Estratégia
CONCURSOS

Aul

Biologia e Anatomia humana p/ PC-RJ (Auxiliar de Necropsia) Com videoaulas - 2018

Professor: André Vieira Peixoto Davila

1 – Introdução 2
2 – Definição de Célula 3
3- As Células Procariontes 6
4 – As Células Eucariontes 8
4.1 – A Membrana Plasmática 9
4.2 – O Citoplasma e as Organelas 22
5 – Divisão Celular - Mitose 39
6 – Divisão Celular - Meiose 50
6.1 A primeira divisão da meiose 52
6.2 A segunda divisão da meiose – semelhante à mitose 55
7- As células organizadas em tecidos 63
7.1 Tecido Epitelial 63
7.2 O Tecido Conjuntivo 69
7.3 O Tecido Muscular 74
7.4 Tecido Nervoso 77
8- O corpo humano – sistemas 80
8.1 Introdução à anatomia do corpo 82
9- Exercícios 91
10- Resoluções dos Exercícios 110
10.1 Resoluções dos Exercícios de Fixação 116
11- Resumo da aula 118
12 – Bibliografia 121

1 – INTRODUÇÃO

Prezados alunos, bem-vindos ao curso de Anatomia e Fisiologia humana.

Este material foi confeccionado por mim, Prof. André D'Ávila com muito carinho e dedicação, para que o conteúdo te auxilie não somente no sucesso com o certame, mas também no desempenho das funções que irá exercer. Fazendo uma breve apresentação minha, sou Biólogo, formado na Universidade de São Paulo, onde fiz também meu mestrado em Biotecnologia. Sou Perito Criminal da Polícia Civil (SPTC) do Estado de São Paulo do concurso de 2008, sempre exercendo a atividade prática de análise de locais de crime contra a vida, atualmente, junto à equipe de perícias do DHPP, o Departamento de Homicídios da Polícia Civil paulista.

Caro aluno, o estudo das células é base para qualquer carreira cuja função tenha relação com análise do corpo humano e de seu funcionamento. É base para o entendimento do funcionamento do corpo e dos seus tecidos.

Neste livro, estudaremos a definição de célula, as diferenças entre as células de seres procariontes e de seres eucariontes, suas organelas e funções.

Fique atento aos termos em negrito e aos quadros em destaque que irão conter explicações importantes que você não poderá esquecer!

Vamos ao estudo!

Prof. MSc. André D'Ávila
Biólogo, Perito Criminal
periciahd

2 – DEFINIÇÃO DE CÉLULA

A célula é a unidade básica de qualquer ser vivo. É uma a estrutura que contém todo o maquinário bioquímico necessário para a sobrevivência e manutenção do ser. Sua denominação, que vem do latim *cella* que significa "quarto pequeno", foi postulada por Robert Hooke entre os anos de 1663 e 1665, quando este pesquisador observou um pedaço de cortiça ao microscópio óptico (figura 1).

As células apresentam-se nos organismos sobre diferentes formatos e com diferentes formas de organização, algumas mais simples e outras bastante complexas. Esta pluralidade de formas e de funções tem relação estreita com os processos evolutivos que atuam e atuaram sobre os seres vivos. De fato, como diria Theodosius Dobzhansky, nunca podemos esquecer que "**nada na biologia faz sentido exceto à luz da evolução**".

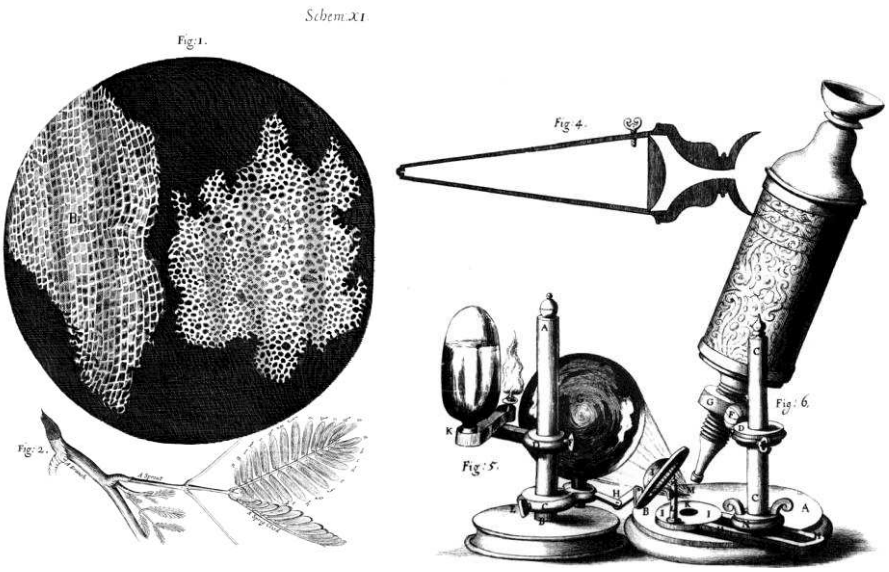


Figura 1: à esquerda temos a micrografia gerada por Hooke ao observar a cortiça, mostrando as câmaras vazias que ele chamou de células. À direita temos o microscópio que o pesquisador utilizou para seus estudos. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/Micrographia.

Somente em 1838, os pesquisadores Schleiden e Schwann postularam a teoria da célula, na qual afirmam que **todos os seres vivos são compostos por uma ou mais células**. Neste contexto,

utilizamos a classificação de seres **unicelulares**, para aqueles que são compostos por apenas uma unidade celular e seres **pluricelulares**, para aqueles que apresentam mais de uma unidade. A teoria proposta pelos pesquisadores ainda postula que todas as células provêm **da divisão de uma célula preexistente**, que as células são **a unidade que carrega todas as funções fisiológicas necessárias à vida** e que cada célula **mantém a sua homeostase em nível celular**, ou seja, cada célula é responsável pela manutenção da estabilidade de seu ambiente interno.

> Organismos unicelulares tem somente uma célula. Organismos pluricelulares são formados por diversas células.

Do que foi exposto, podemos inferir que há nas células alguma "*coisa*" que é passada adiante quando ela se divide, gerando células "filhas" que *podem ser* idênticas à célula original – reparem que foi dito "podem ser" pois há casos de divisão celular que não necessariamente geram células idênticas à célula "mãe" como na formação dos gametas. Esta "*coisa*" que nos referimos acima é o material genético das células. O material genético é composto por moléculas de ácido desoxirribonucleico, o DNA (sigla em inglês), que contém, quimicamente, toda a informação necessária para o funcionamento e manutenção da vida celular e, portanto, da vida do organismo que a célula compõe.

Há na natureza, células que compõe seres unicelulares cuja organização estrutural é simples, não sendo observadas muitas estruturas especializadas e com funções específicas em seu interior. Estas células são consideradas primitivas numa escala temporal e evolutiva. Dentre as suas características, aquela que mais chamou a atenção dos pesquisadores e que serviu como parâmetro para a sua classificação foi a **ausência de um envoltório nuclear**, ou seja, a ausência de uma estrutura que se dispusesse ao redor do material genético da célula. Esta célula é classificada como uma célula **procarionte**. Este tipo de célula compõe seres procariontes como bactérias e cianobactérias, que são unicelulares e pertencem ao antigo Reino Monera, dividido em Eubacteria e Archaea e atualmente conhecido como Bacteria.

Dentro da escala evolutiva houve o surgimento de uma camada protetora ao redor do material genético. Esta camada, além de proteger este material, o separa fisicamente das demais estruturas presentes na célula. De fato, caso uma célula humana tenha seu núcleo desfeito, ela pode se desintegrar num período de três a quatro meses. O espaço gerado por esta camada protetora é chamado de **núcleo celular** e a tal camada protetora é chamada de **carioteca**. Estas células são classificadas como **células eucarióticas ou eucariotas**. Formam todos os seres vivos dos reinos Protozoa, Chromista (algas), Plantae, Fungi e Animalia. Nestes casos, podemos ter tanto seres unicelulares quanto pluricelulares. Nestes últimos, as células podem apresentar diferenciações e especializações, aglomerando-se em conjuntos que apresentam uma função igual ou interdependente, formando os tecidos.

Estes são os dois tipos celulares fundamentais: **procariontes e eucariontes**. Estudaremos as suas características de agora em diante.

3- As Células Procariontes

As células procariontes são consideradas **células mais simples**. Elas **não apresentam organelas,** sendo observadas microscopicamente como uma matriz de textura variável sem qualquer organização estrutural. Apesar de sua simplicidade organizacional, as células procariontes apresentam uma variabilidade de capacidades bioquímicas muito maior do que as células eucariontes, em especial devido aos locais que habitam.

Os representantes deste tipo de célula são as **bactérias**, que apresentam enorme variabilidade no nosso mundo, sendo ainda em grande parte não caracterizadas – uma maneira efêmera de dizer desconhecidas.

Estas células apresentam uma **camada protetora externa** chamada de **parede celular** que é formada por moléculas proteoglicanas ou peptidioglicanos, ou seja, moléculas de polissacarídeos ligados a proteínas, podendo também ser formada por moléculas de carboidratos, lipídeos e proteínas. Tem como função a **proteção da célula**, garantindo a manutenção de sua forma e uma resistência contra pressão osmótica do ambiente – a pressão gerada pela concentração do meio líquido.

No interior da parede celular encontramos a **membrana plasmática** e no interior desta o **hialoplasma ou citoplasma**, onde estão: o **material genético** (DNA circular) solto, **sem um envoltório nuclear**; os **ribossomos;** proteínas e demais substâncias importantes para a vida do organismo. Os ribossomos podem ser encontrados soltos no citoplasma, ou unidos em cadeia, formando **polissomos**. Algumas bactérias podem apresentar um apêndice em forma de pelo longo (filiforme) que é utilizado para locomoção. Este apêndice é denominado **flagelo**.

As funções destes compartimentos e estruturas são semelhantes às funções apresentadas pelos correspondentes em células eucarióticas, como veremos a seguir. Uma exceção à **parede celular que somente se encontra em fungos e em vegetais e não em células animais**.

Veja na figura 2, abaixo, a organização de uma célula procariótica modelo.

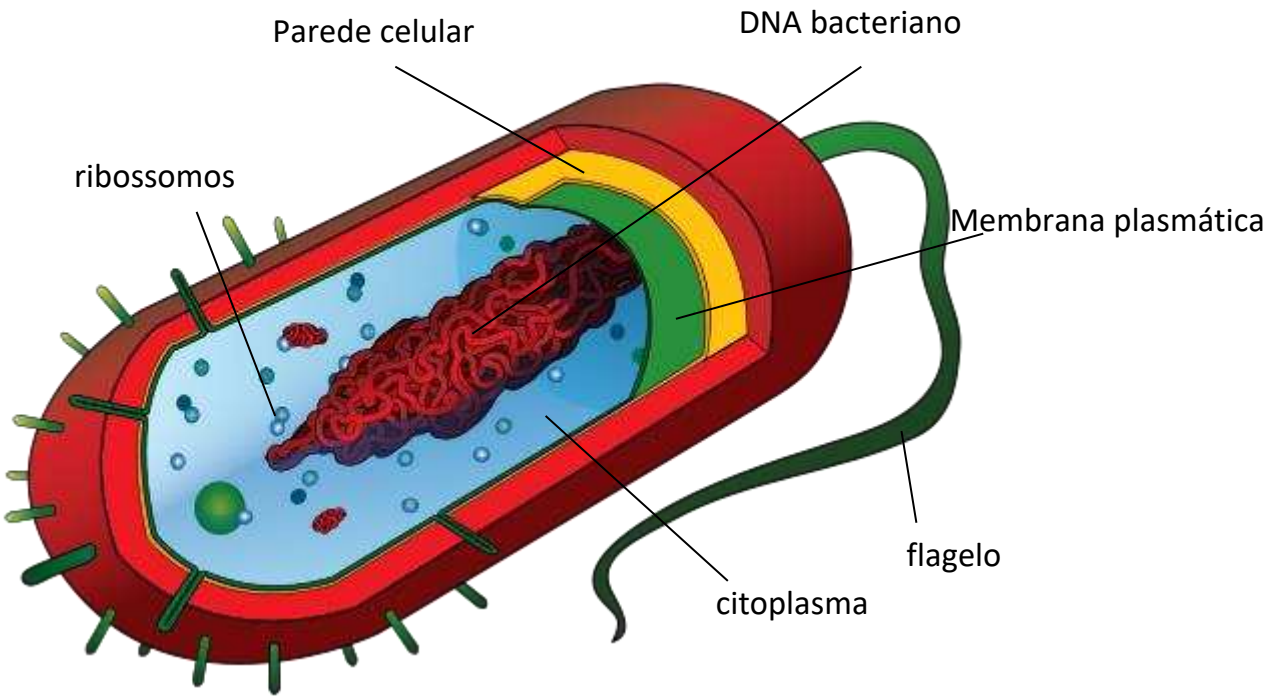


Figura 2: Um modelo de célula procarionte: uma bactéria. Fonte https://commons.wikimedia.org/.

EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

1. Qual das organelas abaixo é encontrada nas bactérias?

a) mitocôndria

b) complexo de Golgi

c) centríolo

d) ribossomos

e) núcleo

4 – AS CÉLULAS EUCARIONTES

As células eucariontes são assim denominadas devido **à presença de um envoltório nuclear** que circunda e delimita a região onde está o material genético (DNA). Este tipo de célula forma os **organismos eucariontes**, conhecidos como organismos superiores. Apresenta grande **compartimentalização do interior celular** que é organizado por estruturas que apresentam funções específicas, conhecidas como **organelas**. Em seu interior, verificaremos a presença dos mesmos componentes de uma célula procariótica e de muitos outros mais.

Focaremos nossos estudos nas células animais.

Estudaremos daqui em diante, este tipo de célula.

Na figura 3 abaixo, podemos verificar uma célula eucarionte vegetal e as suas organelas, muitas das quais também presentes nos animais. **Uma grande diferença entre a célula vegetal e a animal é a presença de parede celular nas células vegetais, bem como a existência de uma organela especial para a obtenção de energia, os cloroplastos**.

Vamos iniciar nossos estudos verificando as funções e particularidades de cada estrutura que a célula apresenta. Iniciaremos pela membrana plasmática, o envoltório que protege e mantém o ambiente interno da célula.

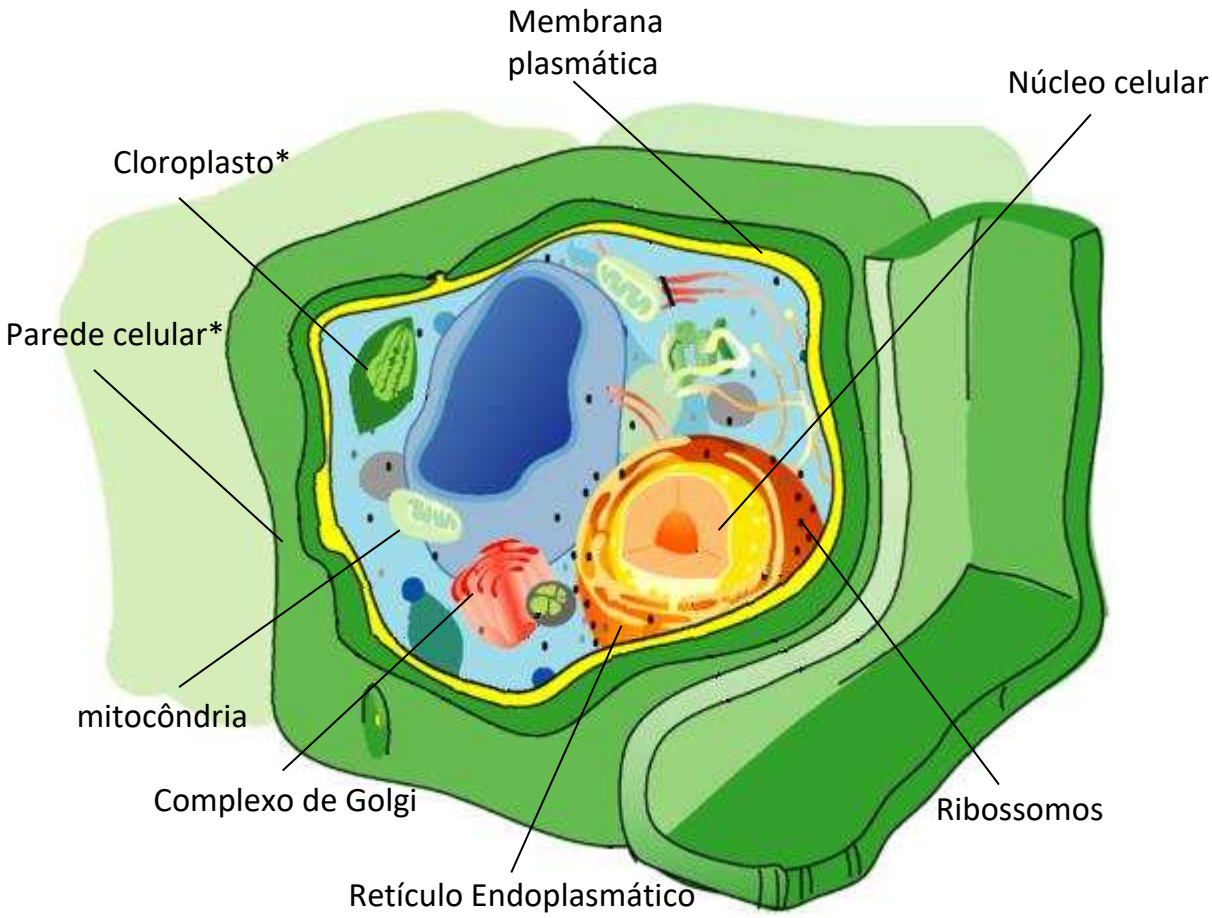


Figura 3: modelo de célula eucarionte **vegetal**. Todas as organelas com exceção do cloroplasto e da parede celular estão presentes nas células animais. Fonte https://commons.wikimedia.org/.

4.1 – A MEMBRANA PLASMÁTICA

A membrana plasmática é o **envoltório que circunda a célula**, separando o seu conteúdo do meio externo. Ela é composta por uma **dupla camada de fosfolipídios**, que são estruturas químicas que apresentam uma longa cadeia de carbonos de natureza hidrofóbica – que não se mistura com a água – ligadas a uma "cabeça" hidrofílica – que se mistura com a agua - contendo um grupo químico não lipídico composto por um átomo de fósforo, daí a sua denominação (figura 4). Estes componentes quando em grandes quantidades em um meio líquido aquoso (com bastante água),

tendem a se unir formando uma estrutura esferoide (em formato de esfera). Para entender isso, imagine pingar uma gota de óleo em um recipiente contendo água. O óleo tende a formar esferas devido à sua natureza hidrofóbica (hidro – água; fóbico – vem de fobia, aversão a algo, medo). As esferas formadas por grandes quantidades de fosfolipídios apresentarão a porção hidrofóbica voltada para seu interior e a porção hidrofílica (hidro – água; filia – vem de filo, amigo de, relacionado a) voltada para o meio externo, quando em meio aquoso.

O modelo atual da estrutura da membrana plasmática foi determinado por Singer e Nicholson, que propuseram que esta membrana consistia de uma **dupla camada de fosfolipídios**, embebida na qual se encontravam **proteínas e glicolipídios**. Eles acreditavam que por apresentar natureza fluida, as proteínas e demais componentes da membrana estariam constantemente mudando de lugar, em movimento, gerando uma imagem semelhante a um mosaico. Daí o nome: **mosaico fluido** (Figura 5). Com o desenvolvimento de técnicas de microscopia eletrônica de transmissão, foi possível se verificar que o modelo proposto era consistente.

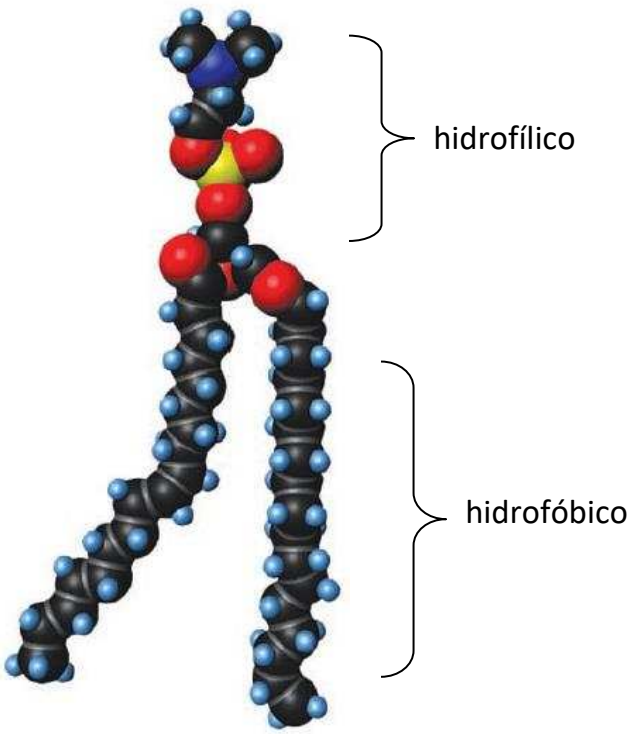


Figura 4: Exemplo de um fosfolipídio. As esferas representam átomos. As esferas pretas são átomos de carbono. As esferas vermelhas, átomos de oxigênio. A esfera amarela representa um átomo de fósforo. Modificado de Martini, F. Fundamentals os anatomy and physiology; 10ed. 2014.

A membrana plasmática apresenta os **fosfolipídios dispostos em dupla camada,** com suas porções hidrofílicas na superfície e as longas cadeias de carbono voltadas para a região interior. Embebidas em meio a esta camada, encontram-se moléculas de proteínas, glicoproteínas, glicolipídios e esteroides, como o colesterol.

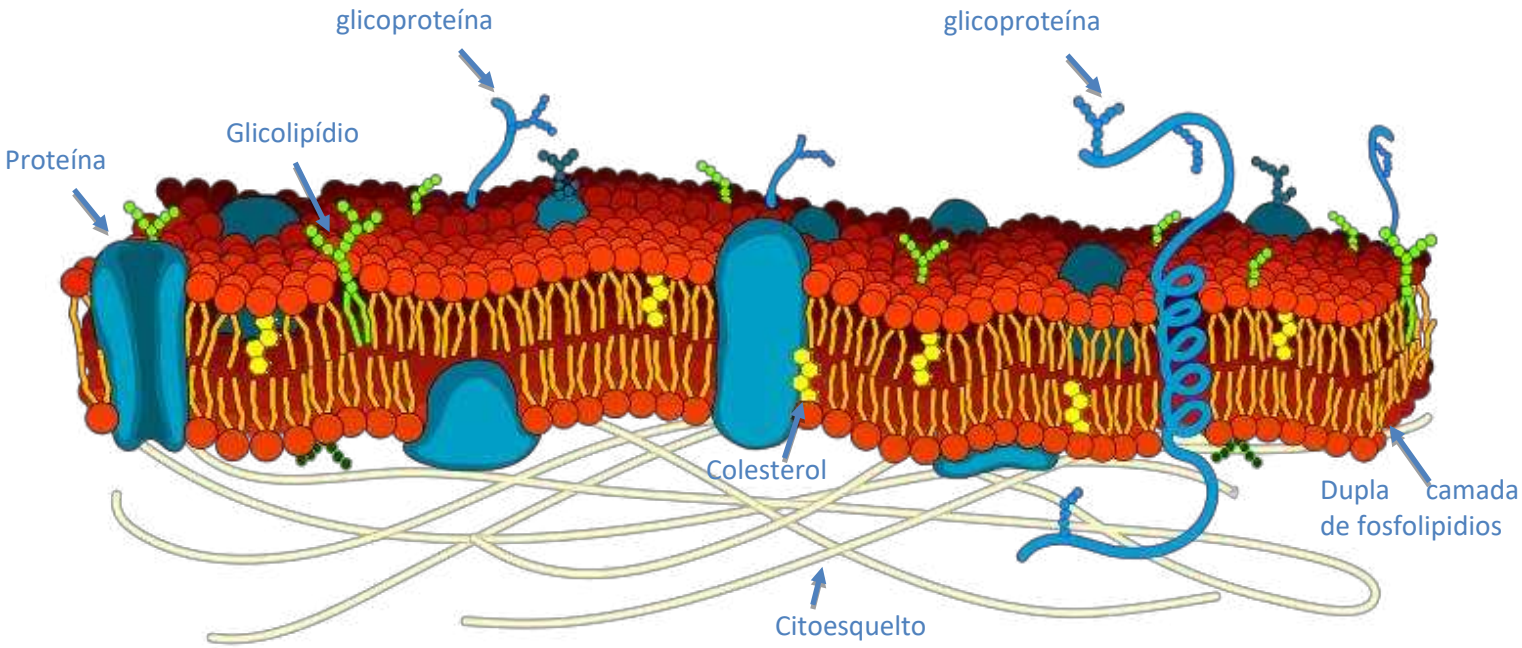


Figura 5: representação do mosaico fluido da membrana plasmática. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki.

A membrana plasmática tem como funções principais:

1. **Comunicação com o ambiente externo**.

A membrana, devido ao seu contato com o meio externo, é a primeira parte da célula que é afetada por mudanças deste meio como pH e concentração. Ela apresenta sistemas para reconhecimento de sinais externos provenientes de outras células como, por exemplo, receptores proteicos.

2. **Isolamento físico**.

> Com a finalidade de manter o meio interno estável, a membrana celular funciona como uma barreira física que impede que os componentes celulares saiam da célula para o meio externo. Íons e solutos em meio aquoso também se mantém fora, ou dentro da célula devido a esta barreira.

3. **Regular as trocas com o meio externo**.

> A membrana plasmática tem **permeabilidade seletiva**, ou seja, ela **controla** a entrada de nutrientes e íons a partir do meio externo.

4. **Suporte estrutural**.

> Conexões intermembranares e intercelulares geram suporte para os tecidos, conferindo-lhes sustentação.

Os componentes da membrana apresentam funções essenciais, em geral relacionadas à comunicação com o meio externo. Neste contexto teremos:

a) **Colesterol**: presente em grande quantidade na membrana, ele a **torna menos fluida** e **menos permeável**.

b) **Proteínas**: podem estar integradas na membrana – proteínas transmembranares – ou aderidas à sua superfície interna ou externa (como imãs de geladeira); apresentam como função:

   a. **Ancorar** a membrana no citoesqueleto, **reconhecer** outras células – glicoproteínas são os principais fatores para reconhecimento intercelular.
   b. Catalise de reações como quebra de substratos – **ação enzimática**.
   c. **Receber sinais externos**.
   d. **Transportar substâncias** para o interior ou para fora da célula, de forma ativa – com gasto de energia – e de forma passiva por meio de canais.

Um exemplo de função proteica é a presença de receptores para determinadas substâncias tóxicas nos nossos neurônios. Estes receptores ao entrarem em contato com estas substâncias provocam uma cascata de reações dentro da célula, podendo estimula-la a entrar em ação. Isto é o que ocorre quando uma pessoa consome alguma droga. O Delta-9-tetra-hidrocanabinol (THC) presente na *Cannabis sativa* (maconha), liga-se a receptores de canabinoides do tipo CB1, presente em diversas áreas do cérebro. Quando alguém consome este entorpecente, o THC entra na corrente sanguínea pela circulação pulmonar e atinge diretamente o cérebro, ativando os neurônios que tem este receptor. Esta ativação provoca, por exemplo, as reações de redução de dor e aumento de apetite.

c) **Carboidratos (glicoproteínas, glicolipidios, proteoglicanas)**: formam o **glicocálice, ou glicocálix** que tem como função formar uma camada viscosa protetora na superfície externa da membrana, promover especificidade em ligações com outras substâncias e o **reconhecimento**. Neste último caso, o glicocálix que é determinado geneticamente, é reconhecido por células do sistema imune, permitindo que as células de defesa façam a distinção entre uma célula do próprio corpo ou uma célula exógena e potencialmente patogênica.

4.1.1 – O transporte de substâncias pela membrana.

A membrana apresenta **permeabilidade seletiva**, ou seja, ela permite a passagem de algumas substâncias e bloqueia ou controla a passagem de outras. O transporte pode ocorrer de **forma ativa ou na forma passiva**.

O transporte **ativo primário** de substâncias ocorre **com gasto (ou consumo) de energia** pela célula.
O transporte **passivo** ocorre **sem esse dispêndio de energia**.

O transporte passivo pode ocorrer das seguintes formas:

1. **Difusão simples**: processo físico no qual as substâncias passam **de uma região mais concentrada para a menos concentrada**. Ocorre lentamente, de acordo com o **gradiente de concentração**. Substâncias como água, esteroides, ácidos graxos (gorduras), álcool, gases como gás carbônico e oxigênio entram e saem livremente através da membrana plasmática por meio deste processo.

2. **Difusão por canais proteicos e difusão facilitada**: permitem a passagem de íons e de água. No caso da difusão facilitada, há passagem de **glicose e aminoácidos** por receptores transmembranares de fora para dentro da célula que funcionam como **portões** que **nunca geram uma abertura continua entre os meios interno e externo.** Quando uma molécula de glicose é colocada no interior da célula, a abertura externa do receptor proteico **se fecha** para o lado de fora. Este tipo de transporte, nas células musculares e nas células que armazenam gordura (adipócitos), ocorre com o estimulo da **insulina**.

3. **Osmose**: trata-se de um caso especial de difusão. Neste caso, estamos tratando da **movimentação da água**, exclusivamente. Ela **ocorre quando a água se movimenta de um meio menos concentrado para um mais concentrado**, objetivando igualar as concentrações finais e totais de solutos. Nestes casos, caso uma célula seja colocada em um meio que se apresente com elevada concentração salina ou baixa concentração de água (hipertônico), a água irá migrar da célula (meio menos concentrado) para o meio externo fazendo com que a célula murche, tornando-se **plasmolisada**. Caso seja colocada em meio hipotônico, ou

seja, com baixa concentração de soluto, a célula apresentará seu interior mais concentrado do que o meio externo e a água migrará para seu interior, tornando-a **turgida** (inchada).

Importante notar que este tipo de transporte depende da existência de um **gradiente de concentração**, ou seja, depende de **concentrações diferentes** entre o meio interno e externo.

Nos casos de transporte ativo primário, quando há gasto ou consumo de energia pela célula, termos:

1. **As bombas de sódio e potássio (ATPase de sódio e potássio)**: são proteínas que atuam no transporte simultâneo de íons de sódio e de potássio, fazendo com que os **íons de sódio saiam das células e os de potássio entrem**. Para cada três íons de sódio retirados, dois de potássio são recolocados no interior da célula. Isto ocorre, pois, a concentração **externa** de **sódio** (no meio extracelular) é **maior** do que a interna, o que gera a difusão destes íons para o interior da célula. Com o **potássio**, ocorre o oposto. Sua concentração é **maior no citoplasma** (meio interno ou intracelular), fazendo com que ele sofra difusão para o meio externo constantemente. A bomba então ajusta estas concentrações.
2. **Endocitose**: trata-se da internalização de substâncias do meio exterior que ocorre por meio de **vesículas transportadoras**, denominadas endossomos. Ocorre de três formas:
    a. **Fagocitose:** a célula é estimulada pela presença de uma **substância alvo sólida**, que pode ser restos de célula morta, patógenos externos, bactérias e vírus. Esse estímulo faz com que a membrana se expanda em direção à substância alvo, englobando-a com estruturas denominadas **pseudopodes** (ou pés falsos), gerando então uma vesícula denominada fagossomo (figura 6). Este se liga a lisossomos (calma! Veremos o que eles são mais à frente) e destrói (ou **digere**) a substância alvo.

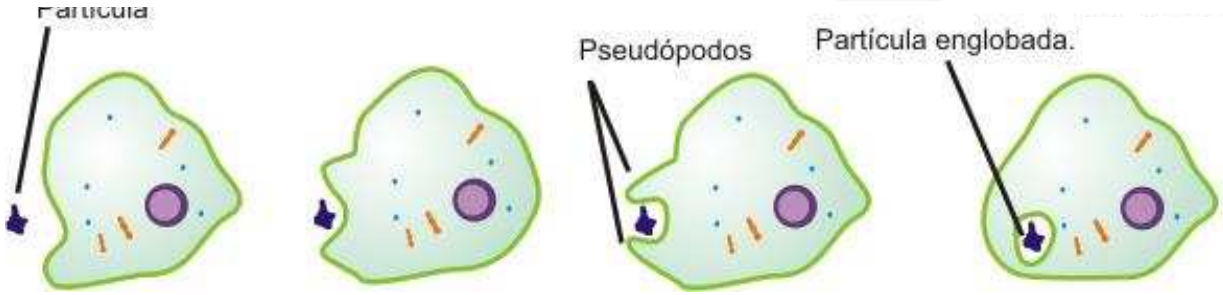


Figura 6: o processo de fagocitose. Modificado de - Autor: Rodrigo Nishino. Fonte https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fagocitose.png.

b. **Pinocitose:** em geral está relacionada à entrada de porções **líquidas** do meio externo na célula, contanto nutrientes dissolvidos (figura 7). Ocorre pela formação de vesículas a partir da superfície da célula. A vesícula formada é chamada de **pinossomo**.

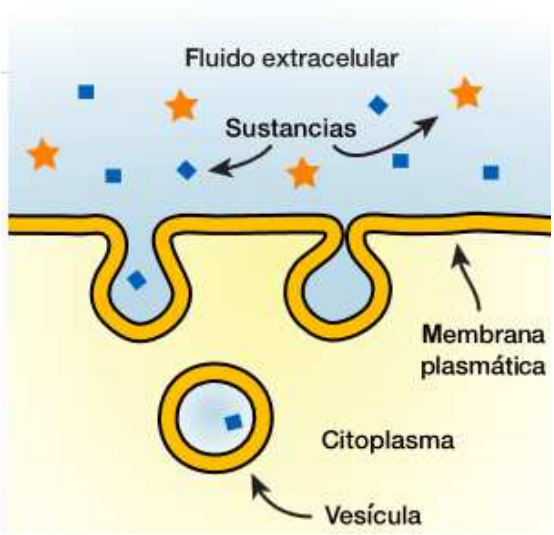


Figura 7: O processo de Pinocitose. Modificado de - Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/Pinocitosis.svg

c. **Endocitose mediada por receptores:** substâncias se ligam **às proteínas receptoras** na porção externa da célula, fazendo com que ocorra uma invaginação da membrana

que forma as vesículas (endossomos), contendo as substâncias ligadas aos receptores. Estes endossomos **se ligam a lisossomos**, promovendo a liberação das substâncias no citoplasma (interior da célula) (figura 8). O endossomo então retorna à superfície da membrana plasmática e se funde a ela, externalizando novamente os receptores proteicos.

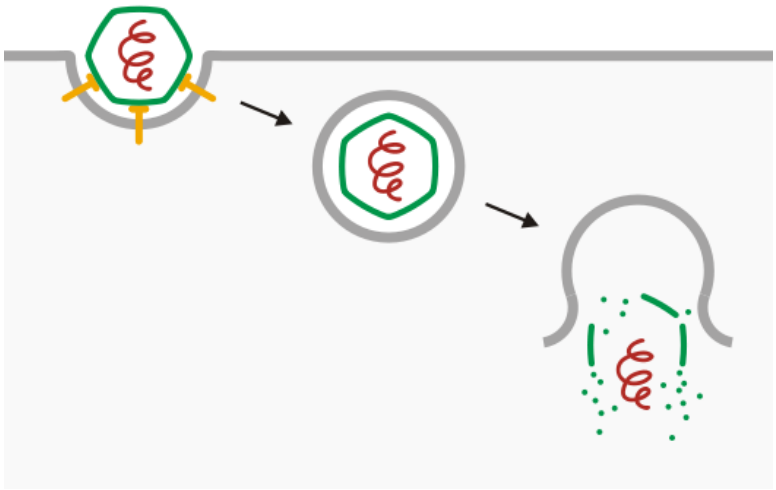


Figura 8: O processo de Endocitose mediana por receptores. No caso, um vírus é reconhecido pela célula, que o internaliza e destrói seu envoltório. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Viral_entry_%28Endocytosis_and_lysis%29.svg.

Um exemplo de célula que faz fagocitose é o **macrófago**, um tipo especializado de leucócito (*leuco* – branco + *cito* – célula = células brancas do sangue!). Esta célula está presente nos nossos tecidos, fazendo parte de nosso sistema imune.

Um último tipo de transporte membranar que trataremos é a **exocitose**. Ela é o processo **reverso da Endocitose**. Nela, vesículas geradas no interior da célula em especial pelo **Complexo de Golgi,** contendo produtos a serem secretados (ex. hormônios), são fundidas à membrana celular, externalizando o seu conteúdo.

Um exemplo de células que praticam constantemente este procedimento pode ser observado nas células epiteliais que margeiam os capilares – vasos de pequeno calibre por onde o sangue circula, próximo das células dos tecidos. Nestas células, os nutrientes e gases presentes no sangue passam por Pinocitose para o seu interior e são exocitadas para os tecidos adjacentes.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

2. Qual das alternativas abaixo apresenta as principais funções da membrana plasmática de célula eucariótica?

a) respiração, produção de esteroides, isolamento.

b) comunicação, produção de proteínas receptoras, suporte estrutural.

c) comunicação e regulação de trocas com o meio externo, isolamento físico e produção de energia.

d) comunicação e regulação de trocas com o meio externo, isolamento físico e suporte estrutural.

e) produção de fosfolipídios, comunicação intersistêmica, trocas gasosas com o meio.

3. Qual das alternativas abaixo é falsa?

a) A fagocitose é um tipo de transporte ativo, praticada por macrófagos presentes em nossos sistema imune.

b) A pinocitose é um processo passivo de internalização de substâncias líquidas.

c) O processo de difusão é um processo físico que independe de dispêndio energético da célula.

d) Osmose é um processo passivo de movimentação de água de acordo com um gradiente de concentração.

e) A endocitose mediada por receptores depende de ATP.

4.1.2 Diferenciações da Membrana Plasmática.

As **microvilosidades** são um exemplo de diferenciação da superfície da membrana plasmática, representadas por prolongamentos de membrana gerados pelo citoesqueleto. Estas estruturas estão presentes em células que apresentam **função de absorção**, como as células da mucosa intestinal (figura 9), já que elas promovem um aumento da sua área de superfície, portanto, um aumento de área disponível para absorção.

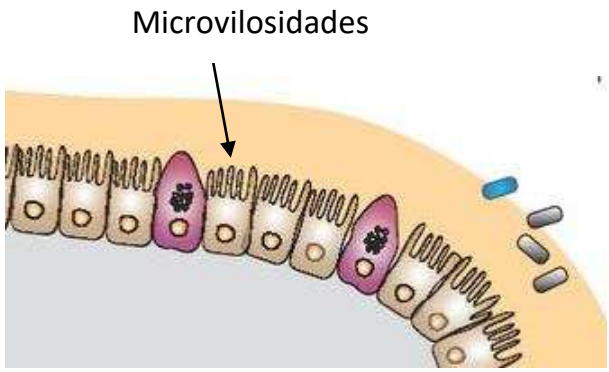


Figura 9: esquema mostrando a superfície do epitélio intestinal. Veja que as células apresentam microvilosidades na sua superfície. Fonte Wikicommons.

Outro exemplo comumente abordado em provas é o **desmossomo**. O desmossomo é uma região onde se concentram estruturas do citoesqueleto e onde há **conexão e aderência** entre células vizinhas (figuras 10 e 11).

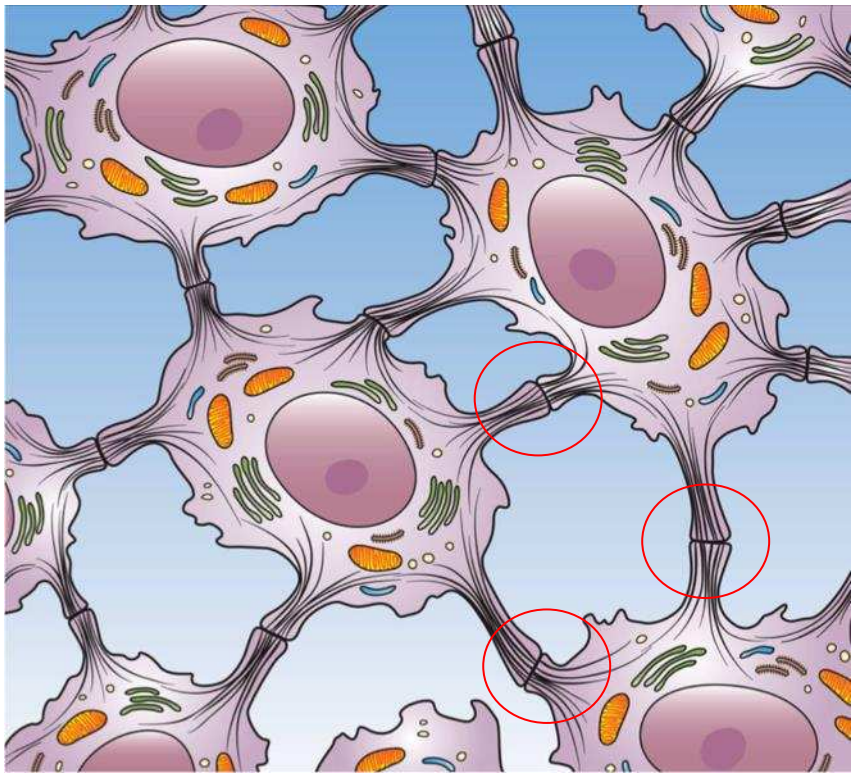


Figura 10: Em destaque no desenho, os desmossomos unindo as células de um epitélio. Fonte wikicommon. Autor Holly Fischer.

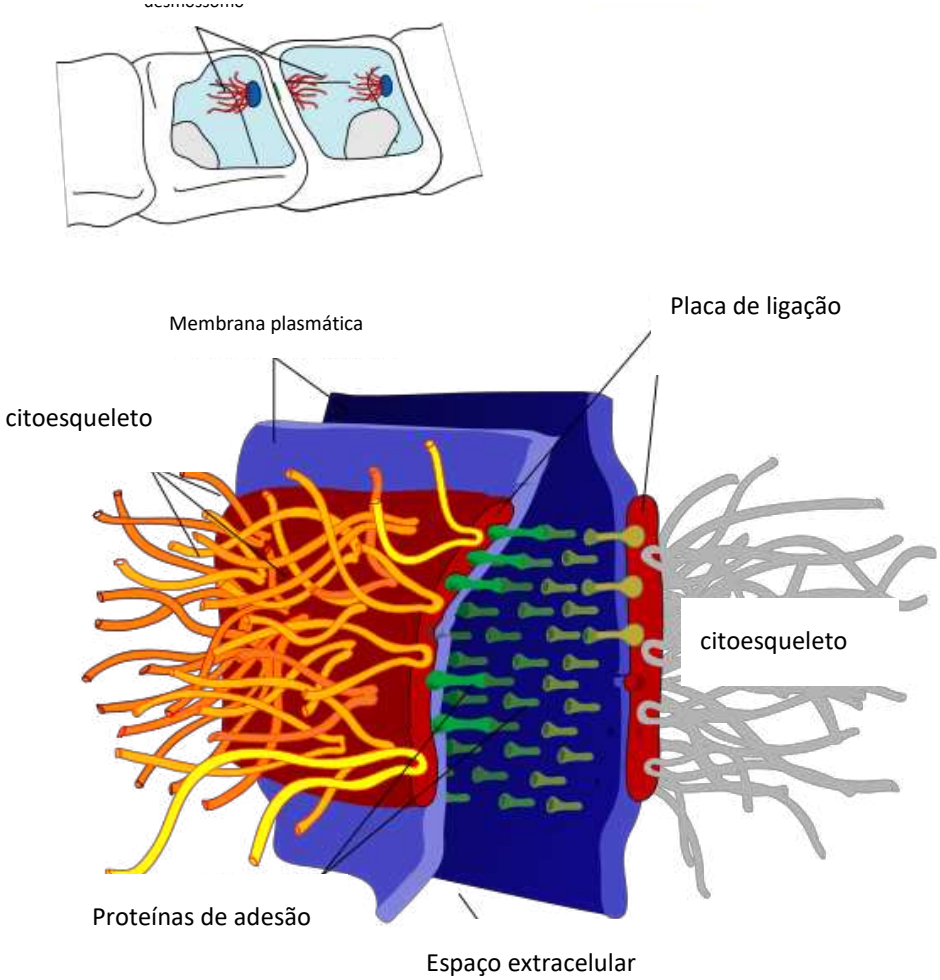


Figura 11: Um desmossomo em detalhe. O desenho mostra as proteínas do citoesqueleto ligadas a ele. Autor Mariana Ruiz. Fonte Wikicommons.

4.2 – O CITOPLASMA E AS ORGANELAS

A **porção interna da célula**, isto é, a porção que fica contida pela membrana plasmática é chamada de citoplasma (figura 12). Ele pode ser divido entre o **citosol (ou hialoplasma) e as organelas**.

O **citosol** é a porção **líquida do citoplasma**, que apresenta a consistência de um gel fluido (trata-se de um coloide). Apresenta diluídos gases da respiração, nutrientes, íons como o potássio e proteínas. Sua composição é diferente do meio externo – ou extracelular.

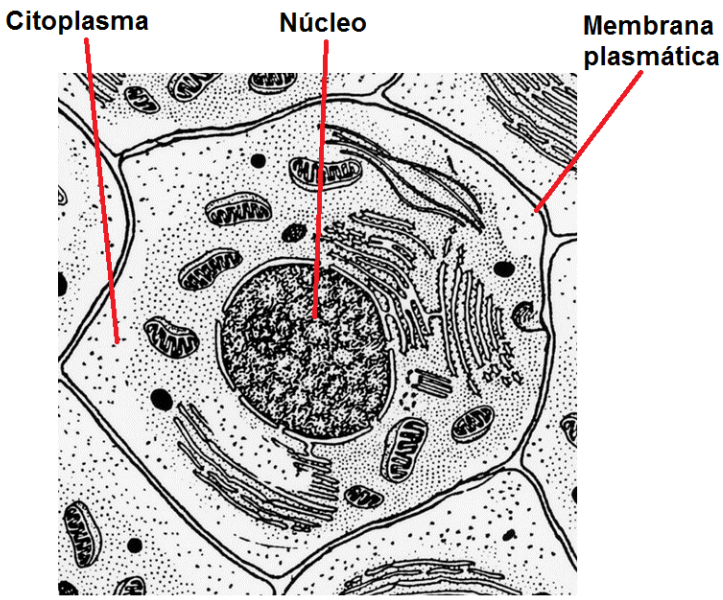


Figura 12: Esquema de uma célula eucariótica. Entre o núcleo e a membrana, há o citoplasma, composto pelo citosol e pelas organelas. Fonte : https://commons.wikimedia.org.

As **organelas** são estrutura que apresentam funções biológicas específicas. Podem ser classificadas como organelas membranosas e organelas não membranosas.

As organelas **não membranosas** de nosso interesse são:

4.2.1 – Citoesqueleto

Funciona como o esqueleto da célula, promovendo sustentação para sua estrutura fluida, tendo ainda a função de organização metabólica, alocando ribossomos e moléculas de RNA envolvidos na síntese de proteínas. São compostos por **microfilamentos, microtubulos e filamentos intermediários**. Encontram-se distribuídos por todo o interior da célula (figura 13), podendo alterar sua posição de acordo com a necessidade espacial. Isso é importante, pois o citoesqueleto é uma **estrutura dinâmica** que pode se reorganizar alterando a forma da célula.

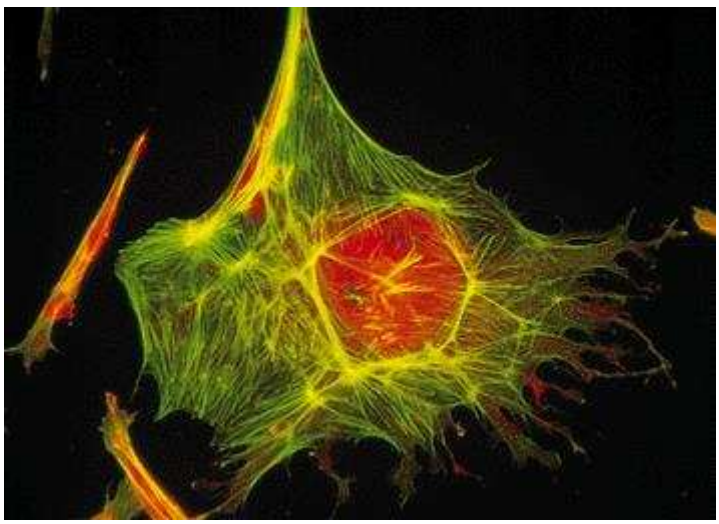


Figura 13: Imagem de uma célula, na qual se encontram marcados os filamentos do citoesqueleto em amarelo. Autor: Alice Avelino. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Citoesqueleto.gif.

4.2.2 – Microfilamentos, Microtúbulos e Filamentos Intermediários

Os **microfilamentos** são em geral compostos por uma proteína denominada **actina**. Sua função é gerar a **consistência do citoplasma, ancorar o citoesqueleto e promover movimento** por meio da interação com a proteína **miosina** - veremos mais à frente no curso que esta interação é responsável pela contração dos músculos.

Os **microtúbulos** são estruturas compostas por uma proteína chamada **tubulina**. São em geral estruturas tubulares, sendo os maiores componentes do citoesqueleto. Estão relacionados aos processos de **divisão celular** que veremos mais à frente. Eles são importantes para **manter o formato da célula** e funcionam como verdadeiros trilhos sobre o qual se **movem vesículas** e outras organelas. O centro de organização dos microtúbulos nas células animais é o **centrossomo**. Ele se localiza próximo ao núcleo. Ele se encontra ao redor de estruturas chamadas **centríolos** (figura 14), os quais são formados por estruturas de proteína **tubulina**, que se dispõe perpendicularmente. Estão presentes nos **cílios e flagelos**, que são modificações celulares que promovem o movimento do meio externo.

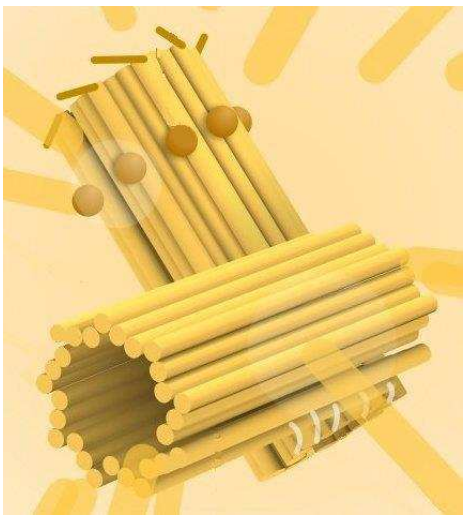


Figura 14: Os centríolos, formados por “fibras” de tubulina, envolvidos na divisão celular. Autor Kevinsong.

Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diplosoma.jpg.

Os **filamentos Intermediários e os filamentos grossos** são compostos por proteínas e têm como função a manutenção do formato da célula. Os filamentos intermediários têm esse nome por apresentarem tamanhos intermediários entre os microfilamentos e os filamentos grossos. Um exemplo destes filamentos são os **filamentos de queratina**, presente nas células da epiderme. Os filamentos grossos são compostos por **miosina** e estão presentes nas células musculares.

4.2.3 – Ribossomos

São estruturas formadas por uma **conjugação de proteínas com o RNA ribossômico**. Apresentam-se em **duas subunidades** (figura 15), as quais devem se juntar para que os ribossomos exerçam a sua função. Esta organela é encarregada pela **síntese de proteínas**. Portanto, células de tecidos ou órgãos que promovem muita **secreção de proteínas** como **o fígado** apresentam mais ribossomos do que células sem esta função. A junção das subunidades do ribossomo para produção de uma proteína ocorre no **citoplasma**.

Estas organelas podem ser encontradas **livres no citoplasma ou acopladas ao retículo endoplasmático,** formando o **retículo endoplasmático rugoso** que estudaremos à frente.

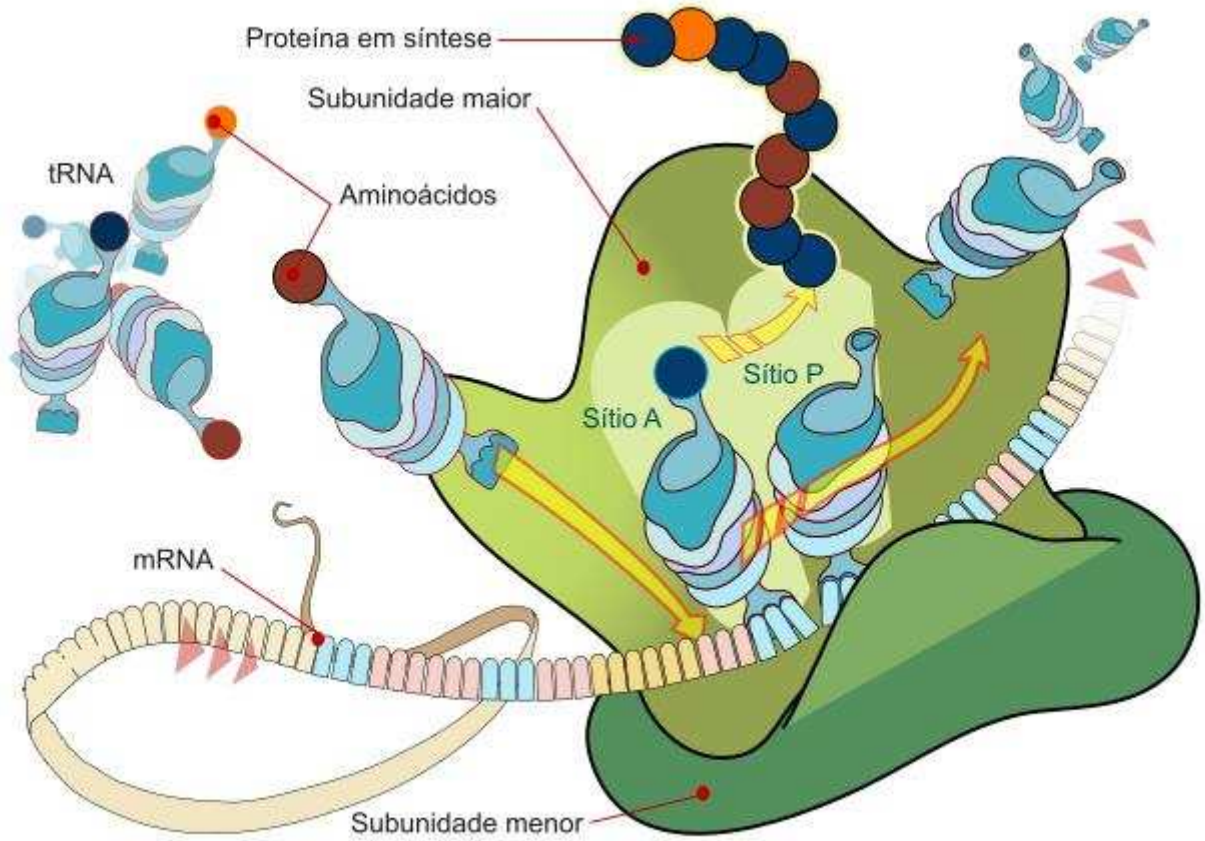


Figura 15: um ribossomo em processo de síntese de proteína. Veja que ele apresenta uma subunidade maior e uma menor. Os RNAs transportadores (tRNA) carregam os aminoácidos que irão formar as proteínas. Eles então foram pares com as bases codificantes do RNA mensageiro (mRNA) que está sendo "lido" pelo ribossomo. A este processo chamamos de **tradução**. Fonte https://commons.wikimedia.org.

4.2.4 – Proteassomos

São organelas que são responsáveis pela **reciclagem de proteínas** encontradas no citoplasma. São muito importantes na **resposta imune dos organismos**. Apresentam um formato cilíndrico composto por proteínas (figura 16).

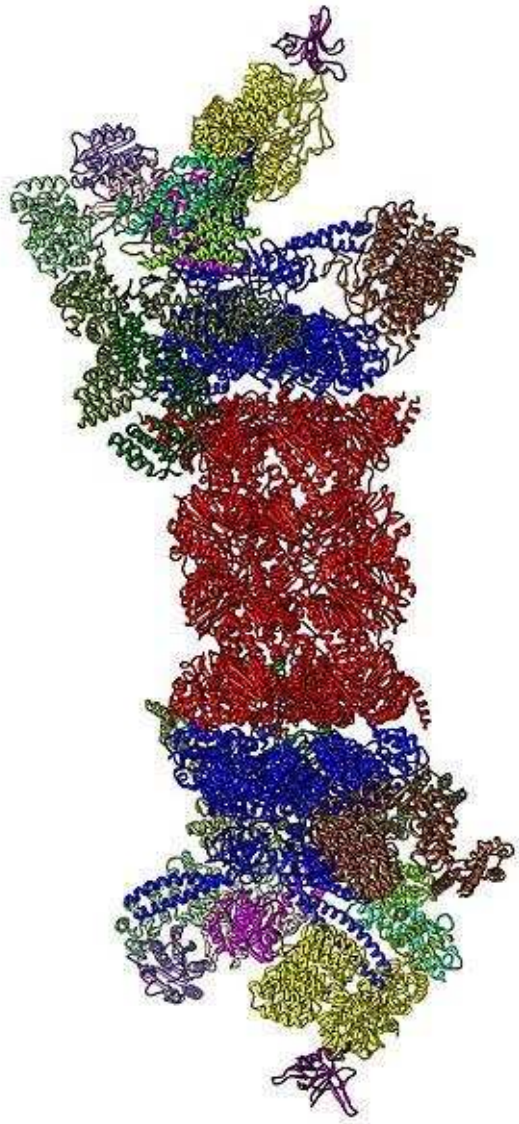


Figura 16: a estrutura molecular de um proteassomo. Fonte https://commons.wikimedia.org.

As organelas **membranosas** que estudaremos são:

4.2.5 – Retículo Endoplasmático (RE)

O retículo endoplasmático é uma **rede de canais delimitados por membranas, situado no interior da célula, que parte do envoltório nuclear**. Estes canais são espaços formados por túbulos e câmaras, chamados **cisternas** (figura 17).

São suas funções:

1. **Transporte** de substâncias no interior da célula;
2. **Síntese** de carboidratos, proteínas e lipídeos;
3. **Armazenamento** de moléculas sintetizadas pela célula ou absorvidas do citoplasma.
4. **Desintoxicação** por meio de neutralização enzimática de toxinas.

Os retículos endoplasmáticos se apresentam de duas formas: associados a ribossomos em sua membrana, fato que os torna com aparência **rugosa ou granular**, o que lhe confere o nome de **Reticulo Endoplasmático Rugoso** (RER), ou livres de associações, apresentando sua superfície membranar lisa, sendo denominado **Retículo Endoplasmático Liso** (REL).

O Retículo Endoplasmático Liso tem como funções específicas a **síntese e armazenamento de hormônios, fosfolipídios, glicerídeos, glicogênio e colesterol**. Apresentam-se em grande quantidade em células do **fígado** e de órgãos reprodutivos como os **testículos**.

Já o retículo endoplasmático rugoso ou granular (figura 18), também denominado **ergastoplasma**, tem como função principal a **síntese, modificação e armazenamento de proteínas**, em especial devido à sua conjugação com os ribossomos. Podem ser encontrados em grandes quantidades em células **pancreáticas** onde há grande necessidade de síntese proteica para confeccionar enzimas digestivas.

As proteínas produzidas e modificadas no RER são acondicionadas em vesículas transportadoras liberadas nas extremidades das cisternas, seguindo então para o complexo de Golgi.

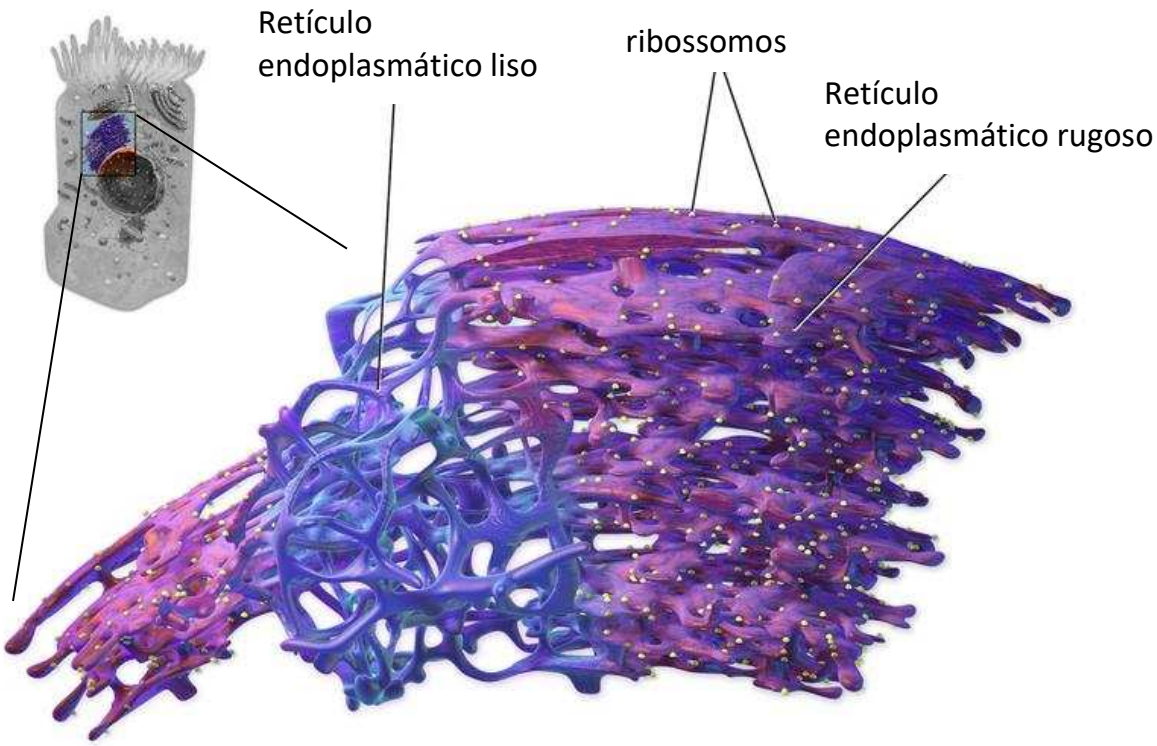


Figura 17: A associação dos retículos endoplasmáticos; sua organização continua a partir da membrana nuclear. Modificado de Blausen.com staff (2014), em “Medical Gallery of Blausen Medical 2014”.

cisternas **RER** **ribossomos**

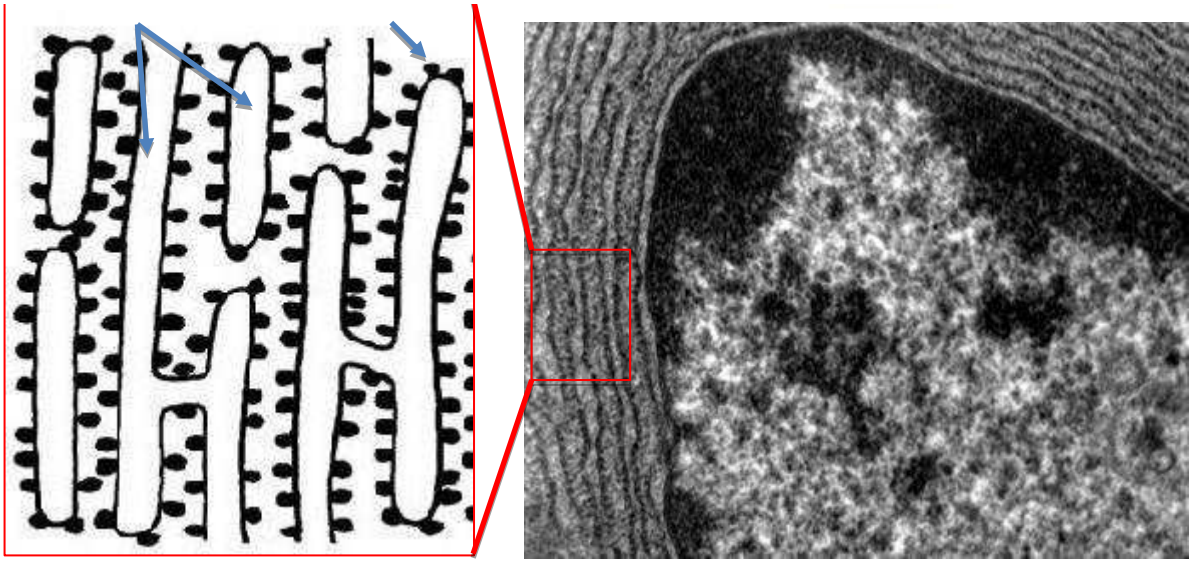


Figura 18: uma fotomicrografia de microscopia eletronica de célula pancratica, mostrando o núcleo da célula e ao seu redor o Retículo Endoplasmático Rugoso (RER). Em detalhe um esquema mostrando as cisternas e os ribossomos associados à membrana. Modificado de Fonte: http://remf.dartmouth.edu/imagesindex.html. Autor Louisa Howard.

4.2.6 – Complexo de Golgi

Esta organela se assemelha a um amontoado de pratos. Ela está presente, em geral, próxima ao núcleo e consiste de uma série de "sacos" empilhados (figura 19), que são denominados **cisternas**. Está envolvida na **excreção de proteínas e glicoproteínas produzidas no retículo endoplasmático rugoso, como hormônios e enzimas**.

Tem ainda as funções de:

I. **Formar os lisossomos** – vesículas que contem proteínas e que ficam soltas no citoplasma;
II. **Renovar ou modificar a membrana plasmática**;
III. Formar o **acrossomo** dos espermatozoides; síntese de polissacarídeos.

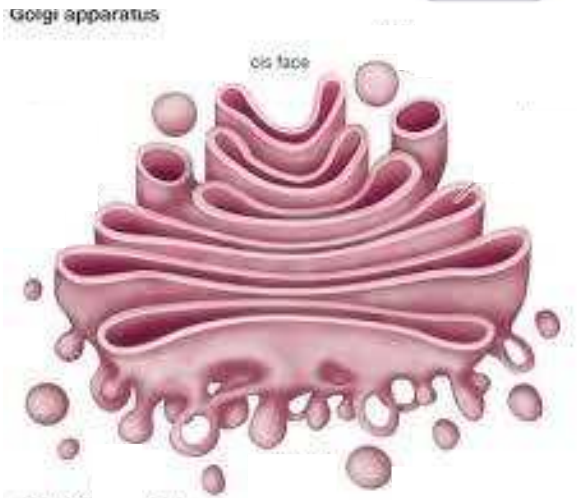


Figura 19: o formato do complexo de Golgi. Fonte 2008 Encyclopedia Britannica ,INC, disponível em https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Golgi_apparatus.jpg.

4.2.7 – Lisossomos

São as **vesículas digestivas** da célula. Elas são **produzidas no complexo de Golgi** e apresentam em seu interior enzimas digestivas, ou seja, enzimas que irão quebrar quimicamente substâncias. Estão relacionadas à **reciclagem de algumas organelas e aos processos de autólise**. Este ultimo processo (autólise) é resultado de liberação das enzimas digestivas que estavam enclausuradas no interior do lisossomo para o citosol.

Se apresentam como **esferas** membranares no interior do citoplasma, em geral associadas ao complexo de golgi, ou próximas a ele.

4.2.8 – Peroxissomos

Os peroxissomos são **vesículas** que se originam a partir de outros peroxissomos. Suas enzimas são produzidas no citoplasma e não no RER como nos lisossomos. Eles têm como função a **degradação de ácidos graxos e compostos orgânicos**. Neste processo há liberação de H_2O_2, um composto denominado **peróxido de hidrogênio**, carinhosamente apelidado de “água oxigenada”.

O próprio peroxissomo se encarrega de **degradar** este composto, utilizando a enzima **catalase**, gerando como produto da degradação oxigênio e água.

4.2.9 – Mitocôndria

As mitocôndrias são as organelas **produtoras de energia das células**, não à toa, são conhecidas como **casas de força** celular ou "**Power houses**". Elas têm uma estrutura especial que merece ser estudada a fundo.

São formadas por uma **membrana externa** e por uma **membrana interna** que apresenta prolongamentos para o interior da organela formando as **cristas mitocondriais** (figura 20). Estas duas membranas apresentam diferentes constituições estruturais, o que lhes confere funções específicas. A membrana externa apresenta arranjos proteicos formados por proteínas denominadas **porinas**, que facilitam o transporte de moléculas do citoplasma para o interior da mitocôndria. Já a membrana interna apresenta sua constituição bioquímica diferente da membrana externa, sendo formada por fosfolipídios que apresentam quatro cadeias de ácidos graxos – duas a mais do que a membrana plasmática – o que lhe confere **menor permeabilidade**. Nela também estão as **enzimas responsáveis pela produção dos compostos que fornecem a energia da célula, o ATP**.

A presença destas duas membranas faz que dois espaços se formem dentro da organela: a **matriz mitocondrial** e **o espaço intermediário**.

O **espaço intermediário** está entre a membrana externa e a interna.

A **matriz mitocondrial** corresponde ao **espaço formado pela membrana interna, o interior da organela**. Neste espaço há uma série de enzimas responsáveis pela **respiração celular**, em especial aquelas que participam do ciclo do ácido cítrico (**ciclo de Krebs**) e da oxidação do piruvato (um produto da degradação da glicose que ocorre no citoplasma) e de ácidos graxos (gorduras). Neste espaço também está todo o **maquinário que a mitocôndria utiliza para a sua própria divisão e replicação de seu material genético**: seu DNA, ribossomos mitocondriais, RNAs transportadores e enzimas utilizadas para a expressão gênica da organela. Ou seja, **as mitocôndrias se originam de mitocôndrias pré-existentes na célula.**

Não é interessante que uma organela tenha tantas características que as permitam se dividir e funcionar de forma individual – mas não independente – em relação à célula?

Pois justamente devido a estas características que os pesquisadores acreditam que a mitocôndria (e os cloroplastos) **tenha evoluído a partir de bactérias que foram internalizadas por células primitivas nucleadas**. Uma série de fatores pode ter contribuído para o sucesso desta união, entre eles o fato de que o ciclo de produção de energia que utiliza o piruvato, que ocorre dentro das mitocôndrias (na matriz) é mais **rentável energeticamente**, ou seja, gera mais energia do que a fermentação alcoólica ou a fermentação lática que as células eucarióticas conseguem fazer sem a mitocôndria, em processos anaeróbios. A esta teoria, chamamos de **teoria da endossimbiose**. Resumindo, temos em um passado muito remoto um **ser procarionte** e de **respiração aeróbia** que foi internalizado por **endocitose** a uma **célula primitiva eucariótica** que respirava anaerobicamente, gerando uma **célula eucariótica com um endossimbionte** que no processo temporal evolutivo se tornou parte da célula.

As mitocôndrias, em muitos organismos superiores, são passadas para as gerações futuras por meio de **herança materna**. Ou seja, quase 99% das **nossas mitocôndrias são herdadas de nossas mães** e pouquíssimas de nossos pais. Por isso o DNA mitocondrial tem informações limitadas para a genética forense.

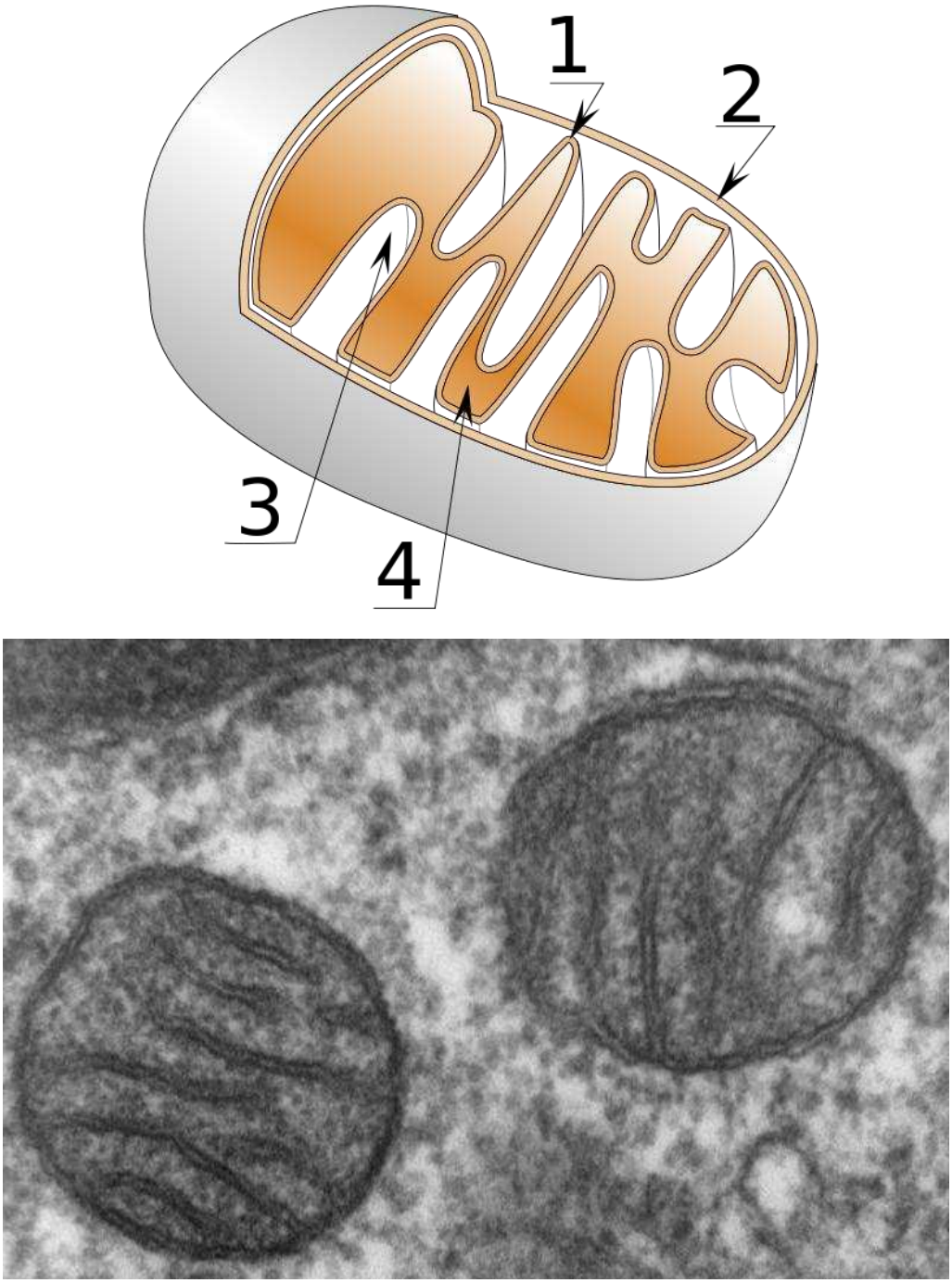


Figura 20: Acima – um esquema de uma mitocôndria mostrando: 1. Membrana interna formando uma crista; 2. A membrana externa; 3. O espaço intermediário; 4. A matriz. Abaixo – uma microfotografia de microscópio de varredura mostrando duas mitocôndrias. Fonte: Louisa Howard em http://remf.dartmouth.edu/imagesindex.html.

EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

4. (**VUNESP 2014**) Os peroxissomos são organelas celulares presentes no citoplasma de células animais e vegetais. É correto afirmar que, nas células humanas, essas organelas:

(A) produzem enzimas e ácidos nucleicos para uso no metabolismo de proteínas e ácidos graxos, sendo abundantes nas células do estômago e do pâncreas.

(B) transformam lipídios em açúcares para uso na produção de ATP intracelular e manutenção das funções celulares normais, sendo abundantes no pâncreas.

(C) decompõem o peróxido de hidrogênio, realizam a oxidação de ácidos graxos e participam da síntese de compostos como o colesterol, sendo abundantes nas células do fígado e dos rins.

(D) sintetizam enzimas e componentes da membrana plasmática e nuclear dos neurônios, sendo abundantes no sistema nervoso central.

(E) iniciam a síntese proteica nos ribossomos celulares e a síntese de glicogênio, sendo abundantes principalmente nas células do fígado.

4.2.10 – O Núcleo Celular

O núcleo é um **compartimento da célula onde se encontra acondicionado o DNA**, na forma de **cromatina**. O DNA não se encontra livre no suco nuclear (um gel proteico semelhante ao

citoplasma que se encontra no interior do núcleo), ele se encontra aderido a proteínas que auxiliam na sua espiralização, chamadas **de histonas**. Esta associação forma a cromatina.

O compartimento do núcleo é gerado por uma membrana externa chamada de **cariotéca** ou **envoltório nuclear** (figura 21). A cariotéca é formada por duas membranas concêntricas e continuas, que apresentam constituição distinta. A **membrana interna apresenta proteínas específicas, como aquelas utilizadas para ancorar a cromatina**. A **membrana externa apresenta continuidade com o retículo endoplasmático**, apresentando composição semelhante às demais membranas da célula, podendo se apresentar ligada a ribossomos.

Há na membrana nuclear a presença de **poros formados por proteínas denominadas nucleoporinas** que se arranjam num **sistema octogonal (em oito)**, formando um portão que regula a passagem de substâncias como RNA mensageiro e proteínas em ambos os sentidos da célula (tanto de dentro para fora do núcleo, como de fora para dentro).

Quando observamos um núcleo em fase de interfase, podemos notar a presença de uma região mais opaca e densa (quando observamos em microscopia). Esta região é o **nucléolo.** Nela se **concentram moléculas de RNA ribossômico** – este RNA será unido a proteínas que formarão o ribossomo. Neste mesmo núcleo, caso utilizemos um corante básico e o observemos em microscópio óptico, poderemos observar manchas escuras que constituem a heterocromatina, que nada mais é do que uma região da cromatina mais espiralada.

A cromatina quando se condensa mais ou espirala em maior grau será chamada de **cromossomo**. Isto ocorre no processo da divisão celular que veremos mais à frente.

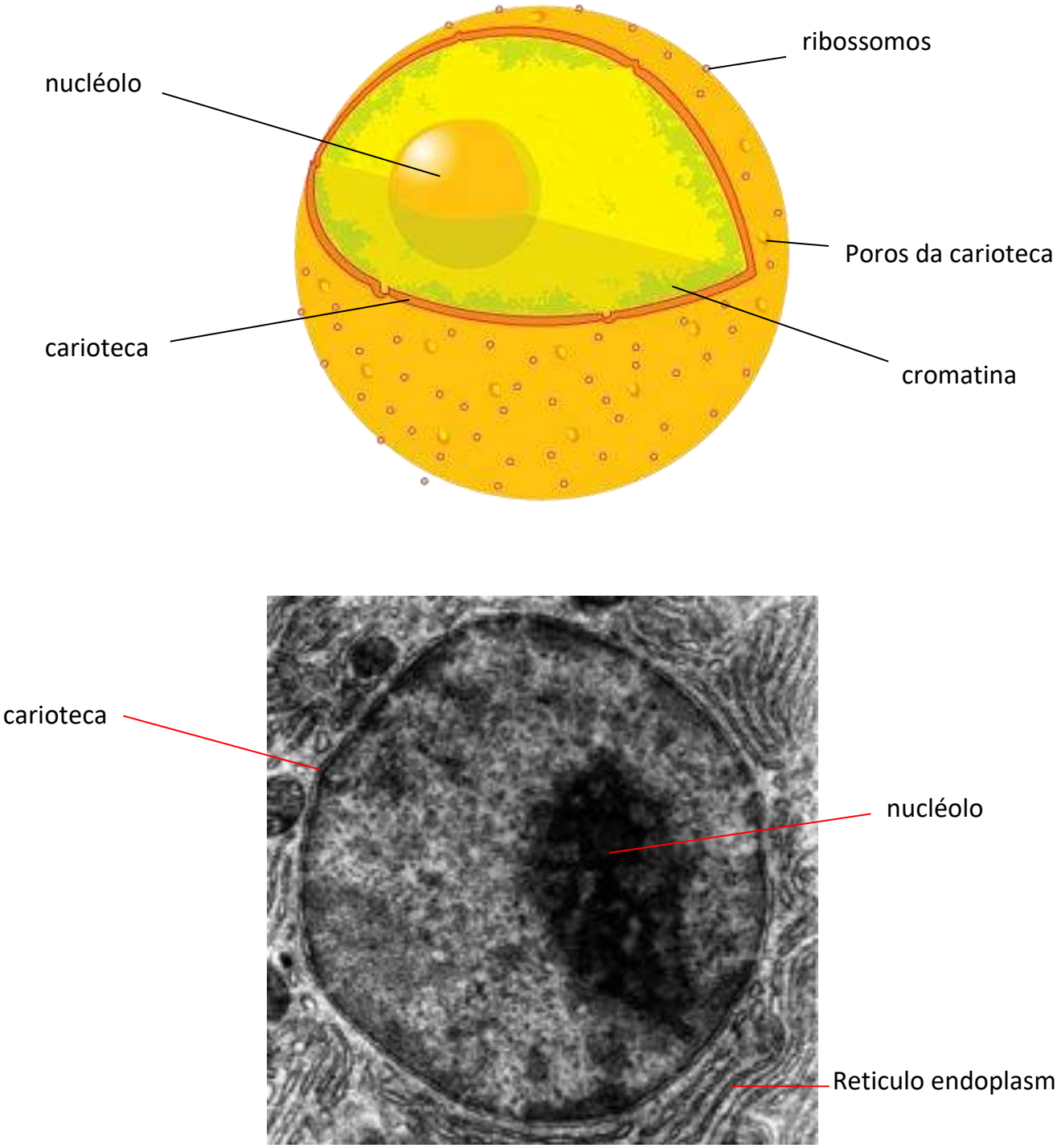
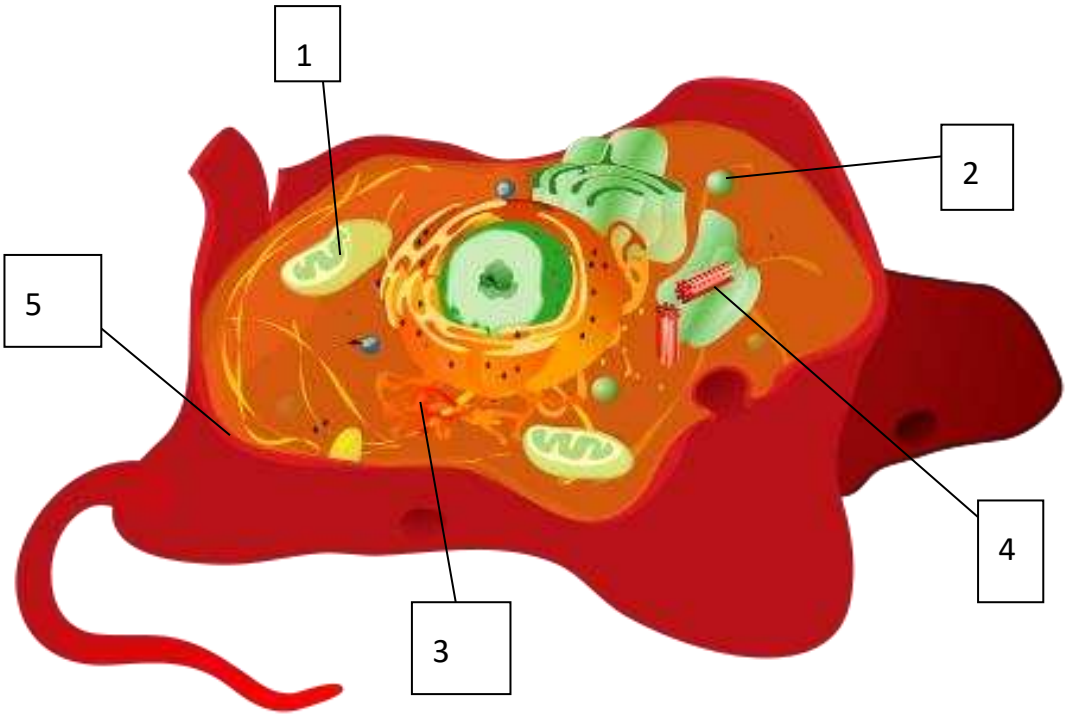


Figura 21: Acima – esquema de um núcleo celular com seus componentes. Abaixo – uma fotomicrografia de um núcleo celular. Fonte: https://commons.wikimedia.org.

EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

5. Agora que estudamos as organelas de uma célula eucariótica animal, faça um exercício de fixação assinalando a alternativa correta.



a) A organela 1 é denominada complexo de Golgi, sendo responsável pela produção de energia na célula.

B) A organela 2 é uma vesícula que contém proteínas digestivas, produzida na mitocôndria.

c) A estrutura 5 é a membrana plasmática. Ela tem como funções a proteção e a produção de energia na célula.

d) A organela 3 é o retículo endoplasmático de Golgi, responsável pela produção de hormônios.

e) A organela 4 é o centríolo, envolvido no processo de divisão celular.

5 – DIVISÃO CELULAR - MITOSE

Algumas células podem se dividir num **processo** chamado **mitose** (figura 22). É um processo que gera **duas células filhas** a partir de uma célula mãe original, apresentando a mesma quantidade de DNA, ou seja, a mesma quantidade de cromossomos. Por isso este tipo de divisão é chamado de **equacional** (lembre-se do termo "igual").

Vamos relembrar rapidamente o que é o DNA?

O DNA é uma molécula que contem **toda a informação necessária** para o funcionamento de uma célula. Ela se apresenta na forma de uma longa dupla fila espiralizada, formando uma dupla hélice. É composta por bases nitrogenadas que interligam as fitas por pontes de hidrogênio. O DNA se encontra nas células eucarióticas organizado em **cromossomos**. Quando não está em processo de divisão celular, ele se encontra com o menor nível de condensação, organizado de forma difusa no interior do núcleo celular, formando a **cromatina**. Nas fases de divisão ele aumenta o grau de condensação, formando as estruturas visíveis e clássicas que conhecemos, os cromossomos. Importante notar que o DNA está sempre organizado nos cromossomos, mas somente conseguimos visualiza-los quando eles estão bastante condensados. Esse termo que usamos – condensado - se refere a uma superespiralização do DNA que ocorre com o auxílio de proteínas, dentre elas as **histonas**. Por isso, podemos encontrar na literatura além do termo condensação o termo espiralização ou espiralação.

As células se encontram nos tecidos em plena atividade, produzindo proteínas, hormônios, transportando substâncias ou processando sinais externos. Quando há necessidade de **aumentar sua quantidade** em determinado tecido do corpo, por exemplo tecidos como a medula óssea vermelha ou tecidos epiteliais, ou ainda quando há necessidade de **dar origem a estes tecidos**, nos momentos embrionários de nossas vidas, elas entram no **processo de divisão**. Esta divisão é o processo de **mitose** que estudaremos adiante.

A mitose apresenta fases demarcadas por acontecimentos específicos relacionados a algumas organelas e, em especial, **ao núcleo celular** e ao material genético. Oras, se estamos falando de uma divisão celular na qual deveremos formar células filhas que funcionem, devemos

concordar que o material essencial para o funcionamento da célula também seja dividido. Este material é o DNA.

Vamos estudar estas fases da divisão celular. Elas são muito cobradas nos concursos.

5.1 – Interfase: a primeira e mais longa fase do ciclo celular.

A fase inicial do ciclo celular é chamada de **interfase**. Esta fase se caracteriza por ser o momento no qual o **DNA ira se replicar**, ou seja, se **duplicar**. Aqui teremos a duplicação de todo material genético da celula, gerando uma cópia do seu genoma. Para os humanos, isso significa que todos os 46 cromossomos serão duplicados, mantendo-se unidos. Ou seja, a quantidade de DNA da célula vai dobrar nesta fase. A fase de divisão do material genético é chamada de **fase S** (de **s**íntese).

Outra organela que também se duplica é o **centrossomo**. Lembra que nele estão os **centríolos**? Pois agora, teremos **dois centrosssomos próximos ao núcleo**, que mais à frente no ciclo celular, irão ajudar a formar o **fuso mitótico (um grupo de filamentos que organiza os cromossomos)**. Conforme o ciclo celular progride, os centrossomos **se afastam em direções opostas** e para diferentes polos do núcleo celular, gerando entre eles uma rede de filamentos de tubulina chamada de **áster**. Esta rede que irá formar o **fuso mitótico**.

Esta é a **fase mais longa** do ciclo celular. Ela ainda apresenta duas fases intermediárias chamadas de *gaps* (do inglês significando “espaços”). Teremos uma fase *Gap* 1 ou simplesmente **G1**, que antecede a fase S e que se caracteriza pelo **crescimento da célula e divisão de organelas**. A fase **G2** se caracteriza por intensa **síntese de proteínas**, num preparo da célula para os processos de divisão que irão se iniciar com a prófase, logo depois. Portanto, teremos a interfase dividida em **G1, S e G2**.

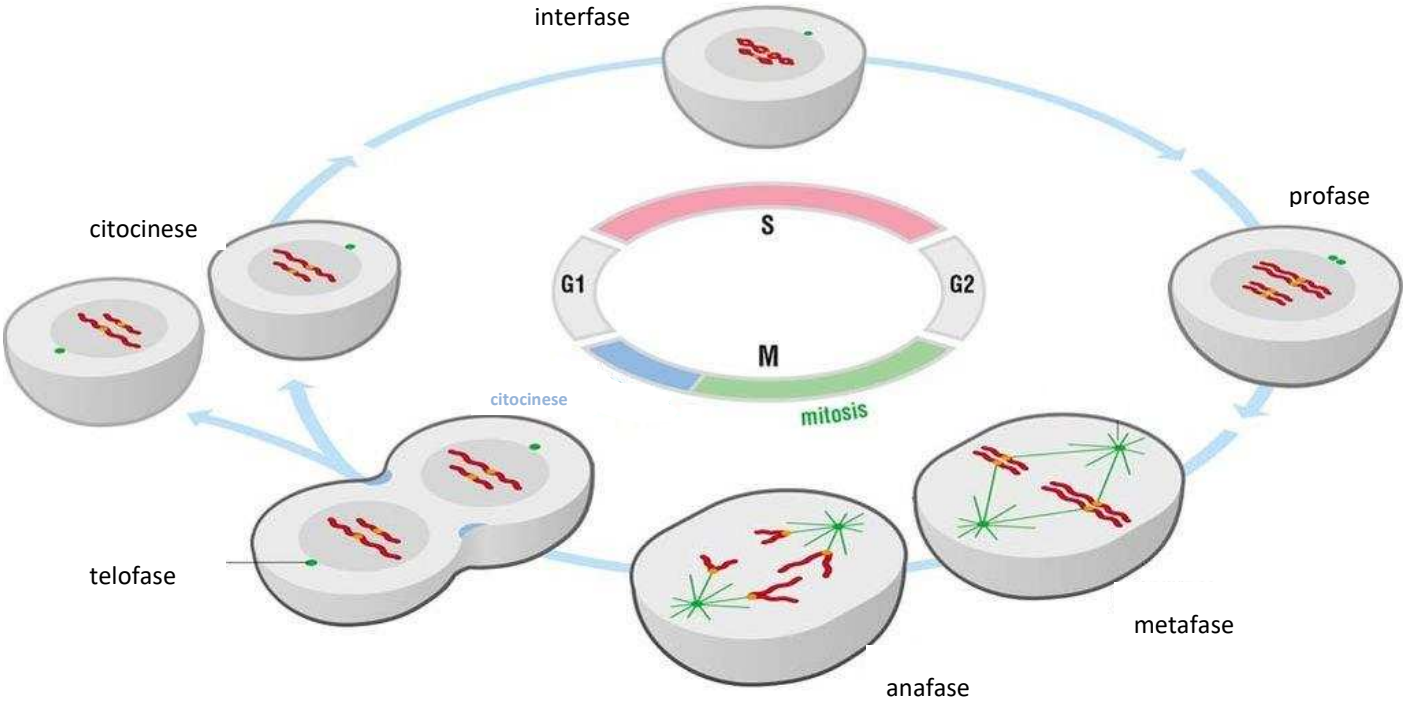


Figura 22: um resumo das fases do ciclo celular. Modificado. Fonte The Cell Cycle: Principles of control (O'Morgan, D.).

5.2 – A Prófase e a Prometáfase – As fases do fim do núcleo.

Depois da interfase, os **cromossomos continuam se condensando** e já podemos visualizar as **cromátides irmãs** ligadas pelo centrômero. Estas cromátides nada mais são do que os cromossomos duplicados. São cópias do mesmo cromossomo, mas que se mantém unidas em uma região, chamada de **cinetócoro localizada no centrômero dos cromossomos**.

Na **prófase** temos então a **condensação cromossômica no interior do núcleo** e a formação do fuso mitótico localizado entre os centrossomos que se afastam para os polos da célula (figuras 23 e 24).

Na **prometafase**, teremos **a dissociação do envoltório nuclear**, ou seja, a **quebra da carioteca**, a membrana que envolve o núcleo. Com essa quebra, os cromossomos duplicados podem se ligar aos microtubulos que formarão o fuso mitótico.

Figura 23: célula de alho em prófase. Fonte https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Prophase#/media/File:Allium-Mitose06-DM100x_BL28.jpg. Autor Thomas Geier.

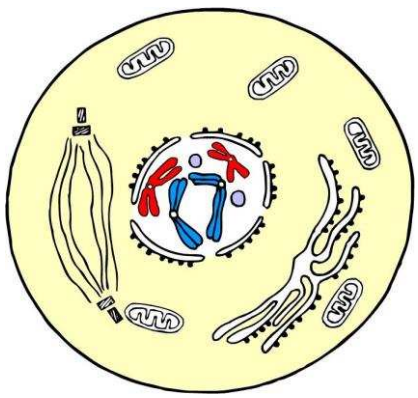


Figura 24: Esquema de uma célula em prófase. Fonte https://commons.wikimedia.org.

5.3 – A metáfase – a fase de maior condensação cromossômica.

Na **metáfase**, os cromossomos atingiram seu **maior grau de condensação**. Eles estão agora situados na **região equatorial da célula**, no "meio" dela (figuras 25 e 26). Neste momento há a **ligação dos cinetócoros que unem as cromátides com os microtubulos do fuso**.

Esta é a melhor fase do ciclo celular para se gerar um **cariótipo** (figura 27)!

> O cariótipo é uma fotomicrografia dos cromossomos de um organismo. Nela haverá o conjunto de todos os cromossomos do indivíduo, possibilitando-se assim analisar a existência de eventuais anomalias.

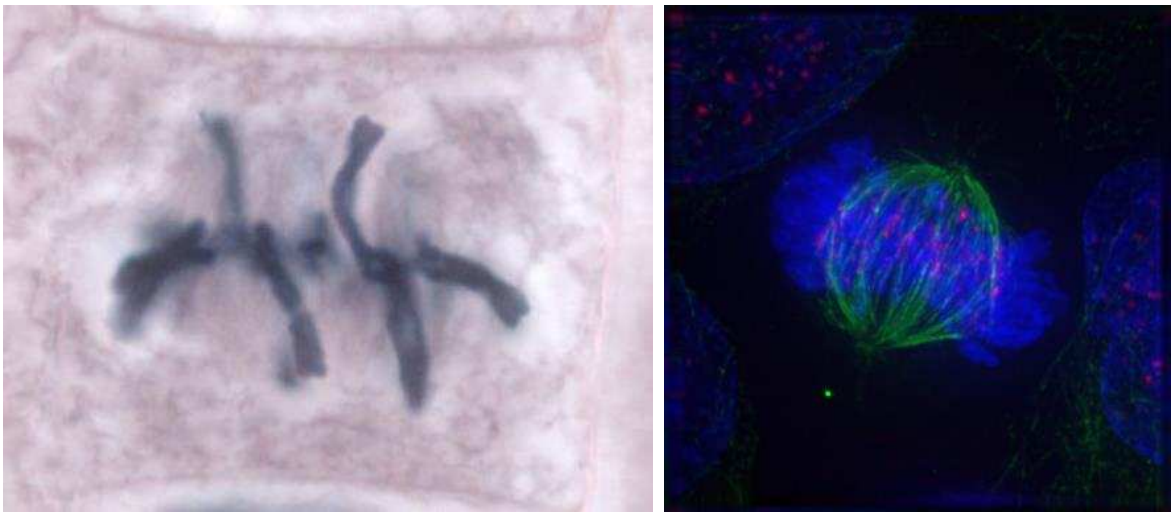


Figura 25: duas células em metáfase. À esquerda, célula de alho, foto de Thomas Geier. À direita célula em metáfase em microscopia confocal, autor Roy Van Heesbeen.

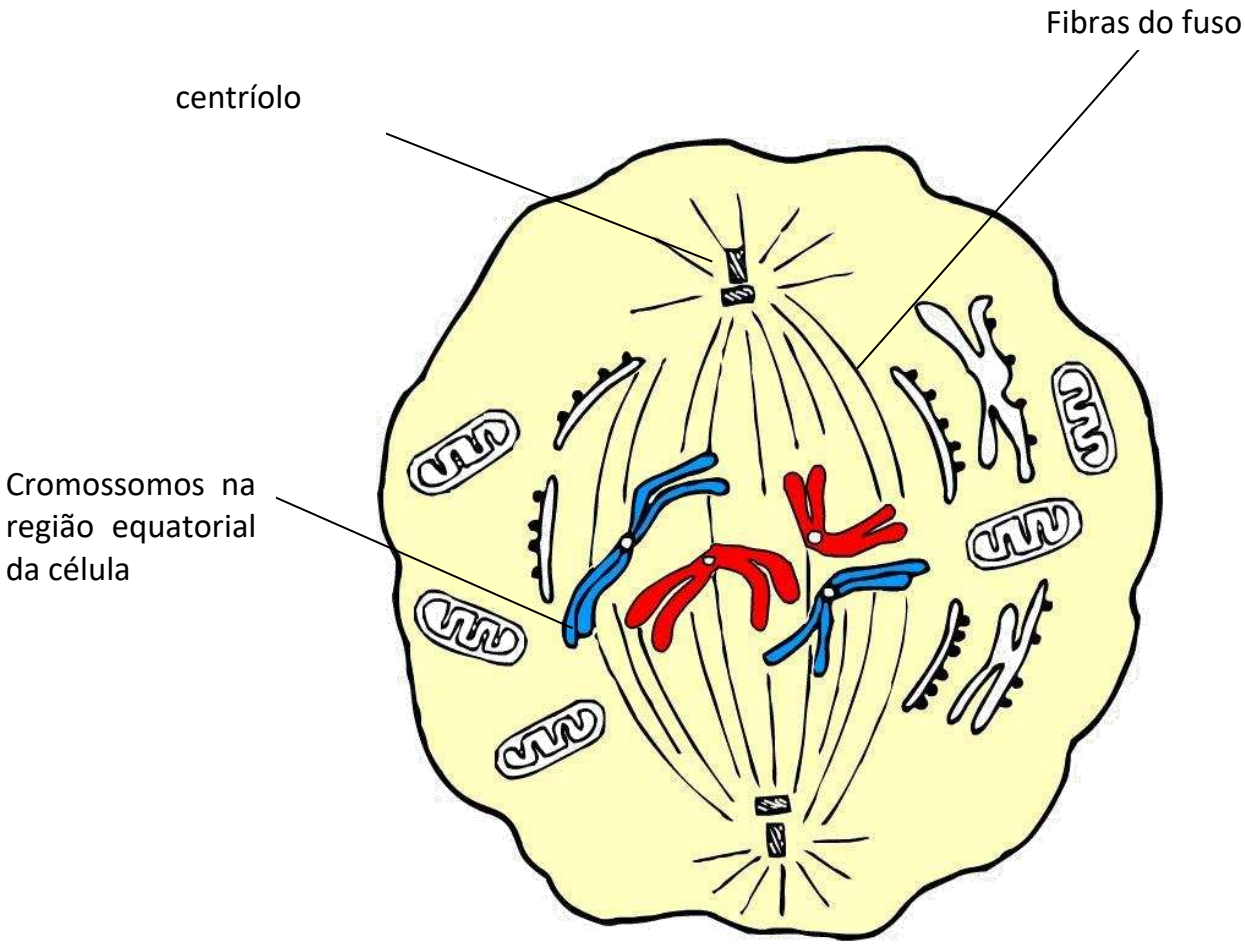


Figura 26: esquema de célula em metáfase. Note que os cromossomos estão na região equatorial da célula em maior grau de condensação.

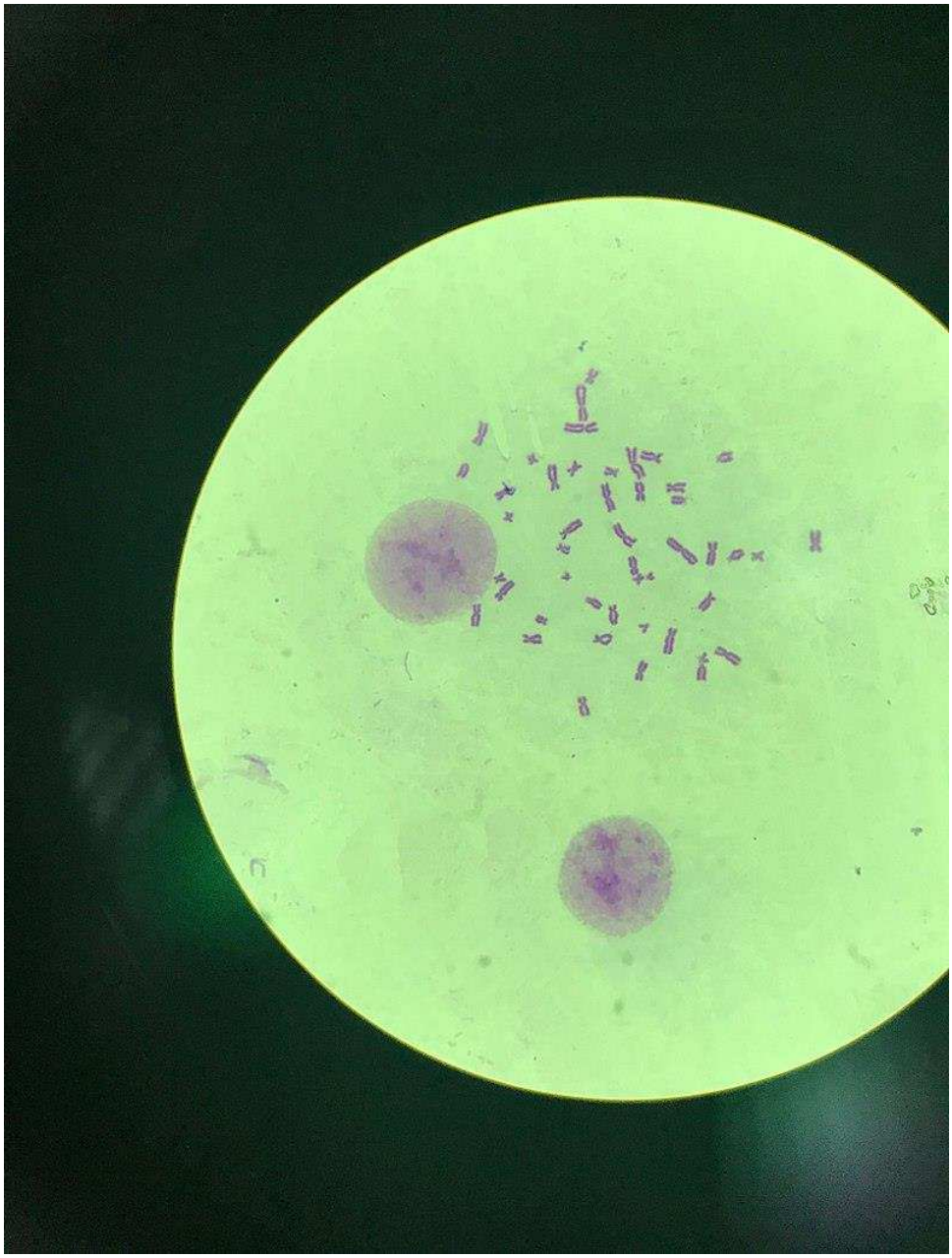


Figura 27: cromossomos metafásicos espalhados, possibilitando análise. Nesta fase há maior grau de condensação.

Fonte https://commons.wikimedia.org.

5.4 –A Anáfase – A separação cromossômica.

Na anáfase, teremos a **separação das cromátides irmãs** formando dois novos cromossomos na célula (figura 28). Esta separação se dá pelo **encurtamento dos microtubulos** que formam o fuso e que se ligam nos cinetócoros dos cromossomos.

Os cromossomos serão **puxados** em direção aos polos da célula, onde estão os centrossomos.

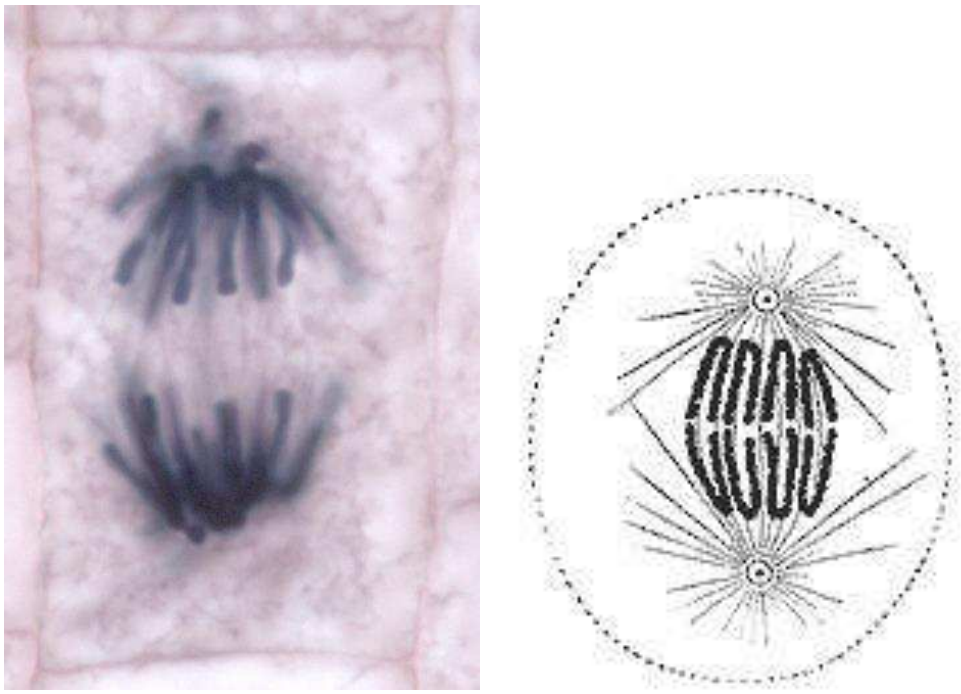


Figura 28: à esquerda uma célula de alho em anáfase (autor Thomas Geier). À direita esquema de célula animal em anáfase. As células de vegetais superiores não têm centríolos. Fonte https://commons.wikimedia.org.

5.5 – A telófase e a citocinese – formando duas novas células.

Nesta fase, os **cromossomos chegam nos polos**, "estacionando" próximos aos centrossomos. Lá eles **descondensam**. Neste momento se **reorganizam os núcleos** de cada lado da célula. Ao mesmo tempo, forma-se um **anel contráctil** na região equatorial da célula que é

estruturado por filamentos de proteínas actina e miosina (as mesmas responsáveis pela contração dos músculos) (figuras 29 e 30).

O anel contráctil fará a **constrição (estrangulamento) do citoplasma**, separando-o em dois e, consequentemente, **formando as duas células filhas**. Esta separação citoplasmática é chamada de **citocinese**.

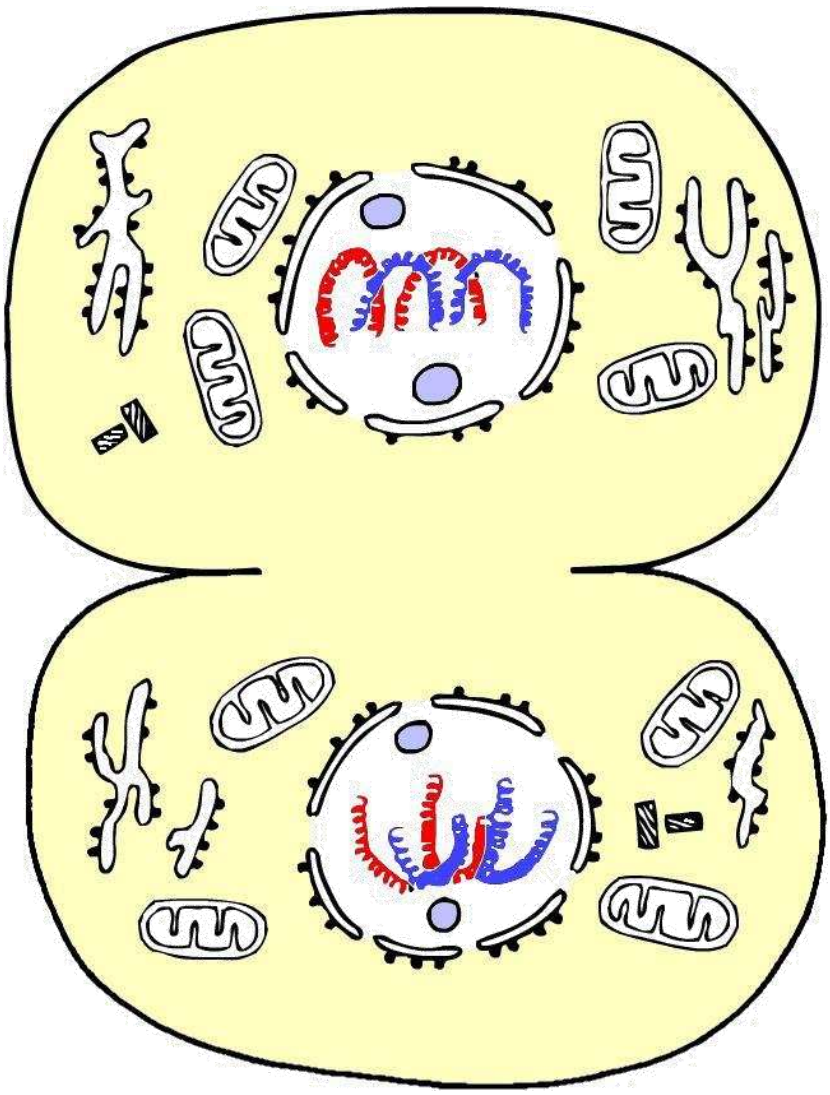


Figura 29: esquema de célula em telófase. Fonte https://commons.wikimedia.org.

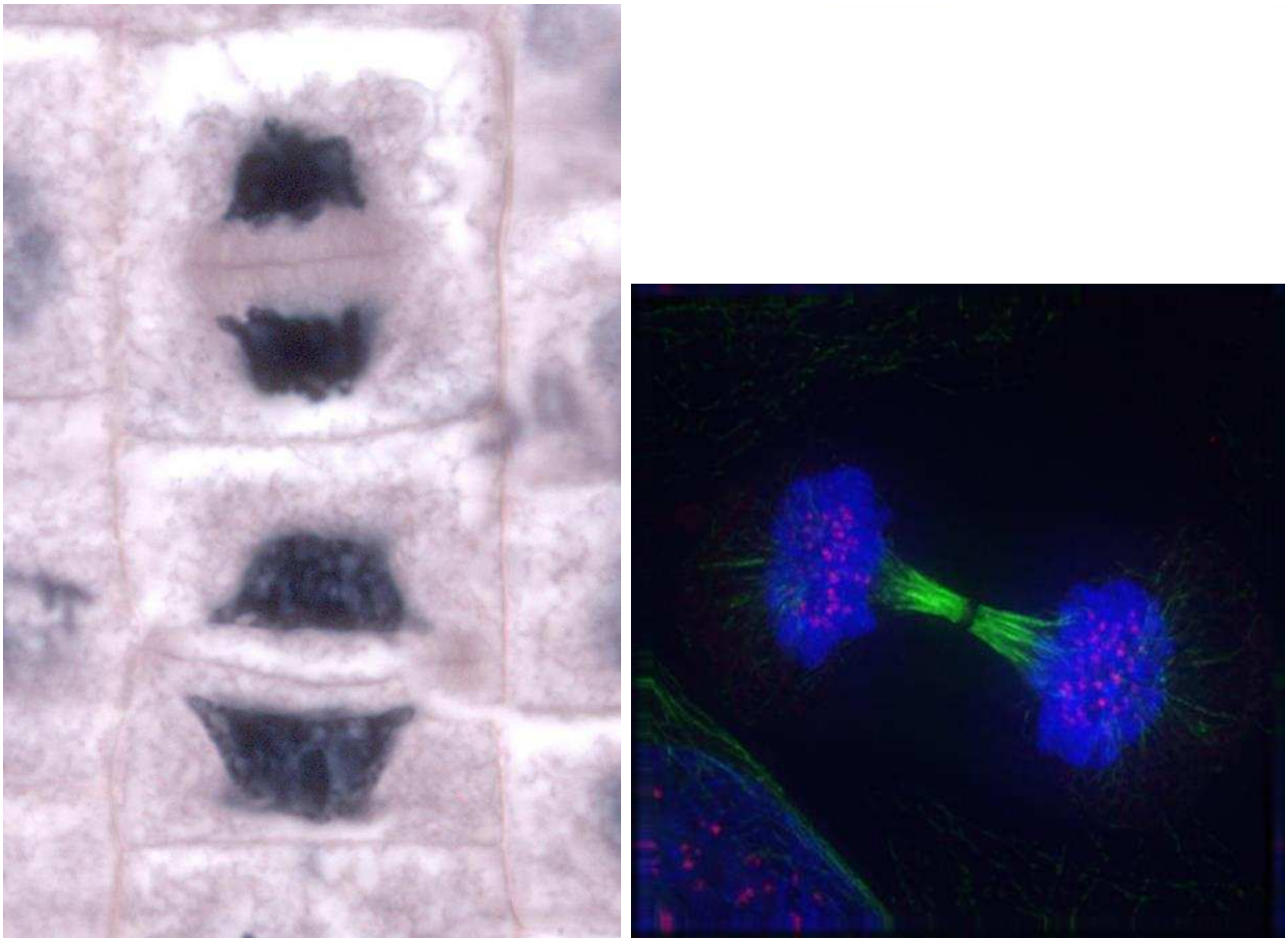


Figura 30: à esquerda, duas células vegetais de alho em telófase. Note que a parede celular e o citoplasma, diferente da célula animal, se formam de dentro para fora da célula (forma centrífuga). À direita uma fotomicrografia de microscopia confocal, na qual vemos célula em telófase. Fonte https://commons.wikimedia.org.

Há algumas diferenças entre a **mitose das células vegetais e das células animais:**

- A mitose nas células de vegetais superiores não apresenta atuação de centríolos, portanto, ocorre de forma **acêntrica ou anastral**.
- Nas células animais o citoplasma de divide por estrangulamento, de forma centrípeta. Nas células vegetais os remanescentes do fuso mitótico geram uma **lamela ou lamina** no centro da célula, dividindo o citoplasma de forma **centrifuga**.

É importante entender que a mitose é também uma forma de **reprodução celular** de organismos mais simples como protozoários. Esta divisão é um tipo de reprodução assexuada, denominada **bipartição, cissiparidade ou brotamento.**

Um método interessante para você estudar essas fases é se atentar a alguns prefixos gregos, como o prefixo ANA. Este prefixo quer dizer separação. Lembre-se de ANATOMIA, uma palavra formada pelo prefixo ANA – *separação, partes* – e TOMOS – *corte*, ou seja, cortar em partes. Assim lembraremos que ANAFASE, é a fase da separação. O prefixo grego TELO, significa *fim, limite*. Logo, a telófase é a ultima fase, a fase limite, quando a célula mãe forma as duas filhas.

Para facilitar ainda mais, vamos utilizar um método mnemônico infalível. Lembre-se da seguinte frase: **Pro**meta Ana telefonar. Temos aqui os prefixos gregos que dão nome às fases da mitose organizados de forma perfeita! **Pro** fase, Meta fase, Ana fase, Telo fase. Basta adicionar a Interfase antes e a prometáfase depois da prófase.

RESUMO DA MITOSE

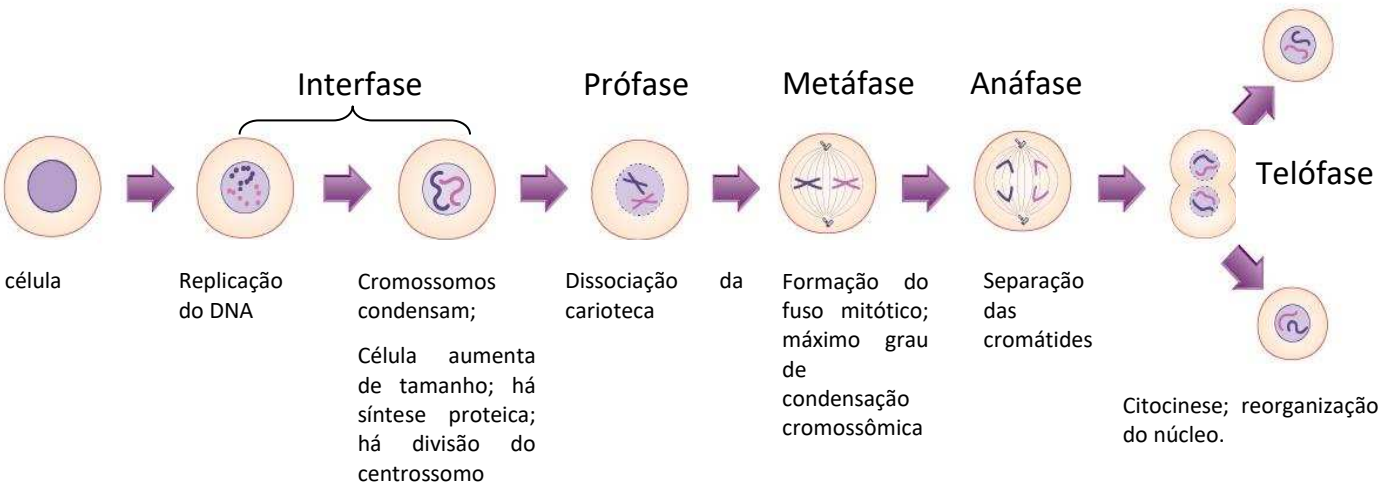


Figura 31: Resumo das fases da mitose. Fonte: wikicommons.

6 – Divisão Celular - Meiose

A **meiose** é um processo de divisão que está relacionado, em geral, a geração de **células germinativas nos animais e de esporos em vegetais**. Fato é que ela **reduz a ploidia da célula mãe pela metade**, fato que lhe traz a denominação de divisão **reducional** (figura 33). Portanto, a meiose irá sempre originar **células haploides**.

O que é essa ploidia que estamos falando? A **ploidia** se relaciona à **quantidade de cópias que temos de um genoma em uma célula**. Ela é representada na biologia pela letra "**n**". Nós humanos temos **duas cópias do genoma (portanto, 2n)**, organizado nos cromossomos homólogos. Ou seja, temos dois cromossomos de cada tipo. Como é um total de 23 cromossomos na nossa espécie, então *na maioria* das células do nosso corpo, temos 46 cromossomos (figura 32), 23 de cada tipo. A essa condição chamamos de **diploidia (prefixo di = dois)**. Estes cromossomos apresentam as sequências de DNA semelhantes, não idênticas.

Veja que acima nós destacamos que a maioria das células de nosso corpo são diploides. Isso por que nossas **células germinativas** (espermatozoides e óvulos) são **haploides (n)**. Elas são originadas por meiose e, portanto, tem apenas metade de nossa quantidade de cromossomos. Quando há a fecundação do óvulo pelo espermatozoide, a célula gerada (o **zigoto**) vai apresentar 23 cromossomos do óvulo mais 23 cromossomos do espermatozoide, ou seja, 46 cromossomos.

Há na natureza indivíduos **poliploides**, ou seja, com mais de duas cópias do genoma em cada célula, por exemplo alguns vegetais.

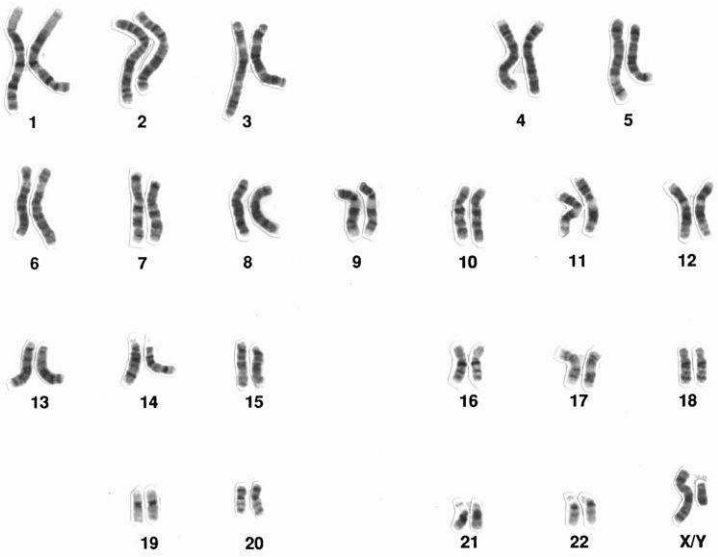


Figura 32: um cariótipo humano com os 46 cromossomos (2n), organizados em 23 pares de homólogos. Fonte *National Human Genome Research Inst.*

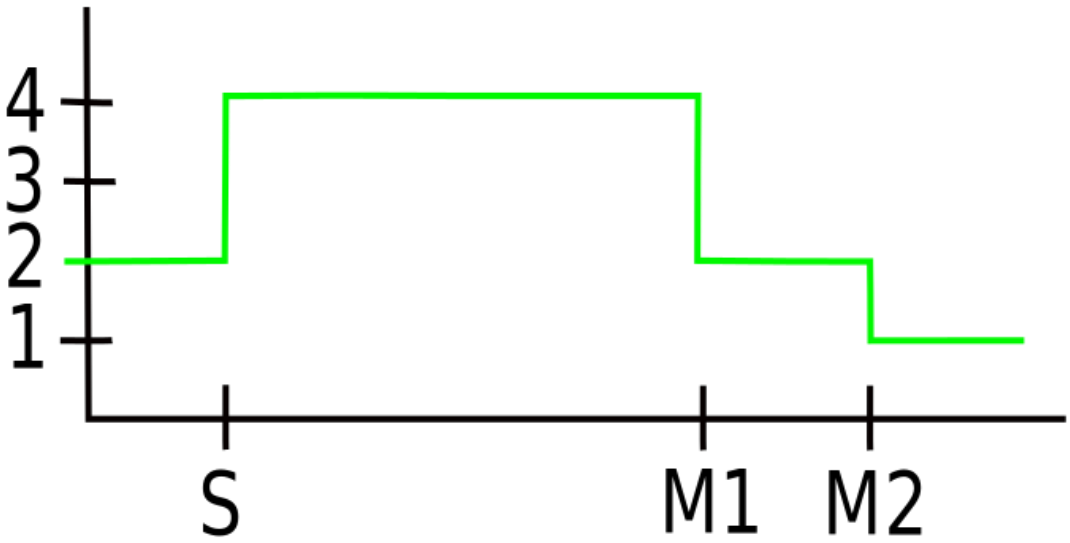


Figura 33: gráfico da quantidade de DNA em uma célula em processo de meiose. A quantidade de DNA dobra na fase S, quando há duplicação dos 46 cromossomos que as células humanas têm. Na primeira divisão (M1) haverá separação dos cromossomos homólogos, sendo reduzida pela metade essa quantidade de DNA. Na divisão subsequente (M2) haverá a separação das cromátides irmãs, reduzindo novamente pela metáde a quantidade de DNA. Fonte: https://commons.wikimedia.org.

A meiose ocorre em **dois momentos**, nos quais haverá **duas divisões celulares**. Cada momento é convenientemente dividido em **fases**, assim como a mitose. As nomenclaturas das fases são as mesmas, acrescidas de números que representam os momentos.

Assim teremos:

Divisão I – Prófase I; Metáfase I; Anáfase I e Telófase I

Divisão II - Prófase II; Metáfase II; Anáfase II e Telófase II

Entre estas fases pode haver um **período intermediário**, chamado de **intercinese**. Ele é semelhante à interfase mitótica, mas sem a duplicação do DNA.

Vamos estudar cada uma destas fases.

6.1 A PRIMEIRA DIVISÃO DA MEIOSE

6.1.1 A prófase I.

A prófase I consiste na **mais longa fase da meiose**, podendo ocupar até 90% do tempo que a célula levará para se dividir. Nesta fase, os **centríolos se dividem** e ocupam os polos opostos, há **condensação cromossômica** – lembrando que o **DNA já se duplicou na interfase**; há **desaparecimento do nucléolo e da carioteca**.

Nesta fase um importante processo ocorre: a **sinapse cromossômica**. Ele consiste do **pareamento dos cromossomos homólogos, gerando uma ligação física das cromátides**, formando uma estrutura chamada de **bivalente ou tétrade** – que são formadas pelas quatro cromátides dos dois homólogos. Este processo tem grande importância evolutiva, pois permite que ocorra a **recombinação cromossômica**. Esta **recombinação** é a troca de segmentos entre os cromossomos homólogos. Ela promove variabilidade individual e é um dos processos envolvidos na evolução dos seres vivos. O processo que gera essa troca de pedaços entre os cromossomos é chamado de ***crossing over***. Cada ponto de conexão entre as cromátides homólogas é chamado de **quiasma** (ou "chiasma").

Todo este processo de recombinação genética ou recombinação cromossômica ocorre na **prófase I** e é divido em cinco estágios:

1. **Leptóteno**: fase no qual a cromatina já duplicada desde a interfase aparece **fina**, iniciando-se sua condensação, há a extensão da cromatina a partir de um eixo proteico comum às duas cromátides irmãs.
2. **Zigóteno**: há a formação de **uma conexão física entre os homólogos**, formada por um complexo de proteínas denominado **complexo sinaptonêmico**. Este contato entre os homólogos é chamado de **sinapse.**
3. **Paquíteno**: fase na qual há grande condensação cromossômica, suficiente para que se **visualizem as quatro cromátides** (dos dois homólogos), formando o **bivalente**. Também é possível visualizar a sinapse.
4. **Diplóteno**: Nesta fase os cromossomos atingem mais condensação e se afastam um pouco, o que possibilita a **visualização da duplicidade da tétrade**, bem como de alguns **quiasmas**. Nesta fase, em células germinativas femininas de animais não mamíferos há grande atividade de transcrição, ou seja, de leitura gênica gerando RNA.
5. **Diacinese**: Nesta fase o **nucléolo se desfaz** por completo. Os cromossomos continuam se condensando e há **separação dos homólogos** ou **terminalização dos quiasmas**. Não é fácil delimitar o diplóteno da diacinese, em especial em células de gametas masculinos.

6.1.2 Metáfase I

Temos na metáfase I a fase de **maior condensação cromossômica**, assim como na mitose. Nesta fase haverá a migração dos cromossomos homólogos para o fuso mitótico, na região **equatorial** da célula, onde os microtubulos (fibras do fuso) se ligarão **a somente um dos lados do cinetócoro** – a região dos cromossomos onde está o centrômero e onde há pontos de ligação para a sua separação. Veja que como a ligação ocorreu em apenas um dos lados do cinetócoro, as **cromátides irmãs não irão se separar** na fase seguinte. Não haverá "quebra" ou divisão do cromossomo. Haverá, no entanto, **separação dos cromossomos homólogos**.

6.1.3 Anáfase I

Nesta fase haverá a **separação dos cromossomos homólogos**. Importante: **HAVERÁ SEPARAÇÃO DOS CROMOSSOMOS, NÃO DAS CROMÁTIDES!** Ou seja, cada cromossomo duplicado, mas com as cromátides unidas, irá para uma célula filha. O processo de migração é semelhante ao da mitose quanto **ao encurtamento das fibras do fuso**.

6.1.4 Telófase I

Nesta fase haverá **descondensação dos cromossomos, reaparacimento do núcleo e do nucléolo**. Esta fase pode ser pulada em alguns organismos, de modo que a célula imediatamente entre na prófase II. Caso ela ocorra, em geral há uma fase curta entre as divisões, chamada de **intercinese**.

Na figura 34 abaixo, temos um resumo da primeira fase da meiose.

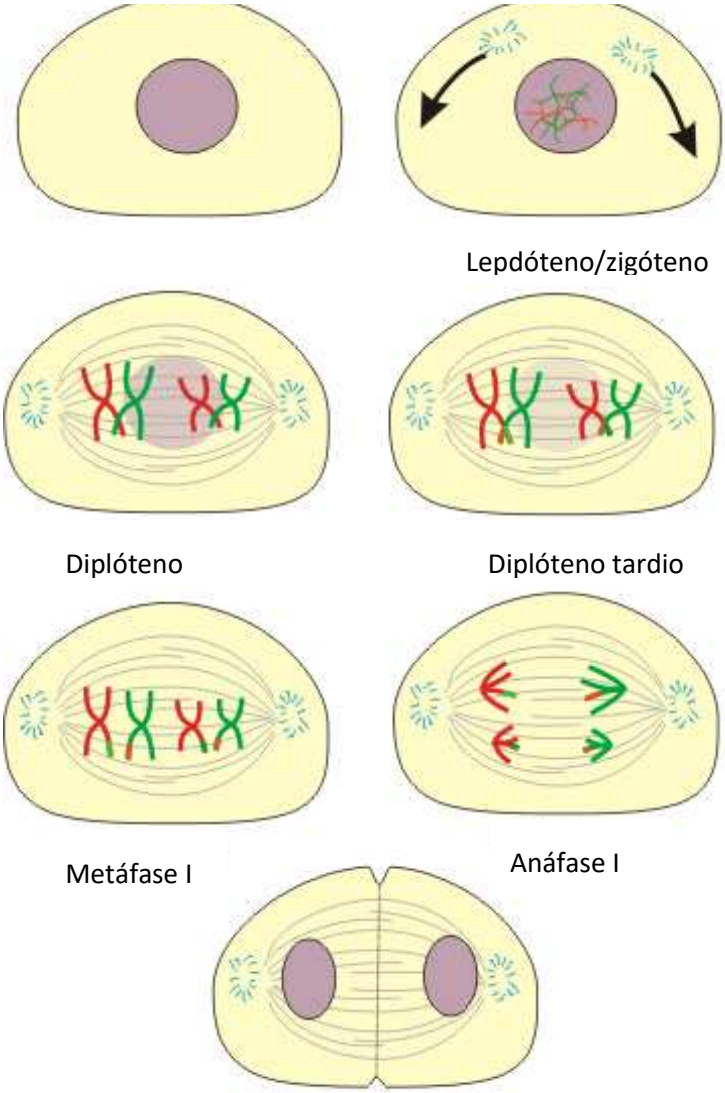


Figura 34: a meiose I e suas fases. Modificado do original de Frank Boumphrey.

6.2 A SEGUNDA DIVISÃO DA MEIOSE – SEMELHANTE À MITOSE

6.2.1 Profase II

Dissocia-se o envoltório nuclear novamente. Os cromossomos voltam a se **condensar** e forma-se um novo fuso mitótico, em geral **perpendicular ao fuso da primeira divisão**.

6.2.2 Metáfase II

Nesta fase, temos os cromossomos posicionados na região equatorial da célula (mediana) e ocorrerá a **ligação das fibras do fuso (microtubulos) em ambos os lados (ou ambos os polos) dos cinetoros dos cromossomos**. Reparem que esta fase é diferente da metáfase I, pois naquela as fibras do fuso de ligam a somente um lado do cinetócoro.

6.2.3 Anáfase II

Nesta fase há finalmente a **separação das cromátides irmãs**, ou seja, o cromossomo duplicado se separa em dois, devido ao encurtamento das fibras do fuso.

6.2.4 Telófase II

Os citoplasmas das células se dividem como no processo de mitose. Há **estrangulamento** do citoplasma, gerando duas células filhas (quatro no processo total). O **envoltório nuclear se reorganiza e os cromossomos descondensam**.

Agora temos **quatro células geradas a partir de uma**. E estas células tem metade do número de cromossomos da célula mãe. Ou seja, o processo inteiro gerou quatro células **haploides** (figura 35).

As figuras 36 e 37 abaixo mostram um resumo da segunda fase da meiose.

Na figura 38 podemos ver uma comparação entre a mitose e a meiose.

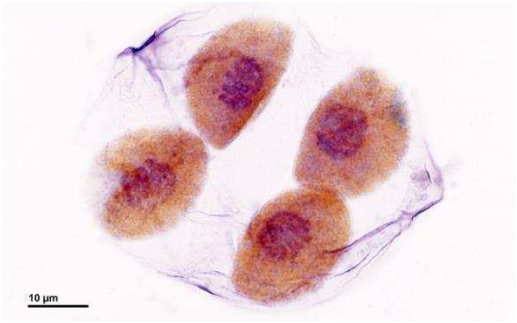


Figura 35: Quatro células filhas depois de uma meiose. Autor Dr. Josef Reischig

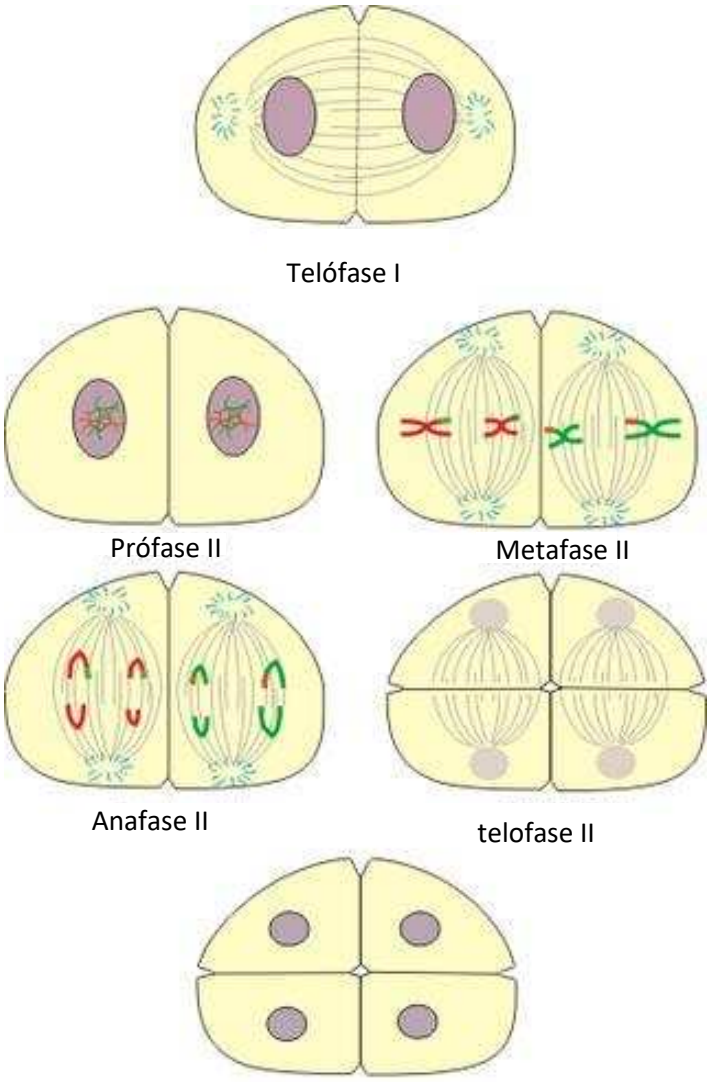


Figura 36: esquema mostrando a segunda divisão da meiose (meiose II), iniciando a partir da fase final da meiose I. Modificado do original de Frank Boumphrey.

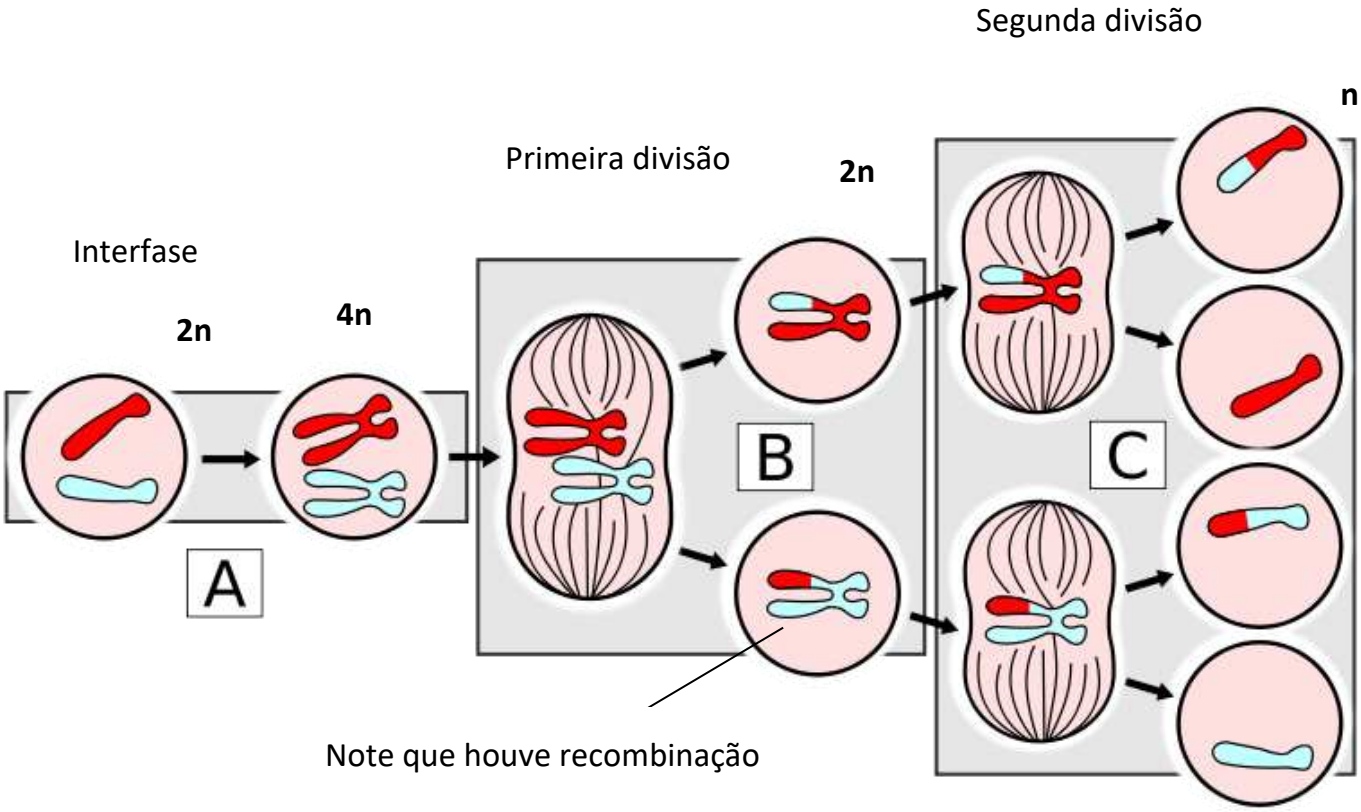


Figura 37: Esquema mostra uma célula que contém apenas dois cromossomos homólogos (um azul e um vermelho) na sua constituição genética. A fase A e B correspondem a interfase e à primeira divisão da meiose, quando ocorre separação dos cromossomos homológos. A parte B mostrada no esquema mostra as duas células filhas resultantes da meiose I, cada uma contendo um dos homólogos. Nelas, podemos notar que duas cromátides foram trocadas, representado pelas cores azul e vermelha nos cromossomos. A região C mostra a segunda divisão meiótica, que se assemelha a uma mitose. Ao seu final temos a formação de quatro células filhas haploides contendo cada uma um cromossomo. Em duas delas observamos cromossomos que sofreram recombinação.

Fonte: https://commons.wikimedia.org.

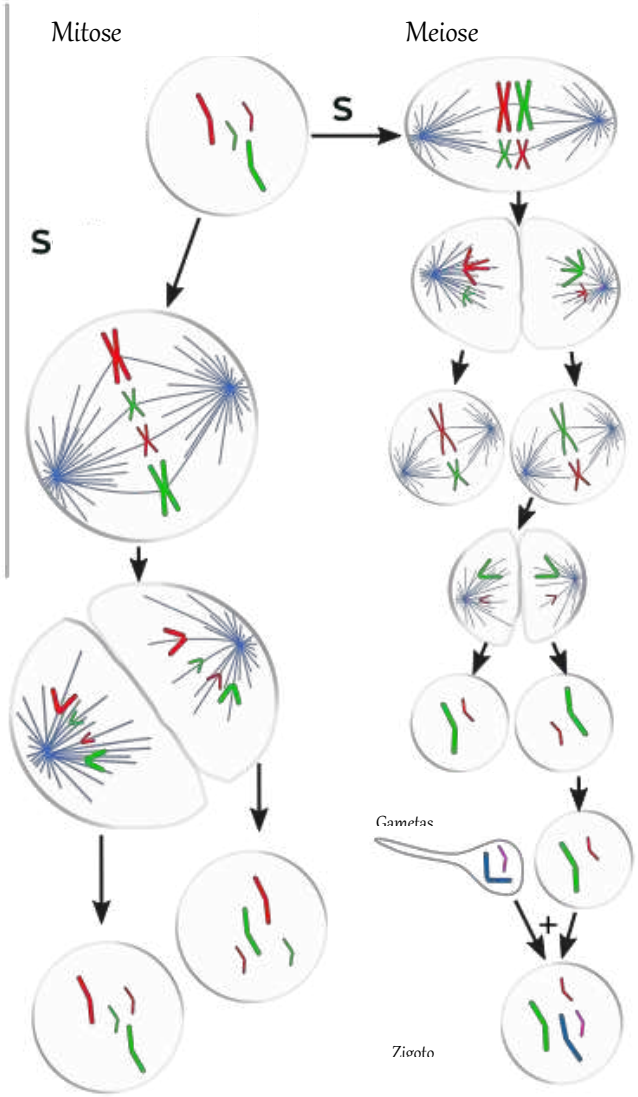


Figura 38: as diferenças entre a meiose e a mitose. Fica claro na figura a divisão dos cromossomos, diferenciando os dois processos. Fonte https://commons.wikimedia.org.

O processo de divisão meiótica não é perfeito. Ele apresenta uma taxa de erro que é inerente à nossa espécie. Pode ocorrer por exemplo, um erro na separação dos cromossomos homólogos na primeira divisão da meiose, o que ira gera células filhas com mais cópias de um determinado cromossomo. Isto ocorre por exemplo na Síndrome de Down, caracterizada por uma trissomia do cromossomo 21, ou seja, pela presença de três cromossomos 21 no indivíduo. Na grande maioria dos casos, quando há erros na meiose, o zigoto ou as células germinativas que se formam acabam morrendo.

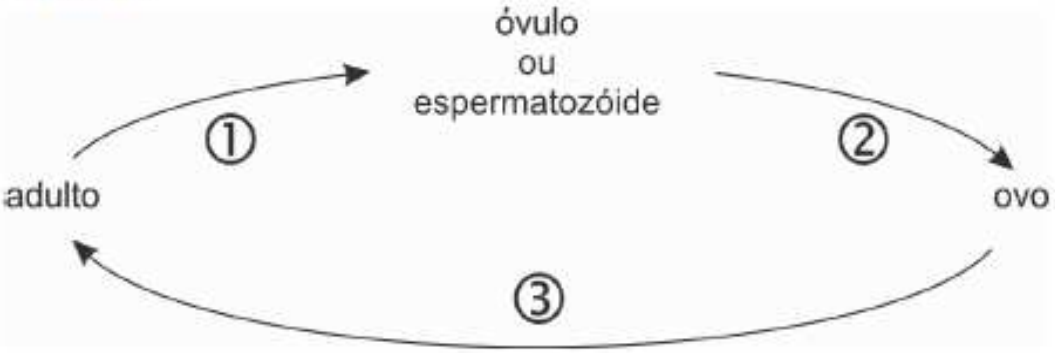
Mitose	Meiose
Uma divisão nuclear e citoplasmática	Duas divisões nucleares e citoplasmáticas
Duas células filhas que ainda podem se dividir por mitose	Quatro células filhas que não podem sofrer nova meiose, mas podem sofrer mitose
Células filhas geneticamente idênticas às mães e entre si	Células filhas geneticamente diferentes entre si e em relação a célula mãe
Cromossomos não sofrem recombinação	Cromossomos sofrem recombinação formando sinapses e quiasmas

Vamos testar seu conhecimento?

EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

6. (**PC RJ 2009)**

O esquema a seguir representa o ciclo reprodutivo na espécie humana.



Após analisar o esquema, é correto afirmar que a meiose ocorre apenas em:

(A) 1
(B) 2
(C) 3
(D) 1 e 2
(E) 2 e 3

Agora que você está fera em citologia, vamos analisar a questão abaixo.

EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

7. (**PC PIAUI 2012)**

No estudo da meiose, qual das alternativas abaixo está correta?

A) Crossing-over ou intercinese é o estágio entre a 1ª e 2ª divisão meiótica.
B) XX são cromossomos sexuais que determinam o sexo masculino.
C) A recombinação celular não promove a diversidade genética.
D) Autossomos é a classificação dos cromossomos que inclui os cromossomos sexuais.
E) Células com dois lotes completos de cromossomos são ditas nessa condição de haplóides.

7- AS CÉLULAS ORGANIZADAS EM TECIDOS

Em nosso corpo há trilhões de células, organizadas em cerca de 200 tipos diferentes. Com a ação da evolução, a seleção natural favoreceu as células que se organizavam em grupos e compartilhavam funções específicas, pois elas conseguiam manter seu ambiente interno com maior estabilidade, em relação às células que viviam sozinhas – lembra-se do que conversamos no inicio de nossos estudos sobre célula?

Portanto, as células dos humanos, depois de sua concepção, se especializam formando tecidos, que irão se agrupar formando nossos órgãos.

Há quatro tipos de tecidos que precisamos conhecer para iniciar nosso estudo sobre os órgãos e sistemas, e cujos conhecimentos irão ajudar bastante no entendimento da fisiologia dos órgãos.

São eles: tecido **epitelial**, tecido **conjuntivo** (também conhecido como **conectivo**), tecido **muscular** e tecido **nervoso**. Eles formam basicamente todos os órgãos de nosso corpo.

7.1 TECIDO EPITELIAL

O tecido epitelial, ou epitélio tem como principais funções:

1. **Cobertura** e **proteção** de superfícies de áreas expostas do corpo, bem como de passagens e cavidades; **Controle** da **permeabilidade**.

Neste sentido, teremos o epitélio recobrindo praticamente **todos os órgãos internos** e suas aberturas. Para se lembrar desta função, recorde-se de que a pele é formada por tecido epitelial.

Temos então a sua presença na superfície externa do tubo digestivo, no interior dos vasos sanguíneos, nas cavidades do coração, na superfície externa do tubo respiratório incluindo boca e narinas, no trato reprodutivo e excretor, etc.

Qualquer substância que entre no corpo deve passar por uma barreira de epitélio. Portanto, ele tem esta função, de controlar o que entra e o que sai dos tecidos do corpo.

O epitélio pode também estar associado a uma rede de neurônios formando um **neuroepitélio** que tem função sensitiva, estando presente, por exemplo nas narinas, promovendo o sentido olfativo.

2. Formar as **glândulas**.

O tecido epitelial pode se especializar e apresentar a função de **secretar substâncias** para o meio externo ou interno do corpo. Nestes casos eles formam as **glândulas secretoras** de nosso sistema. Você se recorda que falamos de uma organela bastante ativa neste tipo de tecido? Lembra-se qual é?

Tendo em vista essas duas funções principais, classificaremos o tecido epitelial como **epitélio** quando a função principal é o recobrimento das superfícies; e **glândulas** quando a função principal for a secreção de substâncias.

Vamos ver as principais características destes dois tipos de tecido.

7.1.1 O Epitélio

O epitélio pode se apresentar de duas formas: **simples ou em camadas**. No primeiro caso, ele se caracteriza por compor uma **única camada de células** (figura 39). No segundo caso, teremos **mais de uma camada de células**, apresentando-se em estratos, o que lhe confere o nome de **epitélio estratificado** (figura 40). Abaixo teremos uma tabela relacionando as regiões onde

podemos encontra-los no corpo. As células são classificadas quanto ao seu **formato**, podendo se apresentar em uma fina camada achatada, sendo chamado de epitélio **esquamoso (ou escamoso – formato de escamas)**; podendo se apresentar em cubos, sendo denominado epitélio **cúbico** ou em células alongadas, em formatos de paralelepípedos, chamado de epitélio **colunar**.

Em todos estes tipos de epitélio teremos características comuns às células:

1. **Conexão mecânica** entre as células por meio de junções intercelulares especiais.

Um tipo comum de junção celular é o **desmossomo**. Lembra-se dele?

De fato, se estamos falando de um tecido que recobre uma superfície, temos que ter as células bastante interligadas, para que não se formem buracos entre elas. Portanto, neste tipo de tecido teremos **células interligadas fisicamente por estas junções que comentamos**.

2. **Polaridade**.

As células dos epitélios apresentam-se presas em uma membrana chamada **lamina basal** que é composta por proteínas e proteoglicanas. Esse fato faz com que exista uma **diferenciação funcional entre a face superior das células (voltadas para o meio externo) e a porção inferior (presa à membrana).** Neste contexto, temos as **microvilosidades** presentes nas células do epitélio intestinal que aumentam a superfície de absorção e os **cílios**, que podem ser encontrados nos epitélios do trato respiratório, funcionando como um motor mecânico que joga muco para cima, no sentido das aberturas do corpo, para expulsar substâncias indesejadas que possam eventualmente entrar no tubo respiratório e nos pulmões.

3. **Avascularidade**

Em geral, tecidos epiteliais **não são vascularizados, ou seja não tem vasos sanguíneos**. Eles recebem nutrientes e gases necessários para respiração por difusão ou absorção ativa a partir dos capilares que o circundam.

4. **Regeneração**.

Tecidos epiteliais são em geral expostos a meios onde há **passagem de substâncias que podem gerar danos mecânicos à camada externa**, arrancando ou destruindo células superficiais. Imagine a superfície do seu intestino, onde há passagem do bolo alimentar. Por isso as células necessitam de **regeneração contínua**. Células tronco (chamadas de células germinativas ou células mesenquimais) presentes nos tecidos, próximo da lamina basal, entram em mitose e recompõem a camada celular perdida.

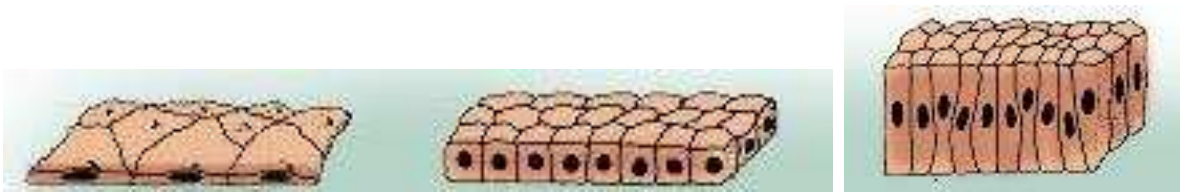


Figura 39: acima temos os três tipos de epitélio simples: escamoso, cúbico e colunar (esquerda para a direita).

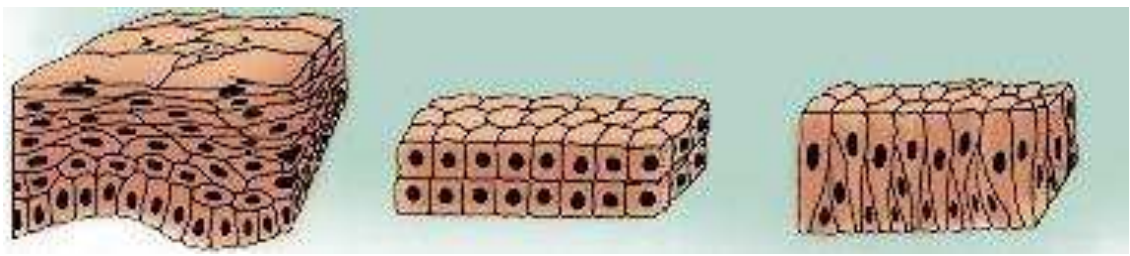


Figura 40: os epitélios estratificados: escamoso, cúbico e colunar (da esquerda para a direita).

Veja na tabela abaixo as regiões onde encontramos os diferentes tipos de epitélio.

Esquamoso simples	Cúbico simples	Colunar simples	Esquamoso estratificado	Cúbico estratificado	Colunar estratificado	Pseudoestratificado colunar
Cavidade pleural, pericárdio, peritônio, cavidades cardíacas, vasos sanguíneos, alvéolos dos pulmões	Revestimento de glândulas, rins, dutos renais,	Estômago, intestino, vesícula biliar, dutos coletores dos rins	Pele, boca, garganta, esôfago, reto, anus, vagina	Alguns dutos como gandulas sudoríparas	Faringe, epiglote, anus, uretra, glândulas mamarias, dutos de glândulas salivares	Cavidade nasal, traqueia brônquios, porções do trato reprodutivo masculino.

7.1.2 As Glândulas.

Algumas células do tecido epitelial podem apresentar especializações no sentido de **secretarem substâncias** importantes para o corpo. Estas células formam as **glândulas**.

Podemos ter dois tipos de glândulas no corpo, a depender da localidade onde seja secretado o seu produto: **glândulas exócrinas e endócrinas**.

> Glândulas **endócrinas** secretam substâncias para **regiões intersticiais**, ou seja para **fluidos do corpo como o sangue**.

São exemplos de glândulas endócrinas a **tireoide** e a **glândula pituitária**, que secretam hormônios na corrente sanguínea que os distribuem pelo corpo. Temos também **o pâncreas** e **o timo.**

Glândulas exócrinas secretam suas substancias para **regiões externas** de passagem, por meio de **dutos** que fazem com que os produtos da secreção sejam depositados na **superfície dos epitélios**.

São exemplos de glândulas exócrinas as **glândulas sudoríparas**, as **glândulas salivares**, **glândulas mamárias** (figura 41) e glândulas que secretam enzimas digestivas na superfície do tubo intestinal.

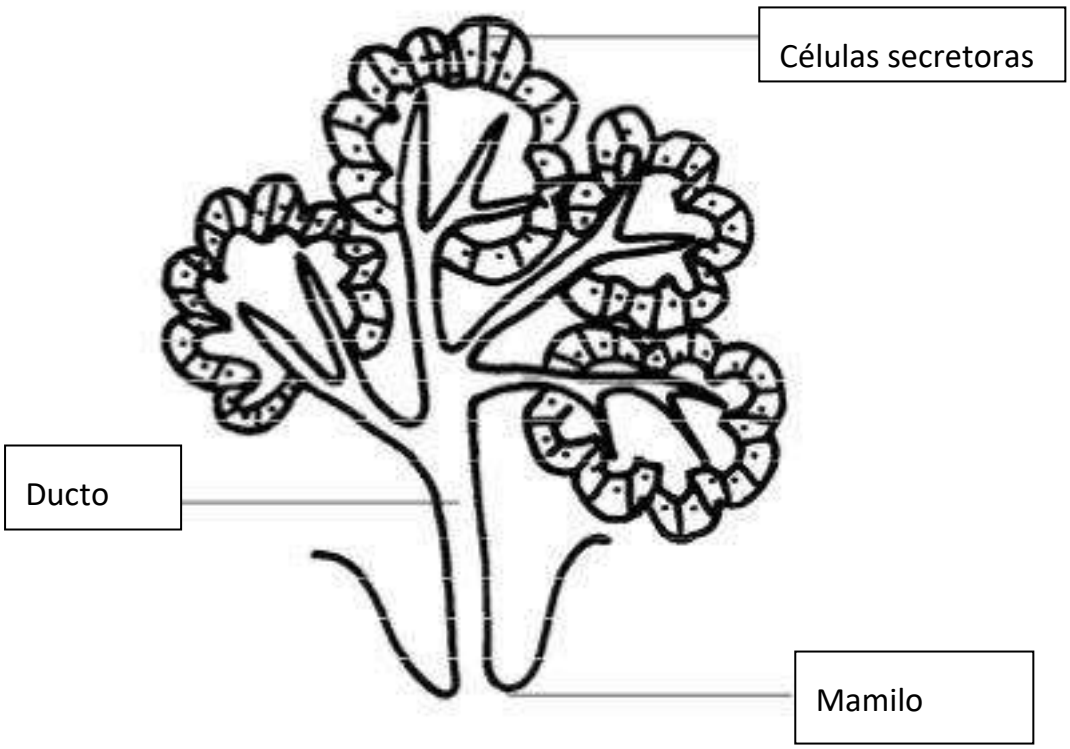


Figura 41: um esquema mostrando a glândula mamária. Temos o tecido especializado na secreção acima, que irão produzir o líquido e secreta-lo no ducto que se externaliza no mamilo. Fonte Wikicommons.

7.2 O TECIDO CONJUNTIVO

Basicamente, o tecido conjuntivo **conecta o tecido epitelial ao resto do corpo**. Ele apresenta três características básicas: **células especializadas, substância fundamental** e "**fibras" proteicas extracelulares.** A substância fundamental e as fibras extracelulares formam a **matriz** extracelular que reveste as células do tecido. Diferente do tecido epitelial, o tecido conjuntivo é **bastante vascularizado**, apresentando muitos capilares e vasos.

São funções específicas do tecido conjuntivo:

1. estruturar/sustentar o corpo.
2. transportar fluidos e materiais dissolvidos.
3. proteger órgãos.
4. Promover suporte, envolver e conectar tipos diferentes de tecido.
5. Armazenar energia na forma de triglicérides.
6. Defender o corpo de invasores externos.

Este tipo de tecido pode se apresentar fisicamente de três formas no corpo: Tecido **conjuntivo propriamente dito**, tecido **conjuntivo fluido** e tecido **conjuntivo de sustentação**.

7.2.1 Tecido conjuntivo propriamente dito.

O tecido conjuntivo propriamente dito apresenta uma serie de **células especializadas** embebidas na matriz que se assemelha fisicamente a um gel líquido ou **xarope**. São células comuns a este tipo de tecido **os fibroblastos** e **os adipócitos**. Os **fibroblastos**, sempre presentes neste tipo de tecido, são responsáveis pela **produção de componentes da matriz (secretam colágeno, por exemplo)**. Os adipócitos apresentam **reserva de gorduras** que serão utilizadas para gerar energia.

Células envolvidas nas respostas imunológicas também se encontram presentes neste tecido, como: **macrófagos, mastócitos, linfócitos.** Os macrófagos são células que promovem a **destruição de agentes que invadem o tecido**. Os mastócitos são células carregadas de grânulos de **histamina e heparina**. A **histamina** é responsável por iniciar processos inflamatórios. A **heparina** é um anticoagulante que melhora o fluxo sanguíneo local, atuando também nos processos inflamatórios. Os linfócitos são responsáveis pela liberação de anticorpos e por outros processos da resposta imune.

Os melanócitos produzem **melanina**, um pigmento que cora a pele, também estão neste tipo de tecido.

A matriz deste tecido apresenta três tipos de fibras principais: **o colágeno**, as fibras **reticulares** e as **fibras elásticas**. O **colágeno** é formado por uma cadeia de proteínas fortemente unidas, conferindo-lhe **grande resistência**. Ele é comum em **tendões e ligamentos**. As fibras **reticulares** foram uma **rede** que mantém algumas estruturas no lugar, promovendo sustentação interna para alguns órgãos como o fígado. As fibras **elásticas** são compostas por uma proteína chamada **elastina**. São encontradas nas interconexões vertebrais.

O tecido conjuntivo propriamente dito pode se apresentar de duas formas principais no corpo: **tecido conjuntivo frouxo ou tecido conjuntivo denso**. Veremos a importância de cada um deles.

7.2.1.1 Tecido conjuntivo frouxo

O tecido conjuntivo frouxo apresenta **constituição solta**, apresentando bastante **espaço entre as fibras** na sua matriz. É conhecido como um **material de preenchimento**. Pode se apresentar como **tecido areolar, tecido adiposo ou tecido reticular**.

O **tecido areolar** é encontrado **entre a pele e os músculos**. Já reparou que se você puxar sua pele para fora você não vai trazer o músculo junto? Isso ocorre por conta da natureza solta do

tecido areolar que se encontra sob a pele. O tecido apresenta **fibras de elastina** que promovem essa elasticidade.

O **tecido adiposo** é a nossa camada de gordura. O tecido adiposo tem como funções a **proteção contra choques mecânicos, o isolamento térmico e o estoque de energia na forma de ácidos graxos**. Ele se apresenta de duas formas: tecido **adiposo branco** e tecido **adiposo marrom**. O tecido adiposo branco está presente nos adultos e apresenta uma cor amarelada. O tecido marrom apresenta maior vascularização e muitas mitocôndrias o que lhe confere esta cor amarronzada. Este tipo de tecido fornece energia na forma de calor de forma mais rápida principalmente em quem ele é mais comum: **nas crianças**.

As células deste tecido funcionam como verdadeiros balões, se desinflando quando as reservas de gordura são necessárias no metabolismo do corpo – para o seu funcionamento, por exemplo quando estamos em jejum. No entanto, ao nos alimentarmos, esses adipócitos se enchem novamente, renovando as reservas.

O tecido reticular está presente no baço e no fígado, formando o seu preenchimento. Também pode ser encontrado nos **linfonodos e na medula óssea**.

7.2.1.2 Tecido conjuntivo denso.

O tecido conjuntivo denso regular ou **modelado** apresenta sua matriz **mais compacta e repleta de fibras de colágeno.** Ele está presente nos **tendões** que ligam músculos e ossos, nos **ligamentos** que ligam ossos a ossos e nas **aponeuroses** que ligam músculos achatados e amplos entre si ou em ossos do esqueleto. As aponeuroses estão presentes no crânio, na lombar e no abdômen. Estes três tipos de tecidos formam o tecido conjuntivo regular ou modelado.

Há um outro tipo de tecido conjuntivo denso denominado **tecido conjuntivo denso irregular**. Ele se apresenta organizado em geral como um **filme que reveste partes do corpo**. Podemos encontra-lo ao redor de órgãos como fígado, rins e baço, formando uma estrutura fibrosa grossa chamada de **cápsula**. Pode ser encontrado também ao redor de ossos e cartilagens

formando o **periósteo** e o **pericôndrio**, respectivamente. Ele fortalece e dá suporte a superfícies que sofrem estresse de todas as direções possíveis.

7.2.2 O tecido conjuntivo fluido.

Os representantes deste tecido são o **sangue e a linfa**. O sangue é o tecido responsável pelo transporte de gases e nutrientes e sua distribuição pelo corpo. Apresenta um componente líquido chamado de plasma, que contém majoritariamente água e proteínas, e um componente figurado composto por células especializadas que estudaremos mais à frente.

A linfa é um líquido que está presente no sistema linfático, composto por vasos que percorrem o corpo, distribuindo-o. Está relacionado a distribuição de nutrientes, toxinas e à resposta a infecções.

7.2.3 O tecido conjuntivo de sustentação – ossos e cartilagens.

A principal função deste tecido é a **sustentação**. Sem ossos não seria possível termos o tamanho e a mobilidade que temos.

> A cartilagem consiste de uma matriz de gel que contem polissacarídeos (açucares) presos a proteínas e de células chamadas **condrócitos** que se situam em pequenas câmaras chamadas de **lacunas**. Ela não contém vasos, é **avascular**.

A cartilagem pode ser **formada a partir de seu interior** por secreção de matriz pelos condrócitos, ou a **partir de sua superfície**, por secreção de matriz de condrócitos situados próximos do pericôndrio (desenvolvimento **aposicional**).

Podem se apresentar como:

- Cartilagens **hialinas** – presentes na cartilagem nasal, nas regiões entre as costelas, no esterno e nas cartilagens das articulações. São as mais comuns no corpo.
- Cartilagens **elásticas** – formam o pavilhão auricular (as orelhas), cartilagens da laringe e da epiglote.
- Cartilagens **fibrosas, ou fibrocartilagens** – presentes nos discos intervertebrais, entre as articulações, ao redor dos tendões e entre os ossos da pélvis. Apresentam grande quantidade de colágeno o que confere a ela grande resistência a choques e a compressão. Está presente entre os joelhos, na rótula, prevenindo o contato entre os ossos da perna.

Os ossos são estruturas que apresentam pouco volume da matriz, a qual tem muitos **sais de cálcio** e fibras de colágeno.

Os ossos apresentam células chamadas **osteócitos**, que se organizam ao redor de aberturas por onde passam vasos sanguíneos. Estes vasos fornecem oxigênio e nutrientes às células.

Os ossos apresentam uma diferença importante em relação às cartilagens. Eles se **reorganizam** no decorrer da via. Podendo se fortalecer em pontos de maior exigência formando **calos ósseos**. Diferente das cartilagens que, em geral, não se desenvolvem ou reorganizam nos adultos. Para se lembrar deste detalhe, basta pensarmos que atletas como jogadores de futebol e corredores, depois de um determinado tempo de carreira, passam a apresentar dores nos joelhos o que exige que passem por procedimentos cirúrgicos, que pode antecipar as suas aposentadorias. Estas cirurgias em geral estão associadas a danos nas cartilagens dos joelhos. Quando quebramos um osso de algum membro, diferentemente, apenas imobilizamos a região danificada ou inserimos pinos metálicos para mantê-los imóveis até que os ossos se regenerem.

Devido a esta característica, os ossos apresentam elevada carga metabólica exigindo aportes de oxigênio maiores do que as cartilagens.

O desenvolvimento do osso ocorre de forma **aposicional**, ou seja, a partir da superfície.

7.3 O TECIDO MUSCULAR

O tecido muscular é responsável basicamente por todo o **movimento** do corpo. Ele apresenta células especiais com propriedades de gerar contração.

Há três tipos de tecidos musculares distintos: músculos estriados **esqueléticos**, músculos **lisos** e músculos estriados **cardíacos**.

7.3.1 Músculo Estriado Esquelético

Os músculos esqueléticos são responsáveis pela **movimentação do nosso esqueleto**. Nossa movimentação espacial, no mundo que nos cerca. São componentes principais do nosso sistema muscular, que estudaremos mais à frente.

São constituídos por **células bastante longas** chamadas de **fibras musculares** (figura 42), podendo chegar a até 30cm de comprimento, que apresentam muitos núcleos – chamadas de **multinucleadas** e que são incapazes de se dividir. Quando há morte ou dano nestas células, novas fibras são geradas a partir de células tronco musculares chamadas de miosatélites ou células satélites.

Nas células há filamentos de **actina e de miosina** que se organizam em unidades de contração chamadas **sarcômeros ou miômeros**. Estas unidades dão a este tipo de músculo seu aspecto **estriado** quando visualizados em microscópios ópticos. Não se recorda o que é actina ou miosina? Veja na parte em que estudamos o citoesqueleto!

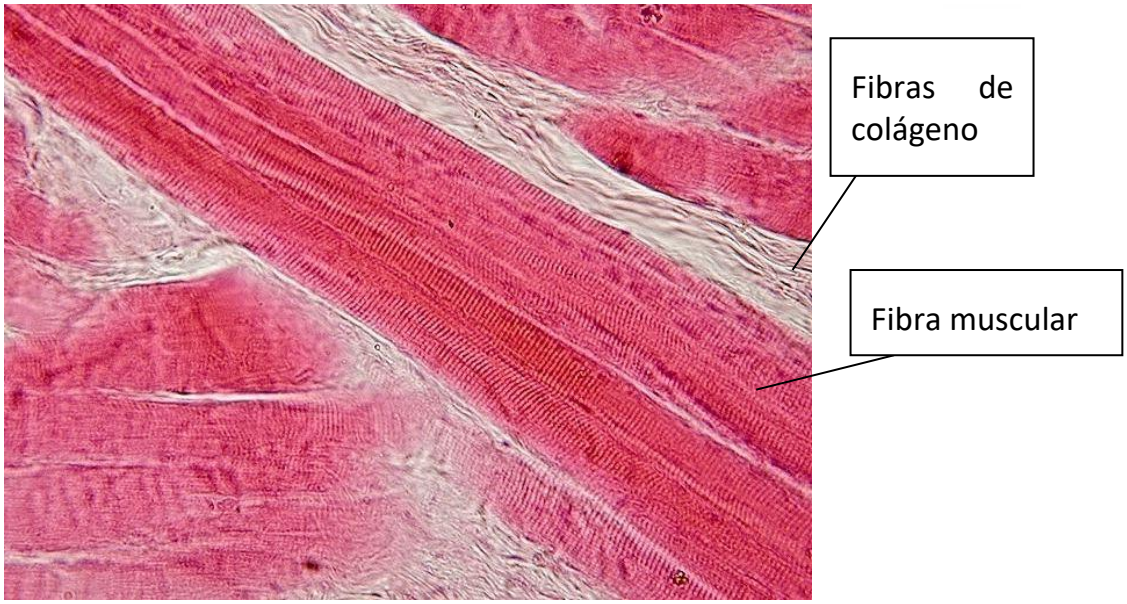


Figura 42: As fibras musculares vistas em microscópio. Note as estrias nas fibras. Daí seu nome, estriado. Fonte Wikicommons.

7.3.2 Músculo cardíaco – o músculo do coração.

Estruturalmente, o músculo estriado cardíaco é composto por **células menores que as células do músculo esquelético podendo apresentar ramificações** (figura 43). Elas também apresentam menos núcleos, em geral, somente um situado na porção mediana da célula (podem conter mais). Um tipo especial de célula, chamada de **célula marca passo**, faz com que as fibras se contraiam de forma uniforme. Estas contrações podem ser aumentadas por tecido nervoso, mas **não controladas de forma voluntária, portanto, estas células podem se contrair rapidamente, mas involuntariamente**.

Este tipo de tecido não se regenera com eficiência.

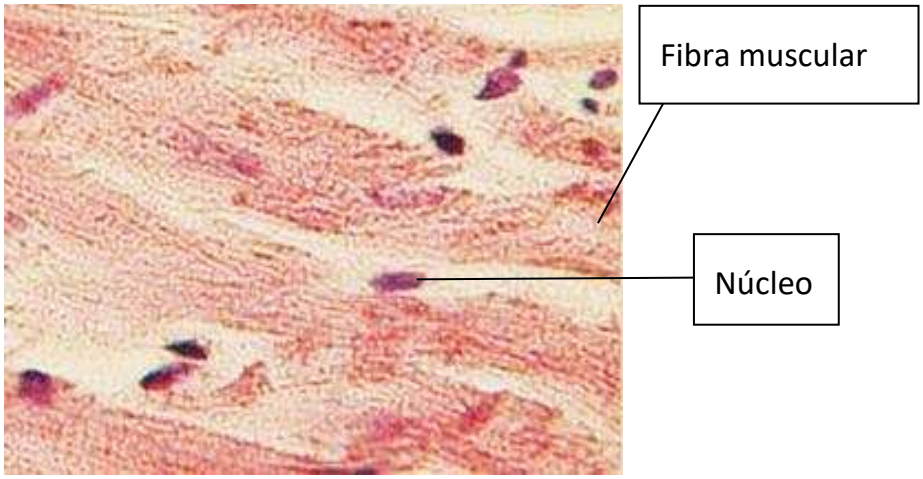


Figura 43: corte histológico de músculo cardíaco visto em microscópio. Autor Dr. S. Girod, Anton Becker.

7.3.3 Músculo liso.

Este tecido tem este nome por não apresentar a organização dos filamentos de actina e miosina como os dois outros tipos, o que faz com que **ele não tenha a aparência estriada** (figura 44). Suas células são **fusiformes** (em forma de fuso, semelhante a uma elipse com as extremidades afiladas) e **pequenas**, apresentando somente um **núcleo de formato ovalar**. **Sua contração é majoritariamente involuntária.** Ele apresenta melhor capacidade de regeneração do que os músculos cardíacos.

Está presente nas **paredes de vasos sanguíneos arteriais, ao redor dos tratos digestivo, respiratório, cardiovascular e reprodutivo.**

Figura 44: Da esquerda para a direita: músculo esquelético, músculo liso e músculo cardíaco. Fotografias de miscroscopia de tecidos musculares. Fonte wikicommons.

7.4 TECIDO NERVOSO

O tecido nervoso é composto basicamente por dois tipos de células: **neurônios** e células da **Glia** ou **neuroglia.** Grande parte deste tecido se concentra no cérebro e na medula espinhal.

Os neurônios são células especializadas e responsáveis pela **condução do impulso nervoso** (figura 45). Sua organização e o acionamento de diferentes padrões deste tipo de célula é o que gera nossa **consciência** e **armazena informação**. Qualquer movimentação da musculatura esquelética depende de acionamento (ou estímulo) por estas células nervosas. Os neurônios podem ser bastante longos, alguns chegando a até 1m de comprimento. Em geral, as porções mais longas são os **axônios**. As células apresentam ainda um grande **corpo celular**, onde estão algumas organelas e o núcleo. A partir deste corpo, podem se apresentar prolongamentos conhecidos como **dendritos**, que são responsáveis pela comunicação entre neurônios. Os axônios têm como função a condução do impulso nervoso a longas distâncias. O conjunto deles forma as **fibras neuronais** e o conjunto destas forma os nervos.

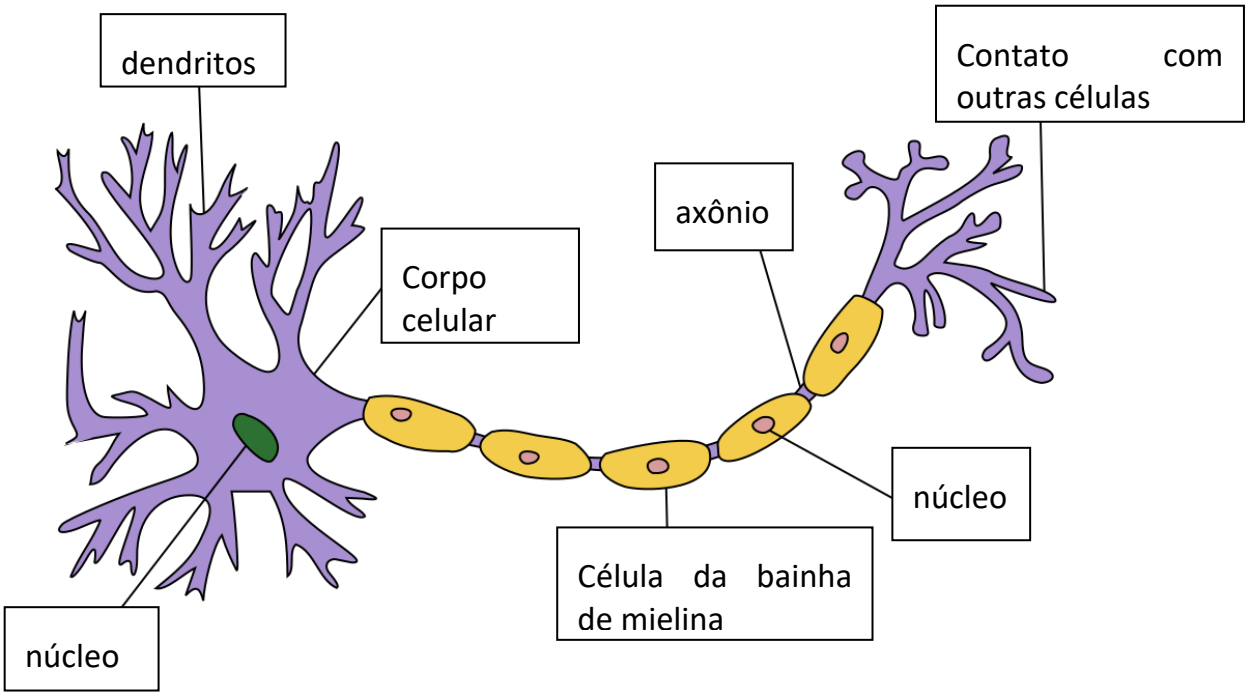


Figura 45: Esquema de um neurônio. Fonte Wikicommons.

Os quatro tecidos fundamentais aqui estudados formam praticamente todo o corpo humano, apresentando células especializadas que podem se agrupar formando **estruturas que compartilham a mesma função**, ou **uma função específica**, e que chamaremos de **órgãos** do corpo.

Os órgãos, por sua vez, apresentam funções associadas e complementares, que formam **sistemas complexos** que apresentam funções específicas. Como exemplo destes níveis de organização, vamos pensar em uma célula do intestino. Esta **célula** apresenta funções especiais no sentido de recolher nutrientes da cavidade do tubo intestinal e passa-los para a circulação do corpo. Esta célula não está sozinha. Está ligada a outras células formando um **epitélio** que recobre um tecido conjuntivo e que juntos a outros tecidos formam o **intestino**, um tubo especializado que absorve nutrientes. O intestino por sua vez não se apresenta isolado. Está conectado a outros

órgãos como o estômago. A associação destes e de outros órgãos forma o **sistema digestivo**. O funcionamento conjunto de todos os sistemas forma o organismo, no caso, nós!

Veja então a importância de termos o conhecimento da citologia para entender o funcionamento dos órgãos. Está tudo interligado e conectado!

8- O CORPO HUMANO – SISTEMAS

Neste capítulo vamos fazer uma introdução à organização do corpo e aos sistemas que iremos estudar em detalhes nas próximas aulas.

Podemos identificar onze sistemas no corpo humano, conforme vemos na tabela abaixo. Neste momento, não se preocupe muito com esta informação, pois iremos estudar a maioria deles no decorrer de nosso curso.

Sistema	Órgãos	Funções
Reprodutivo	Testículos, ovários, útero, vesícula seminal, pênis, escroto, glândulas mamárias	Produção de gametas, amamentação, produção de hormônios
Urinário	Rins, bexiga, dutos relacionados	Excreção de produtos retirados do sangue
Digestivo	Língua, faringe, esôfago, estômago, intestino grosso, intestino delgado, vesícula biliar, pâncreas, fígado	Digestão e absorção de água e nutrientes, armazenamento de energia
Respiratório	Laringe, traqueia, pulmões, narinas	Captação de ar e trocas gasosas com o sangue
Linfático	Baço, timo, linfonodos, vasos linfáticos	Defesa contra infecções
Cardiovascular	Coração, sangue e vasos	Distribuição de sangue para o

	sanguíneos	corpo
Endócrino	Glândula pituitária, tireoide, pâncreas, glândulas suprarrenais, gônadas	Ajustes metabólicos, desenvolvimento
Nervoso	Cérebro, medula espinhal, órgãos sensoriais	Resposta a estímulos externos, coordenação de atividade de órgãos, interpretação do mundo
Muscular	Músculos esqueléticos	Movimentação, suporte, gerar calor
Esquelético	Ossos, cartilagens, ligamentos, medula óssea	Proteção e suporte para o corpo, formação de células do sangue
Tegumentar	Pele, cabelos e pelos	Proteção contra o ambiente externo, informações sensoriais e regulagem de temperatura

Estes sistemas estão organizados em localidades específicas distribuídas no corpo, conforme estudaremos mais à frente. Neste momento, é importante que você entenda a organização geral do corpo. O estudo desta organização é compreendido pela **Anatomia**.

Importante também entender que os sistemas se conectam, um dependendo do outro, funcionando sempre no sentido de manter o ambiente interno do corpo de forma estável, naquele processo que chamamos de **homeostase.**

8.1 INTRODUÇÃO À ANATOMIA DO CORPO

Anatomia quer dizer "*cortar em partes*". O termo tem relação com o estudo minucioso das estruturas que formam um corpo. Sua forma, organização e a localização das partes que o compõem são classificados de forma que se criem mapas ou esquemas que facilitem seu estudo.

Vamos iniciar com a observação de um corpo humano em **posição anatômica**, ou seja, **corpo ereto, com as palmas das mãos apontando para frente e os pés juntos**. Quando o corpo estiver deitado, chamaremos esta posição de **supinada** ou em **decúbito dorsal**. Caso ele esteja deitado com a face para baixo, chamaremos de **pronada** ou em **decúbito ventral**.

Nas figuras abaixo podemos observar as principais nomenclaturas de regiões externas (marcas anatômicas) e planos do corpo (figuras 46, 47 e 48).

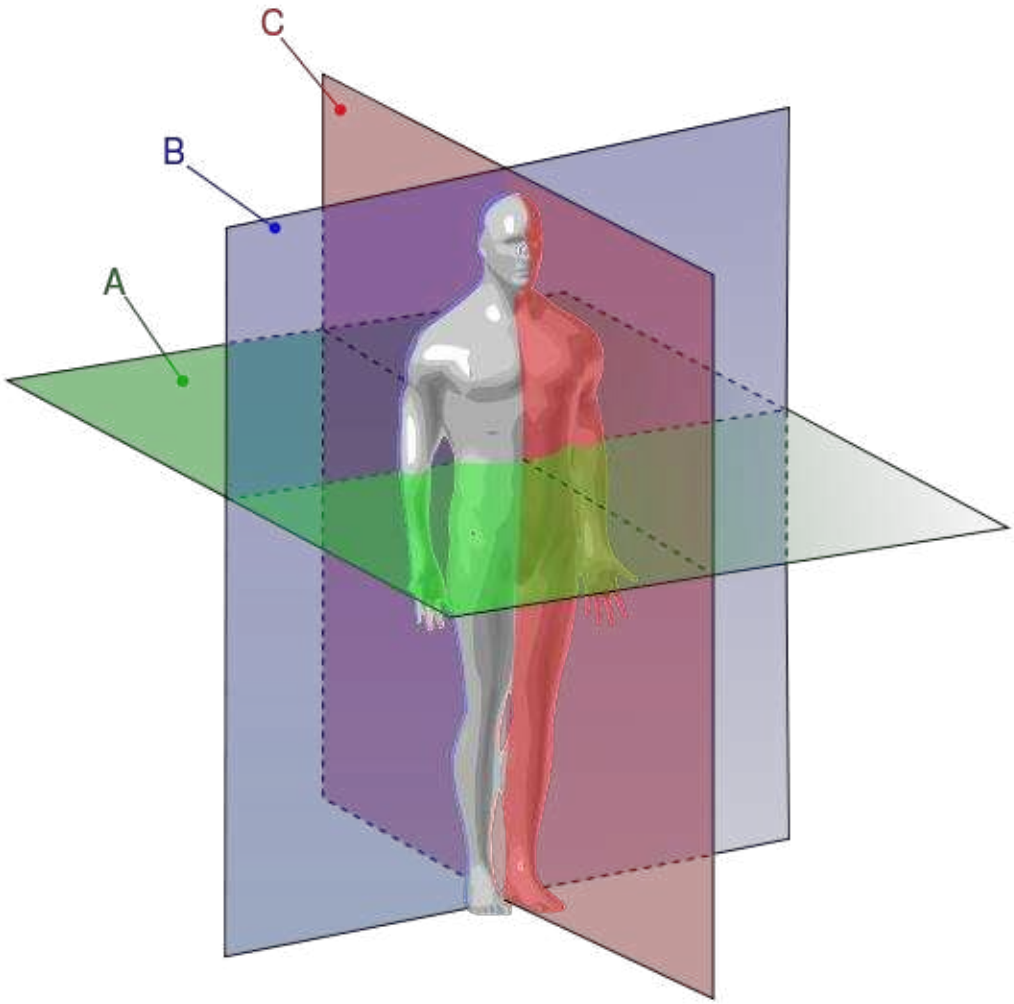


Figura 46: Os planos do corpo. Em **A** temos o plano transversal, em **B** o plano coronal ou frontal e em **C** o plano sagital. Fonte Wikicommons. Autor Marek, M.

Observamos na figura 46 os **planos de estudo do corpo humano**. Temos a divisão em três planos que são denominados **transversal, coronal e sagital**. O plano transversal corta o corpo na horizontal, considerando-o em pé, dividindo-o em porções superiores (ou craniais) e inferiores (ou caudais). Os outros dois planos cortam o corpo na vertical (considerando-o em pé). O plano coronal ou frontal separa a porção dorsal da ventral. O plano sagital separa as laterais do corpo.

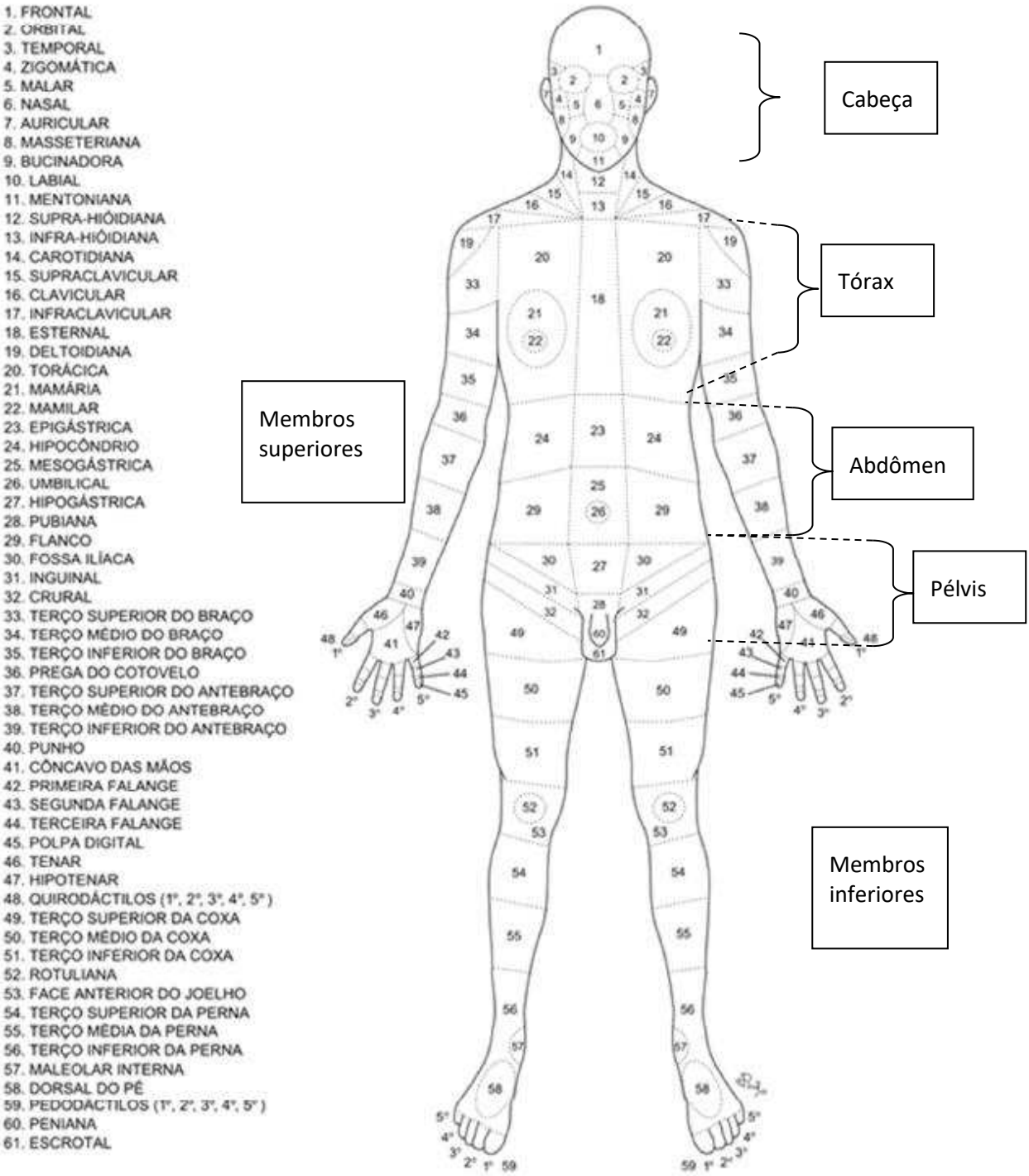


Figura 47: Nomenclatura utilizada na medicina legal para indicar as partes anatômicas da superfície anterior, ou ventral do corpo. Fonte: Leme, 2010. Disponível em POP SENASP MJ, 2013.

Figura 48: Nomenclatura utilizada na medicina legal para indicar as partes anatômicas da superfície posterior, ou dorsal do corpo. Fonte: Leme, 2010. Disponível em POP SENASP MJ, 2013.

Externamente, o corpo apresenta-se **simétrico bilateralmente**, no plano sagital. Internamente, no entanto, somente alguns órgãos apresentam essa simetria. Isso quer dizer que

um lado do corpo é uma imagem especular, produzida no espelho, do outro lado. Mas isso não ocorre internamente. Temos alguns órgãos dispostos de forma diferente e assimétrica, como o fígado, que está localizado na porção médio direita do abdômen.

Devemos nos atentar a outros termos organizacionais que podem surgir na determinação das posições anatômicas das estruturas como **proximal, distal, médio, cranial e caudal**. Vamos a elas: **Proximal, distal e médio** em geral são utilizados relacionar a distância de estruturas por partes do corpo ao centro do corpo, à sua região medial; portanto, a porção **distal** (que lembra *distante*) dos membros superiores compreende a região onde estão as mãos, a porção **proximal** (que lembra *próximo*) dos membros inferiores compreende a região da coxa situada próximo da bacia. O termo **médio** ou **medial** se refere à região mediana, a linha média de qualquer porção do corpo. Como exemplo, a região medial ou média posterior do membro superior direito é onde está o cotovelo direito. Quando falamos em estruturas que estão direcionadas ou próximas da região da cabeça, nos referimos a posicionamento **cranial**. Cranial vem de *crânio*, que está na cabeça. Já o termo **caudal**, se refere a porção inferior do corpo, no sentido da cauda dos animais que tem "rabo", no caso dos humanos, no sentido da pélvis. Portanto, quando dissermos que algo está disposto no sentido cranio-caudal, estamos dizendo que está organizado no sentido da cabeça para a pélvis. Fácil não?

Como podemos observar na figura 47, o corpo pode ser dividido grosseiramente em **cabeça**, **tronco e membros**. A região da **cabeça** compreende a o crânio e o pescoço. A região do **tronco** compreende o tórax onde estão coração e pulmões, o abdômen onde estão fígado, intestino, estômago entre outros, e a pélvis, onde temos os órgãos reprodutivos e a bexiga. Os **membros** compreendem os braços, antebraços e mãos, as coxas, pernas e pés.

8.1.1 Anatomia do tronco.

O tronco necessita de uma atenção especial, pois é onde se **concentra a maioria dos órgãos**. Veja na figura 49 abaixo.

Esta porção do corpo se apresenta com três cavidades principais: **cavidade torácica, cavidade abdominal e cavidade pélvica (não é cavidade verdadeira)**. Os órgãos presentes no interior destas cavidades são genericamente chamados de vísceras. Ao redor das vísceras e nas paredes das cavidades temos **membranas serosas**, compostas por tecido conjuntivo e epitelial que diminuem a fricção entre os órgãos. A membrana encontrada ao redor das vísceras, em contato com sua superfície, é chamada de membrana visceral. A membrana que recobre as paredes das cavidades ou que está oposta aos órgãos é chamada de membrana parietal.

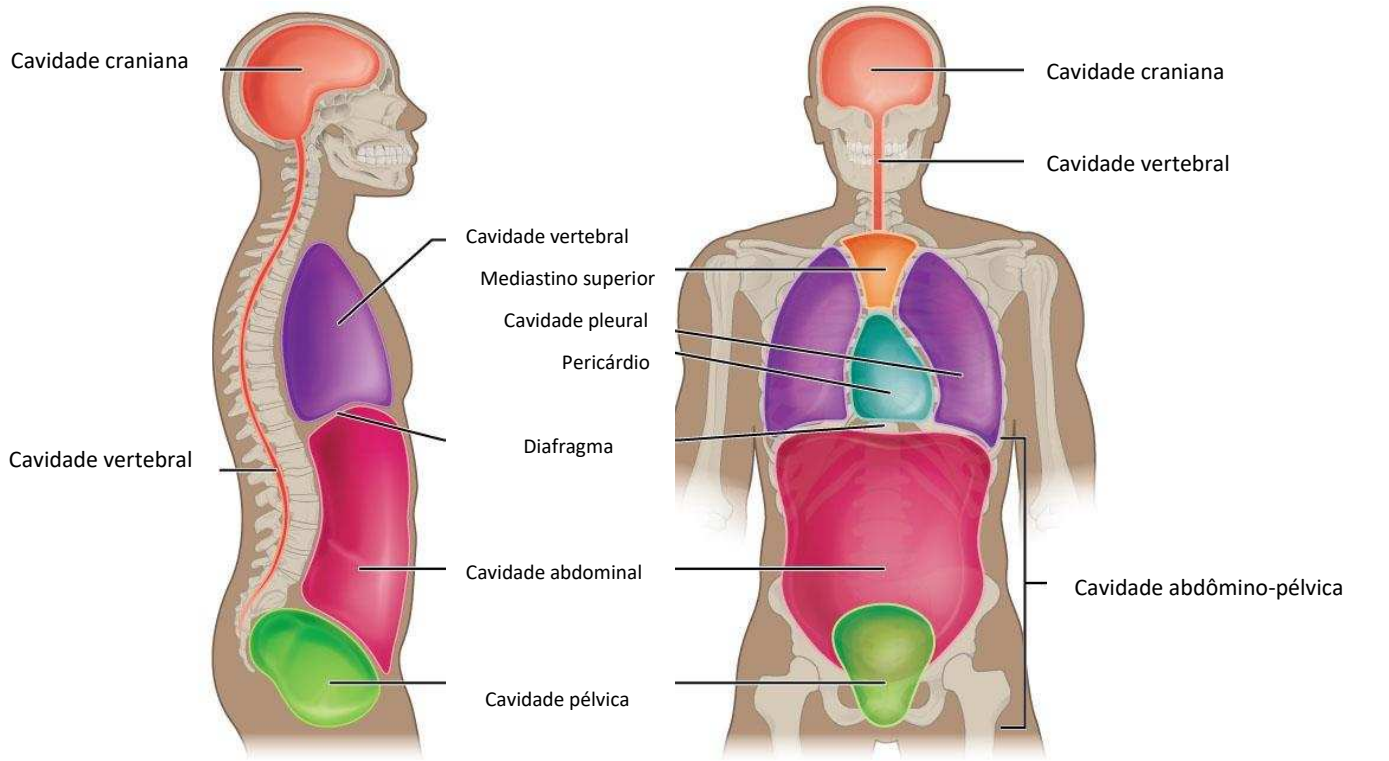


Figura 49: As cavidades do corpo. Fonte https://cnx.org/contents/FPtK1zmh@8.25:fEI3C8Ot@10/Preface.

A cavidade torácica apresenta, por sua vez, três cavidades: **a cavidade pleural, o pericárdio e o mediastino.** A tabela abaixo mostra os componentes de cada uma delas.

Cavidade Pleural	Mediastino	Pericárdio
Pulmões	Timo, parte da traqueia, coração, esôfago.	Coração

A **cavidade pleural** que contém os pulmões é limitada por uma dupla membrana chamada de **pleura**.

O **mediastino** (figura 50) é composto basicamente por uma **massa de tecido conjuntivo** que **envolve um segmento da traqueia, o timo e o esôfago**. Nele está também contido o **coração** que é envolvido por uma membrana formando **a cavidade do pericárdio**. Essa membrana é chamada de **pericárdio**. O mediastino é situado na porção médio superior do tronco, **entre os pulmões**.

Em sua **porção anterior**, encontra-se o **timo** e na **porção superior** parte da **traqueia**, estando aquele situado **à frente e acima do pericárdio e do coração que estão na sua porção média**. A porção posterior do mediastino compreende o **esôfago e a aorta**.

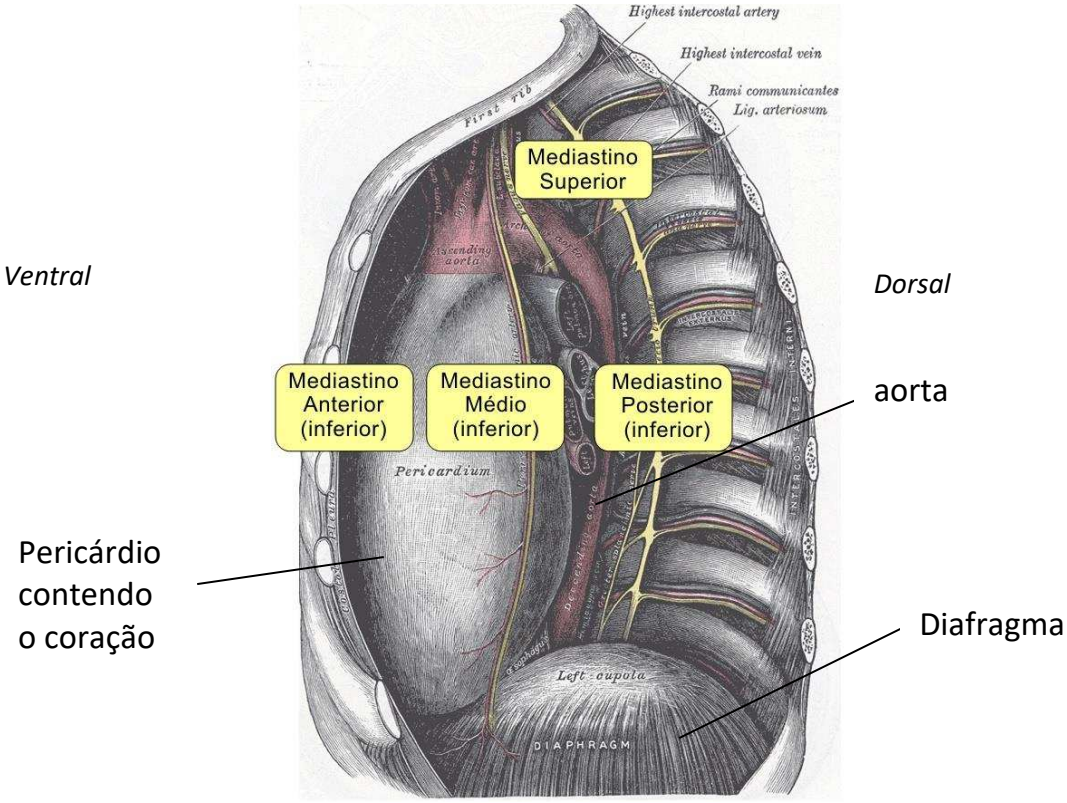


Figura 50: o mediastino visto em corte sagital da esquerda para a direita. Fonte Wikicommons. Autor Rhcastilhos.

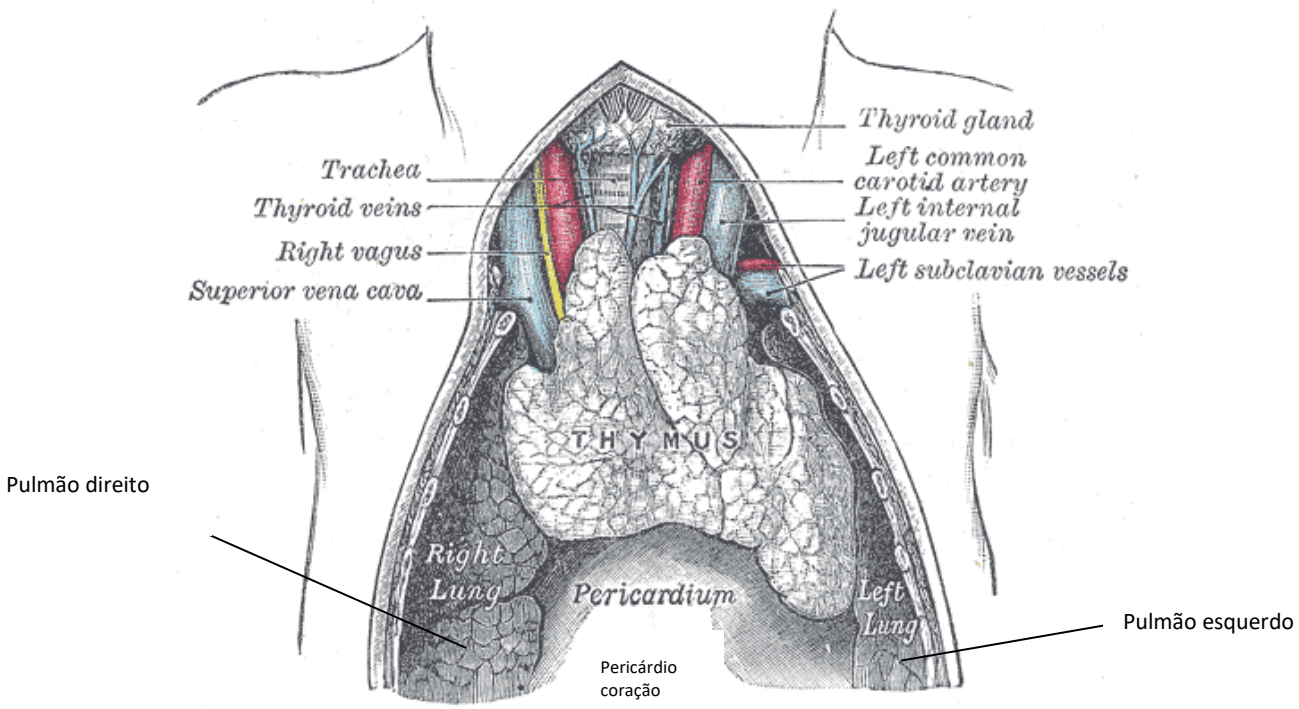


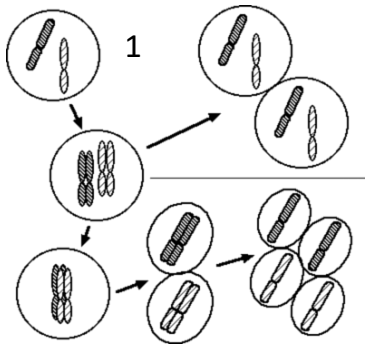
Figura 51: o timo (ou Thymus) onde está localizado no mediastino. Autor Henry Gray. Fonte https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Human_thymus#/media/File:Gray1178.png.

A **cavidade torácica** é limitada em sua **porção inferior** por um músculo estriado esquelético de aspecto achatado, chamado de **diafragma**. Este músculo se prende ao esterno e às costelas inferiores. Sua movimentação é responsável pelo **processo de respiração**, alterando a pressão interna da cavidade torácica. Ele é um músculo que apresenta furos ou aberturas para a passagem de órgãos do sistema circulatório e digestivo, que passam do tórax para o abdômen.

A **cavidade abdominal**, ou **cavidade peritoneal** como também é chamada, contém os seguintes órgãos: fígado, estômago, baço, intestino delgado e intestino grosso (que em parte também aparece na cavidade pélvica). Esta cavidade é separada da cavidade torácica pelo diafragma. Abaixo desta cavidade, há **a cavidade pélvica** onde se encontram a bexiga e os órgãos reprodutivos como ovário (nas mulheres) e próstata (nos homens).

9- EXERCÍCIOS

1. Com relação à figura abaixo, assina-lhe a alternativa que apresente somente informações corretas.



2

I – No processo de divisão celular 1, a fase de maior duração é a interfase, quando ocorre duplicação do material genético.

II – Ambos os processos produzem como resultado final células haploides.

III – O processo 2 corresponde à meiose. Na sua primeira divisão há separação das cromátides irmãs, formando células haploides.

IV – Os bivalentes são estruturas que podem ser visualizadas na prófase da primeira divisão do processo 2.

a) I, II, III e IV

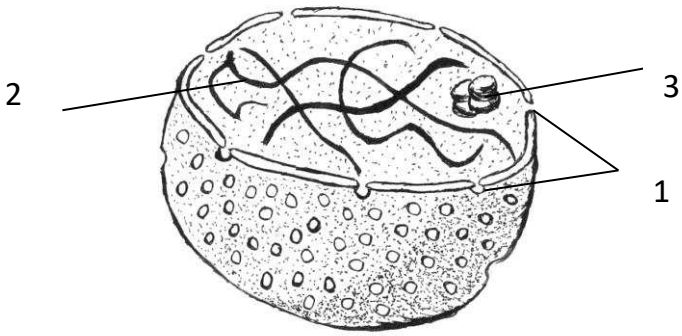
b) I, III e IV

c) II e III

d) I e IV

e) I e III

2. Com relação à estrutura representada abaixo, assina-lhe a alternativa que julgar correta.



a) Em 1 temos a indicação de ribossomos presentes na membrana interna da carioteca.

b) A indicação 2 mostra cromossomos metafasicos.

c) A indicação 3 representa o nucléolo, região do núcleo onde se concentram ribossomos e RNA.

d) A figura representa uma mitocôndria, sendo indicada em 2 o seu material genético e em 3 as cristas mitocondriais.

e) Em 1 temos a indicação de poros nucleares, formados por estruturas lipídicas octogonais.

3. (**MA – CESPE/CEBRASPE – 2018**) A presença de células caliciformes é característica distintiva do epitélio de revestimento de superfícies mucosas, como as de órgãos do trato respiratório e intestinal. Essas células têm como principal atividade metabólica a produção de secreção, composta por uma mistura de proteínas altamente glicosiladas, chamadas mucinas, bem como de proteoglicanos e eletrólitos. Na base dessas células pode-se encontrar o compartimento de síntese de componentes proteicos, e o ápice é quase totalmente preenchido por vesículas que acumulam temporariamente produtos de secreção. Uma região intermediária onde ocorrem o processamento pós-traducional das cadeias polipeptídicas e o direcionamento das moléculas

recém-formadas contém uma organela bastante desenvolvida com cisternas dilatadas em associação com as vesículas de secreção. Essa organela é denominada

a) lisossomo.

b) hidrogenossomo.

c) complexo de Golgi.

d) retículo endoplasmático rugoso.

e) nucléolo.

---

4. (**MA – CESPE/CEBRASPE – 2018**) O estoque de ATP de uma célula de tecido animal vivo, inicialmente em homeostase, foi subitamente esgotado. Nesse caso, um dos efeitos esperados quanto ao transporte de substâncias pela membrana citoplasmática dessa célula é a suspensão da atividade:

a) da bomba de Na+/K+ e dos canais iônicos com diminuição da pressão osmótica no interior da célula.

b) dos canais iônicos com aumento da pressão osmótica no interior da célula.

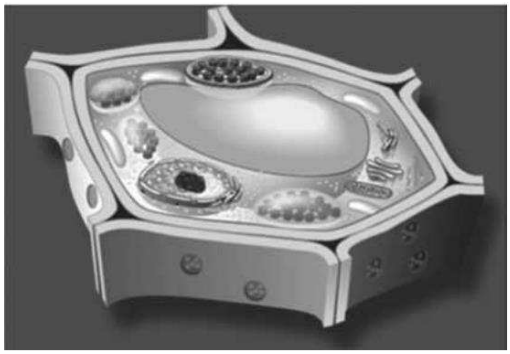
c) dos canais iônicos com diminuição da pressão osmótica no interior da célula.

d) da bomba de Na+/K+ com aumento da pressão osmótica no interior da célula.

e) da bomba de Na+/K+ com diminuição da pressão osmótica no interior da célula.

---

5. (**SP 2014/2013 – VUNESP**) Observe a figura de uma célula eucariótica.



(http://recursostic.educacion.es)

As características presentes que permitem sua classificação como pertencente a um vegetal é a presença de:

a) parede celular e cloroplasto.

b) mitocôndrias e vacúolo.

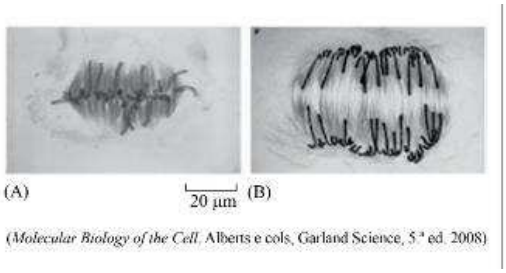
c) núcleo e nucléolo.

d) membrana celular e membrana nuclear.

e) complexo golgiense e ribossomos.

---

6. (**SP 2014/2013 – VUNESP**) Considere a figura a seguir, a qual mostra duas fases da divisão celular mitótica, representadas em A e B.



(*Molecular Biology of the Cell*. Alberts e cols, Garland Science, 5.ª ed. 2008)

Com base na figura, é correto afirmar que

A) os cinetocoros formam estruturas complexas e organizadas na fase de prófase, representada em A, e se separam na fase de anáfase, representada em B.

B) as fibras do fuso mitótico começam a se separar no início da fase S, ou de duplicação do DNA, como representado em A, e movem os cromossomos homólogos para polos opostos da célula, como representado em B.

C) durante a fase G2, ocorre síntese do DNA e os cromossomos se concentram na placa metafásica, como representado em A, seguida da separação dos cromossomos homólogos, como representado em B.

D) na transição da fase de anáfase, representada em A, para telófase, representada em B, os nucléolos estão dissociados e as cromátides irmãs se separam para polos opostos da célula.

E) na transição da fase de metáfase, representada em A, para anáfase, representada em B, as cromátides irmãs se separam e se movem para polos opostos do fuso mitótico.

7.(**MA FGV 2012**) Para saber a pressão osmótica do sangue, coloca-se uma gota de sangue em soluções com diferentes concentrações de água e sal e após algum tempo, observa-se o comportamento das hemácias. A esse respeito, assinale a afirmativa correta.

(A) Caso as hemácias fiquem murchas, a solução é hipotônica.

(B) Caso as hemácias fiquem murchas, a solução é hipertônica.

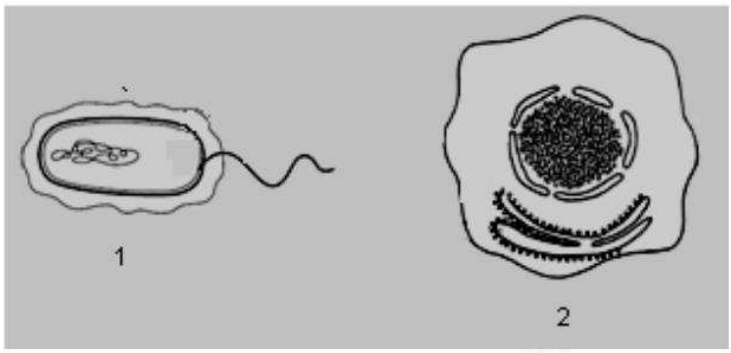
(C) Caso as hemácias fiquem inchadas, a solução é hipertônica.

(D) Caso as hemácias fiquem ligeiramente inchadas, a solução é isotônica.

(E) Caso as hemácias fiquem rompidas, a solução é hipertônica.

---

8. (**MA FGV 2012**) No esquema a seguir estão parcialmente representadas as estruturas de duas células.



Analisando o esquema, é correto afirmar que

A) 1 representa um espermatozóide porque apresenta flagelo.

B) 2 representa uma célula vegetal porque apresenta um grande vacúolo.

C) 1 é de uma célula procarionte e 2 de um eucarionte, porque apenas 2 apresenta membrana nuclear.

D) 1 e 2 representam células eucariontes porque em ambos existe membrana nuclear.

E) 1 e 2 representam bactérias, sendo o 1 bactéria com flagelo e 2 sem flagelo.

---

9. (**SP ACP 2002**) Uma célula somática que tem quatro cromossomos, ao se dividir, apresenta, na metáfase,

a) quatro cromossomos distintos, cada um com duas cromátides.
b) quatro cromossomos distintos, cada um com uma cromátide.
c) quatro cromossomos pareados dois a dois, cada um com duas cromátides.
d) quatro cromossomos distintos, pareados dois a dois, cada um com uma cromátide

---

10. (**SP ACP 2002**) São responsáveis pela produção de energia (ATP) e síntese de proteínas, os respectivos organóides celulares:

a) lisossomos e complexo de Golgi.
b) mitocôndrias e ergastoplama.
c) ribossomos e lisossomos.
d) retículo endoplasmático e condrioma.

---

11. **(SP ACP 2002)** O evento de grande importância que ocorre na prófase da primeira divisão meiótica resultando na recombinação gênica do organismo é:

a) o pareamento entre cromossomos homólogos.
b) o "crossing-over" ou permutação.
c) a duplicação dos cromossomos.
d) a não duplicação dos centrômeros.

12. (**UFPA)** Sobre as funções dos tipos de retículo endoplasmático, pode-se afimar que:

a) o rugoso está relacionado com o processo de síntese de esteroides.

b) o liso tem como função a síntese de proteínas.

c)o liso é responsável pela formação do acrossomo dos espermatozoides.

d) o rugoso está ligado à síntese de proteínas.

e) o liso é responsável pela síntese de poliolosideos.

13. (**VUNESP**) Numa célula eucariótica, a síntese de proteínas, a síntese de esteroides e a respiração celular estão relacionadas, respectivamente:

a) Ao complexo de Golgi, às mitocôndrias e aos ribossomos.

b) Ao retículo endoplasmático liso, ao retículo endoplasmático granular, ao complexo de Golgi.

c) Aos ribossomos, ao retículo endoplasmático liso e às mitocôndrias.

d) Ao retículo endoplasmático granular, às mitocôndrias, ao complexo de Golgi.

e) Ao retículo endoplasmático liso, ao complexo de Golgi, às mitocôndrias.

14. (**UFSCAR**) Todas as alternativas abaixo expressam uma relação correta entre uma estrutura celular e sua função ou origem, exceto:

a) Aparelho de Golgi: relacionado com a síntese de polissacarídeos e com adição de açúcares às moléculas de proteínas.

b) Retículo endoplasmático rugoso: relacionado com síntese de proteínas produzidas pelas células.

c) Peroxissomos: relacionados com os processos de fagocitose e pinocitose, sendo responsáveis pela digestão intracelular.

d) Lisossomos: ricos em hidrolases ácidas, tem sua origem relacionada com sacos do aparelho de Golgi.

e) Retículo endoplasmático liso: relacionado com a secreção de esteroides e com o processo de desintoxicação celular.

---

15. (**UNIMEP**) Na produção de grânulos de zimógeno, participam diretamente:

a) Aparelho de Golgi

b) Nucléolo

c) Centríolo

d) Mitocôndria

e) Inclusões citoplasmáticas.

---

16. (**UFPI**) As mitocôndrias se originam a partir:

a) Dos centríolos

b) Do retículo endoplasmático rugoso

c) Do retículo endoplasmático liso

d) Do complexo de Golgi

e) De mitocôndrias pré existentes.

---

17. (**PUCC**) As associações corretas são:

a. Vacúolo	I. Respiração
b. parede celular.	II.água e sais minerais
c. mitocôndria	III síntese de proteínas
d. ribossomos	IV. Célula vegetal

a) aIII;bI;cIV;dII

b) aI;bIII;cII;dIV

c) aII;bIV;cIII;dI

d) aII;bIV;cI;dIII

e) aIV;bII;cI;dIII

---

18. (**F. Carlos Chagas**) A cromatina, presente no núcleo interfásico, aparece durante a divisão celular com uma organização estrutural diferente, transformando-se nos:

a) crommomeros

b) cromossomos

c) centrômeros

d) cromocentros

e) cromonemas

---

19. (**UFPB**) Se o nucléolo de uma célula for destruído, a produção afetada imediatamente é a de:

a) cromossomos

b) ribossomos

c) centríolos

d) lisossomos

e) dictiossomos

---

20. (**UFPA**) a mitose do tipo centrífuga, acêntrica e anastral é característica de células:

a) polinucleadas

b) de vegetais superiores

c) da linhagem germinativa

d) de animais em geral

e) nervosas

---

21. (**UFGO**) A região do cromossomo responsável pela sua movimentação durante a divisão celular é:

a) o braço

b)o nucléolo

c)o centrômero

d)o telomero

e)o satélite

---

22. (**F.Carlos Chagas**) Qual das estruturas abaixo participa diretamente da formação do fuso nos processos de divisão celular?

a) Mitocôndrias
b) Retículo endoplasmático
c) Leucoplastos
d) Centríolos
e) Complexo de Golgi.

---

23. (**UNB**) Julgue os itens sobre a mitose.

a) É independente da replicação do DNA
b) É a fase de menor duração do ciclo celular
c) Inicia-se com condensação dos cromossomos
d) Na metáfase, os cromossomos presos às fibras do fuso iniciam a migração para os polos da célula
e) Durante a prófase o nucléolo se desfaz
f) As células dos mamíferos só fazem mitose durante o período embrionário.

---

24. (**MACK**) Responda a questão que segue utilizando as alternativas:

I a mitose se inicia na interfase

II na anáfase, os cromossomos migram para os polos da célula

III na metáfase, os cromossomos se apresentam na região equatorial da célula.

a) I e II são incorretas
b) Apenas II é incorreta
c) I e II são corretas
d) II e III são corretas
e) I e III são corretas

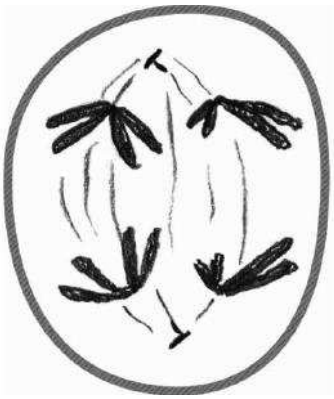
---

25. (**UNIP**) A meiose é uma divisão celular que tem a finalidade de:

a) Transformar as células haploides em gametas
b) Transformar as células somáticas em gametas
c) Produzir células que apresentam os mesmos cromossomos constituídos pelo pai.
d) Através de um processo de espermiogenese produzir os gametas masculinos e femininos
e) Reduzir o numero de cromossomos das células somaticas pela metade, resultando em células que apresentam um conjunto completo de cromossomos representativo da espécie.

---

26. (**PCRJ - 2009**) O esquema a seguir foi baseado na microfotografia de uma célula em divisão.



Estão representados apenas dois pares de cromossomos.

Assinale a alternativa que indique a fase do processo e o tipo de divisão em que essa célula se encontra.

a) Anáfase de mitose, evidenciada pelo caráter duplo dos cromossomos.
b) Anáfase de mitose pois os cromossomos se deslocam aos pares para polos opostos.
c) Anáfase I de meiose pois está ocorrendo a separação dos pares de cromossomos.
d) Anáfase II de meiose porque os cromossomos são duplos e migram para polos opostos.
e) Anáfase II de meiose porque é evidente a separação das cromátides irmãs para polos opostos.

---

27. (**PCPiaui - 2012**) Quanto às organelas celulares, analise as proposições abaixo.

1) Os ribossomos geralmente são encontrados como unidades individuais no citoplasma.

2) O retículo endoplasmático que tem ribossomos ligados é chamado reticulo endoplasmático rugoso.

3) As organelas que estão envolvidas na geração de energia metabólica da célula são as mitocôndrias.

Está(ão) correta(s):

A) 1 e 2, apenas.

B) 1, 2 e 3.

C) 1 e 3, apenas.

D) 2 e 3, apenas.

E) 3, apenas.

---

28. (**PCPiaui - 2012**) Os íons positivos atraídos para o polo negativo são chamados de cátions. Qual dos cátions abaixo é o íon intracelular mais importante do organismo?

A) Cloro.

B) Magnésio.

C) Potássio.

D) Sódio.

E) Ferro.

---

29. (**PC SP – VUNESP 2014**) As células do corpo humano apresentam alto grau de organização. Nas células humanas, o citoesqueleto é um arcabouço complexo de sustentação, formado por:

(A) cristais de cálcio e sais minerais, os quais desempenham um papel importante na manutenção da estabilidade celular estrutural.

(B) microtúbulos, microfilamentos e filamentos de proteínas, os quais definem a forma da célula e permitem que a célula realize movimentos.

(C) filamentos de actina, fibrina e nucleotídeos, os quais permitem a síntese de proteínas de sustentação da estrutura celular.

(D) microtúbulos e ribossomos, os quais permitem que a célula modifique seu formato de acordo com as condições do ambiente tecidual.

(E) filamentos de actina G, desmossomos e cálcio, os quais permitem a organização estrutural das organelas no citoplasma celular.

---

30. (**VUNESP 2014**) As células humanas contêm diferentes moléculas. As moléculas mais abundantes nessas células são as de:

(A) proteína.

(B) lipídios.

(C) glicídios.

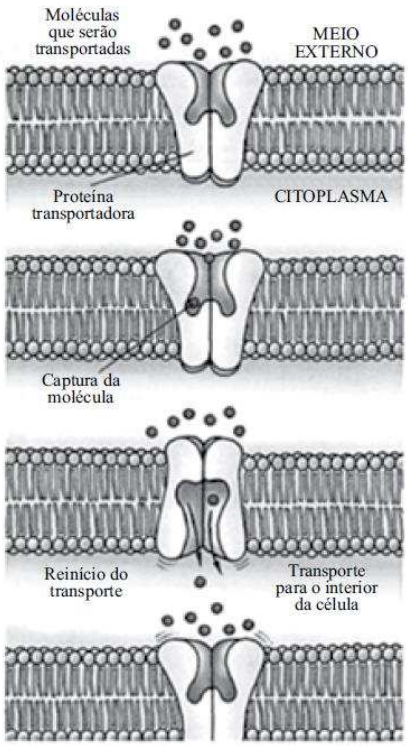
(D) água.

(E) sais minerais.

---

31. (**VUNESP 2014**) O transporte da maioria das moléculas e íons para dentro e

para fora das células necessita da atuação de proteínas que compõem a membrana plasmática. A figura mostra o esquema de um tipo de transporte celular de moléculas e íons.



(Baseado em Lodish, H. E cols. 2004. Retirado de http://www.vestibionline.com.br)

Esse tipo de transporte é denominado

(A) difusão facilitada.

(B) difusão ativa.

(C) difusão simples.

(D) endocitose.

(E) osmose.

---

32. (**VUNESP 2014**) Substâncias como o muco, que lubrifica as superfícies internas de tecidos do organismo humano, são processadas e secretadas pela seguinte organela celular citoplasmática:

(A) a membrana plasmática.

(B) a mitocôndria.

(C) o centríolo.

(D) o complexo golgiense.

(E) o lisossomo.

---

33. (**VUNESP 2014**) Na divisão celular meiótica, ou meiose, pode ocorrer a não disjunção cromossômica. A ocorrência de uma não disjunção cromossômica na primeira divisão da meiose resultará na produção de gametas:

(A) com cromossomos contendo alterações estruturais.

(B) em que todos eles conterão dois núcleos.

(C) em que todos eles conterão cromossomos com dois centrômeros.

(D) em que todos eles serão polinucleados.

(E) com aumento ou redução no número de cromossomos.

---

34. (**TecNecro PC RJ 2009**) O mediastino é uma região do tórax onde se localizam importantes órgãos ou partes destes. Assinale a alternativa que relacione corretamente, em condições anatômicas normais, os órgãos encontrados nas porções anterior, média e posterior do mediastino.

	Anterior	Médio	Posterior
a)	Timo	Coração e Brônquios	Esôfago e aorta torácica
b)	Esôfago e traqueia	Coração e Brônquios	Laringe e Faringe
c)	Coração e Brônquios	Laringe e Faringe	Timo, esôfago e aorta torácica
d)	Timo, esôfago e aorta torácica	Faringe	Coração e Brônquios
e)	Coração e aorta torácica	Esôfago	Brônquios e Timo

35. (**Aux Necro PCRJ 2002**) Os tecidos são conjuntos de células semelhantes na forma e que desempenham o mesmo tipo de função. Sobre os tecidos analise as afirmativas abaixo:

I. o tecido muscular liso é formado por células alongadas e afinadas nas pontas, tem contração voluntária e forma os músculos presos aos ossos.

II. o tecido epitelial de revestimento é constituído por células firmemente unidas umas as outras e desempenha a função de revestir e proteger as superfícies externas do corpo e as cavidades internas dos órgãos.

III. O tecido ósseo apresenta substância intercelular calcificada. No entanto as células se mantém vivas pois recebem nutrientes e oxigênio através de vasos sanguíneos localizados em uma rede de canais que passam por dentro do osso.

A(s) afirmativa(s) correta(s) é/são somente:

a)I

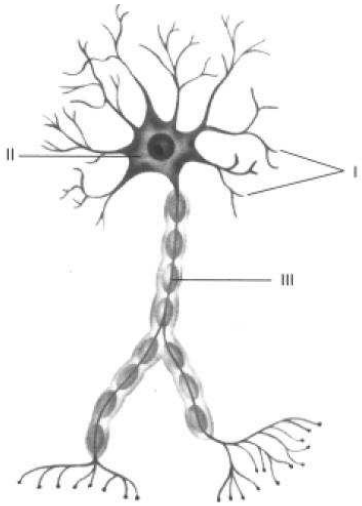
b)III

c)I e II

d)II eIII

e)I, II e III

36. (**PCRJ 2002**) O tecido nervoso é responsável pela capacidade do animal de receber, interpretar e responder aos estímulos do ambiente e do interior do seu próprio corpo. Essas propriedades devem-se a uma célula altamente especializada, o neurônio representado a seguir.



Na figura acima I, II e III são, respectivamente:

a) corpo celular, axônio, dendritos

b)dendritos, corpo celular e axonio

c)axônio, corpo celular e dendritos

d)dendritos, axônio e corpo celular

e)axônio, dendritos e corpo celular.

---

37. (**PCRJ 2002**) O músculo cardíaco, também chamado de miocardio, possui células:

a)alongadas, cilindricas e unidas, com estrias transversais, contrações rápidas e voluntárias

b)alongadas e isoladas, sem estrias transversais, e contração lenta e involuntária

c)alongadas e ramificadas, com estrias transversais, contração rápida e involuntária

d)curtas e ramificadas com estrias transversais contração rápida e voluntária

e)curtas e unidas, sem estrias transversais, contração lenta e involuntária.

---

38. (**PCRJ 2002**) o tecido encontrado nos tendões e nos ligamentos que une os osso entre si caracteriza-se por apresentar material intercelular com:

a)grande quantidade de fibras colagenas orientadas em uma direção formando feixes resistentes e de pouca elasticidade

b)pouca quantidade de fibras de colageno muito elásticas orientadas em varias direções formando feixes resistentes

c)grande quantidade de fibras elásticas que se deformam facilmente quando sujeitas a força de tração

d)grande quantidade de células armazenadoras de gordura formando feixes resistentes e flexiveis

e)pouca quantidade de feixes constituídos de fibras elásticas e de constituição gelatinosa.

---

39. (**PC PIAUI 2012**) No sistema esquelético, acerca da cartilagem, é correto afirmar que:

a)existe um único tipo, cartilagem hialina

b)é uma forma especial de tecido conjuntivo, no qual a composição da matriz não determina sua função

c)as células são denominadas condrócitos e formam estruturas circulares ao redor de lacunas

d)não há vascularização por isso as peças são pequenas e geralmente envolvidas pelo periósteo (tecido conjuntivo)

e)tem função de suporte, faz parte das superfícies articulares e serve como molde para o crescimento ósseo.

---

40. (**PC PIAUI 2012**) Anatomia é uma palavra de origem grega e significa:

a)cortar em partes

b)realizar análise

c)parte funcionante

d)observar a morte

e)verificar as anomalias

10- RESOLUÇÕES DOS EXERCÍCIOS

1. **Resolução:** Analisando a figura, observamos que em 1 temos uma célula se dividindo e gerando duas células filhas com a mesma constituição cromossômica da célula mãe, tratando-se portanto de uma mitose. Na divisão 2 temos um célula gerando quatro células filha cada uma com metade da constituição cromossômica da célula mãe, portanto, temos uma meiose. Na mitose, a maior fase é a interfase, quando temos a fase S, de síntese de DNA, ou seja, quando o DNA se duplica, logo a afirmativa I está correta. A afirmativa II diz que ambos os processos geram células haploides, no entanto, vimos que somente a divisão meiótica gera este tipo de célula, logo a afirmativa está errada. O processo descrito na afirmativa III acontece somente na segunda divisão e não na primeira quando temos a separação dos cromossomos. A afirmativa IV está correta, lembrando que os bivalentes são dois cromossomos homólogos fisicamente unidos na fase de prófase I. **Resp. D.**

2.Resolução: A figura mostra um núcleo celular interfásico. O numero 1 indica os poros formados por proteínas octagonais. O numero 2 indica a cromatina solta e descondensada no núcleo. O numero 3 indica o nucléolo, onde há concentração de RNA ribossômico, necessário para a montagem do ribossomo. **Resp. c**

3. **Resolução:** A questão fala de uma célula que secreta muitas proteínas e quer que o estudante aponte a organela que se organiza como cisternas dilatadas associadas a vesículas de secreção. Nas células, a organela que tem a função de secreção e que se estrutura da forma como a questão indica é o complexo de golgi. **Resp c**.

4. **Resolução:** O ATP é a substância que gera energia nas células. Sem ele as células não funcionam. Se acaba o ATP, teremos o transporte ativo prejudicado, pois ele depende de energia. Logo, na questão teremos as bombas de sódio e potássio (Na/K) tendo sua atividade prejudicada, fazendo

com que a concentração de sódio dentro da célula aumente, aumentando portanto sua pressão osmótica. **Resp. d**

5. **Resolução:** Uma diferença estrutural marcante entre as células animal e vegetal é a presença de parede celular e de cloroplastos. Todas as outras organelas estão presentes em ambas. Na figura temos a presença da parede celular ao redor da célula, além de um grande vacúolo, que está presente nas células animais mas em menor tamanho. **Resp. a**

6. Resolução: As imagens são fotomicrografias de uma célula em divisão. No caso, em A observamos os cromossomos agrupados na região equatorial da célula, em elevado grau de condensação. Situação típica de metáfase. Em B observamos a migração dos cromossomos separados para os polos da célula. Situação típica de anáfase. Com essa informação, eliminamos a alternativa A que diz que a figura a é uma prófase; a alternativa B que indica a figura A como uma célula em interfase; A alternativa C que também indica a célula de A em interfase (G2) e a alternativa D que diz que em A há anáfase e em B telófase. **Resp. e**

7. **Resolução:** A questão versa sobre pressão osmótica. Temos que uma solução hipertônica é aquela com alta concentração de sair, o que faz com que as células colocadas em soluções deste tipo percam água para o ambiente que as cerca. Neste caso elas se tornam murchas. Se a concentração salina for menor do que a da célula, teremos uma solução hipotônica o que fará com que a água migre por osmose para o interior da célula, tornando-a inchada ou turgida. Se a concentração externa for igual à interna, teremos uma solução isotônica, permanecendo a célula em sua situação normal. **Resp. b**

8. **Resolução:** Na imagem temos em 1 uma bactéria, formada por única célula procarionte. Em 2 temos uma célula animal eucarionte, tendo em vista a presença de núcleo ao redor do material genético, bem como ausência de parede celular e cloroplastos. **Resp. c.**

9. Resolução: Nas células somáticas, ou seja, nas células do nosso corpo com exceção das células reprodutivas, temos a diploidia cromossômica. Estas células são sempre 2n. Quando falamos na

divisão delas, nos referimos a mitose. Neste caso, na metáfase, teremos os cromossomos alinhados na porção equatorial da célula, já duplicados, cada um com duas cromátides. **Resp. a**

10. Resolução: A casa de força da célula é a mitocôndria, nela se produz energia por meio da respiração, utilizando a glicose e formando ATP. A síntese proteica é função do ribossomo, que pode estar organizado no retículo endoplasmático rugoso, também denominado ergastoplasma. **Resp. b**

11. Resolução: A recombinação cromossômica ocorre quando há o crossing over, na prófase I da meiose. Nesta fase, formam-se as sinapses cromossômicas. Pode-se visualizar os quiasmas que são os pontos de ligação entre as cromátides dos homólogos. **Resp. b.**

12. **Resolução** : O retículo endoplasmático liso é responsável pela síntese de hormônios ou esteroides. O ergastoplasma, ou retículo rugoso tem ribossomos associados, o que lhe confere a função de síntese proteica. **Resp. d.**

13. **Resolução**: A síntese de proteínas é função dos ribossomos que podem estar associados ao retículo endoplasmático granular. A síntese de esteroides ou hormônios esta relacionada ao retículo endoplasmático liso. A respiração celular gera energia, portanto está relacionada a mitocôndria. **Resp. c**

14. **Resolução**: Os peroxissomos são vesículas que apresentam enzima catalase, responsável pela decomposição do peróxido de hidrogênio ou H2O2, produzido no processamento de lipídeos, que ocorre no próprio peroxissomo. **Resp. c**

15. **Resolução**: O zimógeno é uma enzima inativa que requer alguma alteração bioquímica para se tornar ativa. Essa ativação ocorre em geral nos lisossomos, que são produzidos no complexo (ou aparelho) de golgi. **Resp. A**

16. **Resolução**: As mitocôndrias são organelas que apresentam estrutura que se assemelha com aquela encontrada em células procarióticas, incluindo-se nisto a presença de DNA circular próprio. Elas se original de outras mitocôndrias por uma divisão independente da divisão celular. **Resp. E**

17. **resolução**: Os vacúolos armazenam água e sais, fornecendo um controle da pressão osmótica das células. A parede celular é características de células vegetais. As mitocôndrias são as casas de força das células, onde ocorre a respiração celular. Os ribossomos são organelas que produzem as proteínas, ou seja, fazem a síntese de proteínas. **resp. d**

18. **resolução**: A cromatina é um estado básico de organização do DNA no núcleo. No inicio do ciclo celular ela se condensa, formando os cromossomos. **resp. b**

19. **resolução**: No nucléolo temos grande concentração de RNA ribossômico que será utilizado para a produção dos ribossomos. **resp. b**

20. **resolução**: A mitose animal acontece de forma astral, cêntrica e centrípeta ou seja, a divisão celular ocorrerá de fora para dentro, estrangulando a célula. Diferentemente do que ocorre na célula vegetal, na qual a parede celular se reorganiza da porção central da célula, no sentido de dentro para fora, ou seja de forma centrífuga. **resp. b**

21. **Resolução:** Na divisão celular, as fibras do fuso se ligam ao cinetócoro que está localizado no centrômero. **resp. c**

22. **Resolução:** As fibras do fuso de organizam e se originam a partir dos centrômeros, onde estão os centríolos. **Resp. d.**

23. **Resolução:** Todos os processos de divisão celular são precedidos pela replicação do DNA, portanto A está incorreta. Na metáfase os cromossomos estão na porção equatorial da célula, iniciando a migração aos polos na anáfase; portanto D está errada. As células epiteliais sofrem mitose constantemente, logo não é somente na fase embrionária que este tipo de divisão ocorre, o que faz com que F esteja errada. As demais estão corretas. **Resp. b, c, e – corretos**

24. **Resolução:** A interfase é uma fase do ciclo celular que antecede a mitose. Não pode ser confundida como uma fase da mitose. Portanto, dizer que a mitose se inicia na interfase está errado. As demais estão corretas. **Resp. d**

25. **Resolução :** Na meiose, uma célula diploide gera quatro células haploides. Estas células irão apresentar cromossomos que sofreram permuta e crossing over, gerando variabilidade genética.

No processo de formação dos gametas, as células germinativas (não células somáticas) sofrerão meiose, formando células precursoras, que irão se desenvolver em gametas. O processo de desenvolvimento destas células em gametas é chamado de espermiogenese (que gera quatro espermatozoides a partir de cada meiose de um espermatocito) ou ovogênese (que gera um óvulo a partir da meiose de cada ovócito).**Resp. e.**

26. **Resolução:** Na figura, vemos a separação de cromossomos homólogos e não das cromátides irmãs, devido ao encurtamento das fibras do fuso. Portanto, estamos analisando uma anáfase I de meiose. **Resp. c**

27. **Resolução:** Em geral, os cromossomos são encontrados associados a organelas como o retículo endoplasmático rugoso. As demais estão corretas. **Resp. d.**

28. **Resolução**: O potássio é o íon intracelular mais importante, ele está envolvido em uma série de processos e sua concentração no interior da célula tem que ser mantido, o que ocorre por meio das bombas de sódio e potássio. Já o sódio apresenta elevada concentração extracelular. **Resp.c.**

29. Resolução: O citoesqueleto é formado por microtubulos, microfilamentos e filamentos intermediários, todos compostos por proteínas, que tem como função a manutenção da estrutura da célula e a movimentação das organelas. **Resp. b**

30. Resolução: Nosso corpo é composto por quase 70% de água. Isto se reflete na composição das células que são em sua grande maioria, água. Portanto, a molécula mais abundante é a H2O. **Resp. D.**

31. Resolução: Na figura, temos a representação de um canal de proteína que se abre e se fecha, facilitando a passagem de uma substância para o interior da célula, sem formar uma abertura continua e sem que haja gasto de energia. Temos com estas características a difusão facilitada. **Resp. A.**

32. **Resolução**: O muco é formado por uma secreção de proteoglicanas. A organela encarregada pela secreção de produtos celulares é o complexo de golgi. **Resp. D**.

33. Resolução: Na primeira divisão meiótica há separação dos cromossomos homólogos. Caso não haja essa separação, dois ou mais cromossomos homólogos podem acabar migrando para células filhas o que ira gerar na ultima divisão o aumento e redução do numero de cromossomos em

algumas células. Isso ocorre por exemplo nos casos de trissomia do cromossomo 21, gerando a síndrome de Down. **Resp.E.**

34. Resolução: Ao abrirmos o tórax na região do mediastino, veremos à frente o timo, na porção mediana o pericárdio envolvendo o coração e alguns brônquios dos pulmões laterais, na região posterior, uma porção do esôfago e da aorta. **Resp. a**.

35. **Resolução.** O tecido muscular liso é formado por células fusiformes, que são alongadas com as extremidades finas. Ele está presente por exemplo em nosso intestino. Sua contração é involuntária. Ele não está preso aos ossos como é o caso da musculatura esquemática. Portanto I está incorreto. As demais estão corretas. **Resp. d.**

36. **Resolução**: Na figura temos representado um neurônio, estando apontados os dendritos em I, o axônio responsável pela transmissão do impulso elétrico em III e o corpo celular onde estão organelas e núcleo em II. **Resp. b.**

37. **Resolução**. O músculo cardíaco apresenta células ramificadas e alongadas, que podem se contrair rapidamente sob controle independente ou seja involuntário. Nelas são visíveis as fibras de actina e miosina, formando as estrias que somente não são visíveis na musculatura lisa. **Resp. c**

38. **Resolução**: Os tendões e ligamentos são constituídos por tecido conjuntivo denso, formado por grande quantidade de feixes de colágeno, muito resistentes. **Resp.a**

39. **Resolução**: existem vários tipos de cartilagens, estudamos aqui ao menos três: hialina, elástica e fibrosa. Suas diferenças estão relacionadas à composição da matriz. São formadas por condrócitos que estão no interior de câmaras chamadas de lacunas. As cartilagens não são vascularizadas e estão envolvidas pelo pericôndrio. Portanto, estão erradas todas as alternativas. **Resp.e**

40. **Resolução:** Anatomia vem da junção de ana que quer dizer parte, pedaço e Tomos, que quer dizer cortar. Logo, temos o significado cortar em partes. **Resp. a.**

10.1 Resoluções dos Exercícios de Fixação

1. – Pag 6 - **Resolução:** A resposta desta pergunta é a **letra D**. Todas as demais organelas estão presentes somente em células eucariontes.

2. – pag 17 **- Resolução:** A **alternativa D** apresenta as principais funções da membrana plasmática. Na alternativa A temos a função de respiração que não é função da membrana de células eucarióticas, assim como a produção de esteroides que não ocorre na membrana plasmática. Na alternativa B temos a função de produção de proteínas que não ocorre na membrana mas sim no citoplasma por meio da ação dos ribossomos. Na alternativa C temos a função de produção de energia que também não é função da membrana plasmática de eucariontes. Na alternativa E temos a produção de fosfolipídios que não é função da membrana.

3. – pag 17 - **Resolução**: **Alternativa B** é falsa. A pinocitose ocorre com formação e movimentação de vesículas o que gera gasto de energia na forma de ATP. Todas as demais alternativas estão corretas.

4. – pag 32 - **Resolução:** A e B os peroxissomos não produzem enzimas e não transformam lipídios em açucares; C – os peroxissomos oxidam ácidos graxos e este processo gera peróxido de hidrogênio que é degradado pelo próprio peroxissomo, por meio da ação da enzima catalase. ; D – não sintetizam enzimas pois não tem ribossomos associados a ele. E – não iniciam síntese de proteínas, isso ocorre no RER.**Resp. C**

5. – Pag 35 - **Resolução:** A resposta correta é a **alternativa "E".** Vejamos o que há de errado nas demais: A) a organela apontada é a mitocôndria, a casa de força da célula. B) a organela é um lisossomo que contem proteínas digestivas mas é produzida no complexo de Golgi. C) a membrana plasmática não tem como função a produção de energia na célula. D) A organela apontada é o REL, ou retículo endoplasmático liso, onde há produção de hormônios, fosfolipidios, glicerídios entre outras substâncias.

6. – pag 57 - **Resolução:** A resposta para o exercício da página anterior é a **alternativa A**. Analisando a figura temos o numero dois indicando um caminho entre óvulo ou espermatozoide até o ovo. Pois, bem. Ovo é um nome genérico que se dá para óvulos fecundados. Neste caso, o número 2 representa um processo de fecundação. Já o numero 3 indica um desenvolvimento do ovo ao adulto. Este processo acontece por meio de uma série de divisões igualitárias das células do zigoto (igualitárias ou equacionais). Não se lembra? Veja a figura da página 51 e o texto da página 42. Essas divisões são mitoses. O numero 1 indica um caminho do adulto ao óvulo ou espermatozoide. Ovulos e espermatozoides são células germinativas. E como você estudou neste capítulo, células germinativas são formadas por meiose. Logo, a alternativa correta é a **letra A**.

7. – pag 58 - **Resolução:**Esta questão está estranha não está? Vamos analisar alternativa por alternativa. Na alternativa A o examinador diz que corssing-over ou intercinese é o estágio entre a primeira e a segunda divisão mitótica. A intercinese de fato é o período entre as divisões, como estudamos na página 50. No entanto, o termo crossing over foi erroneamente utilizado nesta alternativa. Ele se refere ao processo de combinação das cromátides dos cromossomos, que irá gerar a recombinação cromossômica. Este processo ocorre na fase de prófase da primeira divisão como vimos nas páginas 48 e 49. Vamos verificar as outras alternativas. Na alternativa B ele diz que XX são cromossomos sexuais que determinam sexo masculino. Errado. Dois cromossomos X é determinante de sexo feminino na espécie humana. Na alternativa C ele diz que recombinação celular não promove diversidade genética. O termo recombinação celular está errado. O correto seria recombinação cromossômica. Ademais, a recombinação promove sim a diversidade genética, como vimos na página 48. Em D ele diz que autossomos é denominação que inclui os cromossomos sexuais. Esta errado. Cromossomos sexuais são cromossomos sexuais. Quando nos referimos a cromossomos autossomos estamos excluindo os sexuais. Na ultima alternativa, temos que células com dois lotes de cromossomos são ditas haploides. Estudamos na página 46 que quando há dois lotes ou duas cópias do genoma organizado em cromossomos teremos indivíduos diploides (di= dois). A meiose gera células com somente uma copia ou lote de cromossomos, portanto, gera células haploides. O gabarito desta prova consta como correta a alternativa A. Particularmente, acredito que seria uma **questão passível de anulação** tendo em vista o erro conceitual apresentado na alternativa considerada correta.

11- RESUMO DA AULA

- Células são a unidade básica de qualquer ser vivo.
- Células mantém seu ambiente interno estável, num processo chamado homeostase.
- Classificam-se as células em procariontes – sem envoltório nuclear - e eucariontes – com núcleo.
- Células eucariontes animais diferem das células vegetais, pois estas ultimas apresentam parede celular de lignina e cloroplastos.
- A membrana plasmática das células é formada por proteínas embebidas em bicamada de fosfolipídios. Ela é semi permeável. O modelo atual de sua estrutura é o mosaico fluido.
- São meios de transporte de substâncias pela membrana: Passivo – difusão, difusão facilitada e osmose. Ativo (com gasto de energia - ATP) – bombas de sódio e potássio, fagocitose, pinocitose, endocitose mediada por receptores e exocitose.
- Microvilosidades, cílios e desmossomos são especializações da membrana plasmática.
- Citosol ou hialoplasma é a região da célula onde se encontram embebidas as organelas. É composto por grande quantidade de água, sais e proteínas.
- Citoesqueleto, formado por microfilamentos, microtubulos e filamentos intermediários tem como função manter a estrutura da célula e garantir o movimento das organelas.
- Centrossomo é região onde estão os centríolos que são regiões organizadoras dos microtubulos. Esta relacionado a formação das fibras do fuso na divisão celular.
- Os ribossomos são organelas formadas por associação de duas subunidades de proteínas e RNA ribossômico. São encarregadas da síntese de proteínas.
- Proteassomos tem como função a reciclagem de proteínas.
- Retículo Endoplasmático Liso tem como funções a síntese e armazenamento de hormônios, fosfolipídios, glicerídios, glicogênio e colesterol.
- Restículo Endoplasmático Granular ou Rugoso ou Ergastoplasma tem como função principal a síntese, modificação e armazenamento de proteínas.
- O complexo de Golgi tem como função excreção de proteínas e glicoproteínas produzidas no retículo endoplasmático rugoso (enzimas) e formar os lisossomos.
- Lisossomos tem como função a reciclagem de algumas organelas e os processos de autólise.

- Peroxissomos tem como função degradação de ácidos graxos e compostos orgânicos. Contem enzima catalase que degrada peróxido de hidrogênio.

- Mitocondria é a casa de força da célula. Responsável pela respiração celular e formação do ATP, molécula com alto poder energético. Tem seu próprio DNA. Se origina de outras mitocôndrias. Acredita-se ter evoluído de organismos procariontes que passaram a viver em simbiose com células eucariontes.

- O núcleo celular é a região da célula onde esta o DNA. Apresenta dupla camada de membrana que é continua ao retículo endoplasmático. Apresenta poros de proteínas. O nucléolo é a região onde está concentrado RNA ribossômico, portanto onde se formam ribossomos.

- A mitose é a divisão equacional. Gera duas células filhas iguais a célula mãe.

- A mitose se divide em fases: prófase, prometafase, metáfase, anáfase e telófase.

- A mitose é uma fase de divisão celular do ciclo de vida da celular. A outra fase se chama interfase e é dividida em G1, S e G2. Na fase S há replicação do DNA.

- Na prófase e prometafase o nucléolo se desmancha, o DNA já replicado se condensa e os centríolos se dividem. O núcleo se desintegra.

- Na metáfase há condensação máxima dos cromossomos e estes estão posicionados na região equatorial da célula.

- Na anáfase as cromátides são puxadas para os polos da célula.

- Na telófase ocorre a divisão do citoplasma, que irá terminar na citocinese ou divisão total do citoplasma, gerando duas células filhas com a mesma constituição genética da célula mãe.

- A meiose é a divisão que gera células filhas com metade da constituição genética da célula mãe. Há redução da ploidia. Ocorre para gerar gametas e esporos.

- A meiose apresenta duas divisões.

- Na primeira divisão, teremos a divisão da prófase em cinco fases: leptóteno, zigóteno, paquíteno, diplóteno, diacinese. Nestas fases ocorrerá pareamento dos cromossomos homólogos, formação das sinapses e troca de material genético ou crossing over, o que promove variabilidade genética das espécies.

- Na primeira divisão da meiose ocorre a separação dos cromossomos homólogos. As cromátides se mantém unidas.

- Na segunda divisão da meiose ocorre a separação das cromátides, como ocorre na mitose.

- As células nos seres humanos se organizam em tecidos.
- O tecido epitelial não é vascularizado. Ele pode apresentar uma ou mais camadas de pele. Ele recobre superfícies do corpo.
- O tecido conjuntivo conecta e preenche o corpo. Pode ser frouxo – contem muita elastina; denso – contem muito colágeno; fluido –sangue e linfas ou se sustentação – ossos e cartilagens.
- O tecido muscular é responsável por sustentar e movimentar o corpo, além de estar envolvido em processos importantes como movimentação do sangue pelo corpo. Apresenta-se morfologicamente de três formas: estriado esquelético, liso e cardíaco.
- Músculo estriado esquelético se liga ao esqueleto e promove movimentação voluntária. Tem células grandes, cilíndricas, polinucleadas e ramificadas.
- Músculo cardíaco tem células pequenas, ramificadas, estriadas de contração involuntária. Está presente no coração.
- Músculo liso não tem células estriadas. Suas células são em formato de fuso, alongadas e afiladas nas pontas. Apresentam em geral somente um núcleo. Tem contração involuntária.
- Ossos e cartilagens promovem sustentação ao corpo. São formados por células específicas. Apresentam crescimento diferenciado e vascularização especial.
- O tecido nervoso é formado por neurônios, células especializadas para o transporte de impulso elétrico. Formam redes que armazenam informação.
- Os tecidos se organizam em órgãos que se integram em sistemas no corpo humano. Há ao menos onze sistemas com funções especificas e interligadas.
- Anatomia é o estudo das partes de uma estrutura. Quer dizer cortar em partes.
- O corpo humano é dividido em cabeça tronco e membros.
- O tronco apresenta três grandes cavidades: torácica, pélvica e abdominal.
- A cavidade torácica apresenta a cavidade pleural onde estão os pulmões, o mediastino onde está o timo e a cavidade cardíaca ou pericárdio.
- O abdômen apresenta a cavidade peritoneal, onde estão os órgãos do sistema digestivo. Esta se separa da cavidade torácica pelo diafragma, um músculo esquelético que gera diferenças de pressão que permitem a respiração.
- A cavidade pélvica abriga os órgãos do sistema excretor e reprodutor.

12 – BIBLIOGRAFIA.

Molecular Biology of The Cell. Bruce Alberts. 4ed. 2002.

Fundamentals of Anatomy and Physiology. Martini Frederic. 10ed. 2014.

Gray's Anatomy. Susan Stangrin. 40ed. 2008.

ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE:
PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.

1.

Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.

2.

Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).

3.

Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).

4.

Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).

5.

Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).

6.

Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).

7.

Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.

8.

O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.

Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.