglobina “errada”, que difere da normal pela troca de um aminoácido na cadeia. Em determinado trecho da cadeia há o aminoácido valina, em vez do aminoácido glutâmico. Essa troca altera a estrutura da proteína, provocando a doença.

## O ARN

Os ácidos ribonucléicos (ARN) recebem este nome devido à presença, em seus nucleotídeos, do açúcar ribose em vez de desoxirribose. Além dessa diferença em relação ao ADN, as quatro bases encontradas no ARN são adenina, guanina, citosina e **uracilo**, em vez de timina, presente no ADN.. Há três tipos de ARN: o mensageiro, o transportador e o ribossomal. O ARN mensageiro ou moldador (ARN-m), ao contrário do ADN, é formado por um único filamento de nucleotídeos. Cada molécula desse ARN é fabricada no núcleo, tendo como molde um determinado sector do ADN, que corresponde ao gene. Essa molécula migra então para o citoplasma, onde vai comandar a síntese de proteínas, segundo as instruções fornecidas pelo ADN.

Apenas um dos filamentos do ADN é usado para a síntese do ARN-m. Durante a síntese, um filamento de ADN se afasta do seu complemento, expondo suas bases, onde se encaixam os nucleotídeos de ARN-m. Esse encaixe obedece à obrigatoriedade de ligação entre as bases. Porém, onde houver uma adenina no ADN, vai se encaixar a base uracilo. Por exemplo: para uma sequência TACGGACTA do ADN, haverá a sequência AUGCCUGAU no ARN-m. Assim, a mensagem genética que estava no código de letras do ADN foi **transcrita** para o código do ARN-m. Por esse motivo, a síntese de ARN-m é chamada de **transcrição**.

## Comparação entre ADN e ARN:

	ADN	ARN
<b>Grupo fosfato</b>	Ácido fosfórico	Ácido fosfórico
<b>Açúcar</b>	Desoxirribose	Ribose
<b>Bases azotadas</b>	Adenina, guanina, citosina, timina.	Adenina, uracilo, citosina, guanina.
<b>Tipo de cadeia</b>	Dupla	Simples.

### Do ARN à proteína

A síntese de proteínas é o resultado final do código genético. Esse processo consiste em “traduzir” a sequência de bases do ARN-m numa cadeia de aminoácidos. Assim estará sendo cumprida, finalmente, a “ordem” vinda do ADN, ou seja, **a mensagem genética será traduzida em termos de proteínas**. Para que isso aconteça, deve haver uma correspondência entre a sequência de bases do ARN-m e a sequência de aminoácidos da proteína. Cada grupo de três bases consecutivas (**tripleto**) do ARN-m corresponde a um aminoácido. Descobriu-se os tripletos de bases responsáveis por cada aminoácido (Tabela 3). Cada um desses **tripletos** foi chamado **codoão**.

A partir das quatro bases do RNA-m (Adenina, Guanina, Uracilo e Citosina) agrupadas três a três teremos 64 combinações possíveis e somente 20 aminoácidos. Portanto podemos dizer que o código genético é degenerado, pois vários codões determinam o mesmo aminoácido como pode ser visualizado abaixo na tabela do Código Genético.

Tabela 3. O código genético universal: os tripletos de bases do ARN-mensageiro responsáveis pelos aminoácidos. Ex. O triplo UUU codifica o aminoácido fenilalanina.

Primeira base	Segunda base				Terceira base
	U	C	A	G	
U	FENILALANINA FENILALANINA LEUCINA LEUCINA	SERINA SERINA SERINA SERINA	TIROSINA TIROSINA Fim da síntese Fim da síntese	CISTEÍNA CISTEÍNA Fim da síntese TRIPTOFANO	U C A G
C	LEUCINA LEUCINA LEUCINA LEUCINA	PROLINA PROLINA PROLINA PROLINA	HISTIDINA HISTIDINA GLUTAMINA GLUTAMINA	ARGININA ARGININA ARGININA ARGININA	U C A G
A	ISOLEUCINA ISOLEUCINA ISOLEUCINA METIONINA (INÍCIO.)	TREONINA TREONINA TREONINA TREONINA	ASPARAGINA ASPARAGINA LISINA LISINA	SERINA SERINA ARGININA ARGININA	U C A G
G	VALINA VALINA VALINA VALINA	ALANINA ALANINA ALANINA ALANINA	AC. ASPÁRTICO AC. ASPÁRTICO AC. GLUTÂMICO AC. GLUTÂMICO	GLICINA GLICINA GLICINA GLICINA	U C A G

Entretanto, o codoão só realiza o trabalho de identificação dos aminoácidos com o auxílio do ARN-transportador. O ARN-transportador (ARN-t) é capaz de se ligar aos aminoácidos que estão dissolvidos no citoplasma e transportar essas unidades até ARN-mensageiro.

O filamento de ARN-t possui um triplete de bases que varia de um transportador para outro. Esse triplete é chamado **anticodão**, uma vez que é através dele que o ARN-t vai se encaixar nos codões do ARN-m. Para cada uma das 20 espécies de aminoácidos existe um transportador diferente. Essa diferença, que torna o transportador específico para cada aminoácido, está no anticodão. Por exemplo: se o ARN-t tem o anticodão CCG, ele vai se ligar exclusivamente ao aminoácido alanina.

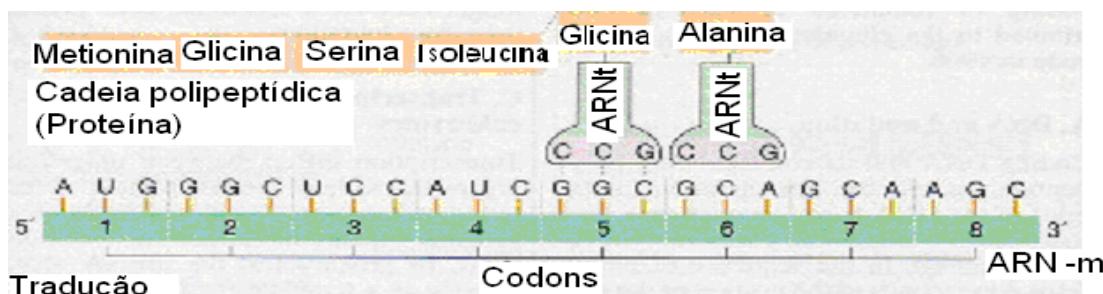
#### Tradução – síntese de proteína

A **tradução** (passagem de ARN-m para proteína) da sequência de bases do ARN-m para proteínas é feita nos ribossomos. O ARN-t, com os respectivos aminoácidos, vão se encaixando nos codão correspondentes do ARN-m. Se, por exemplo, o transportador tem o anticodão CGA, se encaixa no codoão GCU. Assim, a sequência de codão determina, por intermédio do transportador, qual será a sequência de aminoácidos. Como a sequência de codão do ARN-m foi modelada pelo ADN, concluímos que o ADN, indirectamente, está a determinar a sequência de aminoácidos da proteína. A sequência de aminoácidos, por sua vez, define o tipo de proteína estrutural ou enzimática, que vai determinar as características do organismo.

Ex. A transcrição de um sector do ADN com os nucleotídeos TAC CCG AGG TAG CCG CGT CGT TCG forma um ARNm com os triplétos AUG GGC UCC AUC GGC GCA GCA AGC que produzem uma proteína (cadeia polipeptídica) constituída pelos aminoácidos Metionina – Glicina – Serina – Isoleucina – Glicina – Alanina (Tabela 4 e Fig. 12):

*Tabela 4. Transcrição de um sector do ADN em ARN-m e a síntese de uma cadeia polipeptídica (proteína).*

ADN		ARN-m		Aminoácidos que constituem a Proteína
TAC		AUG		Metionina
CCG		GGC		Glicina
AGG		UCC		Serina
TAG		AUC		Isoleucina
CCG		GGC		Glicina
CGT		GCA		Alanina
CGT		GCA		
TCG		AGC		



*Fig.12 Nos codões do ARN-m encaixam-se os anticodões dos ARNt que transportam os aminoácidos (metionina, glicina, serina, isoleucina, glicina, alanina...) que participam na síntese da proteína.*

As Proteínas são macromoléculas que possuem variação enorme no peso molecular (até vários milhões). Apesar da grande variedade de proteínas encontradas nos seres vivos, são compostos dos mesmos vinte tipos de aminoácidos. Esses aminoácidos são unidos por ligações peptídicas formando cadeias polipeptídicas.

Portanto, as proteínas variam tanto na sequência quanto na quantidade dos vinte aminoácidos, determinando todos os tipos de proteínas, que podem ser agrupadas em proteínas que fazem parte da estrutura de um ser vivo (estruturais) ou relacionada com o funcionamento deste ser (enzimas). As Enzimas catalisam as reacções de transformação de substâncias nos seres vivos.

## Ciclo Celular

O ciclo celular é o período que vai desde que se forma uma célula por divisão de uma célula Mãe até que ela própria se divide, dando lugar a duas ou quatro célula filhas dependendo do tipo de divisão celular em causa.

### Importância das Divisões Celulares

- Garantir o crescimento nos organismos multicelulares;
- Garantir a regeneração de tecidos e substituição de células mortas;
- Permitir a formação de células sexuais (gâmetas);
- Garantir a ocorrência de reprodução assexuada em certos seres unicelulares.

### O ciclo celular divide – se em duas fases principais:

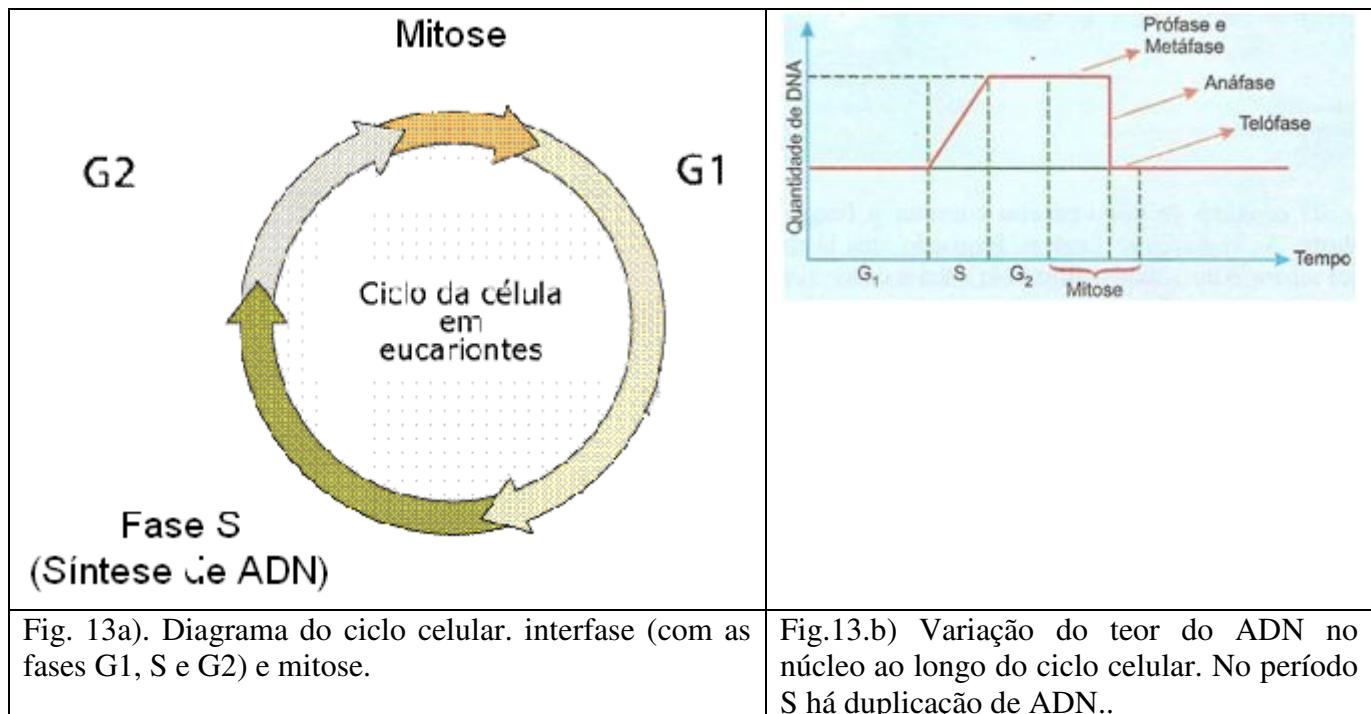
- **Interfase**
- **Fase Reprodutiva ou de divisão celular**

Existem basicamente dois tipos de divisão celular: a mitose e a meiose.

**Interfase** . Durante a interfase, as células crescem, o material genético (DNA) se duplica, formam-se novos organelos citoplasmáticos e a célula acumula energia para continuar o processo.

#### A Interfase pode ser subdividida em 3 períodos: G1, S e G2

- **G1** – é o intervalo que ocorre antes da duplicação do ADN, no qual a célula apresenta cromossomas simples isto é, em forma de filamentos de cromatina. Neste período a célula cresce e produz todas as proteínas necessárias para a síntese de ADN.
- **S** – é a inicial da palavra síntese e é durante S que se dá a duplicação do ADN. Durante o período S produz-se uma cópia exacta de cada cromossoma, de maneira que no fim do período S cada cromossoma é constituído por duas cadeias de ADN, iguais entre si, a que chamamos cromatídeos.
- **G2** – é o intervalo que ocorre depois da síntese, por tanto, depois da duplicação dos cromossomas. A célula novamente cresce e sintetiza proteínas e inicia a divisão celular propriamente dita.



### Tipos de Divisão Celular

- Mitose
- Meiose

### Mitose

Uma célula, dividindo-se por mitose, dá origem a duas novas células com o mesmo número de cromossomas da célula inicial.

### Importância da Mitose

- Permitir crescimento em organismos multicelulares;
- Garantir a regeneração de tecidos e a substituição de células mortas;
- Garantir a reprodução assexuada em certos organismos unicelulares.

### Fases da Mitose

O esquema abaixo representa uma célula que iniciou a divisão, observa com atenção a sua estrutura para melhor compreender às transformações que ocorrem durante a mitose:

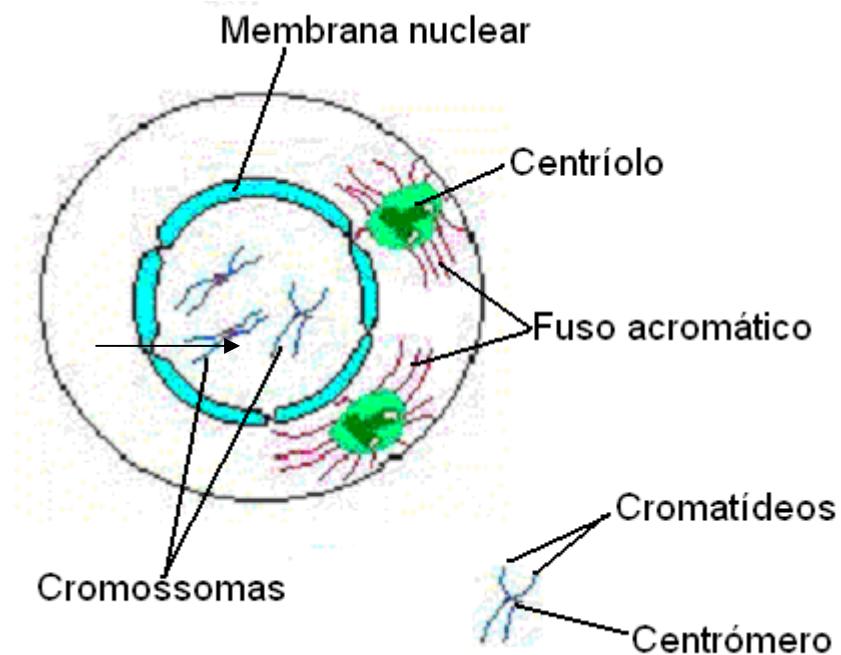
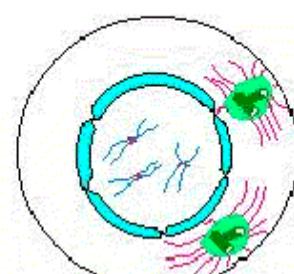
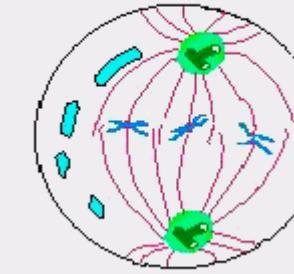
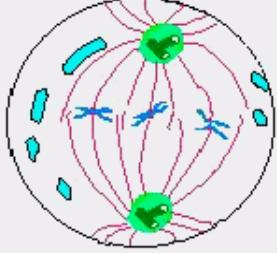
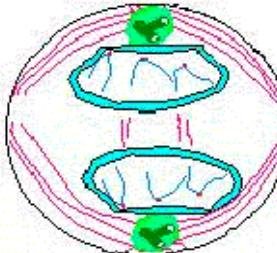


Fig. 14. Esquema da estrutura de uma célula no início da divisão celular.

Tabela 5. Fases da mitose

Fase	Características	Esquema
Profase	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os filamentos de cromatina encurtam e engrossam, formando os cromossomas.</li> <li>Cada cromossoma é constituído de dois cromatídeos unidos pelo centrómero</li> <li>Desaparecimento do Nucléolo e da membrana nuclear;</li> <li>Duplicação dos centriolos. Síntese e organização das proteínas do fuso acromático.</li> </ul>	<p><b>PROFASE</b></p> 
Metáfase	<ul style="list-style-type: none"> <li>O fuso acromático ocupa todo espaço do citoplasma celular;</li> <li>Os cromossomas unem-se as fibras do fuso acromático, pelos centrómeros, e dispõem-se no equador da célula formado a placa equatorial;</li> <li>Os cromossomas estão bem individualizados e fortemente condensados.</li> </ul>	<p><b>METÁFASE</b></p> 

Anáfase	<ul style="list-style-type: none"> <li>Separação dos centrómeros e dos cromatídeos de cada par;</li> <li>Cromatídeos idênticos migram para pólos opostos.</li> <li>Cada cromatídeo (cromossoma) assim formado vai subir para um dos pólos da célula através das fibras do fuso acromático.</li> </ul>	<p><b>METÁFASE</b></p> 
Telófase	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desaparecimento do fuso acromático;</li> <li>Reaparecimento do nucléolo e da membrana nuclear;</li> <li>Transformação dos cromossomas em forma de filamentos de cromatina;</li> <li>Divisão do citoplasma em duas células filhas.</li> </ul>	<p><b>TELÓFASE</b></p> 

### Resultado Final da Mitose

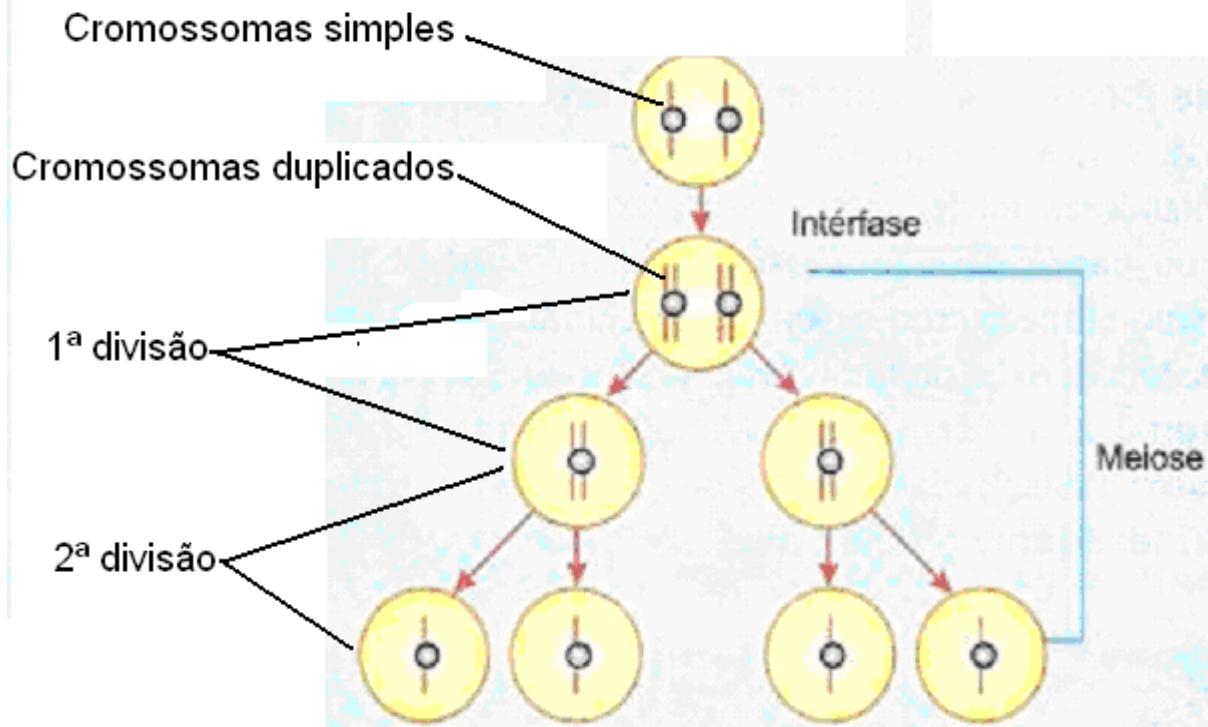
- Formação de duas células filhas idênticas à célula Mãe.

### Meiose

Na meiose, uma célula dá origem a quatro novas células com a metade do número de cromossomas da célula inicial. A meiose é um tipo de divisão que ocorre no processo de formação dos gâmetas nos indivíduos que apresentam reprodução sexuada:

#### Características da meiose

- Ocorre em células reprodutivas;
- O número de cromossomas nas células filhas é metade do da célula mãe;
- Há emparelhamento dos cromossomas homólogos;
- As células filhas não podem sofrer mais divisões meióticas;
- consiste em duas divisões celulares seguidas, acompanhadas por uma só duplicação cromossómica.



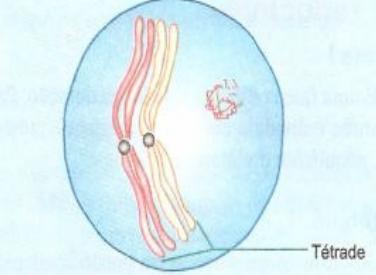
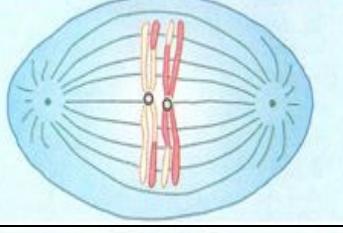
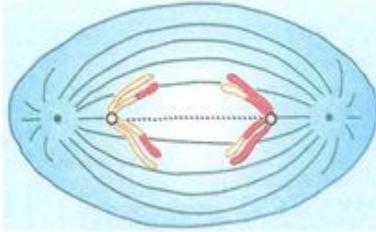
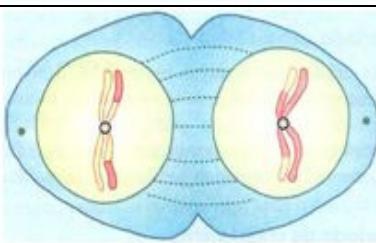
**Fig. 15.** Meiose: durante a primeira divisão a partir de uma diplóide formam-se duas haplóides de cromossomas duplicados. Durante a segunda divisão cada célula forma duas de cromossomas simples.

## Fases da Meiose

### 1ª Divisão da Meiose – divisão reducional

Forma duas células filhas semelhantes, tendo cada uma metade do número de cromossomas da célula mãe, quer dizer, uma constituição cromossómica diplóide separa-se em duas constituições cromossómicas haplóides, nas quais cada um dos cromossomas é formado por dois cromatíodeos, unidos pelo centrómero.

**Tabela 6. Fases da meiose I.**

Fase	Características	Esquema
<b>Prófase I</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encurtamento e individualização dos cromossomas em cromatídeos;</li> <li>• Emparelhamento de cromossomas homólogos, ocorrendo permuta (crossing-over) de material genético entre eles ou seja, a troca de segmentos homólogos de ADN entre cromátideos (Fig. 15).</li> <li>• Desaparecimento do nucléolo e da membrana nuclear;</li> <li>• Síntese e organização das proteínas do fuso acromático;</li> </ul>	
<b>Metáfase I</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cromossomas homólogos continuam emparelhados;</li> <li>• Forma-se o fuso acromático e os cromossomas emparelhados se alinham no plano equatorial da célula com seus centrómeros orientados para pólos diferentes.</li> </ul>	
<b>Anáfase I</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não há divisão do centrómero;</li> <li>• Separação dos cromossomas homólogos;</li> <li>• Cromossomas homólogos migram para pólos opostos;</li> </ul>	
<b>Telófase I</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desaparecimento do fuso acromático;</li> <li>• Reaparecimento do nucléolo e da membrana nuclear;</li> <li>• Divisão do citoplasma em duas células filhas;</li> <li>• Transformação dos cromossomas em forma de filamentos.</li> </ul>	

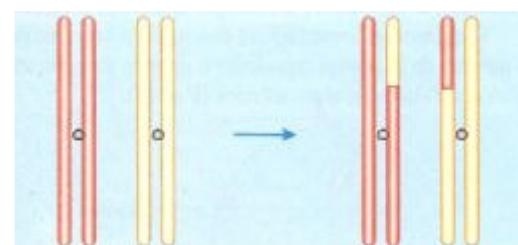
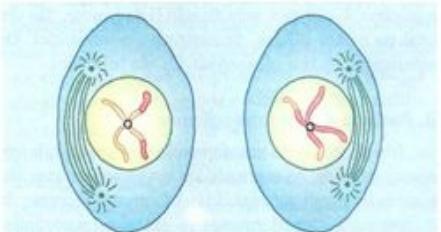
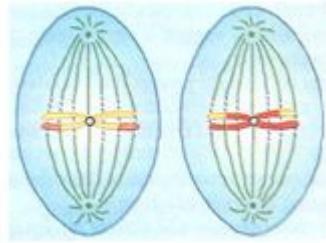
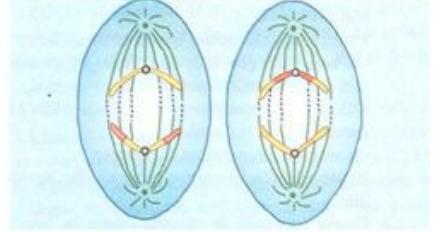
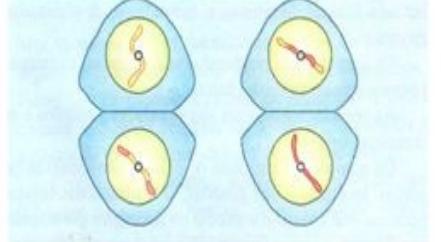


Fig.15. Permuta (crossing-over) de material genético entre cromossomas homólogos ou seja, troca de segmentos homólogos de ADN entre cromátideos.

## 2ª Divisão da Meiose – divisão equacional

Sem haver duplicação do ADN, começa a segunda divisão da meiose que origina, a partir de cada uma das células de constituição cromossómica aplóide, duas células filhas idênticas, também aplóides, por divisão dos centrómeros e separação dos cromatídeos de cada cromossoma.

Tabela 7. Fases da meiose II.

Fase	Características	Esquema
<b>Prófase II</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encurtamento e individualização dos cromossomas em cromatídeos;</li> <li>Desaparecimento do nucléolo e da membrana nuclear;</li> <li>Organização das proteínas do fuso acromático.</li> </ul>	
<b>Metáfase II</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O fuso acromático ocupa todo o espaço do citoplasma celular;</li> <li>Os cromossomas unem-se as fibras do fuso acromático pelos centrómeros e localizam na placa equatorial da célula.</li> </ul>	
<b>Anáfase II</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Divisão dos centrómeros e separação dos cromatídeos de cada cromossoma;</li> <li>Cromatídeos irmãos migram para pólos opostos</li> </ul>	
<b>Telófase II</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desaparecimento do fuso acromático;</li> <li>Reaparecimento do nucléolo e da membrana nuclear;</li> <li>Divisão do citoplasma de cada célula em duas células filhas;</li> <li>Transformação dos cromossomas em forma de filamentos (cromatina)</li> <li>Formação de quatro células filhas.</li> </ul>	

## Resultado Final da Meiose

Formação de 4 células filhas aplóides a partir de uma célula Mãe diploide.

Tabela 8. Comparação entre mitose e meiose

Mitose	Meiose
— Origina duas células geneticamente iguais	- Origina quatro células geneticamente diferentes
- Não há redução do número de cromossomas	- Há redução do número de cromossomas
- Não há permuta de material genético entre cromossomas homólogos	- Normalmente ocorre permuta de material genético entre os cromossomas homólogos
- Ocorre em células somáticas	- Ocorre em células germinativas
- A duplicação do DNA antecede apenas uma divisão celular	- A duplicação do DNA antecede duas divisões celulares
- Uma célula produzida por mitose, em geral, pode sofrer nova mitose	- Uma célula produzida por meiose não pode sofrer meiose
- É importante na reprodução assexuada de organismos unicelulares, na regeneração das células somáticas e no crescimento dos multicelulares	- É importante na produção de gâmetas.

## Gametogénesis

### Introdução

**Gametogénesis** é o processo pelo qual os **gâmetas** são produzidos nos organismos dotados de reprodução sexuada. O evento fundamental da gametogénesis é a **meiose**, que reduz à metade a quantidade de cromossomas das células, originando **células haplóides**, chamadas gâmetas, o **óvulo** e o **espermatozóide**. O óvulo é o gâmeto feminino e o espermatozóide o gâmeto masculino.

Tanto o óvulo como o espermatozóide é formado por meiose de células denominadas germinativas, que são diplóides. São formadas em órgãos especializados, as gónadas que são de dois tipos: as femininas e as masculinas.

As gónadas femininas são os ovários, que produzem óvulos; as gónadas masculinas são os testículos, que produzem espermatozóides.

O processo de formação dos gâmetas denomina-se gametogénesis. Sendo dois os tipos de gametogénesis:

- **espermatozóide:** formação dos espermatozóides;
- **ovogénesis:** formação dos óvulos.

## Espermatogénesis

A Espermatogénesis começa na fase embrionária, em que as células diplóides germinativas dos testículos do embrião multiplicam-se activamente por mitose (período germinativo). As células assim formadas são as espermatogónias ou espermatócitos jovens.

A espermatogénesis processa-se segundo quatro períodos:

- Período germinativo

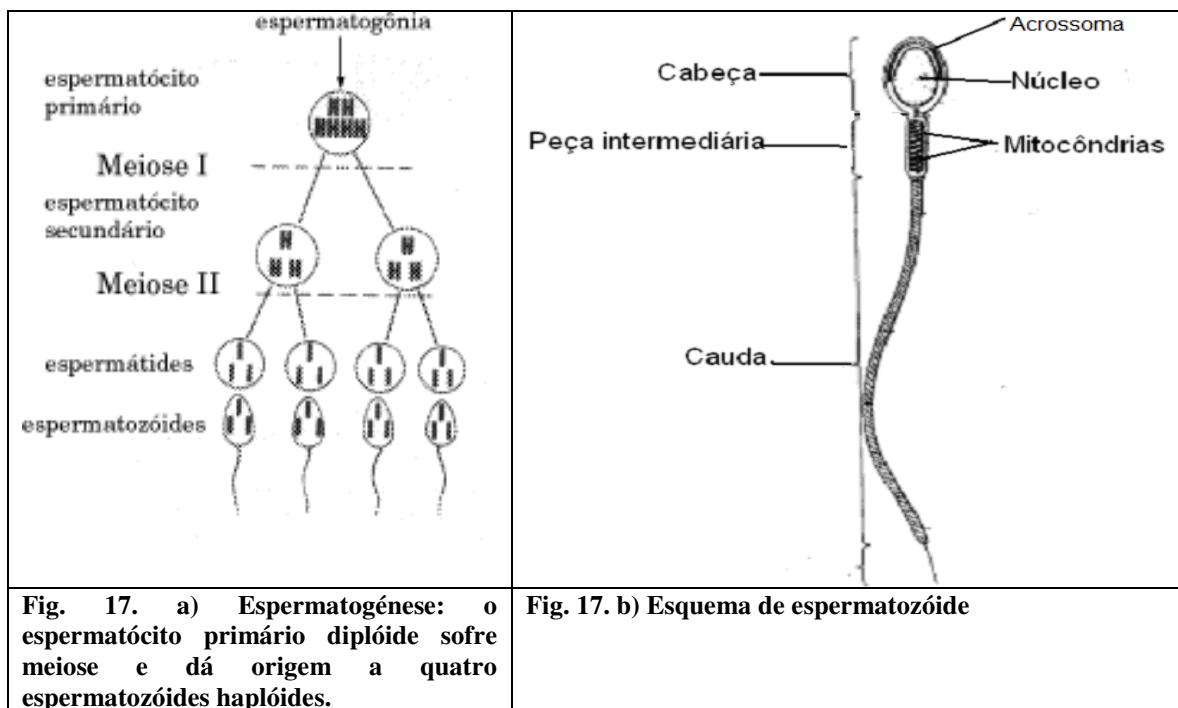
- Período de crescimento
- Período de maturação
- Período de diferenciação

Entre o nascimento e a puberdade há um período de pausa nas mitoses formadoras de espermatócitos jovens. Na puberdade, o processo mitótico é retomado. Formam-se constantemente mais espermatócitos jovens, que passam por um certo período de crescimento e se transformam em espermatócitos primários. Então, começa a meiose. Cada espermatócio primário efectua a primeira divisão meiótica, originando dois espermatócitos secundários, que farão, em seguida, a segunda divisão meiótica originando quatro células haplóides, as espermatides, que por um processo de diferenciação celular, conhecido como espermiogênese, transforma-se em espermatozóides.

Tabela 9. Células formadas em cada período da espermatogênese.

<b>Espermatogênese</b>			
<b>Período</b>	<b>Tipo de divisão celular</b>	<b>Nome de células formadas</b>	<b>Nº de células</b>
Germinativo	Mitose	Espermatogónias ou espermatócitos jovens	1 célula pequena, diplóide.
Crescimento		Espermatócitos primários	1 célula maior diplóide
Maturação	Meiose I	Espermatócitos secundários	2 células mais pequenas, haplóides.
	Meiose II	Espermatides	4 células pequenas, haplóides
Diferenciação		Espermatozóides	4 células ainda mais pequenas, haplóides

O espermatozóide humano pode ser dividido em três regiões: cabeça, peça intermediária e cauda. Na cabeça situam-se o núcleo e acrossoma. O acrossoma é uma transformação do complexo de golgi e é nele que estão as enzimas que irão digerir a membrana do óvulo, na fecundação. A peça intermediária apresenta muitas mitocôndrias, responsáveis pela liberação da energia necessária à movimentação do espermatozóide, que é efectuada pela cauda, um flagelo modificado. Em cada ejaculação do homem são libertados cerca de quinhentos milhões de espermatozóides. A espermatogênese se processa desde a puberdade até o fim da vida.



## A Ovogênese

Nos ovários, encontram-se agrupamentos celulares chamados **folículos ovarianos de Graff**, onde estão as células germinativas, que originam os gâmetas.

Nas mulheres, apenas um folículo ovarino entra em maturação a cada **ciclo menstrual**, período compreendido entre duas menstruações consecutivas e que dura, em média, 28 dias. Isso significa que, a cada ciclo, apenas um gâmeto torna-se maduro e é libertado no sistema reprodutor da mulher. Os ovários alternam-se na maturação dos seus folículos, ou seja, a cada ciclo menstrual, a libertação de um óvulo, ou **ovulação**, acontece em um dos dois ovários.

A ovogênese é dividida em três etapas:

**Período germinativo ou de multiplicação ou ainda de proliferação:** É uma fase de mitoses consecutivas, em que as células germinativas aumentam em quantidade e originam **ovogónias**.

Nos fetos femininos humanos, a fase proliferativa termina por volta do final do primeiro trimestre de gravidez. Portanto, quando uma menina nasce, já possui em seus ovários cerca de 400 000 ovogónias. É uma quantidade limitada, ao contrário dos homens, que produzem espermatogónias durante quase toda a vida.

**Fase de crescimento:** As ovogónias. Passam por um notável crescimento, com aumento do citoplasma e grande acumulação de substâncias nutritivas. Esse depósito citoplasmático de nutrientes chama-se **vitelo**, e é responsável pela nutrição do embrião durante seu desenvolvimento.

Terminada a fase de crescimento, as ovogónias transformam-se em **ovócitos primários (ovócitos de primeira ordem ou ovócitos I)**. Nas mulheres, essa fase perdura até a puberdade, quando a menina inicia a sua maturidade sexual.

**Fase de maturação:** Dos 400 000 ovócitos primários, apenas 350 ou 400 completarão sua transformação em gâmetas maduros, um a cada ciclo menstrual. A fase de maturação inicia-se quando a menina alcança a maturidade sexual, por volta de 11 a 15 anos de idade.

Quando o ovócito primário completa a primeira divisão da meiose, origina duas células. Uma delas não recebe citoplasma e desintegra-se a seguir, na maioria das vezes sem iniciar a segunda divisão da meiose. É o **primeiro corpúsculo (ou glóbulo) polar**.

A outra célula, grande e rica em vitelo é o **ovócito secundário (ovócito de segunda ordem ou ovócito II)**. Ao sofrer, a segunda divisão da meiose, origina o **segundo corpúsculo polar**, que também morre em pouco tempo, e o **óvulo**, gâmeta feminino, célula volumosa e cheia de vitelo.

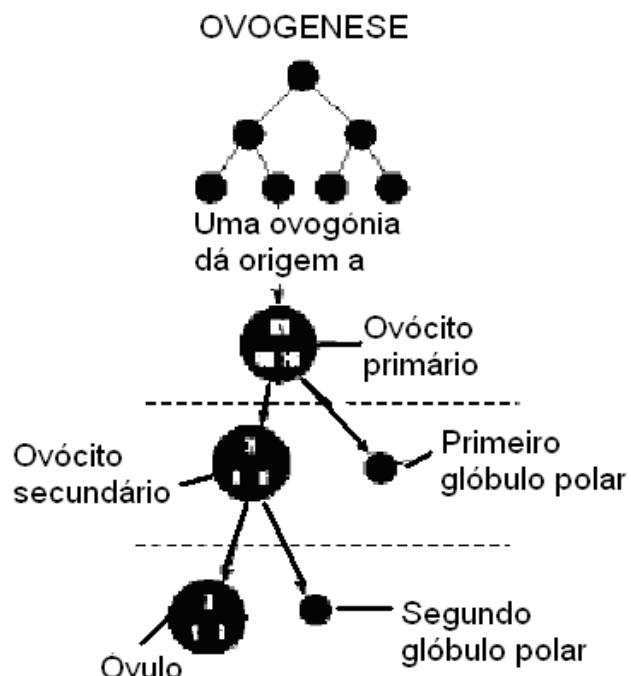


Fig. 18. Ovogénesese: A meiose origina um óvulo e dois glóbulos polares. Na gametogénesis feminina, a divisão meiótica é desigual porque não reparte igualmente o citoplasma entre as células-filhas. Isso permite que o óvulo formado seja bastante rico em substâncias nutritivas.

Tabela 10. Células formadas em cada período da ovogénesese.

Ovogénesese			
Período	Tipo de divisão celular	Nome de células formadas	Nº de células
Germinativo	Mitose	Oogónias (ovogónias)	1
Crescimento		Ovócito Primário	1
Maturação	Meiose I	Ovócito secundário e o 1º glóbulo polar.	2
	Meiose II	Óvulo e o 2º glóbulo polar.	2

## O óvulo:

O óvulo é uma célula normalmente imóvel e maior que o espermatozóide.

É no citoplasma do óvulo que se encontra o vitelo ou deutoplasma, substância que serve de alimento ao embrião.

Comparação entre espermatogénese e ovogénese:

Tanto no espermatogénese como no ovogénese há período germinativo, de crescimento e de maturação. O que diferencia os dois é o período de diferenciação, ausente na ovogénese.

Na ovogénese, cada oogónia dá origem a um óvulo e glóbulos polares (células não funcionais) e, na espermatogénese, cada espermatogónia dá origem a quatro espermatozóides.

## A Fecundação

Para que surja um novo indivíduo, os gâmetas fundem-se aos pares, um masculino e outro feminino, que possuem papéis diferentes na formação do descendente. Essa fusão é a **fecundação** ou **fertilização**.

Ambos trazem a mesma quantidade haplóide de cromossomas, mas apenas os gâmetas femininos possuem nutrientes, que alimentam o embrião durante o seu desenvolvimento. Por sua vez, apenas os gâmetas masculinos são móveis, responsáveis pelo encontro que pode acontecer no meio externo (**fecundação externa**) ou dentro do corpo da fêmea (**fecundação interna**).

Quando a fecundação é externa, tanto os machos quanto as fêmeas produzem gâmetas em grande quantidade, para compensar a perda que esse ambiente ocasiona. Muitos gâmetas são levados pelas águas ou servem de alimentos para outros animais. Nos animais dotados de fecundação interna, as fêmeas produzem apenas um ou alguns gâmetas por vez, e eles encontram-se protegidos dentro do sistema reprodutor.

## Conclusão

O corpo é constituído por dois tipos de células: as somáticas que formam o corpo e as reprodutoras que se destinam a perpetuação da espécie ou seja os gâmetas. As células somáticas formam-se por mitoses sucessivas. A formação dos gâmetas denomina-se gametogénese que é o processo de formação dos espermatozóides e do óvulo. Partindo da união dessas células (fecundação), originam-se as células diplóides conhecida como ovo ou zigoto que ao se desenvolver dará origem a um novo ser,

## Reprodução

Podemos definir reprodução de várias maneiras distintas. Entre as definições temos:

- É a capacidade que têm os seres vivos de, ao atingirem certo estágio de desenvolvimento originar outros semelhantes.
- Processo pelo qual os seres vivos perpetuam suas espécies através do tempo e do espaço, produzindo outros seres semelhantes a si mesmo.

Os seres vivos apresentam vários tipos de reprodução, mas todos esses tipos podem ser agrupados em duas grandes categorias: a reprodução assexuada e reprodução sexuada.

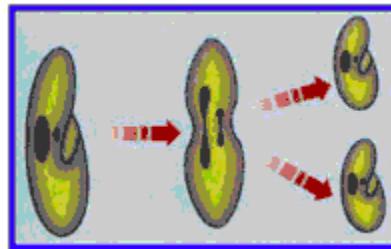
## Reprodução Assexuada ou Agâmica

É um processo **biológico** pelo qual um **organismo** produz uma *cópia geneticamente* igual a si próprio, sem haver combinação de material genético. Esta reprodução é individual e sem a participação de gâmetas.

A reprodução assexuada compreende basicamente a divisão binária e a divisão múltipla.

### a) Divisão binária ou bipartição ou cissiparidade

Neste processo, a célula que constitui o corpo do indivíduo se divide por mitose em outras duas idênticas. Este mecanismo ocorre tanto com os seres procariontes como os eucariontes. Exemplos: protozoários e bactérias:



### b) Divisão múltipla

Consiste na segmentação do corpo do indivíduo, originando diversos segmentos com capacidade de formar novos indivíduos completos

O caso mais simples é o acto de plantar uma estaca duma planta - estamos a "reproduzi-la" artificialmente. De facto, muitas plantas, e outros organismos, como os **fungos** e as **algas**, têm esta capacidade, sem necessidade da intervenção do homem: produzem **rebentos** que criam **raízes** e depois se tornam independentes da "planta-mãe".

Entre os animais, um dos exemplos mais conhecidos é o da estrela-do-mar que, ao perder um dos braços, pode regenerar os restantes, formando-se uma nova estrela-do-mar do braço seccionado. O novo ser é geneticamente idêntico ao "progenitor". É o que se chama um "clone"

Muitos **animais**, como a **hidra**, também produzem **gomas** na sua superfície externa que se podem desenvolver como novos indivíduos.

## Reprodução Sexuada ou Gâmica

O que caracteriza a reprodução sexuada é sua ocorrência à custa de células especialmente formadas para a finalidade reprodutiva, chamadas gâmetas. Essas células são produzidas por órgãos especiais denominados gónadas. Esta reprodução permite uma variabilidade das espécies, pois há recombinação genética (troca de material genético).

Basicamente, podemos distinguir dois mecanismos: a conjugação e a fecundação.

### a) Conjugação

Nesta reprodução não há propriamente a formação de gâmetas, nem existem gónadas, mas há uma troca de material genético entre as células, promovendo em cada uma delas uma recombinação genética. Após esta troca, as células separam-se, e cada qual dará origem a novos seres. Exemplos. Algumas bactérias e protozoários (paramecium).

### b) Fecundação

É a forma mais típica e evoluída de reprodução sexuada. Consiste na união de dois gâmetas sexualmente opostos, masculino e feminino, resultando o aparecimento da célula-ovo ou zigoto. A fecundação constitui a única fonte adequada para a variação do organismo, pois em uma só célula, o zigoto, reúne o material hereditário de duas outras que determinam as características do novo ser.

**Tarefas:**

I. Lê com atenção as seguintes perguntas e assinale opção mais correcta com X:

1. Uma célula que não apresenta um núcleo individualizado, diz-se esta ser:

- a) Célula animal
- b) Célula vegetal
- c) Célula procariota
- d) Célula eucariota

2. Os tipos de células são:

- a) Vegetal e animal
- b) Vegetal e procariota
- c) Procariota e eucariota
- d) Animal e eucariota

3. Uma célula muscular foi introduzida num meio muito concentrado e com elevada temperatura. Nesta, não houve alteração do pH nem da actividade enzimática. A esta propriedade celular chama-se:

- a) Contractilidade
- b) Homeostase
- c) Irritabilidade
- d) Metabolismo celular

4. Se na experiência acima referida, houvesse alteração da actividade celular, ao fenómeno chamaríamos de:

- a) Contractilidade
- b) Homeostase
- c) Irritabilidade
- d) Metabolismo celular

5. A unidade estrutural dos ácidos nucléicos chama-se:

- a) Nucleosídeo
- b) Nucleotídeo
- c) Nucleina
- d) Ácidos nucléicos

6. O tipo de ARN que carrega a informação genética para a síntese de proteínas é:

- a) ARNt
- b) ARN-m
- c) ARNr
- d) ARN das proteínas

7. Se a molécula de ADN tiver ATC AAA CCG a molécula de ARN-m será:

- a) UAG UUU GGC
- b) UCG UUU GGT
- c) TAC TTT CCG
- d) CGA CCC GGT

8. Se a molécula de ARN tiver UAG UUU GGC a molécula de proteína terá os seguintes aminoácidos:

- a) Glicina, Fenilalanina e, valina
- b) Valina, Fenilalanina e Glicina.
- c) Fenilalanina, Parada e Glicina.
- d) Fenilalanina, Glicina e valina.

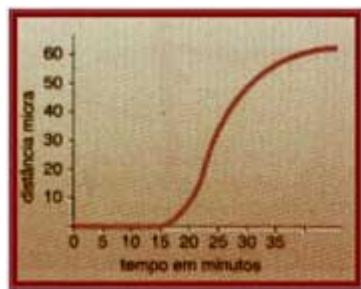
9. Se uma molécula de ADN tiver 15 bases azotadas será formada uma proteína com:

- a) 3 aminoácidos
- b) 4 aminoácidos
- c) 5 aminoácidos
- d) 6 aminoácidos

10. . Indique as fases da mitose em que ocorrem os fenómenos abaixo citados:

- a) Aumento do volume nuclear
- b) Condensação máxima dos cromossomas
- c) Divisão dos centrómeros
- d) Divisão do citoplasma
- e) Migração dos cromossomas aos pólos

11. O gráfico abaixo representa a distância entre pares de cromossomas homólogos durante a meiose. A anáfase inicia-se aos:



- a) 15 minutos
- b) 18 minutos
- c) 20 minutos
- d) 25 minutos
- e) 30 minutos

12. A quantidade de ADN de uma célula somática em metáfase mitótica é X. Células do mesmo tecido, mas nas fases G1 e G2, devem apresentar uma quantidade de DNA, respectivamente, igual a:

- a)  $\frac{X}{2}$  e X
- b) X e  $\frac{X}{2}$
- c) 2X e X
- d) X e 2X

II. Responda com clareza as seguintes perguntas:

13. Usando os termos diplóide e haplóide, classifique as seguintes células:
    - a) espermatozóide;
    - b) ovo;
    - c) célula da pele;
    - d) óvulo.
  14. Em que fase da vida celular os cromossomas são mais facilmente visíveis? Porquê?
  15. A interfase é um período em que as células estão em repouso. Concorda com esta afirmação? Justifique sua resposta.
  16. A interfase é dividida em três períodos: G1, S e G2. O que acontece em cada um deles?
  17. Justifique as seguintes afirmações:
    - a) A meiose e a fecundação são fenómenos complementares.
    - b) Com a fecundação inicia-se a diplofase ou fase diplóide no Homem.
  18. Em que período da vida têm início os fenómenos da ovogénese?
  19. A última fase da espermatogénese é a fase de diferenciação. Que fenómenos ocorrem durante esta fase?
  20. Qual a função atribuída ao acrosssoma?
  21. O processo de ovogénese é interrompido durante a fase de maturação. Em que altura da vida ocorre esta interrupção e quando é que os fenómenos da ovogénese voltam a ocorrer?
- III. Assinale com V as afirmações verdadeiras e com F as falsas.
22. Ao comparar os processos de espermatogénese e de ovogénese, os estudantes fizeram as seguintes afirmações.
    - a) Ambos os processos ocorrem continuamente e ao longo de toda a vida.
    - b) Nos testículos produzem-se milhões de espermatozóides por dia, enquanto que nos ovários é geralmente produzido um só óvulo por mês.
    - c) A fase de diferenciação ocorre em ambos os processos.

**Resolução das tarefas:****I. Respostas às perguntas de escolha múltipla.**

Resposta 1.

c)

Resposta 2.

c)

Resposta 3.

b)

Resposta 4.

c)

Resposta 5.

b)

Resposta 6.

b)

Resposta 7.

a)

Resposta 8.

b)

Resposta 9

c)

Resposta 10.

a) prófase

b) metáfase

c) anáfase

d) telófase

e) anáfase

Resposta 11

a)

Resposta 12.

a)

**II. Respostas às perguntas abertas:**

Resposta 13.

a) haplóide

b) diplóide

c) diplóide

d) haplóide

Resposta 14.

Metáfase, devido ao grau máximo de condensação dos cromossomas.

Resposta 15.

Não, a actividade metabólica é intensa, com síntese de DNA, RNA e proteínas.

Resposta 16.

G1: síntese intensa de RNA e proteínas.

S: síntese de DNA.

G2: reduzida síntese de RNA e proteínas.

Resposta 17.

a) Meiose – diminuição do número de cromossomas para metade, diplóide à haplóide. Fecundação – diplóide à haplóide; a junção dos dois gametas faz com que o óvulo que originará um novo indivíduo seja novamente diplóide, ou seja, que tenha o mesmo número de cromossomas dos seus progenitores.

b) Diplofase ou fase diplóide corresponde à fase do ciclo de vida do Homem em que este é diplóide.

Resposta 18.

Na fase embrionária.

Resposta 19.

Espermatídeos adquirem forma característica de espermatozóides; diferenciação da cauda; eliminação de grande parte do citoplasma; reorganização dos organelos – fusão de vesículas do aparelho de Golgi para formar o acrosoma, alongamento do núcleo, nova disposição dos centríolos, formação dos túbulos da cauda.

Resposta 20.

Produção de enzimas cuja ação permite romper o invólucro do óvulo.

Resposta 21.

É interrompida na Infância e é retomada na puberdade.

### **III. Respostas às questões de Verdadeiro ou Falso.**

Resposta 22.

a) F; b) V; c) F.

## Secção II

### Unidade 2- Genética

Caro (a) amigo (a) estudante! Nesta secção irá recapitular e/ou aprender matérias da Hereditariedade e variação até aos exercícios de monohibridismo. Chamamos atenção para alguns dos objectivos específicos que deverá perseguir ao longo do estudo desta secção, tendo em conta que no fim do estudo e depois de resolvidos vários exercícios, irá realizar avaliações de treinamento.

Esta secção corresponde a unidade temática Genética. **Boa sorte.**

São os seguintes os objectivos desta secção.

#### Objectivos:

- Identificar e interpretar as leis de Mendel;
- Descrever os caracteres hereditários e não hereditários;
- a importância da Genética para o homem na prevenção de doenças congénitas e outras de carácter hereditário;

### Terminologia Genética

**GENE:** um trecho de uma molécula de DNA com “informação” para a expressão de uma característica.

**CROMOSSOMAS:** “peças” formadas pelo enrolamento das moléculas de ADN em proteínas chamadas de histonas.

**LOCO (locus):** posição ocupada por um gene em um cromossoma.

**CROMOSSOMAS HOMÓLOGOS:** Aqueles que possuem mesma sequência de genes e pareiam na ocasião da divisão por meiose.

**ALELOS:** variantes do gene para um carácter que resultam em diferentes formas de expressão e ocupam o mesmo loco em cromossomas homólogos. Por exemplo, em algum loco de um dos cromossomas da planta de ervilha está o gene para a cor da semente. Este gene pode ocorrer sob a forma do alelo dominante (para a cor amarela) ou do alelo recessivo (para a cor verde). Em um cromossoma homólogo ao citado, na mesma posição, também deve haver um alelo do gene para a cor da semente de ervilha. Assim, também se pode dizer que genes ocupantes do mesmo loco em cromossomas homólogos são alelos entre si.

**GENÓTIPO:** conjunto de genes que condicionam características em um indivíduo. Por exemplo,  
**A A** – homozigótico dominante (ambos os alelos que determinam o carácter são dominantes)  
**A a** – heterozigótico (os alelos que determinam o carácter são um dominante e outro recessivo)  
**a a** – homozigótico recessivo (ambos os alelos que determinam o carácter são recessivos)

**FENÓTIPO:** um carácter expresso como resultado da interacção entre um genótipo e factores ambientais. Por exemplo, mesmo que um indivíduo tiver herdado de seus parentais um genótipo que condicione grande estatura, se não tiver uma boa alimentação (factor ambiental) no período de crescimento será baixo. Portanto:

$$\boxed{\text{Fenótipo} = \text{Genótipo} + \text{Meio ambiente}}$$

**FENOCÓPIA:** imitação de um fenótipo pela acção de agentes puramente ambientais. Por exemplo, um diabético que mantém uma taxa equilibrada de açúcar no sangue por fazer aplicação de insulina é uma fenocópia de um indivíduo que não possui essa doença. Uma pessoa que pinta os cabelos de uma cor que não é natural destes também é uma fenocópia obtida pela aplicação de tintura.

### Vida e experiência de Mendel

**Gregor Johann Mendel** (Heizendorf, 20 de Julho de 1822 — Brno 6 de Janeiro de 1884) foi um monge agostiniano, botânico e meteorologista austríaco.

Nasceu na região de Troppau, na Silésia, que pertencia à Áustria. Na sua infância revelou-se muito inteligente; em casa costumava observar e estudar as plantas. Sendo um brilhante estudante a sua família encorajou-o a seguir estudos superiores, e mais tarde aos 21 anos a entrar num mosteiro da Ordem de Santo Agostinho em 1843, pois não tinham dinheiro para suportar o custo dos estudos. Aí Mendel tinha a seu cargo a supervisão dos jardins do mosteiro.



Desde 1843 a 1854 tornou-se professor de ciências naturais na Escola Superior de Brno, dedicando-se ao estudo do cruzamento de muitas espécies: feijões, chicória, bocas-de-dragão, plantas frutíferas, abelhas, camundongos e principalmente ervilhas cultivadas na horta do mosteiro onde vivia analisando os resultados matematicamente, durante cerca de sete anos. Gregor Mendel, "o pai da genética", como é conhecido, foi inspirado tanto pelos professores como pelos colegas do mosteiro que o pressionaram a estudar a variação do aspecto das plantas.

Propôs que a existência de características (tais como a cor) das flores é devido à existência de um par de unidades elementares de hereditariedade, agora conhecidas como genes.

Em 1865, formula e apresenta em dois encontros da Sociedade de História Natural de Brno as leis da hereditariedade, hoje chamadas **Leis de Mendel**, que regem a transmissão dos caracteres hereditários. Após 1868, as tarefas administrativas mantiveram-no tão ocupado que ele não pode dar continuidade às suas pesquisas, vivendo o resto da sua vida em relativa obscuridade. Morreu a 6 de Janeiro de 1884, em Brno, no antigo Império Austro-Húngaro hoje República Checa de uma doença renal crónica; um homem à frente do seu tempo, mas ignorado durante toda a sua vida.

## Leis de Mendel

### Primeira Lei de Mendel

A primeira lei de Mendel, chamada de lei da segregação ou lei da pureza dos gâmetas, pode ser enunciada da seguinte forma: na formação dos gâmetas, os pares de factores se segregam.

O trabalho genial de Gregor Johann Mendel, colocou-o no nível dos maiores cientistas da humanidade. Sua obra *Experiências com hibridização de plantas*, que não abrange mais de 30 páginas impressas, é um modelo de método científico. O primeiro cuidado que teve foi seleccionar devidamente o material de estudo; para isso, estabeleceu alguns critérios e procurou material que se lhes adequassem. Tais critérios consistiam principalmente em encontrar plantas de caracteres nitidamente distintos e facilmente diferenciáveis; que essas plantas cruzassem bem entre si, e que os híbridos delas resultantes fossem igualmente férteis e se reproduzissem bem; e, por fim, que fosse fácil protegê-las contra polinização estranha.

Baseado nesses critérios, depois de várias análises, Mendel escolheu algumas variedades e espécies de ervilhas (*Pisum sativum*), conseguindo um total de sete pares de caracteres distintos.

O estudo. Vamos chamar de linhagem os descendentes de um ancestral comum. Mendel observou que as diferentes linhagens, para os diferentes caracteres escolhidos, eram sempre **puras**, isto é, não apresentavam variações ao longo das gerações. Por exemplo, a linhagem que apresentava sementes da cor amarela produziam descendentes que apresentavam exclusivamente a semente amarela. O mesmo caso ocorre com as ervilhas com sementes verdes. Essas duas linhagens eram, assim, linhagens puras. Mendel resolveu então estudar esse caso em específico.

A flor de ervilha é uma flor típica da família das *Leguminosae*. Apresenta cinco pétalas, duas das quais estão opostas formando a carena, em cujo interior ficam os órgãos reprodutores masculinos e femininos. Por isso, nessa família, a norma é haver autofecundação; ou seja, o grão de pólen da antera de uma flor cair no pistilo da própria flor, não ocorrendo fecundação cruzada. Logo para cruzar uma linhagem com a outra era necessário evitar a autofecundação.

Mendel escolheu alguns pés de ervilha de semente amarela e outros de semente verde, **emasculou** as flores ainda jovens, ainda não maduras. Para isso, retirou das flores as anteras imaturas, tornando-as, desse modo, completamente femininas. Depois de algum tempo, quando as flores se desenvolveram e estavam maduras, polinizou as flores de ervilha amarela com o pólen das flores de ervilha verde, e vice-versa. Essas plantas constituem portanto as **linhagens parentais**. Os descendentes desses cruzamentos constituem a **primeira geração** em estudo designada por geração **F<sup>1</sup>**, assim como as seguintes são designadas por **F<sup>2</sup>**, **F<sup>3</sup>**, etc.

## Resultados em F<sup>1</sup>

Todas as sementes obtidas em F<sup>1</sup> foram amarelas, portanto iguais a um dos pais.

Uma vez que todas as sementes eram iguais, Mendel plantou-as e deixou que as plantas quando florescessem, autofecundassem-se, produzindo assim a geração F<sup>2</sup>.

## Resultados em F<sup>2</sup>

As sementes obtidas na geração F<sup>2</sup> foram amarelas e verdes, na proporção de 3 para 1, sempre 3 amarelas para 1 verde. Inclusive na análise de dois caracteres simultaneamente, Mendel sempre caía na proporção final de 3:1.

### Interpretação dos resultados

**Para explicar a ocorrência de somente sementes amarelas em F<sup>1</sup> os dois tipos em F<sup>2</sup>, Mendel começou admitindo a existência de factores que passassem dos pais para os filhos por meio dos gâmetas. Cada factor seria responsável pelo aparecimento de um carácter.**

Assim, existiria um factor que condiciona o carácter amarelo e que podemos representar por V (maiúsculo), e um factor que condiciona o carácter verde e que podemos representar por v (minúsculo). Quando a ervilha amarela pura é cruzada com uma ervilha verde pura, o híbrido F<sup>1</sup> recebe o factor V e o factor v, sendo portanto, portador de ambos os factores. As ervilhas obtidas em F<sup>1</sup> eram todas amarelas, isso quer dizer que, embora tendo o factor v (minúsculo), esse não se manifestou. Mendel chamou de "dominante" o factor que se manifesta em F<sup>1</sup>, e de "recessivo" o que não aparece. Utiliza-se sempre a letra do carácter recessivo para representar ambos os caracteres, sendo maiúscula a letra do dominante e minúscula a do recessivo.

Continuando a análise, Mendel contou em F<sup>2</sup>, o número de indivíduos com carácter recessivo, e verificou que eles ocorrem sempre na proporção de 3 dominantes para 1 recessivo.

Mendel chegou a conclusão que o factor para verde só se manifesta em indivíduos puros, ou seja com ambos os factores iguais a v (minúsculo). Em F<sup>1</sup> as plantas possuíam tanto os factores V quanto o factor v sendo, assim, necessariamente amarelas. Podemos representar os indivíduos da geração F<sup>1</sup> como Vv (heterozigótico, e, naturalmente, dominante). Logo para poder formar indivíduos vv (homozigóticos recessivos) na geração F<sup>2</sup> os gâmetas formados na fecundação só poderiam ser vv.

Esse facto não seria possível se a geração desse origem a gâmetas com factores iguais aos deles (Vv). Isso só seria possível se ao ocorrer a fecundação houvesse uma segregação dos factores V e v presentes na geração F<sup>1</sup>, esse factores seriam misturados entre os factores V e v provenientes do pai e os factores V e v provenientes da mãe. Os possíveis resultados sendo: VV, Vv, vV e vv. Esse fato foi posteriormente explicado pela meiose, que ocorre durante a formação dos gâmetas. Mendel havia criado então sua teoria sobre a hereditariedade e da segregação dos factores

## 1ª Lei de Mendel

Cruzamentos básicos

Agora, vamos relembrar o caso da cor das sementes de ervilhas estudado por Mendel utilizando termos da genética.

ALELOS	GENÓTIPOS	GÂMETAS	FENÓTIPOS
V (dominante)	V V	Somente V	amarela
v (recessivo)	V v	V e v	amarela
	v v	Somente v	verde

Vamos usar como modelo para observar os cruzamentos básicos com monohibridismo (análise de um único par de alelos) o **albinismo**. O albinismo é uma doença recessiva na qual o indivíduo tem deficiência na produção de melanina, um pigmento da pele. O gene dominante A condiciona pigmentação normal da pele e seu alelo a condiciona a ausência de pigmento. Portanto, indivíduos albinos são sempre homozigóticos recessivos para este caráter e indivíduos homozigóticos dominantes ou heterozigotos têm fenótipo normal quanto à pigmentação da pele. Assim,

Genótipos Parentais	Proporção genotípica em F <sub>1</sub>	Proporção fenotípica em F <sub>1</sub>
A A x A A	100% A A	100% normal
A A x A a	50% A A, 50% A a	100% normal
A A x a a	100% A a	100% normal
A a x a a	50% A a, 50% a a	50% normal, 50% albino
A a x A a	25% A A, 50% A a, 25% a a	75% normal, 25% albino
a a x a a	100% a a	100% albino

## Cruzamento-teste

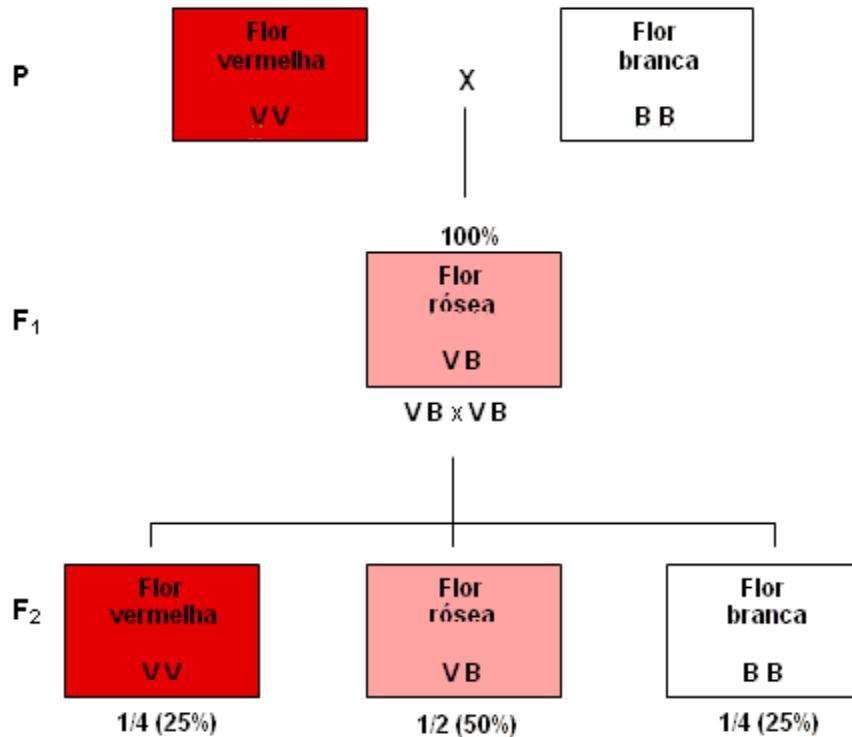
Um fenótipo dominante pode resultar tanto de um genótipo homozigótico dominante quanto de um genótipo heterozigótico. Portanto, às vezes você sabe que um indivíduo tem fenótipo dominante, mas não tem certeza de seu genótipo. Essa dúvida pode ser resolvida pelo **cruzamento-teste**, que consiste em cruzar tal indivíduo com um homozigótico recessivo e observar a proporção fenotípica da prole. Vamos exemplificar novamente através do albinismo.

**Normal (A \_)** x **Albino (a a)** : Se o indivíduo de pigmentação normal for homozigótico dominante (A A), a F<sub>1</sub> terá 100% de indivíduos normais (100% A a). Porém, se o indivíduo normal for heterozigótico (A a), a F<sub>1</sub> terá 50% de indivíduos normais (50% A a) e 50% de albinos (50% a a).

### Co-dominância (herança sem dominância)

Há casos em que os genes alelos não exercem relação de dominância ou recessividade entre si, sendo denominados co-dominantes. Neste caso, haverá dois fenótipos diferentes para os dois tipos de homozigóticos e o heterozigótico apresentará um **fenótipo intermediário**.

Um exemplo bastante comum é a expressão da cor das flores da planta *Mirabilis jalapa*, chamada popularmente de maravilha. Nesta o genótipo **V V** condiciona flores vermelhas, o genótipo **B B** condiciona flores brancas, e o genótipo **V B** condiciona flores róseas (fenótipo intermediário). Observe:



Assim, concluímos que a proporção fenotípica resultante do cruzamento entre plantas róseas com co-dominância é de **1 : 2 : 1**.

### Segunda Lei de Mendel

**Segunda Lei de Mendel** Também conhecida como Lei da segregação independente dos genes. Mendel em suas experiências também cruzou plantas que diferiam em relação a dois pares de alelos. Neste cruzamento, que objectivava esclarecer a relação de diferentes pares de alelos, ele cruzou plantas que possuíam sementes amarelas e lisas com plantas que possuíam sementes verdes e rugosas. A descendência F<sub>1</sub> resultante entre o cruzamento dos progenitores homozigóticos é formada por híbridos (heterozigóticos) para dois pares de genes. A descendência F<sub>1</sub> (GgWw) é formada por diíbridos e, por extensão, o cruzamento GGWW x ggww é um cruzamento diíbrido. Sabia-se, graças à experiências anteriores, que os alelos que determinavam sementes amarelas e lisas eram dominantes sobre seus respectivos alelos, que produziam sementes verdes e rugosas. Assim, considerando dois deles tinham-se as informações: Carácter cor das sementes

Já tinha sido observado que o padrão amarelo (V<sub>\_</sub>) apresentava dominância sobre o padrão verde (vv)

Carácter aspecto da casca da semente

Neste caso, já se observa que o padrão de casca lisa (R<sub>\_</sub>) era dominante sobre o tipo casca rugosa (rr)

estudo

Os cruzamentos foram realizados no mesmo esquema da elaboração da primeira lei. A geração parental (P) utilizava duas plantas homozigóticas para as características estudadas, assim uma duplo-dominante (AA) era cruzada com uma duplo-recessiva (aa). Desse cruzamento surgiu um híbrido heterozigótico (Aa). Mendel seleccionou dois caracteres das sete estudadas na primeira lei para comparação, ervilhas amarelas (AA) e lisas (BB) (duplo-dominante) e ervilhas verdes (aa) e rugosas (bb) (duplo-recessiva). No primeiro cruzamento (F1) todas as ervilhas obtidas eram amarelas (Aa) e lisas (Bb). Na segunda geração (F2) foram obtidas ervilhas amarelas (A<sub>\_</sub>) e lisas (B<sub>\_</sub>), amarelas (A<sub>\_</sub>) e rugosas (bb), verdes (aa) e lisas (B<sub>\_</sub>) e verdes (aa) e rugosas (bb), na proporção, respectivamente, 9:3:3:1 (P)AA/aa + BB/bb (F1)AAxaa=Aa BBxbb=Bb (F2)AaxAa=AA/Aa/Aa/aa BbxBb=BB/Bb/Bb/bb

Cruzamentos possíveis de todos os gâmetas obtidos

Gâmetas	AB	Ab	aB	ab
<b>AB</b>	AABB	AABb	AaBB	AaBb
<b>Ab</b>	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
<b>aB</b>	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
<b>ab</b>	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

A<sub>\_</sub>: Dominante (cor Amarela). B<sub>\_</sub>: Dominante (forma Lisa). aa: Recessivo (cor Verde). bb: Recessivo (forma Rugosa).

Obs.: Foram obtidos dezasseis resultados entre os cruzamentos dos possíveis tipos de cromossomos. Obs.2: A proporção obtida na experiência decorre da soma do número de ocorrências. Exemplo: Amarela e Lisa(A<sub>\_</sub>B<sub>\_</sub>): 1/16x9= 9/16.

Assim na geração F2 constata-se a existência de quatro fenótipos distintos, sendo dois idênticos da geração parental (A<sub>\_</sub>B<sub>\_</sub>) e dois novos(A<sub>\_</sub>bb e aaB<sub>\_</sub>). Todos os resultados confirmaram que os genes de cada carácter passavam de forma independente dos demais, ou seja, o fenótipo dominante - amarelo - não era transmitido obrigatoriamente com o fenótipo dominante - liso, o mesmo ocorreu com a transmissão dos fenótipos recessivos - verde e rugoso - para os descendentes.

Conclusão

A segunda Lei de Mendel também denominada de lei da segregação independente foi criada por Gregor Mendel diz que, as diferenças de uma característica são herdadas independentemente das diferenças em outras características

## Tarefas de determinação de sexo e herança

1. O que são **genes**?

02. Explique a relação existente entre genótipo e fenótipo.

03. O termo **genótipo** refere-se ao:

- a) conjunto de todos os caracteres de um organismo;
- b) conjunto de caracteres externos de um organismo;
- c) conjunto de caracteres internos de um organismo;
- d) conjunto de cromossomas de um organismo;
- e) conjunto de genes de um organismo.

04. O fenótipo de um indivíduo é:

- a) herdado dos pais;
- b) independente do genótipo;
- c) independente do ambiente;
- d) o resultado da interacção do genótipo com o ambiente;
- e) o conjunto de cromossomas.

05. No milho, um gene produz grãos vermelhos se a espiga for exposta à luz, mas, se as espigas ficarem cobertas, os grãos permanecem brancos.

O fenómeno descrito ilustra:

- a) a actuação do meio das mutações;
- b) o processo da selecção natural;
- c) a influência do ambiente na alteração do genótipo;
- d) a interacção do genótipo com o meio ambiente;
- e) a transmissão dos caracteres adquiridos.

06. Nas ervilhas, a cor vermelha da flor é condicionada por um gene dominante **B** e a cor branca, pelo seu alelo recessivo **b**. Que tipos de gâmetas produzem as plantas **BB**, **bb** e **Bb**?

**Resposta 6 : Genótipos - Gâmetas**

BB ; B  
bb ; b  
Bb ; B e b

07. Nas cobaias, o gene **B** para pelagem preta é dominante sobre **b**, que condiciona pelagem branca. Duas cobaias pretas heterozigóticas são cruzadas. Calcule:

- a) a proporção genotípica;
- b) a proporção fenotípica.

08. Que percentagem dos espermatozóides de um macho Aa conterá o gene recessivo?

- a) 25% ; b) 30% ; c) 50%; d) 75%; e) 100%

**09.** A pelagem das cobaias pode ser arrepiada ou lisa, dependendo da presença do gene dominante L e do gene recessivo l. O resultado do cruzamento entre um macho liso com uma fêmea arrepiada heterozigótica é:

- a) 50% lisos e 50% arrepiados heterozigóticos;
- b) 50% arrepiados e 50% lisos heterozigóticos;
- c) 100% arrepiados;
- d) 100% lisos;
- e) 25% arrepiados, 25% lisos e 50% arrepiados heterozigóticos.

**10.** Em uma raça bovina, animais mochos (M) são dominantes a animais com cornos (m). Um touro mocho foi cruzado com duas vacas. Com a vaca I, que tem cornos, produziu um bezerro mocho. Com a vaca II, que é mocha, produziu um bezerro com cornos. Assinale a alternativa que apresenta correctamente os genótipos dos animais citados:

	TOURO	VACA I	VACA II
a)	Mm	mm	Mm
b)	Mm	Mm	Mm
c)	MM	mm	Mm
d)	MM	Mm	MM
e)	Mm	mm	MM

### Resolução das tarefas de determinação de sexo e herança

RESPOSTA 1: Genes são segmentos da molécula de ADN, localizados nos cromossomos, estruturas intranucleares.

RESPOSTA 2: Genótipo é a constituição genética do indivíduo.

Fenótipo é qualquer aspecto de um organismo resultante da interacção do genótipo com o meio ambiente.

RESPOSTA 3: e)

RESPOSTA 4: d)

RESPOSTA 5: d)

Resposta 6 : Genótipos - Gâmetas

BB ; B  
bb ; b  
Bb ; B e b

### Resposta 7:

	♂	B	b
B		BB	Bb
b		Bb	bb

- a) 1/4 BB; 1/2 Bb; 1/4 bb  
 b) 3/4 pretas; 1/4 brancas

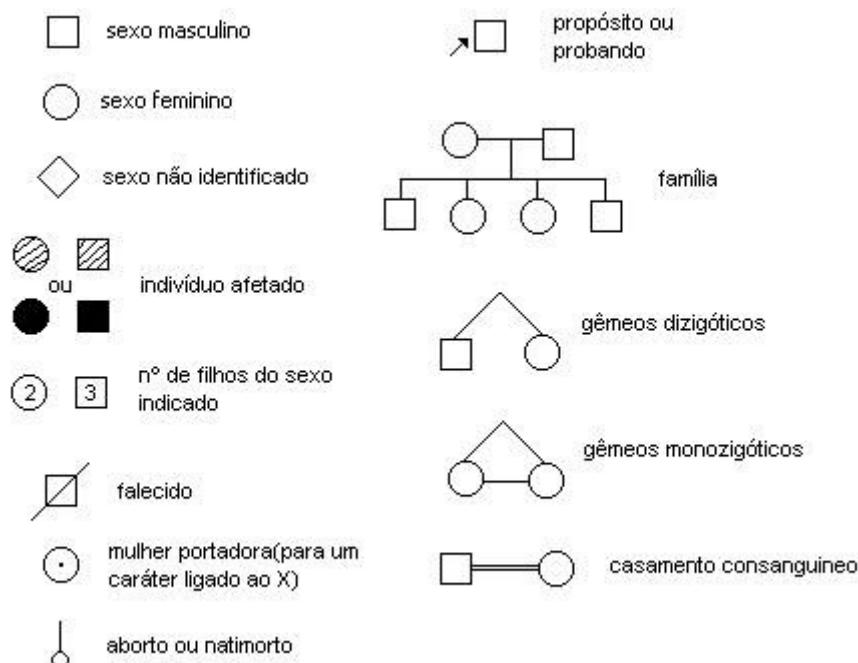
RESPOSTA 8: c)

RESPOSTA 9: a)

RESPOSTA 10: a)

## Introdução à Análise de Genealogias

Através do estudo das genealogias é possível identificar várias formas de herança e, para isto, usamos o heredograma (carta genealógica ou “pedigree”), que é a representação gráfica dos indivíduos relacionados por parentesco. As convenções mais utilizadas na elaboração dos heredogramas são:



Abaixo, citamos alguns critérios que não são rígidos, mas que facilitam a identificação de determinado padrão de herança, quando analisamos um heredograma.

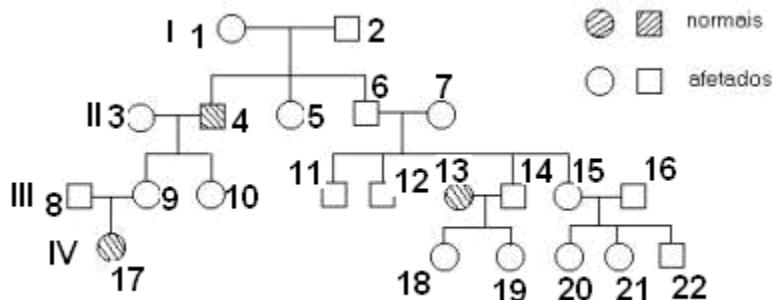
## 1. Herança autossómica dominante:

1.1 – A característica ocorre igualmente em homens e mulheres.

- 1.2 – Indivíduos afectados são frequentemente filhos de casais onde pelo menos um dos cônjuges é afectado, dessa forma, um casal normal não tem filhos afectados (a não ser que haja mutação ou cruzamento incompleto).
  - 1.3 – A característica ocorre em todas as gerações.
  2. Herança autossómica recessiva:
    - 2.1 – Os dois sexos são igualmente afectados.
    - 2.2 - Os indivíduos afectados resultam de cruzamentos consanguíneos em geral
    - 2.3 - O carácter aparece tipicamente apenas entre irmãos, mas não em seus pais, descendentes ou parentes.
    - 2.4 - Em média,  $\frac{1}{4}$  dos irmãos da resolução são afectados.
  3. Herança recessiva ligada ao sexo (ao X):
    - 3.1 – A incidência é mais alta nos homens (sexo heterogamético) do que nas mulheres (sexo homogamético).
    - 3.2 – O carácter é passado de um homem afectado, através de todas as suas filhas para metade dos filhos delas.
    - 3.3 - O carácter nunca é transmitido directamente de pai para filho.
  4. Herança dominante ligada ao sexo (ao X):
    - 4.1 – Os homens afectados transmitem o carácter para todas as suas filhas e nenhum de seus filhos.
    - 4.2 - As mulheres afectadas que são heterozigóticas transmitem o carácter para a metade de seus filhos de ambos os sexos.
    - 4.3 - As mulheres afectadas que são homozigóticas transmitem o carácter para toda a sua prole.
- A herança dominante ligada ao X não pode ser distinguida da herança autossómica dominante pela prole das mulheres afectadas, mas apenas pela prole dos homens afectados.

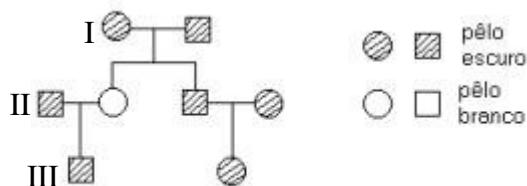
## Exercícios de Genealogias

1. Numere no heredograma abaixo as gerações I, II, III e IV e os respectivos indivíduos:



- Quantos homens estão representados nessa genealogia?
- Quantas mulheres estão representadas?
- Quantos indivíduos estão aí representados?
- Quantos afetados?
- Indique (pelos respectivos números) que casais possuem maior número de descendentes.

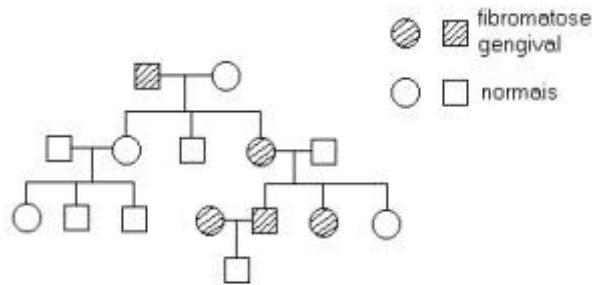
2. O pêlo dos porquinhos da Índia é determinado por um gene dominante B e o pêlo branco pelo seu alelo recessivo b. Suponha que II.1 e II.4 não sejam portadores de alelos recessivos. Calcule a probabilidade de um descendente de III.1x III.2 apresentar pêlos brancos.



3. Desenhe um heredograma representando os seguintes dados genéticos:

Um casal normal para visão em cores teve quatro filhos: três mulheres e um homem, todos normais, nessa ordem de nascimento. A primeira filha casa-se com um homem normal e tem quatro crianças, todas normais, sendo duas mulheres um homem e uma mulher, nessa ordem. A segunda filha casa-se com um homem normal e também tem quatro crianças: uma menina normal, um menino daltônico, um menino normal e o último daltônico. Os demais filhos do casal ainda não têm descendentes.

4. O heredograma abaixo apresenta uma família com indivíduos portadores de fibromatose gengival (aumento da gengiva devido a um tumor).



- Qual o tipo de herança envolvida?
- Quais os indivíduos seguramente homozigóticos do heredograma?
- Quais os indivíduos seguramente heterozigóticos do heredograma?

## Sistema ABO

### Introdução:

Foi no século XX que a transfusão de sangue, adquiriu bases mais científicas. Em 1900 foram descritos os grupos sanguíneos A, B e O por Landsteiner e em 1902 o grupo AB por De Costello e Starli. A descrição do sistema Rh foi posterior (1940), por Landsteiner e Wiener.

Os grupos sanguíneos são constituídos por **antígenos** que são a expressão de genes herdados da geração anterior. Quando um antígeno está presente, isto significa que o indivíduo herdou o gene de um ou de ambos os pais, e que este gene poderá ser transmitido para a próxima geração. O gene é uma unidade fundamental da hereditariedade, tanto física quanto funcionalmente.

## Sistema ABO

Há vários grupos sanguíneos herdados independentemente entre si. São conhecidos diversos sistemas de grupo sanguíneos. Entre eles podemos citar os sistemas ABO, Rh, MNS, Kell, Lewis, etc. O sistema ABO é o de maior importância na prática transfusional por ser o mais antigénico, ou seja, por ter maior capacidade de provocar a produção de anticorpos, seguido pelo sistema Rh. Os antígenos deste sistema estão presentes na maioria dos tecidos do organismo. Fazem parte deste sistema três genes A, B e O podendo qualquer um dos três ocupar o loco ABO em cada elemento do par de cromossomos responsáveis por este sistema.

Os genes ABO não codificam directamente seus antígenos específicos, mas enzimas que tem a função de transportar açúcares específicos, para uma substância precursora produzindo os antígenos ABO. O indivíduo do grupo AB é possuidor de um gene A e de um gene B, tendo sido um herdado da mãe e o outro do pai. Ele possui nos seus glóbulos vermelhos os antígenos A e B, seu genótipo é AB.

No caso do grupo O, foi herdado do pai e da mãe o mesmo gene O. O gene O é amorfo, isto é, não produz antígeno perceptível. As células de grupo O são reconhecidas pela ausência de

antígeno A ou B. Quando o gene O é herdado ao lado de A, apenas o gene A se manifesta; e se é herdado ao lado do gene B apenas o gene B se manifesta.

Ao realizarmos os testes rotineiros em laboratório, não podemos diferenciar os indivíduos BO e BB, e nem AO e AA. Os símbolos A e B, quando nos referimos a grupos, indicam fenótipos, enquanto que AA, BO etc. são genótipos (ver quadro abaixo).

FENÓTIPO	GENÓTIPO
A	AO
A	AA
O	OO
B	BO
B	BB
AB	AB

É dito homozigótico quando o indivíduo é possuidor de genes iguais (AA, BB, OO), e heterozigótico quando os genes são diferentes (AO, BO, AB)

## A CLASSIFICAÇÃO SANGÜÍNEA

*A determinação do grupo sanguíneo deste sistema, é feito usando dois tipos de teste.*

1º– Através da identificação da presença de antígenos nos eritrócitos, usando reactivos compostos de anticorpos conhecidos (anti-A, anti-B, anti-AB). Esta é a chamada classificação ou tipagem directa .

2º– Através da identificação da presença de anticorpos no soro/plasma usando reactivos compostos de antígenos conhecidos (hemácias A e hemácias B). Esta é a classificação ou tipagem reversa (ver quadro abaixo).

GRUPO SANGUÍNEO	SORO DE TIPAGEM Anti-A Anti-B		HEMÁCIAS DE TIPAGEM A B		ANTÍGENO	ANTICORPO
A	+	-	-	+	A	Anti-B
B	-	+	+	-	B	Anti-A
AB	+	+	-	-	AB	Ausente
O	-	-	+	+	-	Anti-A e Anti-B

Regularmente as pessoas expostas a um antígeno que não possuem, podem responder com a produção de um anticorpo específico para este antígeno. Entretanto, há alguns antígenos que possuem uma estrutura que se parece muito com antígenos de bactérias e planta, aos quais

estamos constantemente expostos. Nestes casos, ocorre a produção de anticorpos a partir do contato com as bactérias e plantas, e não ao antígeno eritrocitário.

Neste grupo encontramos os antígenos do sistema ABO. Por este processo, os indivíduos com idade superior a seis meses, possuem o anticorpo contra o antígeno que não tem, pois já foram expostos a essas bactérias e plantas, através da alimentação. Estes anticorpos são chamados de isoaglutininas ou aglutininas naturais. Observando o quadro acima podemos perceber a presença dos antígenos e anticorpos em cada grupo sanguíneo. É nesta presença ou ausência de antígenos e anticorpos que se baseia a tipagem sanguínea e a escolha do sangue a ser transfundido.

### *As transfusões podem ser:*

\* Isogrupo – quando doador e receptor são do mesmo grupo ABO\* Heterogrupos – doador e receptor são de grupo sanguíneo diferente

A escolha do sangue se baseia em que o indivíduo não pode ser transfundido com um sangue que possua um antígeno que ele não tem, pois o anticorpo presente no seu plasma, contra esse antígeno, iria reagir com essas hemácias transfundidas. Em vista disso e observando o quadro acima, fica claro que um indivíduo do grupo A não pode tomar sangue B e assim por diante.

Sempre que possível deve se transfundir sangue isogrupos, pois se por exemplo, transfundimos um sangue do grupo O a um paciente do grupo A, junto com as hemácias transfundidas temos uma quantidade de plasma onde há anticorpo anti-A, que poderá reagir com as hemácias deste paciente causando um grau de hemólise maior ou menor, mas que poderá ter um significado a depender do quadro clínico do paciente. Cada caso deve ser analisado pelo hemoterapeuta.

Este sistema ABO, também pode ocasionar incompatibilidade materno-fetal, com desenvolvimento da doença hemolítica peri-natal. Apresenta também importância em transplantes renais ou cardíaco, com menor papel nos hepáticos ou de medula óssea. Em alguns processos pode ocorrer a perda parcial do antígeno A ou B, como em algumas leucemias.

*No soro, parte do plasma onde se concentram anticorpos (proteínas de defesa), são usados contra o antígeno.*

*B : no grupo A*

*A : no grupo B*

*nenhum : no grupo AB*

*A, B, AB : no grupo O*

*- AB : Receptor universal*

*- O : Doador universal*

### **Sistema Rh:**

Quando referimos que o indivíduo é Rh Positivo, quer dizer que o antígeno D está presente. O antígeno D foi o primeiro a ser descoberto nesse sistema, e inicialmente foi considerado como único. Além deste, foram identificados quatro outros antígenos C, E, c, e, pertencentes a este sistema. Após os antígenos A e B (do sistema ABO), o antígeno D é o mais importante na prática transfusional.

Em algumas situações podemos ter uma expressão fraca do antígeno D. Isso pode ocorrer por:

*\* Variações quantitativas que são transmitidas geneticamente*

\* *Efeito de posição, sendo o mais conhecido o enfraquecimento do antígeno D quando o gene C está na posição trans em relação ao D*

\* *Expressão parcial por ausência de um dos múltiplos componentes do antígeno D*

Estes casos são chamados na prática de Rh fraco, e se refere ao que era conhecido anteriormente como D.

Ao contrário do que ocorre com os antígenos A e B, as pessoas cujos eritrócitos carecem do antígeno D, não tem regularmente o anticorpo correspondente. A produção de anti-D quase sempre é posterior a exposição por transfusão ou gravidez a eritrócitos que possuem o antígeno D. Uma alta proporção de pessoas D-negativas que recebem sangue D-positivo produzem anti-D. Se encontramos um anticorpo deste sistema podemos concluir que ocorreu uma imunização através de uma transfusão ou de uma gravidez. Qualquer antígeno deste sistema é capaz de provocar a produção de anticorpos, e assim a gerar situações de incompatibilidade.

Aloimunizações contra antígenos E, c, e, C são também observadas em pacientes politransfundidos, mas com uma frequência inferior.

A maioria dos casos de Doença Hemolítica do Recém-Nascido (DHRN) é devida ao anti-D. A profilaxia por imunoglobulinas anti-D diminuiu o número de aloimunizações maternas contra o antígeno D, mas não contra E, c, e, C

#### **anti-D.**

número de aloimunizações maternas contra o antígeno D, mas não contra E, c, e, C

#### **anti-D.**

número de aloimunizações maternas contra o antígeno D, mas não contra E, c, e,

Na rotina, é realizada a tipagem, apenas, para o antígeno D nesse sistema. Os outros antígenos (E, C, c, e), são determinados em situações onde ocorre incompatibilidade, e é necessário obter sangue que não possuam algum desses antígenos.

A produção de anticorpos contra estes antígenos ocorre de forma semelhante a produção de anti-D. A capacidade de provocar a produção de anticorpos destes antígenos varia. Partindo do mais imunogênico, temos D > c > E > C > e.

## **TRANSFUSÃO**

Para efeito de transfusão, é considerado que pacientes Rh positivos podem tomar sangue Rh positivo ou negativo, e que pacientes Rh negativos devem tomar sangue Rh negativo.

Para os pacientes D fraco, existem alguns critérios a serem observados. Se o antígeno D está enfraquecido por interacção génica, estando o mesmo presente integralmente, o paciente poderá tomar Rh positivo ou negativo. Porém nos casos em que o antígeno D está enfraquecido por ausência de um dos componentes, pode ocorrer produção de anticorpos contra o antígeno D na sua forma completa. Como rotineiramente, não identificamos a causa que leva a expressão enfraquecida do antígeno, acostuma-se a dar preferência a usar sangue Rh negativo para os pacientes Rh fraco. (1)

Existem situações clínicas onde é necessário avaliar o risco X benefício, e fazer outras opções. Neste momento é necessário o acompanhamento do hemoterapéuta.

## Resumo:

Genótipo	Dd , DD	dd
Fenótipo	Rh +	Rh -

**Rh -** : não tem nas paredes da hemácia o factor Rh ;

Se um Rh - doar sangue para um Rh+ , ele estará entregando hemácias lisas e nada acontece;

Se um Rh + doar sangue para um Rh - , ele estará entregando uma proteína estranha (factor Rh ) , no soro do receptor pode haver anticorpos, assim pode ocorrer a aglutinação do sangue .

**Eritroblastose Fetal:** (Doença hemolítica do recém - nascido)

*A mãe e o feto possuem Rh diferentes. ( mãe - , filho + ).*

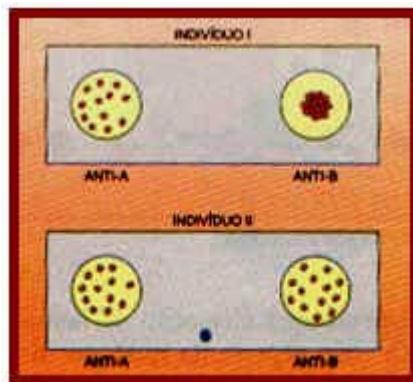
Nos últimos meses de gravidez , a criança comprime o abdómen da mãe . E comum haver contacto de sangue materno e sangue fetal .Quando isso ocorre o sistema imunológico é activado , iniciando a produção de anticorpos . Não acontece nada dessa primeira vez. Mas , no caso de uma segunda gravidez , o sistema imunológico produz anticorpos com mais rapidez e quantidade .O soro da mãe passa para o feto , ocorrendo uma reacção nas hemácias : o bebe recebe sangue Rh - , podendo assim ocorrer um aborto . Em caso de nascimento o bebe apresenta problemas hepáticos .

- A mãe fica muito sensibilizada.
- É evitada através de vacinas.

## Tarefas resolvidas

### Grupos Sanguíneos

**01.** Na presença de aglutinina correspondente, as hemácias que contêm o aglutinogénio se aglutinam. Pode-se dessa forma, determinar o grupo sanguíneo do sistema ABO a que pertencem os indivíduos. Foi testado o sangue de dois indivíduos (I e II) com os soros-padrão anti-A e anti-B, obtendo-se os seguintes resultados:



A que grupos sanguíneos pertencem, respectivamente, os indivíduos I e II?

**02.** Por que o indivíduo do grupo O pode doar seu sangue a qualquer pessoa? Por que uma pessoa do grupo AB pode receber sangue de qualquer tipo?

**03.** Um homem do grupo sanguíneo AB é casado com uma mulher cujos avós paternos e maternos pertencem ao grupo sanguíneo O. Esse casal poderá ter apenas descendentes:

- a) do grupo O;
- b) do grupo AB;
- c) dos grupos AB e O;
- d) dos grupos A e B;
- e) dos grupos A, B e AB.

**04.** Um banco de sangue possui 5 litros de sangue tipo AB, 3 litros tipo A, 8 litros tipo B e 2 litros tipo O. Para transfusões em indivíduos dos tipos O, A, B e AB estão disponíveis, respectivamente:

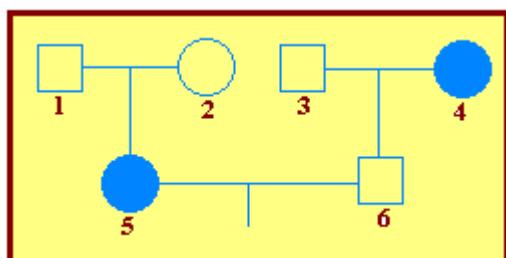
- a) 2, 5, 10 e 18 litros;
- b) 2, 3, 5 e 8 litros;
- c) 2, 3, 8 e 16 litros;
- d) 18, 8, 13 e 5 litros;
- e) 7, 5, 10 e 11 litros.

**05.** Dois caracteres com segregação independente foram analisados em uma família: grupos sanguíneos do sistema ABO e miopia. A partir dessa análise, obtiveram os seguintes dados:

I – 1, 2 e 3 pertencem ao grupo O.

II – 4 pertence ao grupo AB.

III – 4 e 5 são míopes.



Qual a probabilidade de o casal 5 e 6 ter uma criança do grupo sanguíneo O e míope?

- a) 1 / 16
- b) 1 / 8
- c) 1 / 4
- d) 1 / 2
- e) 3 / 4

**06.** Como se forma o anti-Rh no corpo humano?

**07.** Uma mulher que nunca recebeu transfusão sanguínea teve três filhos. O primeiro e o terceiro nasceram normais e o segundo, com eritroblastose fetal. Quais são os fenótipos e os genótipos para o factor Rh dos indivíduos acima citados?

**08. (FEI)** Para que haja possibilidade de ocorrência de eritroblastose fetal (doença hemolítica do recém-nascido), é preciso que o pai, a mãe e o filho tenham, respectivamente, os tipos sanguíneos:

- a)  $Rh^+$ ,  $Rh^-$ ,  $Rh^+$
- b)  $Rh^+$ ,  $Rh^-$ ,  $Rh^-$
- c)  $Rh^+$ ,  $Rh^+$ ,  $Rh^+$
- d)  $Rh^+$ ,  $Rh^+$ ,  $Rh^-$
- e)  $Rh^-$ ,  $Rh^+$ ,  $Rh^+$

**09.** Um indivíduo de tipo sanguíneo O,  $Rh^-$ , filho de pais tipo sanguíneo A,  $Rh^+$ , pretende se casar com uma jovem de tipo sanguíneo A,  $Rh^-$ , filha de pai de tipo sanguíneo O,  $Rh^-$  e mãe AB,  $Rh^+$ . A probabilidade de o casal ter filhos com o mesmo fenótipo do pai será:

- a) 1/4
- b) 1/2
- c) 1/3
- d) 1/8
- e) 1/16

**10.** Um casal cujo filho é do grupo sanguíneo A, com factor Rh positivo, pode ter os seguintes genótipos:

- a)  $I^A|I^B$  Rhrh e  $I^B|I^B$  rhrh
- b)  $I^A|I^A$  rhrh e  $I^B|I^B$  RhRh
- c)  $I^B|I^A$  Rh<sup>rh</sup> e ii rhrh
- d)  $I^B|I^B$  rhrh e  $I^A|I^B$  RhRh
- e)  $I^A|I^B$  rhrh e ii Rhrh

## Resolução das tarefas

**RESOLUÇÃO 1:** I é do grupo B; II pertence ao grupo O.

**RESOLUÇÃO 2:** O é doador universal por não apresentar aglutinogénios nas hemácias.

AB é receptor universal por não possuir aglutininas no plasma.

**RESPOSTA 3: D**

**RESPOSTA 4: A**

**RESPOSTA 5: C**

**RESOLUÇÃO 6:** O anti-Rh é produzido nos organismos Rh negativos que recebem, injectado, sangue Rh<sup>+</sup>.

**RESOLUÇÃO 7:** Mulher Rh<sup>-</sup> (rr); marido Rh<sup>+</sup> (Rr); 1º filho Rh<sup>+</sup> (Rr); 2º filho Rh<sup>+</sup> (Rr); 3º filho Rh<sup>-</sup> (rr).

**RESPOSTA 8: A**

**RESPOSTA 9: B**

**RESPOSTA 10: E**

## HEREDITARIEDADE

### EM RELAÇÃO AO SEXO

- Genes ligados ao sexo
- Genes parcialmente ligados ao sexo
- Genes influenciados pelo sexo
- Genes limitados ao sexo

### GENES LIGADOS AO SEXO

#### CONCEITO

Refere-se à herança de genes localizados na porção não homóloga do cromossoma X (mamíferos, Drosophila, etc.) ou no cromossoma análogo Z.

## CARACTERÍSTICAS

Os seguintes factos são evidências de uma herança ligada ao sexo:

Herança cruzada em cruzamentos onde a fêmea é recessiva;

Cruzamentos recíprocos com resultados diferentes;

Herança do tipo avô-neto. Neste caso o fenótipo do avô desaparece na F1 e volta aparecer na F2.

## EXEMPLOS

### Cor de olhos em Drosophila

Fenótipo	Macho	Fêmea
Vermelho	XB Y	XBXB XBXb
Branco	Xb Y	XbXb

### Daltonismo

O daltonismo é um defeito na visão em que o indivíduo confunde cores. Comumente a confusão se faz entre o verde e o vermelho e daí o nome, dado em relação ao químico Dalton, que sofria desta anomalia. Este defeito é provocado por um alelo recessivo ligado ao sexo.

Fenótipo	Homem	Mulher
Normal	XDY	XDXD ou XDXd
Daltónico	XdY	XdXd

### Hemofilia

A hemofilia é uma anomalia na capacidade de coagulação do sangue, regulada por um alelo recessivo ligado ao sexo. É uma doença que causou grande mal às famílias reais europeias, depois de ser introduzida pelos descendentes da rainha Vitória. Os sintomas apresentados pelo hemofílico são: hemorragia quer por ferimento ou não; sangramento de natureza de fluxo lento e persistente; sangramento duradouro. Pode durar semanas e então levar a uma anemia profunda. Verificou-se que a coagulação em tubo de ensaio poderia levar 30 minutos ou horas se o sangue fosse de um hemofílico. Com relação a este carácter são verificados os seguintes genótipos e fenótipos:

Fenótipo	Homem	Mulher
Normal	XHY	XHXH ou XHXh
Hemofílico	XhY	XhXh

Cromossomas Sexuais:

$2n = 46$

23 pares de cromossomas

22 pares autossómicos

1 par sexual

1) Um homem destro, heterozigótico para este carácter, que não possui a capacidade de enrolar a língua, casa-se com uma mulher canhota, com a capacidade de enrolar a língua, heterozigótica para o último carácter. Qual a probabilidade de o casal mencionado vir a ter uma filha homozigótica para ambos os caracteres?

Pelo enunciado vemos que ser destro é uma característica dominante, em relação ao canhoto, e que ter a capacidade de enrolar a língua também é uma característica dominante, em relação a não conseguir fazê-lo, certo?

Considerando que:

A - alelo que condiciona o facto de se ser destro

a - alelo que condiciona o facto de se ser canhoto

B – alelo que condiciona a capacidade de enrolar a língua

b – alelo que condiciona a incapacidade de enrolar a língua

O Genótipo do homem destro, heterozigótico para este carácter, que não possui a capacidade de enrolar a língua é **Aabb**

O Genótipo da mulher canhota, com a capacidade de enrolar a língua, heterozigótica para o último carácter é **aaBb**

Têm várias formas de resolver o problema, todas envolvendo a conjunção de probabilidades independentes:

### Forma I:

Cálculo da probabilidade deste casal ter uma criança homozigótica para ambos os caracteres:

<b>♂</b>		
<b>♀</b>	<b>Ab</b>	<b>ab</b>
<b>aB</b>	AaBb	aaBb
<b>ab</b>	Aabb	<b>aabb</b>

$$R = \frac{1}{4}$$

Cálculo da criança ser rapaz ou rapariga

<b>♂</b>		
<b>♀</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>X</b>	<b>XX</b>	<b>XY</b>
<b>X</b>	<b>XX</b>	<b>XY</b>

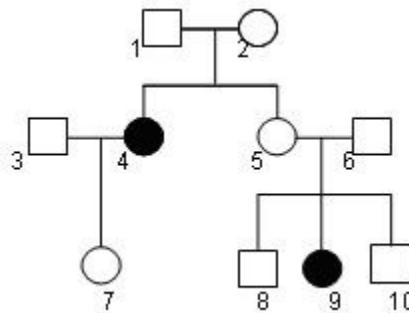
R = A probabilidade deste casal ter uma filha é de  $\frac{1}{2}$ .

Logo, a probabilidade deste casal

**(Aabb x aaBb)** ter uma filha homozigótica para ambos os caracteres (ou seja aabb) é  $= \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ !

### Forma II:

13) A árvore genealógica refere-se a uma família com casos de alcaptonúria (doença genética rara, que afecta o metabolismo da tirosina). Nesta genealogia os genótipos que não podem ser determinados são os dos indivíduos:



- |    |           |   |   |    |
|----|-----------|---|---|----|
| a) | 1,        | 2 | e | 5  |
| b) | 1,        | 3 | e | 6  |
| c) | 3,        | 5 | e | 6  |
| d) | 3,        | 8 | e | 10 |
| e) | 7, 8 e 10 |   |   |    |

Como sempre deves começar por identificar o gene dominante e recessivo (caso se trate de um caso de hereditariedade de Dominância completa) e depois atribuir uma legenda, assim... Identificas a normalidade como fenótipo dominante, uma vez que do cruzamento entre dois indivíduos normais (casal 1 e 2, ou 5 e 6) nasce uma criança com alcaptonúria (indivíduos 4 e 9 respectivamente), ou seja, estes pais são portadores da doença, mas não a manifestam por ser recessiva, assim:

Considerando:

A – alelo que condiciona a normalidade  
 a – alelo que condiciona a alcaptonúria

os genótipos dos indivíduos desta árvore serão: 1 – Aa, 2 – Aa, 3 – AA ou Aa, 4 – aa, 5 – Aa, 6 – Aa, 7 – Aa, 8 – AA ou Aa, 9 – aa, 10 – AA ou Aa  
**assim a resposta correcta é a opção d)**

## Dominância incompleta ou codominância?

A árvore genealógica da figura 1 representa a transmissão da estrutura do cabelo numa família, à terceira geração.

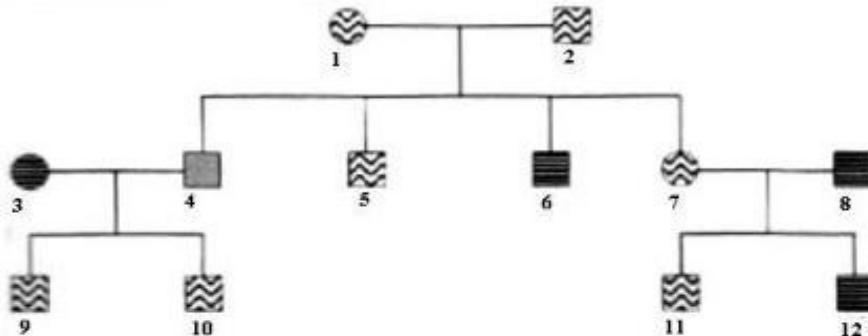
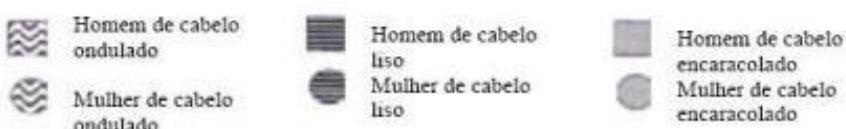


Fig. 1 — Transmissão da estrutura do cabelo numa família.



1. Classifique o tipo de hereditariedade para esta característica.
2. Indique os genótipos dos indivíduos desta família.

## Mutações

Mutação( do L. Mutare=alteração). Variação brusca, hereditária, que ocorre num indivíduo, em consequência de uma alteração num gene.

### I- Mutações genéticas

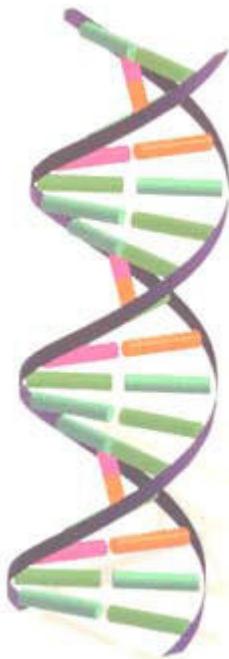
Os genes estão dispostos linearmente ao longo dos cromossomas; como são demasiadamente pequenos, não puderam, até hoje, ser observados, nem sequer com o microscópio electrónico. Cada cromossoma é, em regra, portador de centenas ou de milhares de genes.

São eles que determinam se o nosso sangue é do tipo A, B, AB, O; se nascemos com uma visão normal, ou se estamos afectados por alguns tipos de deficiência visual hereditária; se temos os olhos azuis, verdes ou castanhos; se uma dieta nos faz aumentar de peso, ou se, ao segui-la, nos mantemos magros; se uma educação musical nos converte em artistas, ou nos deixa na situação de incapazes de distinguir um som de outro, etc.

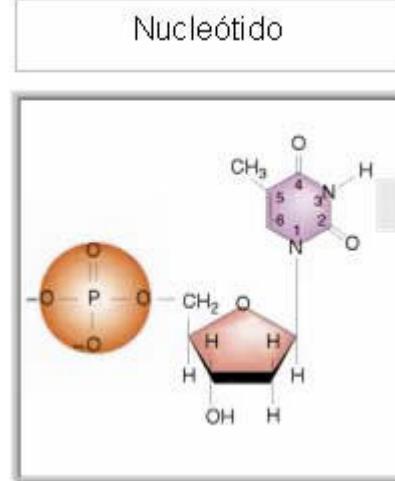
Numerosas experiências apoiam a hipótese de que os genes são constituídos, para todos os seres vivos, por ácido nucléico.

Pensa-se que um gene seja uma molécula de DNA(ADN), que controla na célula uma determinada reacção química.

O ADN(DNA), Ácido Desoxirribonucleico, é uma molécula biológica universal presente em todas as células vivas. É no ADN que está contida toda a nossa informação genética, sob a forma de genes. O ADN(DNA) é constituído por quatro tipos de nucleóideos, unidade básica do ADN(DNA) (que por sua vez é constituído por uma pentose, um grupo fosfato e uma base azotada), que se associam de uma forma específica, formando uma cadeia dupla: adenina (A) com timina (T) e guanina (G) com citosina (C). Os nucleótidos são designados deste modo devido às bases azotadas que entram nas suas constituições. É possível ler a cadeia de ADN(DNA), obtendo-se uma sequência de letras, como por exemplo, ATGATTCTGTAGCCTGATCCC, a uma sequência completa de ADN(DNA) dá-se o nome de genoma.



O ADN(DNA) tem a forma de uma escada de corda enrolada helicoidalmente, ou seja, de uma hélice dupla em que os degraus são formados por pares de bases azotadas ligadas entre si, através de ligações de hidrogénio, com fundamento na complementaridade de bases. A estrutura, do ADN(DNA), foi proposta há 53 anos por James Watson e Francis Crick. A descoberta da estrutura do ADN(DNA) abriu o caminho para se compreender como é que a informação genética é transmitida de progenitores para descendentes, ou de uma célula para outra, isto é, como funciona a hereditariedade.



Antes de a célula se dividir cada cromossoma dá origem a outro cromossoma inteiramente semelhante, com os mesmos genes dispostos segundo a mesma origem, visto que cada molécula de DNA(ADN) produz uma cópia exacta de si mesma.

Quando a célula se divide em duas células, os cromossomas separam-se dos seus duplicados recém-formados e cada uma das células-filhas recebe o mesmo número e os mesmos tipos de cromossomas e genes.

O processo mediante o qual se duplicam os cromossomas e os genes é, em geral, rigorosamente preciso.

Porém, uma vez por outra, ocorre um erro. Por razões que ainda não estão suficientemente esclarecidas, um gene não é exactamente igual ao anterior. Um nucleotídeo é inserido em vez de um outro, ou é suprimido da molécula de DNA(ADN).

Qualquer destas alterações modifica a molécula do ácido nucléico, deixando de ser uma cópia do original. Por conseguinte, a mensagem genética escrita no alfabeto dos nucleotídeos modifica-se. Este processo de mudança genética, devido à mudança de um gene, recebe o nome de **mutação genética**. Não pode ser observada ao microscópio.

Quando, mais tarde, o cromossoma, no qual se produziu a mutação, forma um duplicado de si mesmo, como preparação para a divisão celular, reproduz o gene mudado de maneira tão fiel como a que se verifica na duplicação dos genes inalterados.

Desta maneira, a mutação é herdada. O mesmo gene pode mudar de vários modos, determinando o aparecimento de vários alelos- alelos múltiplos -, que continuam localizados no mesmo lugar do cromossoma.

## II- Mutações cromossómicas

São mutações que afectam a estrutura dos cromossomas ou o conjunto da constituição cromossómica. Podem ser observadas ao microscópio.

### A- Alterações na estrutura dos cromossomas

Pode acontecer que determinado cromossoma se fracture anormalmente, originando-se, a partir dele, vários fragmentos.

É possível que, após a fractura, se verifique a ligação. Se essa ligação restabelece a situação anterior, nenhuma alteração se produz. Caso contrário, surgem vários casos de **mutações cromossómicas**, como seja o caso das **deleções** e **translocações**.

#### Translocação

Dois cromossomas sofrem quebras e há a soldadura de um segmento cromossómico a uma região fracturada de outro.

Existem dois tipos principais:

#### Translocações recíprocas

Resultam de quebra de cromossomas não homólogos, com trocas recíprocas de segmentos soltos.

#### Rearranjos equilibrados

Quando o conjunto cromossómico possui o complemento normal de informações. Todas as informações genéticas estão presentes, mas acondicionadas de modo diferente.

#### Inversão

Inversão é a ocorrência de duas quebras em um cromossoma unifilamentoso durante a interfase e a soldadura em posição invertida do fragmento ao restante do cromossoma.

#### Alterações no número de cromossomas (Aberrações cromossómicas)

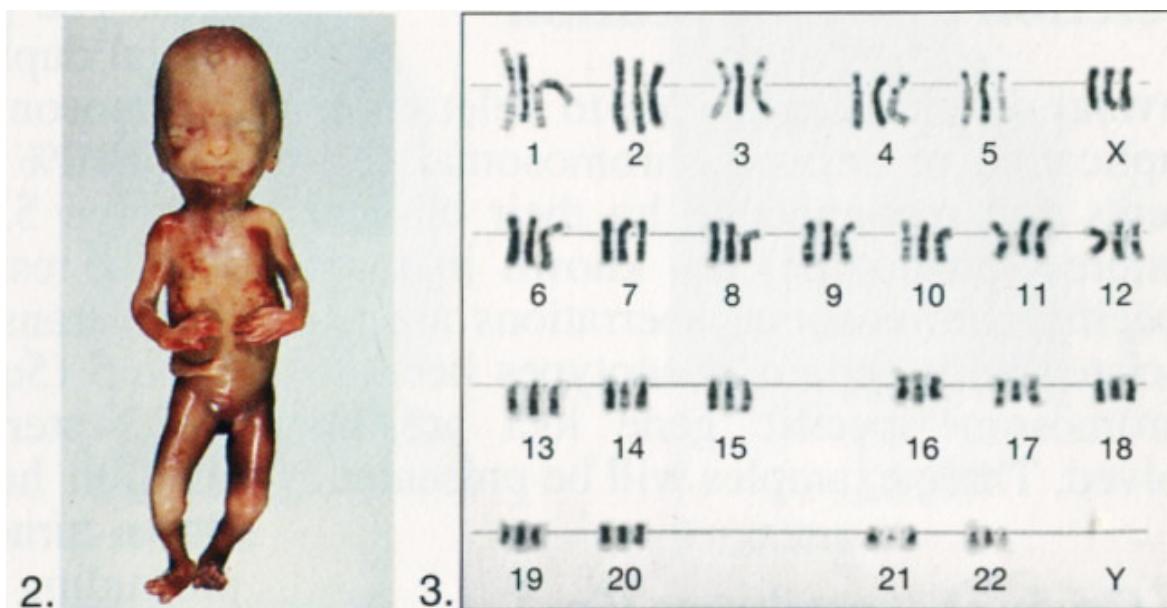
Como exemplos, poderemos citar anomalias humanas

Trissomia 21

Esta anomalia é conhecida, clinicamente por síndrome de Down ou mongolismo.

Os sintomas da trissomia 21, provocados por não disjunção do par 21, aquando da meiose, são os mesmos da trissomia 21 provocada pela translocação (21-14).

Abriu-se uma nova era na genética médica, em 1959, quando dois cientistas, Lejeune e Turpin, demonstraram que as crianças com síndrome de Down tem 47 cromossomas em cada célula do corpo, ao invés de 46 normais. A partir de então, observou-se que tais anomalias, ou aberrações cromossómicas, são muito mais frequentes e variadas do que se imaginava antes, e que também eram causa significante de defeitos congénitos e abortos que ocorrem em aproximadamente 0,7% dos que nascem com vida e em um terço dos abortos espontâneos de primeiro trimestre. (Figura abaixo):



Os indivíduos atingidos apresentam debilidade mental, acompanhada de perturbações de crescimento e metabolismo. A idade da mãe intervém no aparecimento desta anomalia. Antes dos 30 anos, o risco, para a mãe, de originar crianças trissómicas, é cerca de 1/2000; depois dos 35 anos, passa a 4/1000, e para lá dos 45 anos atinge 2/100.

### Trissomia XYY

Esta anomalia é conhecida clinicamente por **síndrome de supermasculinidade**.

Os indivíduos portadores de um cromossoma Y suplementar são geralmente altos, medindo 1,80m a 2m. O seu comportamento apresenta anomalias, notavelmente certa agressividade.

### Trissomia XXY

Conhecida clinicamente por **síndrome de Klinefelter**, traduz-se por uma intersexualidade, isto é, uma mistura de caracteres masculinos e femininos. O aspecto é masculino; o tamanho é normal e por vezes elevado; os seios são desenvolvidos; as glândulas genitais são pequenas e estéreis. O aspecto é de homens normais e com

psiquismo viril. Os indivíduos com esta síndrome têm grau de inteligência abaixo do normal

### **Monossomia X**

Esta anomalia é conhecida por **síndrome de Turner**.

As mulheres que a apresentam são pequenas(1,40m), possuem infantilismo genital, que as torna estéreis, e malformações esqueléticas, cutâneas e viscerais.

### **A causa das mutações**

As causas da maioria das mutações são desconhecidas. Os biólogos não sabem ainda por que razão, em determinado momento, surge uma mutação.

Muller, um dos colaboradores de Morgan, na tentativa de conseguir grande número de mutantes de *Drosophila*, para a realização das suas experiências de genética, resolveu submeter algumas destas moscas à acção de determinada dose de raios X.

Estudando depois os descendentes dessas moscas, acabou por verificar que a percentagem de mutações se elevava de acordo com a dose de radiações a que os progenitores tinham sido submetidos.

Estas experiências, retomadas, a partir daí, por outros cientistas, mostraram a possibilidade de aumentar a percentagem de mutações em todos os seres vivos por acção de agentes mutagéneos, tais como:

- Raios X, raios beta e gama, neutrões, radiações ultravioleta.
- Temperatura- Quando a temperatura das células sexuais é aumentada, dentro dos estreitos limites tolerados pelo organismo, a taxa de mutações aumenta.
- Agentes químicos - Quando as células são tratadas por certas drogas, a taxa de mutações também aumenta.

### **Tarefas**

**01.** Porque que a mutação é um dos mais importantes factores evolutivos?

**02.** Quais são os fenómenos biológicos responsáveis pela formação de Organismos adultos haplóides? Dê exemplos.

**03.** O daltonismo tem herança ligada ao X. Um indivíduo anormal, com cariótipo 47, XXY, era daltónico. Seus progenitores tinham visão normal para cores.

a) Qual dos progenitores formou o gâmeta com 24 cromossomas? Explique.

**04.** Qual das seguintes síndromes humanas é devida a uma monossomia?

- a) Síndrome de Down
- b) Síndrome de Turner
- c) Síndrome de Klinefelter
- d) Síndrome de Klinefelter
- e) Síndrome da imunodeficiência adquirida.

## RESOLUÇÃO das tarefas:

**RESPOSTA 1:** Porque provoca variações necessárias às modificações das espécies.

**RESPOSTA 2:** Meiose inicial (algas e fungos) e partenogénesis (abelhas).

**RESPOSTA 3:** a) A mãe, portadora do gene para daltonismo (d) situado no cromossoma X.

**RESPOSTA 04:** B

### Doenças infecciosas

O corpo humano é cercado e habitado por bilhões de microrganismos (organismos vivos tão minúsculos que podem ser vistos somente pelo microscópio). A maioria dos microrganismos é inofensiva ou até benéfica como, por exemplo, as bactérias que costumam viver no sistema digestivo e nos ajudam na digestão de alimentos. De vez em quando, no entanto, um microrganismo capaz de causar uma doença invade nosso corpo. As doenças causadas por esses microrganismos são chamadas de doenças infecciosas.

**Doenças infecciosas** são contagiosas, ou seja, podem ser transmitidas de uma pessoa para outra. Elas podem ser transmitidas por contacto com a pele, através de fluidos corporais, em alimentos ou bebidas contaminados ou por partículas do ar que contenham microrganismos, embora valha lembrar que os caminhos e facilidade de transmissão variem de uma doença para outra.

Além disso, picadas de insetos ou mordidas de animais são outra forma de transmissão. Se um inseto, por exemplo, picar uma pessoa infectada, ele pode transportar o microorganismo e passar a doença para outra por meio de uma picada. Os dois tipos mais comuns de doenças infecciosas são as infecções bacterianas e as virais.

**As bactérias causadoras de doenças, ou patogénicas**, atacam os tecidos do corpo directamente ou causam danos através da secreção de substâncias venenosas chamadas toxinas. Felizmente, no entanto, as infecções causadas por bactérias costumam ser curáveis. Os antibióticos matam alguns tipos de bactérias e as vacinas previnem algumas doenças causadas por bactérias.

**Os vírus** são os menores microrganismos conhecidos e são responsáveis por doenças tão relativamente inofensivas quanto a constipação e por outras tão graves quanto a meningite. Os vírus vivem e se reproduzem somente dentro de células vivas, e apenas determinadas células são susceptíveis a um vírus específico.

Você pode ser o hospedeiro de diversos vírus sem sofrer qualquer tipo de doença, mas se um número muito grande de células forem atacadas, é aí que ficamos doentes.

Não há tratamento médico eficaz para a maioria das infecções virais. Isso acontece porque, como os vírus vivem dentro das células, qualquer tratamento criado para matá-lo provavelmente também atingirá a célula. Além disso, há milhares de vírus diferentes, cada um com propriedades diversas, e um agente que seja eficaz contra um vírus provavelmente não será tão eficaz contra os outros. E embora haja vacinas para algumas doenças virais, o tratamento para a maior parte delas se limita ao tratamento dos sintomas.

Neste artigo, vamos nos concentrar nos diferentes aspectos das doenças contagiosas, começando por como o corpo se defende delas.

## Qual a diferença entre doenças infecciosas e doenças contagiosa?

Doenças infecciosas são as doenças causadas por agentes como bactérias, fungos e vírus. Doenças contagiosas são aquelas que se transmitem por contacto com fontes de contaminação, tais como: animais doentes, solo, água, pastagem, etc.

## Doenças hereditárias

### ANEMIA FALCIFORME

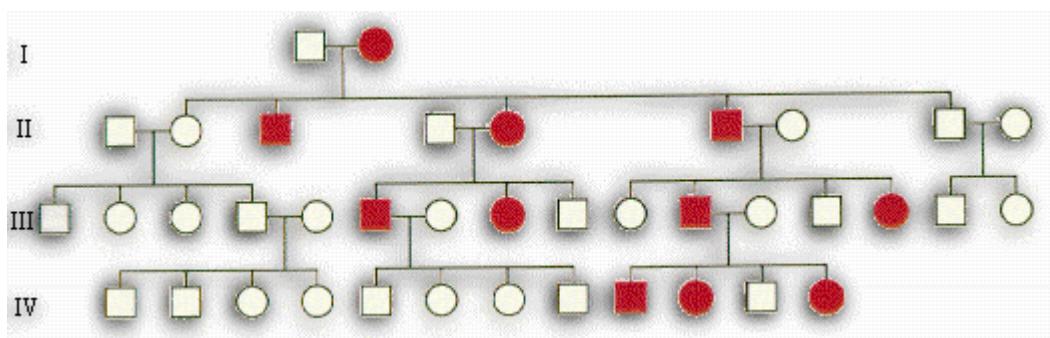
A forma comum da Anemia Falciforme (HbSS) acontece quando uma criança herda um gene da hemoglobina falciforme da mãe e outro do pai. É necessário que cada um dos pais tenha pelo menos um gene falciforme, o que significa que cada um é portador de um gene da hemoglobina falciforme e um gene da hemoglobina normal.

Como a condição de portador do traço falciforme é um estado benigno, muitas pessoas não estão cientes de que o possuem. Quando duas pessoas portadoras do traço falciforme resolvem ter filho(s), é importante que saibam que para cada gestação há possibilidade de um para quatro de que a criança tenha doença falciforme; há possibilidade de uma em duas de que a criança tenha doença falciforme; há possibilidade de uma em quatro de que a criança tenha o traço da falciforme, e a chance de um em quatro de que tenha a hemoglobina normal.

- **O que é doença falciforme ?**

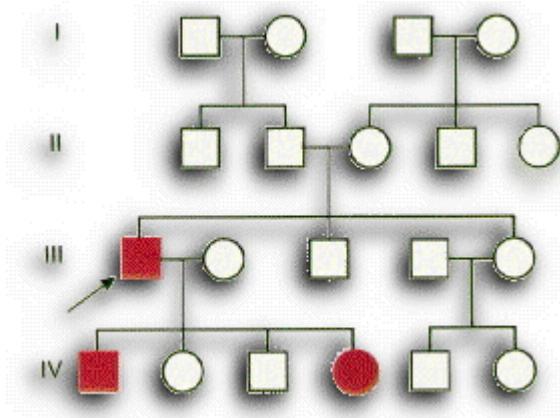
A Doença Falciforme é uma doença herdada em que, os glóbulos vermelhos, diante de certas condições, alteram sua forma e se tornam parecidos com uma foice, daí o nome falciforme.

Os glóbulos vermelhos em forma de foice se agregam e dificultam a circulação do sangue nos pequenos vasos do corpo. Com a diminuição da circulação ocorrem lesões nos órgãos atingidos, causando dor, destruição dos glóbulos, icterícia (olhos amarelos) e anemia.



## NEUROFIBROMATOSE DE VON RECKLINGHAUSEN (NF1)

É um distúrbio comum do sistema nervoso caracterizado por manchas café-com-leite e tumores cutâneos fibromatosos.



O gene é clinicamente observado em praticamente todas as pessoas (cruzamento completo). No heredograma acima, o probando (indicado por uma seta) parece ser um gene mutante novo, pois seus pais e avós não são afectados.

## POLIDACTILIA

Polidactilia é uma doença caracterizada pela presença de um dedo extra. Há uma variação muito grande na expressão dessa característica, desde a presença de um dedo extra, completamente desenvolvido, até a de uma simples protusão carnosa.

A remoção cirúrgica é o único tratamento, de simples resolução.

Na Polidactilia um fenótipo é expresso da mesma maneira em homozigotos e heterozigotos.

Regras para identificar a Herança Autossómica Dominante:

Deve ocorrer em homens e mulheres em igual frequência.

Pais normais só podem ter filhos normais.

Pais afectados podem ter filhos afectados e normais

Não ocorrem saltos de gerações.

### Doenças hereditárias

As **doenças hereditárias** são um conjunto de doenças genéticas caracterizadas por transmitir-se de geração em geração, isto é de pais a filhos, na descendência e que se pode ou não manifestar em algum momento de suas vidas. As principais são diabetes, hemofilia, hipertensão, obesidade e as alergias. Não deve se confundir doença hereditária com:

Doença congénita: é aquela doença que se adquire com o nascimento e se manifesta desde o mesmo. Pode ser produzida por um transtorno durante o desenvolvimento embrionário ou durante o parto.

Doença genética: é aquela doença produzida por alterações no DNA, mas que não tem por que se ter adquirido dos progenitores; assim ocorre, por exemplo, com a maioria dos cancros(câncer).

## Classificação das doenças hereditárias

### Doenças monogénicas

São doenças hereditárias produzidas pela mutação ou alteração na sequência de DNA de um gene. Também se chamam doenças hereditárias mendelianas, por se transmitir na descendência segundo as leis de Mendel. Conhecem-se mais de 6000 doenças hereditárias monogénicas, com uma prevalência de um caso por cada 200 nascimentos. Exemplos de doenças monogénicas são:

- Anemia falciforme.
- Fibrose cística.
- Doença de Batten.
- Doença de Huntington (cromossoma 4).
- Síndrome de Marfan.
- Hemocromatose.
- Deficiência de alfa-1 antitripsina.
- Distrofia muscular de Duchenne.
- Síndrome do X Frágil.
- Hemofilia A.
- Fenilcetonúria.

As doenças monogénicas transmitem-se segundo os padrões hereditários mendelianos como:

**Doença autossómica recessiva.** Para que a doença se manifeste, precisa-se de duas cópias do gene mutado no genoma da pessoa afectada, cujos pais normalmente não manifestam a doença, mas portam cada um uma cópia do gene mutado, pelo que podem transmitir à descendência. A probabilidade de ter um filho afectado por uma doença autossómica recessiva entre duas pessoas portadoras de uma só cópia do gene mutado (que não manifestam a doença) é de 25%.

**Doença autossómica dominante.** Só se precisa uma cópia mutada do gene para que a pessoa esteja afectada por uma doença autossómica dominante. Normalmente um dos dois progenitores de uma pessoa afectada manifesta a doença e estes progenitores têm 50% de probabilidade de transmitir o gene mutado a seu descendente, que manifestará a doença.

**Doença ligada ao cromossoma X.** O gene mutado localiza-se no cromossoma X. Estas doenças podem transmitir-se a sua vez de forma dominante ou recessiva.

### Doenças poligénicas

São um conjunto de doenças hereditárias produzidas pela combinação de múltiplos factores ambientais e mutações em vários genes, geralmente de diferentes cromossomas. Também se chamam **doenças multifactoriais**.

Algumas das doenças crónicas mais frequentes são poligénicas, como por exemplo:

- Hipertensão arterial.
- Diabetes mellitus.
- Vários tipos de câncer.
- Inclusive a obesidade.

A herança poligénica também se associa a rasgos hereditários tais como os padrões da impressão digital, altura, cor dos olhos e cor da pele. Possivelmente a maioria das doenças são doenças multifactoriais, produzidas pela combinação de transtornos genéticos que predispõem a uma determinada susceptibilidade aos agentes ambientais.

## Doenças cromossómicas

São devidas a alterações na estrutura do cromossoma, como perda cromossómica, aumento do número de cromossomas ou translocações cromossómicas. Alguns tipos importantes de doenças cromossómicas podem-se detectar no exame microscópico. A trissomia 21 ou síndrome de Down é um transtorno frequente que sucede quando uma pessoa tem três cópias do cromossoma 21 (entre um 3 e um 4% dos casos são hereditários; o resto são congénitos).

## Exercícios

- Sabe-se que o HIV tem afinidade por uma determinada célula do organismo.
- Qual essa célula e qual sua função no organismo? e o que ocorre com o organismo com a destruição dessas células?

## Respostas:

Respostas a “doenças infecciosas”

1-O HIV tem afinidade com as células do sistema imunológico, especialmente linfócitos CD4.

Com a destruição dessas células, o organismo perde a imunidade, ficando vulnerável às doenças.

2-elas tem a finalidade de protecção ao nosso sistema, e com a destruição dessas células nosso sistema de defesa se enfraquece.

3- as células tem afinidade do sistema que imune, especialmente linfócitos CD4. Com a destruição dessas células, o organismo perde a imunidade, ficando vulnerável às doenças.

4-o HIV atinge as células do sistema imunológico, assim destruindo os anticorpos e facilitando o contágio de várias outras doenças como o

## SECÇÃO III

Caro (a) amigo (a) estudante! Esta é secção composta pelas unidades Evolução e Ecologia. Nela irá aprender matérias que compreendem a introdução sobre a Origem da vida e Evolução, introdução à Ecologia até a relação entre os organismos no ecossistema.

### Unidade 4 - Evolução

#### Objectivos:

- Interpretar os mecanismos da Evolução;
- Explicar os factos que apoiam a teoria da evolução;
- Explicar os factos que apoiam a selecção natural;
- Interpretar sobre evolução abiogénica.

#### Teoria Científica Sobre a Origem da Vida

Estima-se que a terra existia há 5 biliões de anos. Quando a terra se formou, a temperatura nela existente era elevadíssima, aproximadamente 5000º C, o que não permitia a existência de nenhuma forma de vida, a terra era despida de atmosfera e oceanos.

A composição da atmosfera primitiva era muito diferente da atmosfera actual.

#### Reacções das substâncias orgânicas e o surgimento dos primeiros compostos

Nos últimos 120 anos, várias ideias sobre a origem da terra, sua idade, as condições primitivas da atmosfera foram surgindo. Em particular, verificou-se que os mesmos elementos que predominam nos organismos vivos (carbono(C), hidrogénio(H), oxigénio (O) e nitrogénio (N)) também existem fora dela; apenas nos organismos vivos esses elementos estão combinados de maneira a formar moléculas complexas, como proteínas, polissacarídeos (açucares), lípidos (gorduras) e ácidos nucléicos (material genético).

A terra primitiva era formada pelos elementos: C, H, S, O, N e compostos de moléculas simples e com poucos átomos tais como: Metano (CH4), Amónia (NH3), Ácido Sulfídrico (H2S), Água (H2O), Dióxido de Carbono (CO2), Hidrogénio (H2) e outros gases. Estas substâncias foram reagindo entre elas para posteriormente aparecerem as moléculas complexas,  
Ex:  $\text{CO}_2 + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}$

Dióxido de Carbono + Amónia  $\rightarrow$  Ureia + Água

1. Elementos,
2. Moléculas Simples,
3. Moléculas Complexas,
4. Proteínas
5. Aglomerados de Proteínas
6. Seres Vivos Simples
7. Seres Vivos Complexos (Pluricelulares)

**Aristóteles** – defende o surgimento da vida a partir de princípios activos contidos em certos elementos, que quando ingeridos poderiam ser activos (**Evolução Abiogénica**)

No princípio, a evolução foi abiogénica, isto é, não compreendeu organismos vivos. A energia sob a forma de faíscas eléctricas e de calor produzido durante as explosões vulcânicas fez com que as moléculas simples presentes na atmosfera e na água, são as que estariam presentes na terra primitiva.

**Francisco Redi** – A vida só se origina a partir de outra pré-existente, desde que encontre meio favorável no seu desenvolvimento (**Biogênese**).

**Biogênese** – É uma teoria biológica na qual a matéria viva precede sempre de matéria viva. Segundo as teorias formuladas pelos partidários da biogênese, entre os quais, **Fritz Muller, Serres e Haeckel**, a evolução do indivíduo deve reproduzir a da espécie.

Segundo **C. G. Jung**, a história do desenvolvimento das espécies se repete no desenvolvimento embrionário do indivíduo.

**Anton Leewenhook** – Aperfeiçoou o microscópio, relevando que os microrganismos tiveram seus próprios meios de reprodução.

Em **1953, Stanley Miller** - Foi o primeiro a desenvolver uma experiência deste tipo, utilizando uma mistura de água, metano, amônia e vapor de água.

Em **1957, Sidney Fox** – Baseando-se no trabalho de Miller, tenta entender como poderiam ter ocorrido proteínas a partir de aminoácidos, nas condições primitivas da terra.

**As protocélulas**, são estruturas parecidas com células tendo uma camada anterior que apresenta algumas propriedades das membranas celulares, tais como permeabilidade de algumas moléculas, assim como, a impermeabilidade de outras.

## Evolução das Primeiras Células Primitivas a Partir das Protocélulas

### Hipótese heterotrófica

A hipótese mais aceite, actualmente, diz que os primeiros seres vivos eram heterotróficos. Um ser **heterotrófico** é aquele que não tem capacidade de sintetizar o seu próprio alimento. Ele obtém a matéria prima e a energia, necessárias ao seu desenvolvimento, do meio em que vive. Ao contrário, um ser **autotrófico** é aquele que tem capacidade de sintetizar seu próprio alimento. a partir de substâncias inorgânicas e de energia, os autotróficos conseguem produzir as moléculas necessárias ao seu desenvolvimento.

Os heterotróficos poderiam ter vivido, perfeitamente, nas condições dos mares primitivos, visto que estes mares eram verdadeiras sopas nutritivas, ricas em matéria orgânica. A hipótese que diz que os primeiros seres vivos eram autotróficos foi abandonada, pois para se sintetizar moléculas orgânicas, estes seres teriam que ter um alto grau de organização molecular. É muito mais razoável pensar-se que os primeiros seres vivos eram bem simples, como os heterotróficos, do que altamente complexos, como os autotróficos.

**Segundo a hipótese herotrófica, os primeiros seres vivos obtinham o seu alimento do meio circundante. Os autotróficos surgiram depois.**

Protocélulas – ter-se-ão desenvolvido de acordo com as diversas macromoléculas que continham. Eventualmente, surgiu um tipo de protocélulas que incorporava uma molécula de AND formada abiogénicamente. Este AND actuava como um modelo, ou padrão, para a produção de proteínas e uma dessas proteínas foi capaz de fazer cópias do próprio ADN.

## Teorias Antigas Sobre a Origem dos Seres Vivos

### (Fixismo e Transformismo)

**Fixismo** - Cada espécie vivente, vegetal ou animal, teria surgido de maneira independente, no passado, por acto de criação divina, tendo exactamente as mesmas características que possui hoje. Carlos Linneus é o defensor desta Teoria Fixista (As espécies biológicas são fixas e imutáveis).

**Transformismo** – É a transformação gradual das espécies no decorrer do tempo, originando novas espécies. Assim, as espécies actuais teriam sido originadas de Ancestrais Comuns por evolução.

### Geração Espontânea

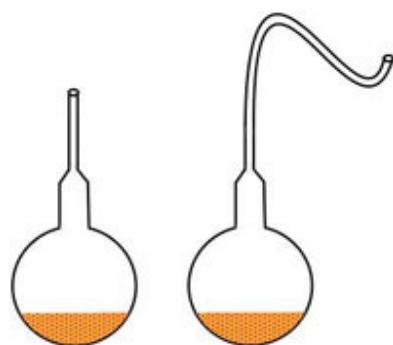
Acreditava-se que a vida teria surgido espontaneamente da matéria não viva. Os cientistas observavam que os líquidos contendo material orgânico ficavam infectados de microrganismos. Pensava-se que esses organismos tivessem sido criados de novo, isto é, que não derivavam de outros semelhantes a si próprios.

Por volta de 1860, um cientista Francês, **Louis Pasteur** provou através de experiências que estas ideias estavam erradas. Na sua experiência demonstrou que um meio estéril em contacto com o ar contaminado, permitia a proliferação de microrganismos.

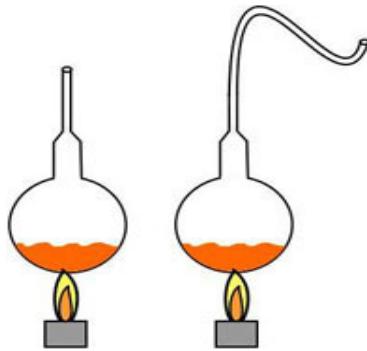
### A Experiência de Pasteur

As etapas da experiência de Pasteur são delineadas abaixo.

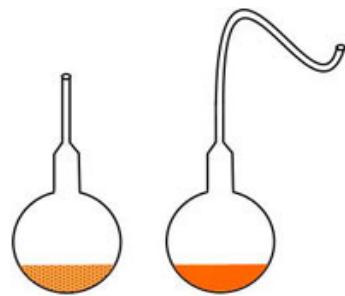
1. Primeiro, Pasteur preparou um nutriente semelhante à uma sopa.
2. Em seguida, colocou porções iguais desse caldo em dois frascos de gargalo longo. Um frasco tinha o gargalo recto; outro tinha um gargalo dobrado em forma de S.



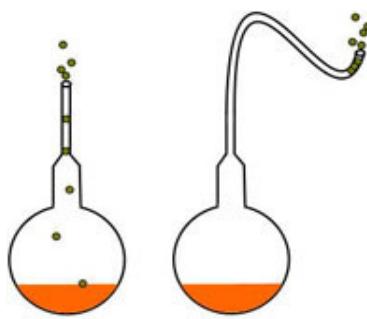
3. Depois, ele ferveu o caldo em cada frasco a fim de matar qualquer matéria viva que o líquido contivesse. Os caldos esterilizados foram deixados descansando, em temperatura ambiente e expostos ao ar, nos frascos sem tampa.



4. Depois de algumas semanas, Pasteur observou que o caldo no frasco de gargalo recto estava nublado e descolorido, enquanto o do frasco de gargalo curvo não havia mudado.



5. Ele concluiu que germes conduzidos pelo ar conseguiam cair sem obstruções no frasco de gargalo recto, contaminando o caldo. Já o outro frasco aprisionava os germes em seu gargalo curvo, impedindo-os de chegar ao caldo, que não mudou de cor ou se tornou nublado.



6. Caso a geração espontânea fosse um fenômeno real, argumentou Pasteur, o caldo no frasco de gargalo curvo teria se infectado porque germes teriam sido gerados espontaneamente. Mas o frasco de gargalo curvo não foi infectado, o que indica que só outros germes podem gerar germes.

A experiência de Pasteur exibe todos os traços de uma investigação científica moderna. Ele começou por uma hipótese e testou a hipótese por meio de uma experiência cuidadosamente controlada. O mesmo processo - baseado na mesma sequência lógica de eventos - vem sendo empregado por cientistas há cerca de 150 anos. Com o tempo, essas etapas se tornaram uma metodologia idealizada que hoje conhecemos como método científico.

### **Teoria de Catástrofismo de Cuvier (1769-1832)**

Os cientistas diziam que calamidades de grande impacto, com inundações, tinham feito com que espécies inteiras desaparecessem. Posteriormente, elas eram substituídas por outras, por novas espécies muitas vezes diferentes criadas espacialmente por Deus ou por espécies que tivessem migrado de regiões da terra não afectadas pela calamidade.

## **Teorias Evolucionistas**

### **Lamarckismo**

**Lei de uso e desuso:** O uso desenvolve um órgão e o desuso atrofia.

Crítica: É verdadeira dentro dos limites da norma de reacção de genótipo

### **Lei de Herança dos Caracteres Adquiridos**

As estruturas desenvolvidas pelo uso ou atrofiadas pelo desuso são hereditárias.

Crítica: Falsa, somente só pode ser hereditárias as modificações no DNA das células reprodutoras que ocorrem independentemente do seu valor adaptativo.

Os principais pontos da teoria de Lamarck são:

- A) LEI DO USO E DESUSO- o uso de um órgão desenvolve-o, enquanto o desuso atrofia-o.  
B) LEI DA HERANÇA DOS CARACTERES ADQUIRIDOS- os caracteres adquiridos pelo uso ou pelo desuso são transmissíveis às novas gerações.

### **Darwinismo**

Estabelece o conceito de selecção natural (sobrevivência dos mais aptos, que deixam assim maior prole e aumentam o número da população), Estabelece que todas as espécies, incluindo o homem, têm ancestrais comuns.

A teoria pode ser assim explicada:

- ❖ **Variabilidade** : os seres vivos de uma determinada espécie tenderiam a produzir um grande número de indivíduos com pequenas diferenças individuais.
- ❖ **Selecção natural**: o ambiente imporia uma série de obstáculos à sobrevivência e a reprodução e, nesse ambiente, os indivíduos mais adaptados às condições sobreviveriam e transmitiriam geneticamente essas variações aos seus descendentes.
- ❖ **Adaptação** : é consequência da selecção natural, agindo sobre a variação.

Crítica: O conceito de selecção natural é válido, mas a teoria não explica correctamente como surgem as variedades, ficando contaminada pela lei de uso e desuso.

### **Teoria Actual**

Só passa a geração seguinte o que está presente na linhagem germinativa (Experiência de Weismann), as variações surgem ao acaso, por mutações (De Vries).

A reprodução sexuada potencializa o efeito das mutações (Leis de Mendel e Crossing) e aumenta a variedade genética da população.

**Migração, Isolamento Geográfico e Isolamento Reprodutivo** são factores importantes na formação de novas espécies.

A selecção natural impõe uma ordem ao processo evolutivo.

A evolução pode ser definida matematicamente como uma alteração na frequência de genes (Lei de Hardy-Weinberg).

Em populações pequenas podem ocorrer alterações na frequência de genes, sem nenhum valor adaptativo (Oscilações Genéticas).

### Factores de Evolução

- Mutação
- Selecção Natural
- Recombinação Genética
- Isolamento Geográfico

**Mutação** – É uma modificação brusca do genótipo, possível de ser transmitido á descendência. Os organismos que sofrem mutações podem apresentar uma ou duas características novas, que podem ser úteis ou não.

**Selecção Natural** – São as características positivas que favorecem a sobrevivência do ser vivo, enquanto, as negativas o eliminam.

**Recombinação Genética** – Promove o aparecimento não de genes novos, mas sim de genótipos novos.

A combinação genética se processa por três mecanismos básicos:

- a) Segregação dos cromossomas na meiose;
- b) Ocorrência da permutação (crossing-over)
- c) Fecundação

### Provas de Evolução

- ❖ **Paleontologia** – Ciência que trata da descoberta e interpretação dos fósseis;
- ❖ **Fósseis** – São restos ou vestígios de organismos de épocas geológicas remotas, que ficaram preservadas nas rochas. O registo de fósseis e a prova directa que apoia a teoria da evolução;
- ❖ **Anatomia Comparada** – É uma parte especial da Biologia que compara e contrasta as semelhanças e diferenças das estruturas, tanto entre plantas como entre animais que são estritamente relacionadas;
- ❖ **Embriologia Comparada** – Proporciona uma evidência indirecta em apoio a teoria de evolução. A segmentação do ovo e as primeiras etapas do desenvolvimento embrionário são bastante comparáveis nos diferentes grupos de animais.

Baseando-se em observações embriológicas, **Haeckel**, estabeleceu a Lei Biogénica Básica “*O desenvolvimento de um ser vivo é uma repetição curta do desenvolvimento da espécie*”

- ❖ **Fisiologia Comparada** – Está relacionada com a comparação das diferentes funções que revelam também certas semelhanças entre os seres vivos.

## Origem do Homem

### Cronologia Geral da Evolução do Homem

#### Aspectos Gerais

1. O homem e o macaco tem antepassados comuns;
2. Ambos pertencem a ordem dos primatas e as características principais são:
  - a) Mamíferos tipicamente arborícolas;
  - b) Mãos e pés munidos de 5 dedos apreensores de objectos, com unhas e não garras e com grande sensibilidade tactíl na face palmar dos dedos;
  - c) Polegar oponível aos restantes dedos;
  - d) Encéfalo relativamente volumoso;
  - e) Glândulas mamárias em posição peitoral;
  - f) Actividade sexual continua.

#### Diferenças entre o Homem e outros Animais

- a) Qualidade de inteligência superior;
- b) Elevado poder de comunicação;
- c) Linguagem articulada;
- d) Faculdades de fabricar e manejar instrumentos.

#### Modificações que ocorrem no Homem ligadas à posição bípede

- Buraco occipital no centro da base do crânio
- Coluna vertebral em forma de ‘S’ vertical
- Alongamento dos membros inferiores
- Desenvolvimento dos Glúteos e gémeos

## Evolução dos Hominídeos

### Factores da Antropogénese

Do Ramapithecus ao Homo Sapiens Sapiens

#### 1. Ramapithecus

- a) Posição bípede ainda muito curvado
- b) Pragmatismo facial
- c) Arco dental com caninos e incisivos com inserção parabólica
- d) Vida em hordas
- e) Utilização dos objectos naturais

2. **Australopithecus – 500 a.c**
  - a) Posição bípede
  - b) Posição erecta
  - c) Bacia humana
  - d) Testa ausente
  - e) Caça e hordas
  - f) Utilização de instrumentos primitivos
3. **Homo Erectus (Homem de Java ou de Pequim) 800-1300 a.c**
  - a) Superior capacidade craniana
  - b) Fortes saliências
  - c) Sem queixo definido
  - d) Caça e recolha de restos vegetais
  - e) Vida de cavernas
  - f) Fabrico de instrumentos de pedra
  - g) Utilização ocasional do fogo
4. **Homo Neanderthalensis (Neanderthal)**
  - a) Corpo forte (membros e músculos)
  - b) Maior capacidade craniana
  - c) Fabrico de instrumentos especializados de pedra e Madeira
  - d) Produção do fogo
  - e) Vida em cavernas e rituais de caça
  - f) Cerimónias fúnebre (enterravam os mortos)
5. **Homo Sapiens Sapiens**
  - a) Maior capacidade craniana, com maior número de circunvoluçãoes cerebrais
  - b) Testa lata
  - c) Redução das arcadas superciliares
  - d) Saliências do queixo
  - e) Postura erecta e alta
  - f) Produção de instrumentos mais aperfeiçoados
  - g) Actividades ligadas a pastorícia e à agricultura
  - h) Pinturas nas paredes das cavernas (arte rupestre)

### Lugar do Homem na Natureza

1. **Reino: Animália** – Organismo usualmente móvel que ingerem alimentos.
2. **Filo: Chordata** – Animal com simetria bilateral, corda dorsal e tubo neural em posição dorsal.
3. **Sub-Filo: Vertebrata** – Animal com esqueleto interno ósseo ou cartilagíneo e espiral medula com cérebro na extremidade anterior.
4. **Classe: Mammalia** – Animal de sangue quente, coberto de pêlos, que amamentam as suas crias.
5. **Sub-Classe: Theria** – Mamífero vivíparo, os seus embriões desenvolvem-se ligados ao corpo materno por uma estrutura chamada placenta.

6. **Ordem: Primata** – Animal essencialmente arborícola, com capacidade de preensão devido à oponibilidade do polegar aos outros dedos. Tem unhas em vez de garras, num ou em mais dos seus dedos.
7. **Sub-Ordem: Anthropoidea** – Primatas mais evoluídos, com grande controle dos dedos e grande capacidade de aprendizagem e estrutura dental característica.
8. **Superfamília: Hominídea** – Primatas sem cauda e com grande liberdade de movimentos dos membros superiores.
9. **Família: Hominíidae** – Primatas terrestres, bípede e capaz de fabricar instrumentos
10. **Género: Homo** – Homem modernos e seus ancestrais imediatos.
11. **Espécie: Homo Sapiens** – Modernas populações humanas do período pós-glacial e algumas mais antigas.
12. **Sub-Espécie: Homo Sapiens Sapiens** – Homem actual.

## Raças Humanas

O termo “raça” indica, de modo geral, grupos de pessoas que têm características físicas em comum: cor de pele, estatura corporal, estatura craniana, etc..

Às vezes, a essas particularidades objectivas são associadas supostas características morais e psicológicas. Essa falsa premissa é utilizada para considerar algumas raças superiores e outras inferiores, justificando o domínio de uma raça sobre outra. É nisso que se apoia o racismo.

Todo homem carrega a forma inteira da condição humana, ou seja, raça não é mais do que a condição humana. Fora disso, como existem linhas morfológicas, permitem à antropologia física classificar os grandes grupos humanos com “europóide” (branca), “mongolóides” (amarela) e “negróide” (negra).

O que existe é a diversidade das linhas morfológicas da “raça humana” em função da adaptação territorial e a diversidade dos modos pelos quais cada grupo humano relaciona-se com o seu real, ou seja, a diversidade das culturas. A diferença dita étnica resulta de uma combinação de linhas morfológicas com singularidades linguísticas e culturais.

Em várias partes do mundo existe ainda a segregação racial, isto é, uma parte da população vive de alguma forma separada dos demais. A intolerância para sinais de diversidade como cor da pele, religião, hábitos de vida e lugar de origem continua a causar problemas para milhões de pessoas.

## As Características Raciais e o seu Estado

Devido as características corporais externas, os povos dos diversos países se diferenciam um dos outros.

A soma dessas características é que distingue um indivíduo de outro: cor da pele, cabelos, olhos, lábios, estatura, etc., são alguns desses caracteres.

Cor da pele, depende da melanina, pigmento negro que ocorre na pele, cabelo, etc..

Os cabelos distinguem-se em três tipos; liso, ondulado e encarapinhado. A forma dos olhos, depende da prega da pálpebra. Os lábios possuem três partes: cutânea, intermediária e mucosa, mas existem quatro tipos de lábios: delgados, medianos, grossos e salientes. A estatura é uma característica importante, porque se relaciona com os grupos antropológicos territoriais em que se dividem a humanidade. A média geral masculina é de 165cm.

O estudo das características raciais é feito com o auxílio de processos e de instrumentos especiais: o antropômetro, instrumento para medir a estatura; o compasso de espessura, instrumento usado principalmente para medições da cabeça.

Os grupos humanos possuem uma classificação proposta por N. Tcheboquessarov como:

Afro-aceânica ou negróide;  
Euro-Asiatic ou europóide;  
Asiático-americana ou mongolóide.

### **A Raça Negróide**

Suas características são: pele escura, cabelos e olhos escuros, cabelo crespo, sistema piloso do rosto e corpo pouco desenvolvido, largura da face pequena, nariz achatado e de abas largas, lábios grossos. O núcleo principal dessa raça, situa-se no continente africano, por isso, é chamado de “Continente Negro”. O ramo ocidental da grande raça equatorial, é constituído pela negróide ou africano.

As características dos negróides africanos:

Cara pequena, um tanto quanto achatada;  
Testa alta e recta;  
Olhos grandes, cor castanha escura;  
Nariz chato;  
Lábios grossos;  
Estatura variada;  
Membros inferiores longos.

### **A Raça Europóide**

Essa raça é muito numerosa, constitui 50% da humanidade. O núcleo principal da raça, branca encontra-se no Velho Mundo: Europa, Ásia e no norte da África.

Características da raça europóide:

Pele entre clara e quase chocolate, com uma coloração rosada nas faces;  
Cabelo mole, ondulado ou liso com várias colorações desde louro ao negro;  
Testa recta;  
Olhos horizontais, castanhos ou claros;  
Nariz afilado;  
Lábios delgados;  
Queixo mediano;  
Forma da cabeça muito variada: braquicéfalo, mesocéfalo e dolicocéfalo.

### **A Raça Mongolóide**

A raça mongolóide compreende cerca de 40% da população terrestre e a metade são chineses. Habitam na Ásia, nas regiões setentrionais, orientais, centrais e sul-orientais, e estende-se pela Oceânia e Continente Americano.

Muitos de seu grupo formam parte da população das regiões asiáticas da Rússia: iacutos, buriatos, tunguses, tchuquetches, tuvinos, altaios, ilacos, aleutas, esquimós asiáticos.

A característica dessa raça amarela são: pele clara ou bronzeada, cabelos duros, lisos e pretos, sistema piloso corporal pouco desenvolvido.

Os mongolóides setentrionais possuem as características: rosto grande, olhos castanhos, nariz de largura mediana. Lábios delgados, queixos mediano, e na maioria dos casos cabeça mesocéfala.

## Traços Comuns das Raças Humanas

As raças humanas assemelham-se muito uma das outras pelo aspecto físico. Cada uma delas se caracteriza por um conjunto de traços morfológicos e fisiológicos, que se modificam com a hereditariedade. Cada ser humano possui características individuais, a soma dessas características é que distingue um indivíduo do outro, ou raça da outra. Na evolução da humanidade, o papel fundamental se atribui aos factores sociais, além disso, as raças se misturam com muita facilidade, com isso se originou a evolução do homem.

## Tarefas resolvidas

Resolva os exercícios que se seguem com base no estudo que acaba de realizar

I - Assinale as respostas correctas, com X nos parênteses

1. Algumas pessoas, hoje em dia, acreditam que “Bicho de fruta, fruta é”. Acreditar que os bicho da fruta são parte da própria fruta demonstra a própria crença na teoria da:

- a. ( ) Criação especial      b. ( ) Geração espontânea      c. ( ) Biogénese

2. Segundo algumas teorias, as condições que permitiram o surgimento da vida no planeta terra foram:

- a. ( ) Presença da água, amónia, metano e hidrogénio, ausência de radiações  
b. ( ) Presença de carbono, hidrogénio, oxigénio, nitrogénio, combinados ou não com outros elementos.  
c. ( ) Presença de água, metano, amónia e hidrogénio e grandes doses de radiações.

3. A hipótese heterotrófica considera que os seres vivos primitivos eram capazes de:

- a. ( ) Produzir seu próprio alimento  
b. ( ) Realizar a fotossíntese  
c. ( ) Retirar seu alimento do meio circundante

II - Escreva, nos parênteses, V (verdadeira) ou F (falsa)

1. ( ) O “Princípio Activo”, segundo os apoiantes da geração espontânea, era uma substância que toda matéria não-viva possuía.

2. ( ) A teoria da geração espontânea era baseada na crença de que a vida podia ser criada a partir da matéria não-viva pela existência de um princípio activo.

3. ( ) A teoria da Biogénese foi comprovada definitivamente pelos trabalhos de Pasteur.

4. ( ) Segundo a teoria da Biogénese, os seres vivos somente se originam de outros seres vivos por meio da reprodução

5. ( ) As condições da terra primitiva eram muito semelhantes às actuais.

6. ( ) Segundo Oparin, a vida poderia ter surgido pela evolução dos sistemas químicos a existentes na terra primitiva.

III – Reflcta e responda as questões com suas próprias palavras.

1. A teoria da Biogénese veio substituir a teoria da Geração espontânea. As bases científicas da Biogénese a tornam válida até hoje.

Você acha que a Biogénese resolveu o problema da origem da vida? Por quê?

2. As pessoas que acreditam na geração espontânea não podiam ser consideradas ignorantes. Muitas delas eram pessoas que se destacavam socialmente e também pela cultura e saber, na época.

Por que você acha que levaram aproximadamente dois mil anos acreditando na geração espontânea?

3. Por que a hipótese heterotrófica afirma que os seres autotróficos surgiram após os heterotróficos?

### **Resolução das tarefas** **Verifique as suas respostas**

#### **I. Respostas correctas**

1. b. (X) geração espontânea

2. c. (X) presença de água, metano, amónia e hidrogénio e grandes doses de radiações.

3. c. (X) retirar seu alimento do meio circundante

II . Assinalou correctamente as suas respostas da seguinte forma

1. (F) O “Princípio activo” citado na teoria da geração espontânea era um tipo de energia, de capacidade para criar vida em determinadas condições.

2. (V)

3. (V)

4. (V)

5. (F) As condições da Terra primitiva eram muito diferentes das actuais.

Na Terra primitiva, a crosta, em formação, era ainda muito quente. A sua atmosfera era constituída principalmente de metano, amónia, hidrogénio e vapor de água, e existiam fortes descargas eléctricas e de raios ultravioleta.

6. (V)

III . As suas respostas devem ser semelhantes a estas:

1. **Não**, porque a teoria da biogénese somente transferiu o problema para outra área. Ela explica apenas como os seres vivos surgem actualmente e não como os primeiros seres vivos apareceram.
2. O aluno pode ter respondido várias coisas, mas a resposta essencialmente correcta é a **natureza do conhecimento científico**. O conhecimento considerado científico naquela época diferia profundamente do conhecimento científico da actualidade.
  - As pessoas daquela época não possuíam um método de trabalho científico, de acordo com o trabalho científico moderno, o que lhes permitia chegar a conclusões apressadas.
3. Porque as reacções autotróficas são complexas e provavelmente não poderiam ser realizadas por organismos tão simples.

### Tarefas resolvidas

#### Resolva os exercícios tendo em conta as Teorias da Evolução

I – Assinale, com um X nos parênteses, a única alternativa correcta em cada questão.

1. A Teoria da Selecção Natural leva em conta principalmente:

- a. ( ) A sobrevivência dos indivíduos melhor dotados com relação a adaptação ao ambiente em que vivem.
- b. ( ) A herança das características adquiridas.
- c. ( ) As mutações
- d. ( ) A lei de uso e desuso

2. Na luta pela vida, certamente, os mais fortes terão mais possibilidades de sobreviver.

Esta afirmação refere-se aos trabalhos de:

- a. ( ) Lamarck
- b. ( ) Darwin
- c. ( ) Weisman

3. O uso desenvolve um órgão enquanto o desuso o atrofia. Este enunciado caracteriza a lei de uso e desuso, estabelecida por:

- a. ( ) Darwin
- b. ( ) Weisman
- c. ( ) Lamarck

4. A teoria Lamarckista da evolução baseia-se na:

- a. ( ) Ocorrência de mutações espontâneas
- b. ( ) Ocorrência de mutações dirigidas
- c. ( ) Herança de uso e desuso
- d. ( ) Herança de caracteres adquiridos

5. Os Fósseis constituem:

- a. ( ) Um documento sem relação com as teorias da evolução
- b. ( ) Uma prova de que os seres vivos evoluíram
- c. ( ) Uma prova de que existem várias categorias de seres vivos
- d. ( ) Um documento para o estudo da anatomia comparada

6. Entre as provas da evolução podemos destacar:

- a. ( ) A anatomia comparada
- b. ( ) A embriologia comparada
- c. ( ) Os órgãos vestigiais e os fósseis
- d. ( ) Todas as alternativas estão correctas

7. Animais que precisam correr muito para escapar dos seus inimigos desenvolvem muito os músculos das pernas e transmitem esta característica aos seus descendentes. Esta afirmação caracteriza:

- a. ( ) As Teorias de Lamarck e Darwin
- b. ( ) Apenas a Teoria de Lamarck
- c. ( ) Apenas a Teoria de Darwin
- d. ( ) A Teoria da Evolução

II – Reflcta e responda as questões.

1. Segundo Lamarck, as primeiras girafas que surgiram na terra tinham pescoço curto e se alimentavam de vegetação mais baixa. À medida que essa vegetação ia escasseando havia necessidade de os animais esticarem o pescoço para apanharem folhas situadas em galhos mais altos. Desta forma, o pescoço tornava-se mais comprido. Ao se cruzarem as girafas davam descendentes com pescoço cada vez maior até ser atingido o comprimento do pescoço das girafas actuais.

Que explicação teria dado Darwin para este facto?

2. A Teoria de Darwin é aceite até hoje? O que faltou para que ela fosse completa.

3. Qual a principal diferença entre as leis de Lamarck e de Darwin, se ambos achavam que o meio ambiente era um dos responsáveis pelo processo evolutivo?

## Resolução das Tarefas

### I. Alternativas correctas

1. a. (X) A sobrevivência dos indivíduos melhor dotados com relação à adaptação ao ambiente em que vivem.
2. c. (X) Darwin
3. d. (X) Lamarck
4. d. (X) Herança de caracteres adquiridos
5. b. (X) Uma prova de que os seres vivos evoluíram
6. d. (X) todas as alternativas estão correctas
7. b. (X) Apenas a teoria de Lamarck

### II. As suas respostas devem ser semelhantes a estas:

1. Para Darwin sempre houve girafas de pescoço curto e girafas de pescoço largo. À medida que a vegetação baixava, iam escasseando as girafas de pescoço curto que dela se alimentavam; eram prejudicadas, morrendo em maior número e deixando menos descendentes que as de pescoço largo. Estas, podendo se alimentar de folhas situadas em galhos mais altos, tinham maior oportunidade de sobreviver.
2. A teoria de Darwin é aceite até hoje. Ela só não é completa, porque faltou uma explicação científica para a origem da variabilidade dos organismos, pois o mecanismo de transmissão hereditária dos caracteres era ainda desconhecido. A teoria da evolução actualmente aceita, a origem fundamental da variabilidade dos organismos e a mutação.

A principal diferença entre as ideias de Lamarck e de Darwin consiste no seguinte: enquanto para Lamarck o princípio básico do processo evolução.

## Unidade 5 - Ecologia

Caro (a) amigo (a) estudante! Esta é a última unidade temática de estudo da disciplina de biologia na 10ª classe, a ecologia. Nesta unidade irá aprender matérias, desde a introdução à Ecologia até a relação entre os organismos no ecossistema. Vamos então, enumerar os objectivos específicos, que deverá perseguir ao longo do estudo deste unidade. Lembre-se uma vez mais que no término do estudo e depois de resolvidos, vários exercícios de consolidação, previstos neste capítulo, tem a realizar avaliações do fim da secção. Boa sorte.

### Objectivos específicos

São objectivos específicos para esta unidade os seguintes:

- Descrever os mecanismos de protecção dos ecossistemas;
- Interpretar os factores bióticos e abióticos;
- Explicar o funcionamento dos ecossistemas;
- Interpretar a relação entre organismos no ecossistemas.

Toda a matéria, tanto viva como inanimada (sem vida) é composta por certas unidades básicas chamadas **átomos**. A diferença entre os seres vivos e os não-vivos reside na organização dos seus átomos. A matéria viva apresenta um grau mais elevado de organização dos átomos em moléculas e outras estruturas, ao contrário da matéria inanimada.

Devido à complexa disposição dos átomos na matéria viva, realizam-se constantemente, séries de complicadas reacções químicas, a partir das quais os organismos crescem, respiram, reproduzem-se, etc. Por isso, a vida é um conjunto organizado e extraordinariamente complicado de reacções químicas que são o resultado da imensa complexidade da combinação dos átomos.

Mas a organização não pára ao nível da organização interna dos organismos: ela continua até o nível das relações entre os **organismos** e o seu **ambiente**. Cada ser vivo depende de outros organismos vivos, quer da mesma espécie, quer de outras espécies e da sua interacção com os factores do ambiente, como a luz do sol, a chuva, a água, etc. A ecologia estuda como os seres vivos estão organizados em comunidades, em que os indivíduos dependem uns dos outros e do ambiente não vivo em que se encontram.

### Alguns conceitos básicos de ecologia

Para a melhor compreensão dos níveis de organização dos mais simples até os mais elevados que constituem o campo de estudo da ecologia, vamos começar por rever os seguintes conceitos básicos.

**Espécie** – Segundo Cant Von Linneé, ou Linen (séc. XVIII- 1707-1778), espécie: é um conjunto de seres vivos em que os indivíduos tinham grandes semelhanças morfológicas padronizadas, comuns e típicos de cada conjunto.

Hoje em dia: **Espécies** são grupos de populações naturais potencialmente capazes de se cruzarem e que estão reprodutivamente isolados de outros grupos semelhantes.

**2 População** - Chama-se população ao conjunto de indivíduos da mesma espécie, vivendo numa determinada área e que interactuam e se cruzam livremente, por exemplo, a população de crocodilos do rio Zambeze.

**Comunidade** – Uma comunidade é o conjunto formado pelas populações diferentes numa determinada área, por ex:

As diferentes espécies que representam diferentes populações duma comunidade interagem em conjunto de tal modo que essa comunidade permanece relativamente estável.

Uma comunidade estável é aquela em que as flutuações dos números dos indivíduos são relativamente pequenas. Em geral, a **estabilidade** de uma comunidade depende do número de espécies diferentes nela existentes, *sendo maior, quanto maior for o número dessas espécies*

Ao conjunto das relações entre seres vivos chamamos **factores bióticos** que podem ser intra e interespecíficas.

Todas estas relações podem ser classificadas da seguinte forma:

1. predatismo
2. parasitismo
3. mutualismo
4. facilitação
5. competição

### 1. Predatismo

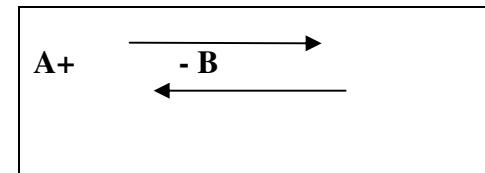
Predatismo ou **predação** é uma relação desarmónica em que um ser vivo, o predador captura e mata um outro ser vivo, a presa, com o fim de se alimentar com a carne dele.

Geralmente é uma relação **interespecífica** ou seja, uma relação que ocorre entre espécies diferentes.

Os carnívoros são exemplos de animais predadores, o leão, o lobo, o tigre e a onça são predadores que caçam, matam e comem zebras, coelhos e outros animais. Nas águas são comuns os peixes predadores que vivem caçando e matando outros peixes a fim de se alimentarem; aves predadoras, que matam e comem outros animais, como as corujas, águias e gaviões que atacam aves menores, ou seus ovos, ou outros animais mais pequenos, como ratos e lagartos; répteis predadores como crocodilos, jacarés e as lagartixas domésticas, que devoram diversos tipos de presas; a maioria dos aracnídeos são predadores, como as aranhas, escorpiões atacam e devoram moscas, baratas e insectos em geral, ou até pequenas aves e mamíferos.

Até mesmo no mundo dos micróbios o predatismo é evidente, existindo muitos protozoários maiores que são predadores de protozoários menores.

Raros são os casos em que o predador é uma planta. As plantas carnívoras, no entanto, são exemplos excelentes, pois aprisionam, matam e digerem principalmente insectos afins de absorver os minerais contidos na carne deles.



O predatismo pode-se representar da seguinte forma:

Explicação: um organismo **A** tem sempre uma influência negativa sobre o outro **B**. Ex: o leão ao alimentar-se, diminui a quantidade de zebras e organismo **B** tem uma influência positiva sobre o organismo **A** porque quanto mais zebras a quantidade de leões aumenta.

## 2. Parasitismo.

Parasitismo é uma relação desarmónica entre seres de espécies diferentes, em que um deles é o parasita que vive dentro ou sobre o corpo do outro que é designado hospedeiro, do qual retira alimentos.

Os parasitas geralmente não têm intenções de causar a morte dos hospedeiros embora estejam causando prejuízos, por vezes a população do parasita cresce exageradamente em determinados hospedeiros de forma que a superpopulação desses parasitas acaba provocando a morte desses hospedeiros devido ao excesso de prejuízos devido a quantidade anormal de parasitas, parasitando um só organismo hospedeiro, facto este designado hiperinfestação de parasitas.

Quanto à localização no corpo do hospedeiro, os parasitas podem ser classificados em:

Ectoparasitas "ecto" significa (sobre)

Endoparasitas "endo" significa (interno)

Parasitas intracelulares ("intra" significa dentro), dentro das células: exemplo vírus.

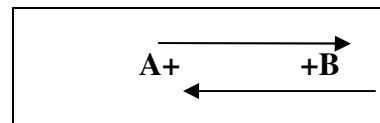
Ectoparasitas são parasitas que vivem no exterior do corpo dos hospedeiros como os carrapatos, piolhos, pulgas, mosquitos e outros.

## 3. Mutualismo

Alguns exemplos do mutualismo ou simbiose:

- um fungo e uma alga têm uma cooperação mútua num líquene
- as azoto-bactérias têm cooperação com as leguminosas, como na planta do amendoim e do feijoeiro

O Mutualismo pode-se representar na seguinte forma :



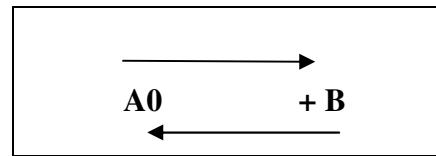
Explicação: os dois organismos têm uma influência positiva e mútua, a sobrevivência de um depende do outro.

## 4. Facilitação

Alguns exemplos da facilitação:

- os leões apanham e devoram uma girafa e os chacais aproveitam os restos (comensalismo);
- o boi cavalo come capim grande e rijo, após o qual as ervas podem crescer melhor e as impalas podem então aproveitar as tenras.

A facilitação pode-se representar da seguinte forma:



Explicação: Só um dos organismos B tem vantagens nesta relação, o organismo A não sofre nem aproveita. As garças-do-gado, por exemplo, são estimuladas pela presença do gado, mas este não tem (ou tem pouca) vantagem das garças

## 5. Competição

- Existem duas modalidades de competição:
  - Competição interespecífica
  - Competição intra-específica

A competição **interespecífica** é uma relação de competição entre indivíduos de espécies diferentes, que concorrem pelos mesmos factores do ambiente, existentes em quantidades limitadas.

- Alguns exemplos:

- Corujas, cobras e gaviões são predadores que competem entre si pelas mesmas espécies de presas, principalmente por pequenos roedores (ratos, coelhos etc.) que são as presas preferidas destes diferentes predadores, portanto é uma competição por alimento.
- Árvores de diferentes espécies crescendoumas muito próximas das outras competem entre si pelo espaço para as copas das árvores se desenvolverem e assim obterem mais luz solar para realizarem a fotossíntese, portanto é uma competição por luz solar.
- Durante os períodos de estiagem ou seca prolongada fica sem chover durante meses fazendo com que a oferta de água potável se reduza drasticamente no ambiente e fazendo com que animais de diversas espécies diferentes sejam obrigados a competir pela água que ainda resta em pequenas poças de água, portanto uma competição por água potável.

A **competição intra-específica** é uma relação de competição entre indivíduos da mesma espécie, que concorrem pelos mesmos factores do ambiente, que existem em quantidade limitada. Machos de uma mesma espécie precisam competir entre si pelas fêmeas dessa mesma espécie, fenómeno esse chamado "selecção sexual". Na verdade existe muito exibicionismo evidente nos comportamentos relacionados à competição que ocorre durante a selecção sexual nas populações das espécies em geral.

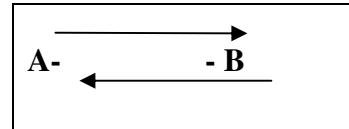
Machos de uma mesma espécie precisam competir entre si pelas fêmeas dessa mesma espécie, fenómeno esse chamado "selecção sexual". Na verdade existe muito exibicionismo evidente nos comportamentos relacionados à competição que ocorre durante a selecção sexual nas populações das espécies em geral.

Alguns exemplos:

O leão por exemplo tem que competir com os outros leões do bando porque os leões praticam a poligamia patriarcal e é necessário competir, lutar para ganhar ou perder, a tentativa de se acasalar com todas aquelas fêmeas do bando. Para ser o "macho alfa" do bando o leão terá que ser o mais corajoso dentre todos os leões daquele território porque terá que enfrentar todos os outros machos que também pretendem essas mesmas leoas e apenas um leão é eleito pelas fêmeas o "macho alfa" que terá o direito de cobrir todas as leoas do bando enquanto que os perdedores não se reproduzem.

Além de ter que ganhar a luta com todos os outros leões do bando, o "macho alfa" campeão nessas lutas tem também que exibir seu urro forte para impressionar as leoas, exibir sua juba linda, suas garras afiadas, exibir vigor físico e autoridade superior, tudo isso para poder ser eleito e aceito pelas leoas que também têm lá seus critérios de avaliação pois são elas que elegem quem será o novo "macho alfa" que terá o direito de se acasalar com todas elas.

A competição pode-se representar da seguinte forma:



Explicação: As influências na competição são negativas para os organismos, neste caso, a influência é negativa tanto para o organismo **A**, assim como para o organismo **B**.

**Habitat** – É um termo ecológico que significa o lugar ou ambiente onde um determinado organismo habita, existe ou vive ( na terra e na água).

**Ecossistemas** - O ecossistema é formado por um conjunto de diferentes comunidades interagindo entre si com o ambiente não vivo (físico e químico) e energia:

### Tipos de ecossistemas

Existem na natureza, vários tipos de ecossistemas que ocorrem sobretudo no meio terrestre e aquático ( artificiais ou naturais ).

Exemplos: - machamba abandonada de um camponês;  
- os corais da ilha dos portugueses na Baía de Maputo;  
- o mangal da praia de Murébué em Cabo Delgado.

### Composição de um ecossistema

Já dissemos que um ecossistema é formado pela comunidade juntamente com o ambiente não vivo: físico e químico. Isto é, o solo, as rochas, o clima e no caso de um ecossistema aquático, a água, também.

Exemplifiquemos a composição de um ecossistema com base numa machamba:

Na machamba encontram-se numerosos animais daninhos que utilizam as culturas para a sua alimentação ou abrigo. Exemplo gafanhotos, larvas, pulgões-de-plantas, besouros, caracóis, ratos e diferentes pássaros.

Porém, existem também outros animais, que comem os animais daninhos. Por exemplo, a toutinegra come muitos gafanhotos e besouros. As joaninhas comem os pulgões-de-plantas. As garças-do-gado comem muitos gafanhotos e outros insectos que fogem do gado. A águia rabota come muitos ratos. As térmitas comem plantas mortas.

Até aqui falámos apenas sobre os organismos que vivem em conjunto a comunidade, mas o ecossistema não é só isso, inclui também o ambiente não-vivo, chamado **ambiente abiótico**. Os elementos deste ambiente inanimado são chamados **factores abióticos**.

Um ecossistema é composto por um conjunto de factores bióticos e abióticos.

Em ecologia, denominam-se **factores abióticos** todas as influências que os seres vivos possam receber em um ecossistema, derivadas de aspectos físicos, químicos ou físico-químicos do meio ambiente, tais como a luz, a temperatura, o vento, etc. Factores bióticos são as relações entre os seres vivos no seu conjunto.

Podemos dividir os factores abióticos em dois tipos: factores físicos e químicos.

**Factores físicos** são por exemplo, o sol, o tipo de estrutura do solo, a chuva, a nuvem, o vento, a temperatura (= clima).

**Factores químicos** são por exemplo a quantidade de H<sub>2</sub>O, C<sub>02</sub>, 02 e sais minerais no solo e no ar.

**Biosfera** - É o invólucro ou camada da terra que inclui todos os ecossistemas aquáticos e terrestres do mundo. É o nível de organização mais elevado.

Um ecossistema só pode ser sustentável por um determinado período de tempo dependendo da disponibilidade das fontes de energia e nutrientes necessários para manter os organismos nele residentes e para reciclar os seus detritos.

### Processos comuns dentro de um ecossistema

Cadeia Alimentar e Teia Alimentar

Uma das relações mais complexas e necessárias à vida no Planeta é a alimentação. Plantas e animais precisam de obter energia para a manutenção da vida. Os vegetais "fabricam" sua energia, ou seja, sintetizam seu próprio alimento (são autotróficos), por isso são chamados **produtores**. Já os animais não conseguem isso, obtêm a energia de fontes externas, comendo vegetais e outros animais. São por conseguinte, **consumidores**.

Ao morrer, tanto os produtores como os consumidores servem de fonte de energia para o ambiente a partir dos processos de decomposição.

Os consumidores que se alimentam de plantas, chamam-se **consumidores primários ou da 1<sup>a</sup> ordem**, porque obtêm as substâncias orgânicas directamente das plantas que as fabricam. Exemplo: cabrito, galinhas-de-mato, boi etc. Este grupo de animais, são também designados **herbívoros**, pois alimenta-se de ervas.

Os animais que se alimentam de organismos herbívoros São **carnívoros** e chamam-se **consumidores secundários ou da 2<sup>a</sup> ordem**. Por exemplo:

- o leão ao comer impala;
- a toutinegra ao comer a lagarta;
- a garça-de-gado ao comer os gafanhotos.

Os carnívoros que comem consumidores secundários chamam-se consumidores de **3<sup>a</sup> ordem**.

Exemplo:

- o leão ao comer o homem que come a vaca;
- A lagarta rabota ao comer a toutinegra que come a lagarta;
- O leão ao comer o homem que come a vaca.

Consumidores de 4<sup>a</sup> ordem: por exemplo: o homem ao comer a águia rabota que come a toutinegra, esta por sua vez come a lagarta que por sua vez come as folhas das ervas.

Consumidor de 5<sup>a</sup> ordem: por exemplo a águia marcial ao comer a garça-do-gado que come a aranha que por sua vez come o louva-deus e esta come a mosca que suga a flor;

Repara que, por exemplo, o leão às vezes é consumidor da 2<sup>a</sup> ordem e outras vezes, consumidor da 3<sup>a</sup> ordem. Isto depende da natureza da sua presa, o que complica a classificação ecológica.

Essa busca pela sobrevivência origina a cadeia alimentar. Estas, representam o movimento das substâncias orgânicas. Ou seja, **cadeia alimentar** é uma sequência de organismos, em que um serve de alimento ao outro

Ao conjunto de várias cadeias forma uma teia alimentar.

### **Processos Comuns dentro de um ecossistema**

Uma parte da matéria orgânica proveniente dos alimentos é quebrada e oxidada no corpo dos seres vivos, fornecendo, assim, a energia necessária às suas actividades. Esse processo denominado respiração, permite que uma parte das substâncias ingeridas seja devolvida ao ambiente, na forma de dióxido de carbônico, água e outras substâncias minerais.

A outra parte que passa a formar o corpo do organismo em causa é devolvida, mais tarde para o ambiente, depois da sua morte( graças ao processo de respiração realizado principalmente por fungos e bactérias, que vivem no solo e na água). Estes seres são chamados decompositores, uma vez que atacam os cadáveres e os excrementos, quebrando e oxidando a matéria orgânica.

Através desse processo de decomposição, eles obtêm a energia necessária ao funcionamento dos seus organismos.

Como as substâncias minerais produzidas por essa degradação serão novamente utilizadas pelos vegetais na fotossíntese, podemos compreender o papel fundamental dos decompositores, na reciclagem da matéria orgânica contida nos cadáveres, plantas mortas e fezes dos animais. Sem os decompositores, certamente que a matéria mineral necessária à fotossíntese esgotaria e o nosso planeta seria transformado num aglomerado de cadáveres e de lixo.

Assim sendo, as cadeias alimentares só estão completas com a presença dos decompositores. Além disso, como muitos animais têm uma alimentação variada, enquanto outras servem de alimento para mais de uma espécie, encontramos na comunidade um conjunto de cadeias que se cruzam, formando teia alimentar.

## Pirâmide Ecológico

A Ecologia estuda, entre outros assuntos, a distribuição quantitativa da matéria e da energia nos ecossistemas.

Para facilitar esse estudo, agrupamos os seres vivos, de acordo com os seus hábitos alimentares, ou seja, níveis tróficos, também chamados de níveis alimentares. Assim todos os produtores da comunidade ocupam o 1º nível trófico: os consumidores primários, o 2º nível, consumidores secundários, e assim por diante.

Observamos, então que o número de indivíduos em cada nível trófico tende a diminuir, a medida que percorremos a cadeia.

Essa relação pode ser representada por uma pirâmide, formada por rectângulos sobre postos: é a pirâmide ecológica.

A largura de cada rectângulo é directamente proporcional ao nº de indivíduos em cada nível trófico. Tanto a biomassa (quantidade da matéria orgânica) quanto a energia, diminuem, à medida que passamos para níveis superiores. Porquê?

Uma parte das substâncias ingeridas por um animal é eliminada pelas fezes, outra parte é oxidada pela respiração, produzindo a energia necessária ao movimento e às outras actividades do organismo.

Em geral, apenas 10% de substâncias orgânicas ingerida é usada na construção e no crescimento do corpo do animal. Portanto, a maior parte da matéria e da energia do alimento não passa ao nível trófico seguinte, saindo da cadeia na forma de calor e de resíduos de dióxido de carbono, água, ureia e fezes.

## Ciclos biogeoquímicos

Uma das características mais importantes dos ecossistemas naturais é a circulação da matéria em seu interior. Sabemos que os organismos estão constantemente retirando da natureza os elementos químicos de que necessitam. No entanto, de uma forma ou de outra, esses elementos acabam sempre voltando ao ambiente.

Ao processo contínuo de retirada e devolução de elementos químicos chama-se ciclos biogeoquímicos.

## Ciclo de carbono

Na Natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma. Este é o princípio de conservação da matéria, enunciado por Lavoisier. Os elementos químicos ora estão participando da estrutura de moléculas inorgânicas, na água, no solo ou no ar, ora estão compondo moléculas de substâncias orgânicas, nos seres vivos. Pela decomposição cadavérica ou por suas excreções e seus excrementos, tais substâncias se decompõem e devolvem ao meio ambiente os elementos químicos, já na forma de compostos inorgânicos.

A vida é uma consequência da propriedade que tem o átomo de carbono de se ligar a outros átomos, formando longas cadeias carbónicas. Essas cadeias são fabricadas pelos seres autotróficos através do processo da fotossíntese, a partir do dióxido de carbono do ambiente - CO<sub>2</sub>.

O carbono passa a circular pela cadeia alimentar na forma de CO<sub>2</sub>, realiza-se pela respiração de animais e vegetais, ou pela decomposição de seus corpos após a morte.

O carbono ocorre na terra sob forma de compostos minerais, como os carbonetos, e nos depósitos orgânicos fósseis, como o carvão e o petróleo. Neste caso o carbono volta à atmosfera pela erosão ou pela combustão. Esse retorno é mais lento que o resultante da respiração, da transpiração e da decomposição.

O processo natural de circulação do carbono nos ecossistemas – ciclo do carbono, vem sofrendo grande alteração com o incremento da civilização e sobretudo a partir da revolução industrial. Com efeito, a acção do homem no aumento da queima de combustíveis fósseis. Por consequência de tudo isso, biliões de toneladas do dióxido de carbónico são lançadas anualmente na atmosfera. As consequências de tal facto são incalculáveis. O aquecimento global, a subida dos níveis das águas do mar, etc., são apenas alguns exemplos.

### **Ciclo de Nitrogénio**

O Nitrogénio é um elemento químico importantíssimo, pois entra na constituição de dois compostos que não podem faltar em nenhum ser vivo: as proteínas e os ácidos nucléicos. Entretanto, apesar de 78% da atmosfera ser constituída por nitrogénio, a maioria dos seres vivos não pode o usar directamente. Isso porque o nitrogénio do ar atmosférico, na forma de N<sub>2</sub>, é quimicamente muito estável, com pouca tendência para reagir com outros elementos.

Assim, os vegetais só podem usá-lo sob a forma de amoníaco ou nitrato, ao passo que os animais o aproveitam em forma de aminoácidos.

Somente as algas azuis (cianofíceas) e algumas bactérias do solo conseguem utilizar o Nitrogénio atmosférico, fazendo-o reagir com o Hidrogénio e produzindo amoníaco, que é então usado na síntese de aminoácidos. Essa reacção chamada fixação do Nitrogénio que também pode ser realizada industrialmente, muito usado na para a produção de amoníaco.

Uma pequena quantidade de nitrogénio do ar é fixada na forma de nitratos graças à forte energia fornecida por relâmpagos e raios cósmicos. A maior parte da fixação do nitrogénio é realizada pelas bactérias pelas algas azuis que geralmente têm vida livre.

A parte mais significativa desse processo é realizada por bactérias que vivem no interior das raízes, principalmente das leguminosas, como, feijão, ervilha, amendoim, etc. Os nódulos que aparecem nas raízes dessas plantas contêm milhões de bactérias fixadoras do nitrogénio.

## Ciclo de água

Uma das condições necessárias para que um planeta tenha vida é a presença de água. Dissolvendo as mais variadas substâncias, ela possibilita a realização de múltiplas reacções químicas, fundamentais para a vida. Além disso, no processo de fotossíntese, a água funciona como doadora de hidrogénio para a síntese de moléculas orgânicas, e de oxigénio que é libertado para atmosfera. Acrescenta-se ainda o facto de a água aquecer-se e resfriar-se lentamente, o que impede grandes variações de temperatura no ambiente aquático. A sobrevivência de cada ser vivo e de toda a biosfera depende dessas e de outras propriedades da água.

A energia solar desempenha um papel importante no ciclo de da água: graças a energia, a água em estado líquido sofre constante evaporação e penetra na atmosfera em forma de vapor. O retorno ao estado líquido se dá por meio de precipitações, como a chuva e a neve. Através de um escoamento superficial, ela pode formar rios e lagos, e volta para o oceano. Pode também infiltrar-se no solo, formando lençóis de água subterrânea, que pode ser absorvida pelos vegetais. A água retirada do ambiente pelos seres vivos retorna à atmosfera através da transpiração, excreção, respiração e decomposição dos cadáveres.

O lançamento de uma quantidade excessiva de substâncias orgânicas na água, mesmo as biodegradáveis, pode causar um grave desequíbrio ecológico. Este fenómeno conhecido por **eutrofização** (eu = bem, trofo = nutrição), pode ser explicado do seguinte modo: a grande quantidade de matéria orgânica presente nos restos de alimentos, esgotos ou produtos industriais, quando despejada em rios ou em lagos, favorece a proliferação de microorganismos decompositores. Com o aumento desses microorganismos, o consumo de oxigénio da água também cresce. Assim sendo, a quantidade de oxigénio dissolvido na água diminui, podendo provocar a morte de peixe e outros animais, que necessitam de uma taxa mínima desse gás para sobreviver. Além disso, a decomposição

## Tarefas resolvidas

- 01.** Qual é o conceito de poluição?
- 02.** Como o lançamento de esgotos nos rios provoca a morte dos seres aeróbios?
- 03.** Em que consiste o processo de eutrofização?
- 04.** Quais são os danos provocados pela poluição do petróleo no mar?
- 05.** Leia com atenção as questões que se seguem e resolva:
  - a) Indique a sequencia em que ocorrem os acontecimentos abaixo, causados pelo lançamento, numa represa, de grande quantidade de esgoto com resíduos orgânicos.
    - (1) proliferação de seres anaeróbios.
    - (2) proliferação intensa de microorganismos.

- (3) aumento de matéria orgânica disponível.
- (4) diminuição da quantidade de oxigénio disponível na água.
- (5) morte dos seres aeróbios.

b) Qual desses acontecimentos é conhecido como eutrofização?

**06.** A concentração de gás na atmosfera vem aumentando de modo significativo desde meados do século XIX; estima-se que se quadruplicou no ano 2000. Qual dos factores abaixo é o principal responsável por esse aumento?

- a) ampliação da área de terras cultivadas;
- b) utilização crescente de combustíveis fósseis;
- c) crescimento demográfico das populações humanas;
- d) maior extracção de alimentos do mar;
- e) extinção de muitas espécies de seres fotossintetizantes.

**07.** O poluente atmosférico que se liga permanentemente às moléculas de hemoglobina impossibilitando-as de transportar oxigénio às células é o:

- a) ozono
- b) hidrocarbonato
- c) dióxido de enxofre
- d) dióxido de carbono
- e) monóxido de carbono

**08.** A região do nosso planeta ocupada pelos seres vivos constitui :

- a) Biosfera
- b) Biocora
- c) Biologia
- d) Bioma
- e) Nicho Ecológico

**09.** Um grande ecossistema, onde estão presentes clima, vegetação e animais da região, é conhecido por:

- a) Bioma
- b) Biocenose
- c) Biosfera
- d) Biótico
- e) Biomassa

**10.** A energia radiante que chega à Terra é indispensável à vida. As regiões que recebem mais energia no nosso planeta são próximas do:

- a) Círculo Polar Ártico
- b) Trópico de Câncer
- c) Círculo Polar Antártico
- d) Trópico de Capricórnio
- e) Equador

- 11.** Analisando-se as trocas efectuadas entre o meio e cada nível trófico de uma cadeia alimentar, nota-se:
- a) devolução de energia, de CO<sub>2</sub> e de O<sub>2</sub> para o meio. A energia não pode ser reutilizada. O CO<sub>2</sub> é utilizado pelos produtores e o O<sub>2</sub> pelos seres vivos em geral;
  - b) devolução de energia e de CO<sub>2</sub> para o meio. A energia e o CO<sub>2</sub> só poderão ser reutilizados pelos produtores;
  - c) devolução de energia e de CO<sub>2</sub> para o meio. A energia pode ser reaproveitada. O CO<sub>2</sub> pode ser reutilizado pelos produtores;
  - d) aproveitamento total da energia incorporada e desprendimento de O<sub>2</sub>, que poderá ser utilizada na respiração dos seres vivos;
  - e) aproveitamento total da energia incorporada e desprendimento de CO<sub>2</sub>, que poderá ser utilizado pelos produtores.

- 12.** Seja a pirâmide alimentar da sequencia seguinte:

plantas fotossintetizantes ® pequenos animais herbívoros ® pequenos carnívoros e omnívoros maiores

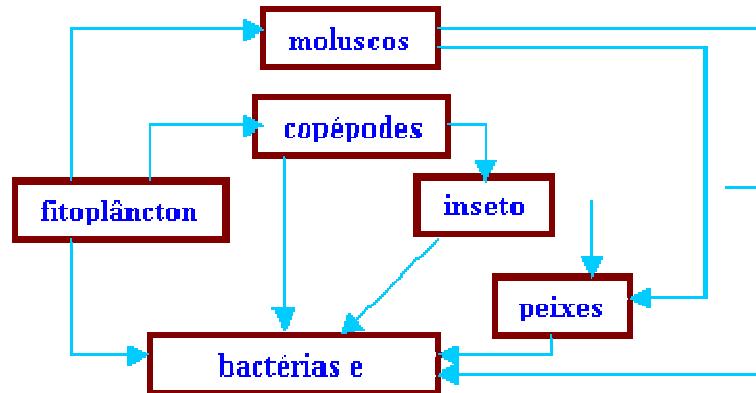
- a) o conteúdo energético, a massa de protoplasma e o número de espécies aumentam a ordem dada para a sequencia;
- b) os três parâmetros dados diminuem na ordem da sequencia;
- c) o conteúdo energético aumenta e os dois outros parâmetros diminuem;
- d) o conteúdo energético e a massa de protoplasma aumentam na ordem dada e o número de espécies diminui;
- e) na ordem dada para sequencia aumentam a massa dos protoplasmas e o número de espécies, diminuindo o outro parâmetro.

- 13.** O que são decompositores? Exemplifique.

- 14.** As alternativas apresentam os constituintes de uma cadeia alimentar de uma lagoa, onde foi aplicado DDT, sabendo-se que o DDT tem efeito cumulativo, em qual dos elementos da cadeia alimentar haverá maior concentração deste insecticida?

- a) guaru-guarus
- b) fitoplâncton
- c) larvas de mosquitos
- d) cágados
- e) zooplâncton

15. O esquema abaixo representa uma teia alimentar em uma comunidade de lagos.



Sabendo-se que os peixes dessa comunidade servem de alimento para uma ave, podemos dizer que, nessa teia alimentar, a ave comporta-se, exclusivamente, como:

- a) consumidor de primeira ordem
- b) consumidor de segunda ordem
- c) consumidor de terceira ordem
- d) consumidor de segunda e terceira ordens
- e) consumidor de terceira e de quarta ordem.

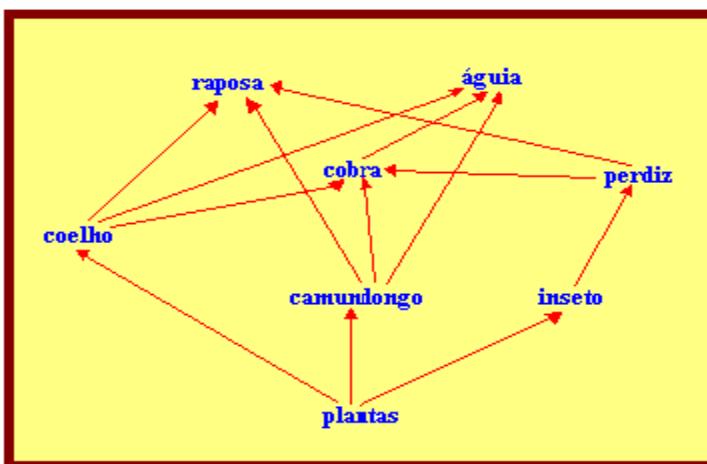
16. Qual é a importância das algas planctónicas nos ecossistemas?

17. Qual é o significado dos decompositores num ecossistema?

18. Quais são as diferenças existentes entre as cadeias de predadores e de parasitas?

**Parasitas: indivíduos menores e mais numerosos.**

19. O esquema ao lado representa uma teia alimentar. Dentre as múltiplas relações ecológicas mostradas pelas setas, destaque uma cadeia alimentar com cinco níveis tróficos. Classifique os elementos destacados de acordo com seu papel na cadeia.



20. Numa cadeia alimentar constituída por vegetais, gaviões, gafanhotos, rãs e cobras, qual dos organismos ocupa o nível trófico mais alto e qual ocupa o nível mais baixo?

### Ciclos Biogeoquímicos

21. O que é plâncton?

22. A quantidade de nitrogénio atmosférico, fixada industrialmente, vem dobrando a cada 6 anos. As actuais culturas de leguminosas fixam, anualmente, mais nitrogénio (cerca de 10% que todos os processos naturais somados). O crescimento da população humana e das populações de animais domésticos aumenta a quantidade de excretas nitrogenados.

Esta interferência do homem no ciclo do nitrogénio:

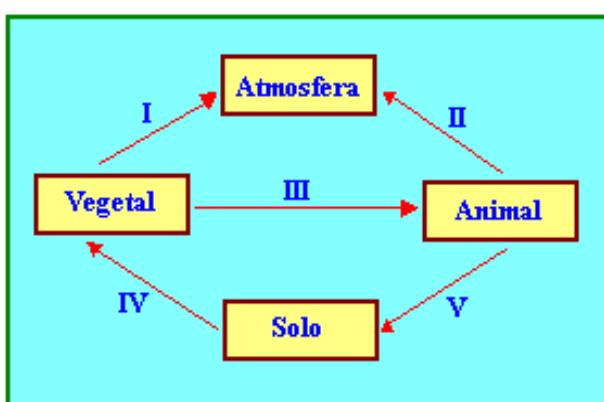
- a) poderá causar um desequilíbrio entre a fixação desse elemento e a desnitrificação, que só é feita por certas bactérias anaeróbicas;
- b) poderá ser contrabalançada por técnicas que aumentam o teor de oxigénio no solo, favorecendo a acção das bactérias desnitrificantes;
- c) não alterará em nada o equilíbrio entre reacções que levam à fixação de nitrogénio e às reacções de desnitrificação, uma vez que elas obedecem a uma sequencia cíclica;
- d) não alterará em nada o ciclo, mas levará a um melhor rendimento dos compostos nitrogenados;
- e) não alterará em nada o ciclo, mas deslocará seu equilíbrio para um outro ponto.

23. O que fazem as bactérias desnitrificantes?

24 Assinale a alternativa **incorrecta**:

- a) os consumidores são heterotróficos
- b) os heterotróficos dependem dos autotróficos
- c) os decompositores decompõem a matéria orgânica
- d) todos os vegetais são autotróficos, produtores
- e) os herbívoros são heterotróficos

25. No ciclo da água, abaixo esquematizado, indique quais são os fenómenos fisiológicos representados pelos algarismos romanos.



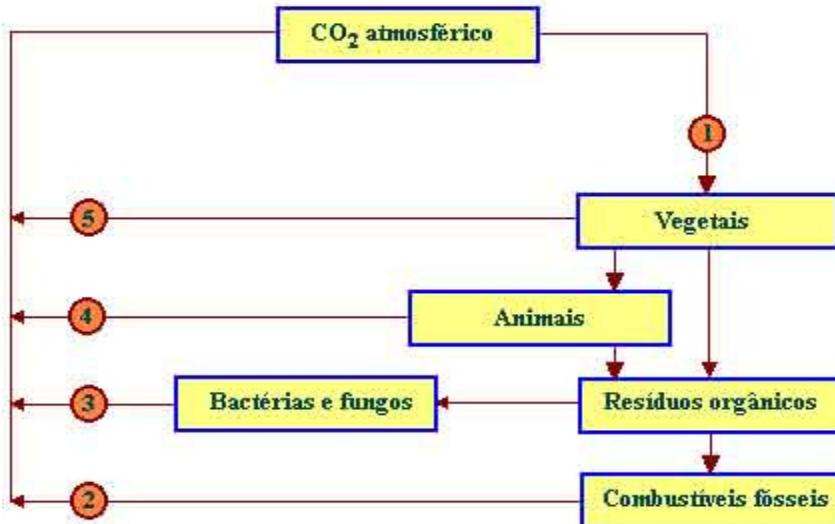
**26.** Cite os principais processos responsáveis pela perda de água nos animais.

**27.** O ciclo da água pode ocorrer na ausência dos seres vivos? Justifique.

**28.** Todos os seres vivos participam de alguma forma do ciclo da água na natureza porque consomem água do meio abiótico e liberam-na em decorrência do seu metabolismo vital. Assinale:

- a) se a afirmação e a razão estiverem correctas;
- b) se a afirmação estiver correcta e a razão incorrecta;
- c) se a afirmação estiver incorrecta e a razão correcta;
- d) se a afirmação e a razão estiverem incorrectas;
- e) se a afirmação e a razão estiverem correctas, mas a razão não justificar a afirmação.

**29** No esquema anexo, que representa o ciclo do carbono na natureza, identifique os fenómenos numerados de 1 a 5.



### Factores Bióticos

**30.** Em que condições as relações entre os organismos são classificadas como harmónicas?

**31.** Cite exemplos de animais que formam colónias?

**32.** O que são colónias polimórficas? Cite exemplos.

**33.** Nas abelhas, como são produzidos os zangões?

**34.** As sociedades são:

- a) relações harmónicas interespecíficas
- b) relações harmónicas intra-específicas
- c) relações desarmónicas interespecíficas
- d) relações desarmónicas intra-específicas
- e) relações desarmónicas homotípicas

**35.** As relações homotípicas são sempre:

- a) harmónicas
- b) positivas
- c) interespecíficas
- d) intra-específica
- e) desarmónicas

**36.** O que são feromonas?

**37.** Na sociedade das abelhas:

- a) todos os indivíduos são diplóides
- b) a abelha rainha é haplóide
- c) as obreiras são haplóides
- d) o zangão é haplóide
- e) os indivíduos haplóides são estéreis

### **Factores Ecológicos**

**38.** O que se entende por factor ecológico?

**39.** Em que condições um factor ecológico desempenha o papel de factor limitante?

**40.** A mosca doméstica é uma espécie euriécia. Qual é o significado de tal expressão?

**41.** Qual é o significado de valência ecológica?

**42.** De que maneira os factores ecológicos agem sobre a densidade populacional?

**43.** Qual é o enunciado da **Lei de tolerância**?

**44.** A acção do clima é mais pronunciada sobre os seres pecilotermos. Por quê?

**45.** Os organismos de meio aéreo reduzem a perda de água através de vários processos. Cite dois deles.

**46.** Sabe-se que a água é um factor abiótico essencial para todos os seres vivos. Contudo, existem animais, como é o caso do rato canguru, que jamais bebem tal líquido. De que maneira tais seres satisfazem suas necessidades hídricas?

### **Sucessão Ecológica**

**47.** Em relação ao desenvolvimento de uma comunidade conceitue:

- a) acção
- b) reacção
- c) coação

**48.** No desenvolvimento de uma comunidade o que significa ECESIS? O que são seres?

**49.** Que relação existe entre as actividades autotróficas e heterotróficas nos estágios iniciais e climácicos de uma sucessão?

**50.** O que são sucessões destrutivas?

**51.** Um grande rochedo nu começa a ser colonizado por seres vivos. Os primeiros organismos a se instalarem são:

- a) gramíneas
- b) líquenes
- c) fungos
- d) briófitas
- e) pteridófitas

**52.** Com relação ao número de nichos ecológicos (I) e à taxa de respiração (II), numa sucessão ecológica é correcto afirmar que:

- a) I aumenta e II diminui
- b) I diminui e II aumenta
- c) I aumenta e II permanece constante
- d) ambos aumentam
- e) ambos diminuem

**53.** Os organismos pioneiros na sucessão que ocorre em uma infusão são:

- a) amebas
- b) bactérias
- c) crustáceos
- d) flagelados
- e) paramérias

**54.** No processo de sucessão de um ecossistema há comumente:

- a) aumento da eficiência no uso da energia e minerais do ambiente;
- b) diminuição da eficiência no uso de energia e minerais do ambiente;
- c) diminuição de eficiência no uso da energia e aumento da eficiência no uso de minerais do ambiente;
- d) aumento da eficiência no uso da energia e aumento da eficiência no uso de minerais do ambiente;
- e) manutenção do mesmo padrão de eficiência no uso de minerais e energia do ambiente.

**55.** Considere dois ecossistemas fluviais, ambos em estágio inicial de sucessão, sendo um deles (I) altamente poluído por detritos orgânicos biodegradáveis e o outro (II) totalmente livre de qualquer tipo de poluição. A relação P/R (P = produção primária bruta e R = respiração) da comunidade é, provavelmente:

- a) igual a 1 em ambos os ecossistemas;
- b) menor que 1 em ambos os ecossistemas;
- c) maior que 1 em ambos os ecossistemas;
- d) menor e maior que 1 em (I) e (II), respectivamente;
- e) maior e menor que 1 em (I) e (II), respectivamente.

## Resolução das Tarefas

**RESPOSTA 1:** Alteração do equilíbrio ecológico provocado por resíduos produzidos, principalmente, pelo homem.

**RESPOSTA 2:** Aumento de matéria orgânica ® proliferação de bactérias aeróbias ® falta de oxigénio ® proliferação de anaeróbios.

**RESPOSTA 3:** Aumento de nutrientes nos ecossistemas aquáticos.

**RESPOSTA 4:** Impermeabiliza a superfície impedindo a passagem de oxigénio.

**RESPOSTA 5:** a) 3 – 2 – 4 – 5 – 1  
b) 3

**RESPOSTA 6:** B

**RESPOSTA 7:** E

**RESPOSTA 8:** A

**RESPOSTA 9:** A

**RESPOSTA 10:** E

**RESPOSTA 11:** C

**RESPOSTA 12:** B

**RESPOSTA 13:** Quando qualquer organismo morre, outros seres vivos podem usar substâncias que formam seu cadáver, como fonte de energia. Fungos e bactérias são especialistas nisso e merecem o nome de decompósitos.

**RESPOSTA 14:** D

**RESPOSTA 15:** E

**RESPOSTA 16:** Principais produtores dos sistemas aquáticos.

**RESPOSTA 17:** Reciclagem da matéria.

**RESPOSTA 18:** Predadores: indivíduos maiores e menos numerosos.  
Parasitas: indivíduos menores e mais numerosos.

**RESPOSTA 19:** Plantas (P) - Insecto (C<sub>1</sub>) - Perdiz (C<sub>2</sub>) - Cobra (C<sub>3</sub>) - Águia (C<sub>4</sub>)

**RESPOSTA 20:** Respectivamente vegetais e cobras.

**21.** O que é plâncton?

**RESPOSTA 21:** Conjunto de seres que vivem em suspensão e são transportados pelas correntes marinhas.

**RESPOSTA 22:** A

**RESPOSTA 23:** Convertem nitratos ou compostos amoniacais em nitrogénio molecular ( $N_2$ ).

**RESPOSTA 24:** D

**RESPOSTA 25:** I e II = respiração e transpiração; III = nutrição; IV = absorção; V = egestão e excreção.

**RESPOSTA 26:** Respiração, transpiração, excreção e egestão.

**RESPOSTA 27:** Sim, através do ciclo curto: evaporação, condensação e precipitação.

**RESPOSTA 28:** A

**RESPOSTA 29:** 1 = fotossíntese; 2 = combustão; 3, 4 e 5 = respiração

**RESPOSTA 30:** Quando não causam prejuízo a qualquer um dos associados.

**RESPOSTA 31:** Protozoários, espongiários, celenterados e tunicados.

**RESPOSTA 32:** Diferentes tipos de organismos com funções diferentes. Ex.: Caravela.

**RESPOSTA 33:** Através da partenogénese.

**RESPOSTA 34:** B

**RESPOSTA 35:** D

**RESPOSTA 36:** Substâncias usadas para reconhecimento, atracção e comunicação, entre os indivíduos de uma colónia.

**RESPOSTA 37:** D

**RESPOSTA 38:** Qualquer factor ambiental que age sobre um ser vivo.

**RESPOSTA 39:** Quando acontece abaixo do mínimo ou acima do máximo.

**RESPOSTA 40:** Suporta amplas variações dos factores ecológicos.

**RESPOSTA 41:** Capacidade de adaptação.

**RESPOSTA 42:** Actuando sobre mortalidade, natalidade, imigração e emigração.

**RESPOSTA 43:** Cada espécie apresenta limites de tolerância (mínimo e máximo) para os factores ecológicos.

**RESPOSTA 44:** Porque a temperatura corpórea varia em função da ambiental.

**RESPOSTA 45:** Impermeabilização do tegumento e órgãos respiratórios internos.

**RESPOSTA 46:** Usando a água contida nos alimentos.

**RESPOSTA 47:** a) Biótopo – acção reacção – Biocenose – coação – biocenose.

**RESPOSTA 48:** ECESIS – comunidade pioneira  
SERES – comunidades de transição

**RESPOSTA 49:** Iniciais: autotrófica maior do que a heterotrófica  
Climáicos: autotrófica é igual à heterotrófica.

**RESPOSTA 50:** Provocam a distribuição do biótopo e nunca atingem ao clímax.

**RESPOSTA 51:** B

**RESPOSTA 52:** D

**RESPOSTA 53:** D

**RESPOSTA 54:** A

**RESPOSTA 55:** D

## Questionário não resolvido

1. Estabeleça a diferença entre factores bióticos e abióticos.

2. Das afirmações que se seguem assinale com x a que for verdadeira:

- a) ----- A ecologia estuda a relação entre os seres vivos e não vivos com o ambiente;
- b) ----- A ecologia estuda a relação entre os seres vivos e entre eles e o ambiente;
- c) ----- A ecologia estuda a relação entre os seres vivos e a acção do homem cm o ambiente.

3. Define o conceito espécie. Exemplifique.

4. Com se chama o conjunto formado pela reunião e interacção do meio físico com a comunidade? Dê exemplos.

5. Os seres autotróficos são também chamados produtores. Explica porquê?

6. Marque com x a afirmação correcta:

- a) .....Cadeia alimentar é a sequência de alimentos indispensáveis para proporcionar uma boa saúde, de acordo com o PMA;
- b) .....Cadeia alimentar é a sequência de organismos em que um serve de alimento ao outro.
- c) .....Cadeia alimentar é a sequência de organismos produtores, decompositores e consumidores
- d) .....Cadeia alimentar é a sequência de organismos em que um serve de alimento a mais de um animal.

7. Dê exemplos de consumidores primários e secundários das cadeias alimentares terrestres e das cadeias aquáticas.

8. Qual é a importância dos decompositores para o ecossistema?

9. Assinale com V a afirmação verdadeira.

- a) ..... Ciclo biogeoquímico é o processo contínuo retirada e devolução de elementos químicos nos organismos.
- b) ..... Ciclo biogeoquímico é o processo contínuo retirada e devolução de elementos químicos no ecossistema;
- c) ..... Ciclo biogeoquímico é o processo contínuo retirada e devolução de elementos químicos nos seres vivos.

10. Como você explica a diminuição da biomassa e de energia ao longo da cadeia?

11. Esquematize a pirâmide alimentar.

12. Desenvolva o esquema de uma cadeia alimentar de um ecossistema terrestre.
13. Faça o esquema representativo de uma teia alimentar
14. Que processo faz o carbono passar de forma mineral para a forma orgânica?
15. Qual é a importância da camada do Ozono para a vida em nosso planeta?
16. Assinale com V a afirmação verdadeira:
  - a) ..... O carbono e o Nitrogénio são elementos importantíssimos, pois entram na constituição das proteínas e dos aminoácidos dois compostos que não podem faltar em nenhum ser vivo
  - b) ..... O carbono é o único elemento importantíssimo, pois entra na constituição das proteínas e dos aminoácidos dois compostos que não podem faltar em nenhum ser vivo;
  - c) ..... O Nitrogénio é o único elemento importantíssimo, pois entra na constituição das proteínas e dos aminoácidos dois compostos que não podem faltar em nenhum ser vivo.
17. Defina relação harmónica, desarmónica, intra-específica e interespecífica?
18. Qual é a diferença entre habitat e nicho ecológico?
19. Qual é a diferença entre mutualismo e simbiose?
20. Escolha a frase verdadeira assinalando com V.
  - a) ..... Numa relação de competição entre dois organismos, as influências são negativas para ambos.
  - b)..... Numa relação de competição entre dois organismos, as influências são positivas para quem ganha a competição;
  - c)..... Numa relação de competição entre dois organismos, as influências são negativas para ambos.
23. Faça um esquema representativo de uma relação de competição.
24. Explica como ocorre a perda de energia a passagem de um nível trófico para o outro.
25. Como é que os parasitas resolvem o problema de transporte de um hospedeiro para o outro?
26. Porque as queimadas são prejudiciais?  
Depois resolvidos com êxito todos exercícios e corrigidos pelo teu docente de disciplina, o passo seguinte é dirigir-se ao respectivo CAA, para realizar as avaliações do fim do bloco correspondente a ecologia. Boa sorte

26. Considere as afirmativas:

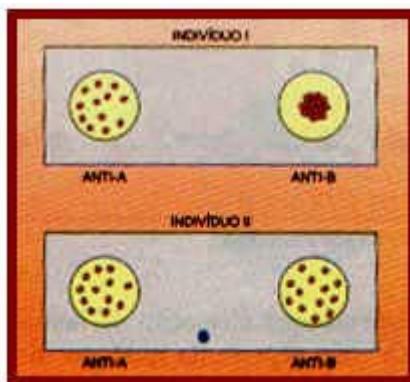
1. Sucessão ecológica é o nome que se dá ao processo de transformações graduais na constituição das comunidades de organismos.
2. Quando se atinge um estágio de estabilidade em uma sucessão, a comunidade correspondente é a comunidade clímax.
3. Numa sucessão ecológica, a diversidade de espécies aumenta inicialmente, atingindo o ponto mais alto no clímax estabilizando-se então.
4. Numa sucessão ecológica ocorre aumento de biomassa.

Assinale:

- a) se todas as afirmativas estiverem incorrectas;
- b) se todas as afirmativas estiverem correctas;
- c) se somente as afirmativas 1 e 4 estiverem correctas;
- d) se somente as afirmativas 1 e 4 estiverem incorrectas;

### Grupos Sanguíneos

01. Na presença de aglutinina correspondente, as hemácias que contêm o aglutinogénio se aglutinam. Pode-se dessa forma, determinar o grupo sanguíneo do sistema ABO a que pertencem os indivíduos. Foi testado o sangue de dois indivíduos (I e II) com os soros-padrão anti-A e anti-B, obtendo-se os seguintes resultados:



A que grupos sanguíneos pertencem, respectivamente, os indivíduos I e II?

**RESOLUÇÃO 1: I é do grupo B; II pertence ao grupo O.**

02. Por que o indivíduo do grupo O pode doar seu sangue a qualquer pessoa? Por que uma pessoa do grupo AB pode receber sangue de qualquer tipo?

**RESOLUÇÃO 2: O é doador universal por não apresentar aglutinogénios nas hemácias. AB é receptor universal por não possuir aglutininas no plasma.**

**03.** Um homem do grupo sanguíneo AB é casado com uma mulher cujos avôs paternos e maternos pertencem ao grupo sanguíneo O. Esse casal poderá ter apenas descendentes:

- a) do grupo O;
- b) do grupo AB;
- c) dos grupos AB e O;
- d) dos grupos A e B;
- e) dos grupos A, B e AB.

**RESPOSTA 3: D**

**04.** Um banco de sangue possui 5 litros de sangue tipo AB, 3 litros tipo A, 8 litros tipo B e 2 litros tipo O. Para transfusões em indivíduos dos tipos O, A, B e AB estão disponíveis, respectivamente:

- a) 2, 5, 10 e 18 litros;
- b) 2, 3, 5 e 8 litros;
- c) 2, 3, 8 e 16 litros;
- d) 18, 8, 13 e 5 litros;
- e) 7, 5, 10 e 11 litros.

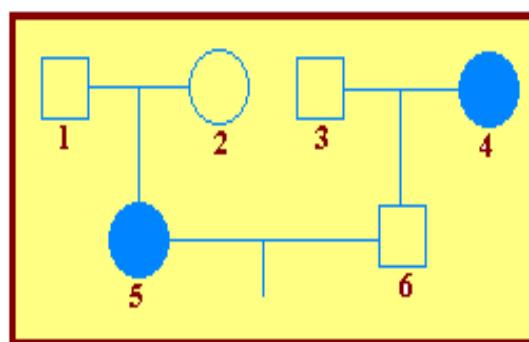
**RESPOSTA 4: A**

**05.** Dois caracteres com segregação independente foram analisados em uma família: grupos sanguíneos do sistema ABO e miopia. A partir dessa análise, obtiveram os seguintes dados:

I – 1, 2 e 3 pertencem ao grupo O.

II – 4 pertence ao grupo AB.

III – 4 e 5 são míopes.



Qual a probabilidade de o casal 5 e 6 ter uma criança do grupo sanguíneo O e míope?

- a) 1 / 16
- b) 1 / 8
- c) 1 / 4
- d) 1 / 2
- e) 3 / 4

**RESPOSTA 5: C**

**06.** Como se forma o anti-Rh no corpo humano?

**RESOLUÇÃO 6:** O anti-Rh é produzido nos organismos Rh negativos que recebem, injectado, sangue Rh<sup>+</sup>.

**07.** Uma mulher que nunca recebeu transfusão sanguínea teve três filhos. O primeiro e o terceiro nasceram normais e o segundo, com eritroblastose fetal. Quais são os fenótipos e os genótipos para o factor Rh dos indivíduos acima citados?

**RESOLUÇÃO 7:** Mulher Rh<sup>-</sup> (rr); marido Rh<sup>+</sup> (Rr); 1º filho Rh<sup>+</sup> (Rr); 2º filho Rh<sup>+</sup> (Rr); 3º filho Rh<sup>-</sup> (rr).

**08.** (FEI) Para que haja possibilidade de ocorrência de eritroblastose fetal (doença hemolítica do recém-nascido), é preciso que o pai, a mãe e o filho tenham, respectivamente, os tipos sanguíneos:

- a) Rh<sup>+</sup>, Rh<sup>-</sup>, Rh<sup>+</sup>
- b) Rh<sup>+</sup>, Rh<sup>-</sup>, Rh<sup>-</sup>
- c) Rh<sup>+</sup>, Rh<sup>+</sup>, Rh<sup>+</sup>
- d) Rh<sup>+</sup>, Rh<sup>+</sup>, Rh<sup>-</sup>
- e) Rh<sup>-</sup>, Rh<sup>+</sup>, Rh<sup>+</sup>

**RESPOSTA 8: A**

**09.** Um indivíduo de tipo sanguíneo O, Rh<sup>-</sup>, filho de pais tipo sanguíneo A, Rh<sup>+</sup>, pretende se casar com uma jovem de tipo sanguíneo A, Rh<sup>-</sup>, filha de pai de tipo sanguíneo O, Rh<sup>-</sup> e mãe AB, Rh<sup>+</sup>. A probabilidade de o casal ter filhos com o mesmo fenótipo do pai será:

- a) 1/4
- b) 1/2
- c) 1/3
- d) 1/8
- e) 1/16

**RESPOSTA 9: B**

**10.** Um casal cujo filho é do grupo sanguíneo A, com factor Rh positivo, pode ter os seguintes genótipos:

- a) I<sup>A</sup>I<sup>B</sup> Rhrh e I<sup>B</sup>I<sup>B</sup> rhrh
- b) I<sup>A</sup>I<sup>A</sup> rhrh e I<sup>B</sup>I<sup>B</sup> RhRh
- c) I<sup>B</sup>I Rh<sup>rh</sup> e ii rhrh
- d) I<sup>B</sup>I<sup>B</sup> rhrh e I<sup>A</sup>I<sup>B</sup> RhRh
- e) I<sup>A</sup>I<sup>B</sup> rhrh e ii Rhrh

**RESPOSTA 10: E**

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Biologia das Populações ( Sérgio Linhares/ Fernando Gewandsznajder
- Genética Clínica (Oswaldo Frota Pessoa, Paulo Alberto Otto, Priscila Guimarães Otto)
- Genética Médica (W. Beçak e O. Frota Pessoa)
- <http://www.virtual.epm.br/cursos/genetica/htm/had.htm>
- [http://www.medisa.pt/a\\_ocular/ocular\\_2.htm](http://www.medisa.pt/a_ocular/ocular_2.htm)
- <http://www.virtual.epm.br/cursos/genetica/htm/had.htm>
- [http://www.medisa.pt/a\\_ocular/ocular\\_2.htm](http://www.medisa.pt/a_ocular/ocular_2.htm)