Estratégia Concursos

Aula 00

Biologia p/ PC-SP (Polícia Científica - Atendente de Necrotério) - 2021
Pré-Edital

Autor:
André Vieira Peixoto Davila

18 de Fevereiro de 2021

1 – Introdução 2

2 – Definição de Célula 3

2.1 Vírus 4

3 – As Células Procariontes 4

4 – As Células Eucariontes 6

4.1 – As células vegetais e as células animais 6

4.2 – Membrana plasmática 8

4.3 – O Citoplasma e as Organelas 21

5 – Divisão Celular - Mitose 37

5.1 – Interfase: a primeira e mais longa fase do ciclo celular. 37

5.2 – A Prófase e a Prometáfase – As fases do fim do núcleo. 38

5.3 – A metáfase – a fase de maior condensação cromossômica. 40

5.4 –A Anáfase – A separação cromossômica. 42

5.5 – A telófase e a citocinese – formando duas novas células. 43

6 – Divisão Celular - Meiose 46

6.1 – A primeira divisão da meiose 48

6.2 – A segunda divisão da meiose – semelhante à mitose 52

7 – Exercícios 58

8 – Resoluções dos Exercícios 68

8.1 – Resoluções dos Exercícios de Fixação 72

1 – INTRODUÇÃO

Prezados alunos, bem-vindos ao curso de Biologia do Estratégia Concursos.

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 deste certame, mas também em qualquer outro concurso que você eventualmente participe.

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 Técnico Científica do Estado de São Paulo do concurso de 2008, sempre exercendo a atividade prática de análise de locais de crime contra a vida, atualmente lotado na equipe de perícias do DHPP, o Departamento Estadual de Homicídios e Proteção à Pessoa da Polícia Civil paulista.

Caro aluno, o estudo das células é base para o entendimento do funcionamento do corpo e dos seus tecidos, dos animais e dos vegetais. Afinal, os seres vivos são formados por elas!

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

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 estrutura que contém todo o maquinário bioquímico necessário para a sobrevivência e manutenção do ser.

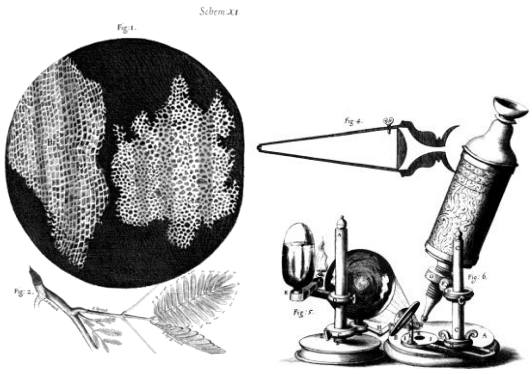


Figura 1: À esquerda temos a micrografia gerada por Hooke ao observar a cortiça, mostrando as câmaras vazias que ele chamou de células. À direita temos o microscópio que o pesquisador utilizou para seus estudos. Fonte: **https://commons.wikimedia.org/wiki/Micrographia.**

De acordo com a **teoria da célula**, temos:

- 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**
- 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 têm somente uma célula.
Organismos pluricelulares são formados por diversas células.

Células que apresentam seu material genético confinado em uma região delimitada por membrana é chamada de eucariótica. Essa região se chama núcleo e a membrana que o forma se chama carioteca.

Células primitivas que não apresentam núcleo são chamadas procariontes.

2.1 Vírus

Há seres que não apresentam sua constituição como os seres acima descritos. Eles não apresentam organização citoplasmática, tão pouco membrana plasmática ou núcleo. Representantes clássicos deste grupo que citamos são os **vírus**. Eles são considerados seres **acelulares**. São formados por uma **capsula proteica** que envolve seu material genético o qual pode ser composto por DNA ou RNA (estes últimos chamados de retrovírus). São **parasitas obrigatórios**, não apresentando qualquer atividade bioquímica ou fisiológica quando fora de um organismo ou de uma célula. Há muita discussão no meio acadêmico se podemos considera-los seres vivos. Após invadirem uma célula, os vírus utilizam seu maquinário molecular para se reproduzir. Podem ocasionar doenças como **Gripe, Síndromes respiratórias agudas como a Sars ou a COVID19 e Dengue.**

3 – As Células Procariontes

Em células procariontes **não se visualizam organelas membranosas quando observadas microscopicamente,** apresentando-se nestes casos como uma matriz de textura variável sem qualquer organização estrutural. Não obstante, podemos observar em seu citoplasma a presença de estruturas proteicas como **ribossomos**.

Os seres vivos representantes deste tipo de célula são as **bactérias e as arqueas**, que apresentam enorme variabilidade (diversidade) no nosso mundo, sendo ainda em grande parte não conhecidas.

Células procariontes apresentam uma **camada protetora externa** chamada de **parede celular**.

Envolvida pela parede celular encontramos a **membrana plasmática** e no interior desta o **hialoplasma ou citoplasma**, onde estão: o **material genético** (DNA circular e cromossomo bacteriano) solto, **sem um envoltório nuclear**; os **ribossomos (uma organela não membranosa); proteínas** e demais substâncias importantes para a vida do organismo.

Algumas bactérias podem apresentar um **apêndice em forma de pelo longo** (filiforme) ou em formato helicoide que é utilizado para locomoção ou ancoragem. Este apêndice é denominado **flagelo**.

A **parede celular que somente se encontra em algas, fungos e em vegetais e não em células animais**.

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

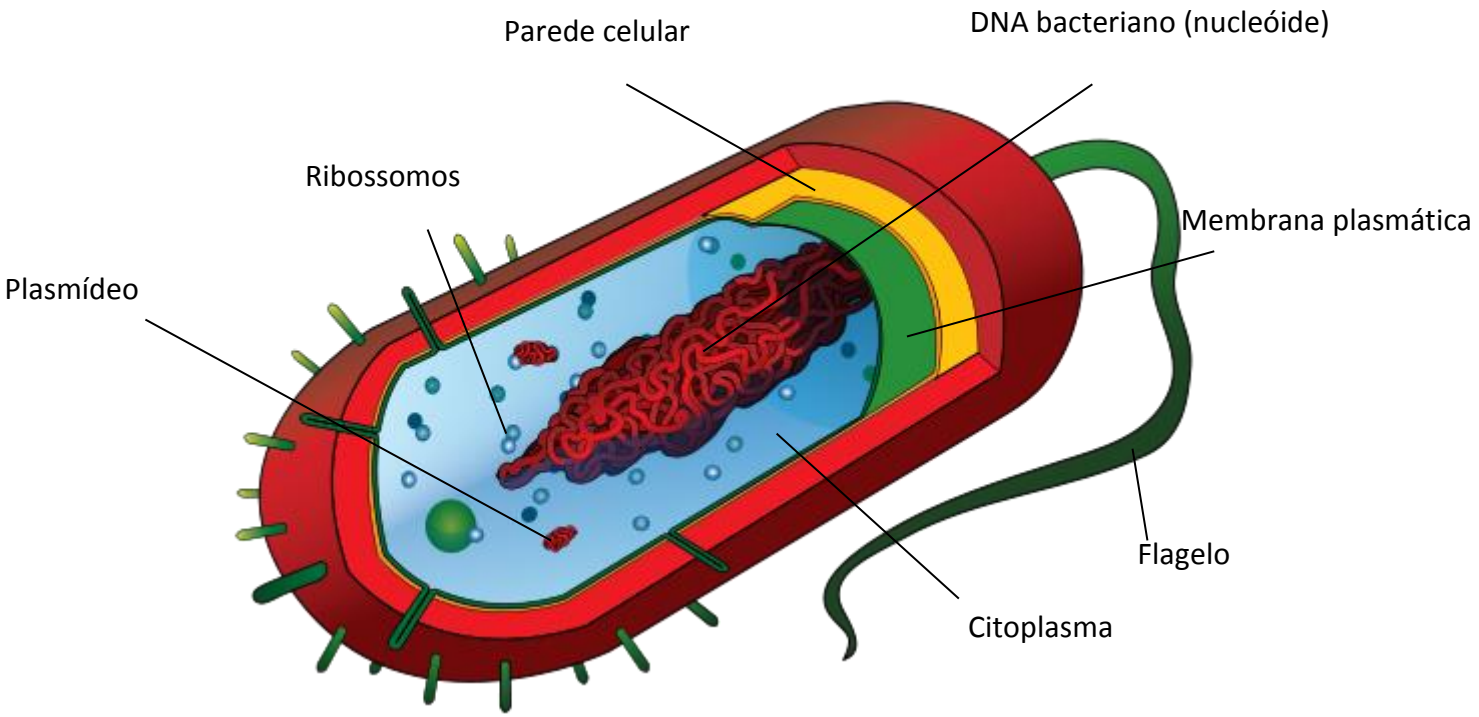


Figura 2: Um modelo de célula procarionte: uma bactéria. Fonte https://commons.wikimedia.org/.

EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO (resposta no final do livro) -1

1. Qual das estruturas celulares 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).

Células eucariontes apresentam grande **compartimentalização do interior celular** que é organizado por estruturas que apresentam funções específicas, conhecidas como **organelas**.

4.1 – As células vegetais e as células animais

Na figura 3 abaixo, podemos verificar uma célula eucarionte vegetal e as suas organelas, muitas das quais também presentes nas células dos animais.

Uma grande diferença entre a célula vegetal e a animal é a presença de parede celular formada por celulose (um carboidrato) nas células vegetais, bem como a existência de uma organela especial para a obtenção de energia, os cloroplastos.

O **vacúolo** é uma estrutura celular que tem função de **osmorregulação ou de armazenamento e reserva de substâncias (como o amido)**. Ela é comum em células vegetais, podendo também ocorrer em células animais, como em alguns protozoários.

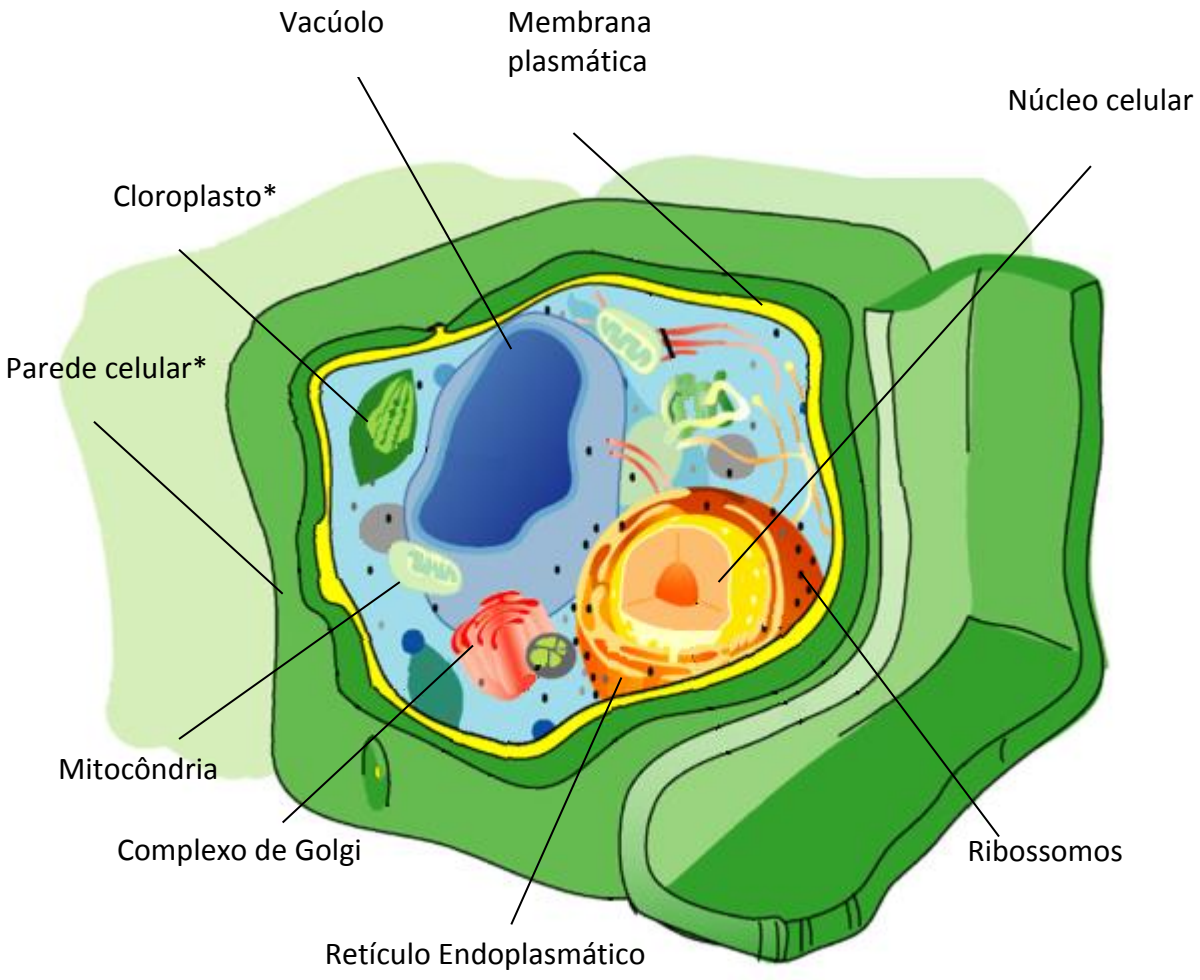


Figura 3: modelo de célula eucarionte vegetal. Todas as organelas com exceção do cloroplasto e da parede celular estão presentes nas células animais. Fonte https://commons.wikimedia.org/.

4.2 – 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).

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 pelos pesquisadores era consistente com a realidade.

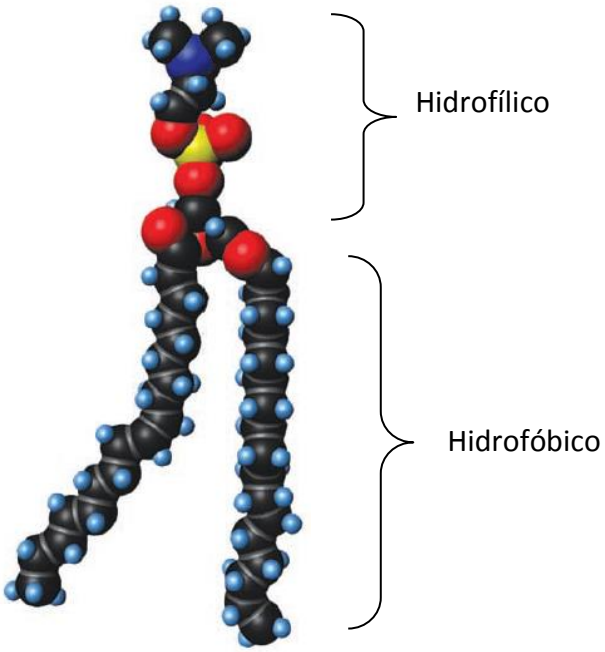


Figura 4: Exemplo de um fosfolipídio. As esferas representam átomos. As esferas pretas são átomos de carbono. As esferas vermelhas, átomos de oxigênio. A esfera amarela representa um átomo de fósforo. Modificado de Martini, F. Fundamentals os anatomy and physiology; 10ed. 2014.

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.
A região hidrofílica pode apresentar diferentes radicais, os quais tem função estrutural e podem gerar regiões especiais na membrana.

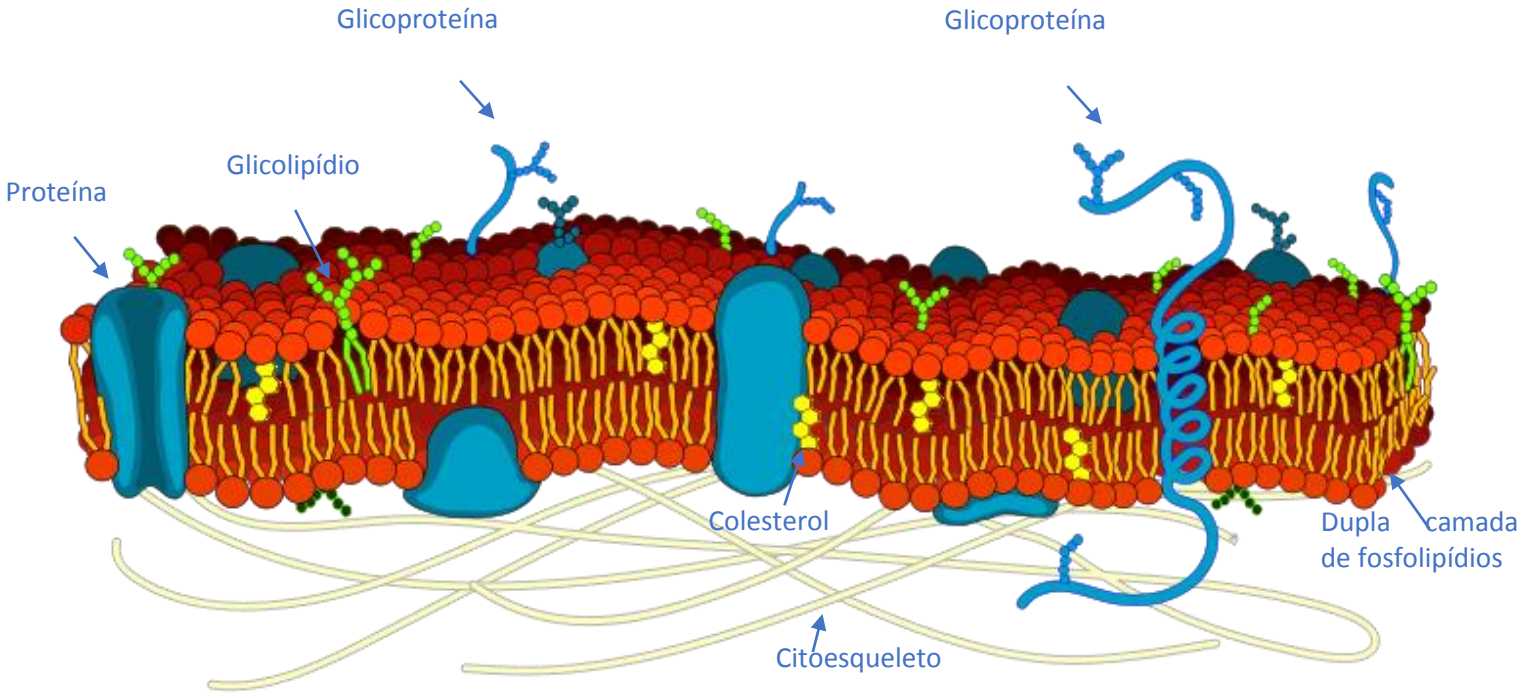


Figura 5: representação do mosaico fluido da membrana plasmática. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki.

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 salina. 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 à membrana – proteínas transmembranares – ou aderidas à sua superfície interna ou externa (como imãs de geladeira); apresentam como função:
    a. **Ancorar** a membrana no citoesqueleto;
    b. **Reconhecer** outras células – glicoproteínas são os principais fatores para reconhecimento intercelular.

c. Catalisar reações como quebra de substratos – **ação enzimática**.
d. **Receber sinais externos** e transmiti-los para dentro da célula.
e. **Transportar substâncias** para o interior ou para fora da célula, de **forma ativa** – com gasto de energia na forma de **transportadores** – e de forma passiva por meio de **canais**.

c) **Carboidratos (glicoproteínas, glicolipidios, proteoglicanas)**: formam o **glicocalice, 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 celular**. 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.

4.2.1 – 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 (semipermeável). 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 ativo secundário ocorre dependendo de gradientes gerados pelo transporte ativo primário, ou seja, indiretamente gasta energia.
> O transporte **passivo** ocorre **sem esse dispêndio de energia**.

O **transporte passivo** pode ocorrer quando gases como O_2 e o CO_2, ou moléculas como a água se movimentam através da membrana 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 na célula através da membrana plasmática por meio deste processo. Diferentemente, íons como Cl^- e Na^+ têm baixíssima permeabilidade.

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 isso ocorra em uma célula vegetal, a membrana pode se separar da parede celular. 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 da célula.

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

1. **As bombas de sódio e potássio (ATPase de sódio e potássio)**: são proteínas em forma de canais 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 genericamente de **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 e destrói (ou **digere**) a substância alvo.

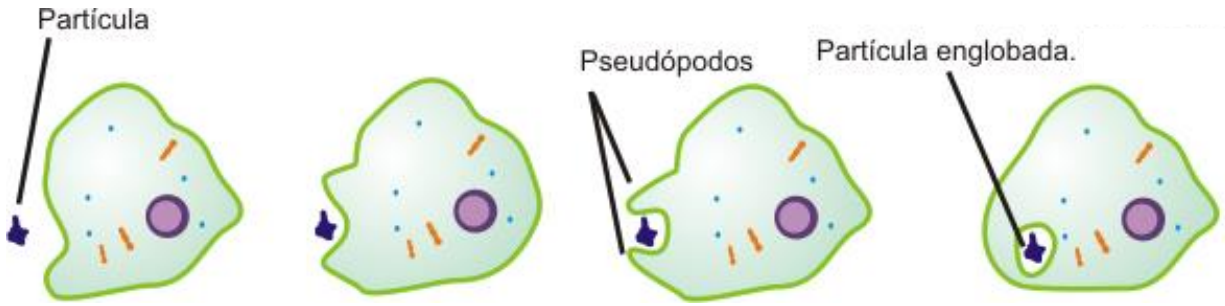


Figura 6: o processo de fagocitose. Modificado de - Autor: Rodrigo Nishino. Fonte https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fagocitose.png.

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

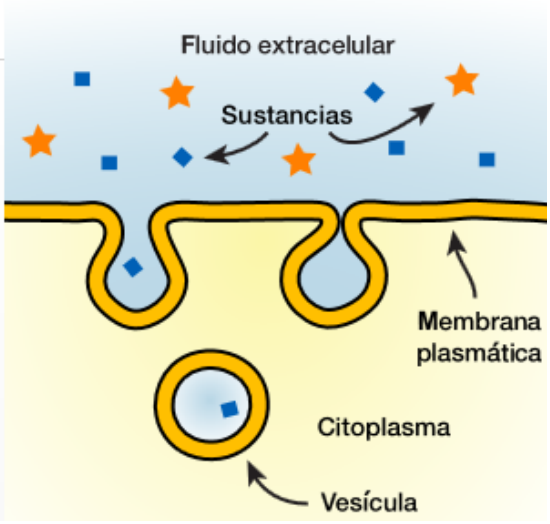


Figura 7: O processo de Pinocitose. Modificado de - Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/Pinocitosis.svg

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, em sua maioria, **se ligam a lisossomos**, promovendo a liberação das subunidades digeridas 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.

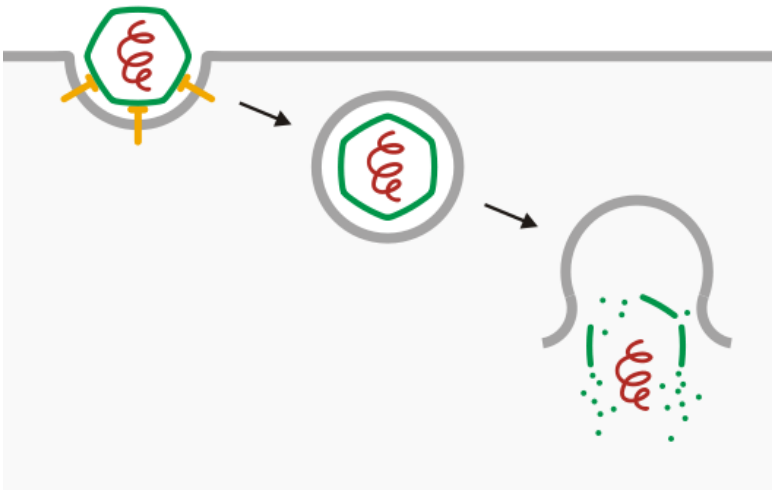


Figura 8: O processo de Endocitose mediana por receptores. No caso, um vírus é reconhecido pela célula, que o internaliza e destrói seu envoltório.
Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Viral_entry_%28Endocytosis_and_lysis%29.svg.

Um 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, lipoproteínas, enzimas)), são fundidas à membrana celular, externalizando o seu conteúdo. Estas vesículas podem também conter produtos da digestão de patógenos (como vírus e bactérias). Estes são englobados por células de defesa no processo de fagocitose; são então **destruídos quimicamente** (num processo chamado de **digestão**) e os restos desta destruição são eliminados por exocitose.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO – 2 e 3

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 nosso 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.

4.2.2 – 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, gerando um aumento de área disponível para absorção.

Microvilosidades

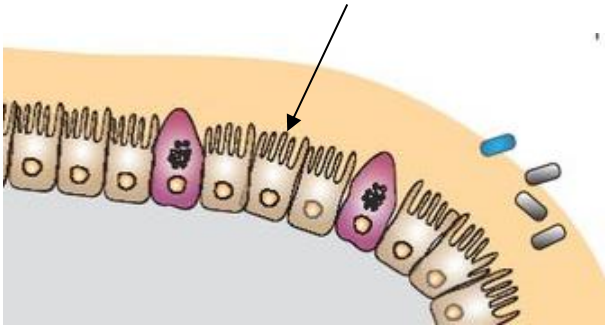


Figura 9: esquema mostrando a superfície do epitélio intestinal. Veja que as células apresentam microvilosidades na sua superfície. Fonte Wikicommons.

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).

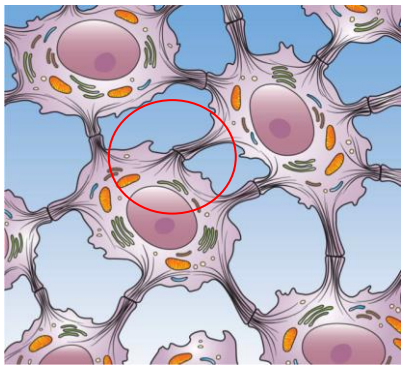


Figura 10: Em destaque no desenho, os desmossomos unindo as células de um epitélio. Fonte wikicommon. Autor Holly Fischer.

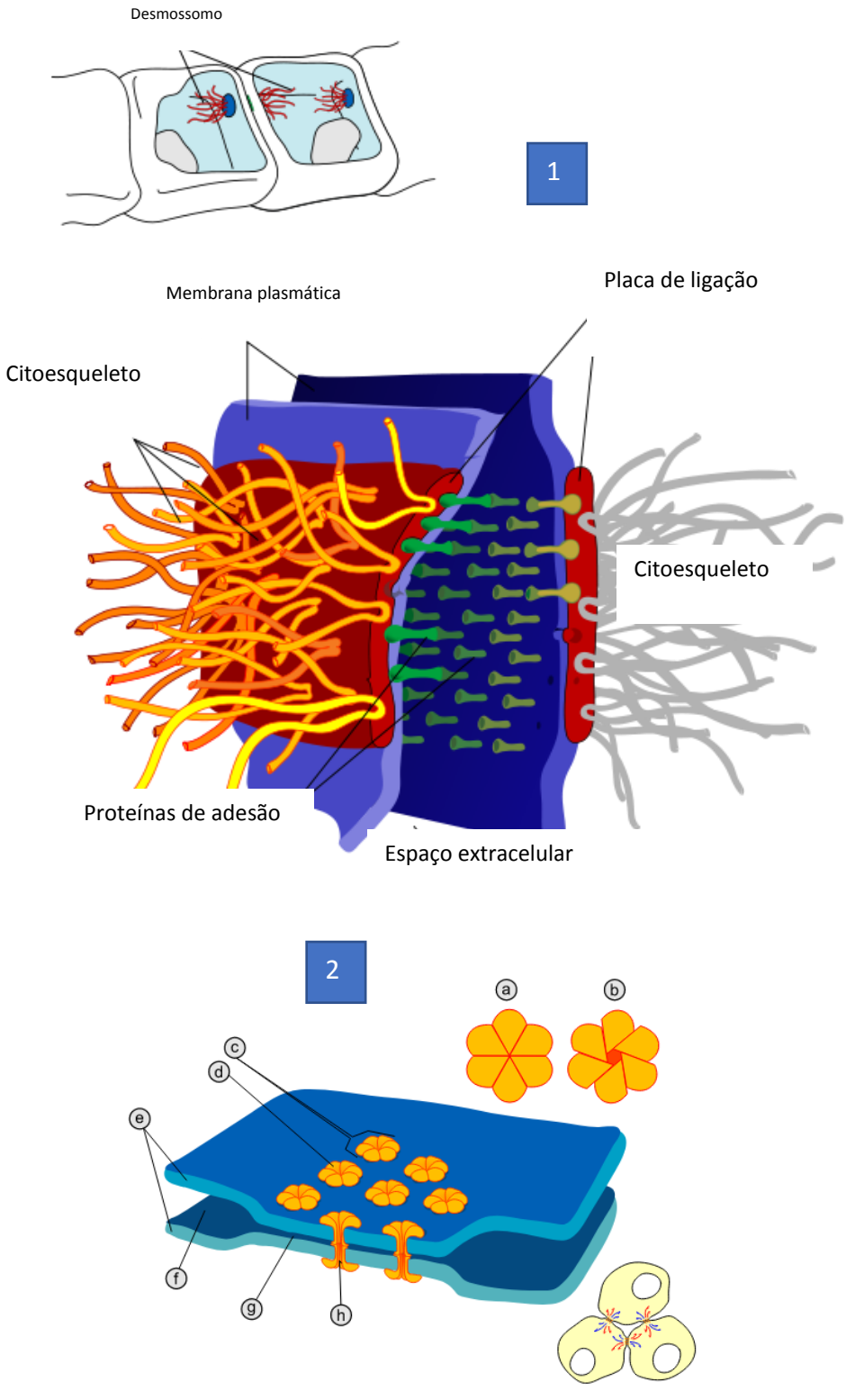


Figura 11: Um desmossomo em detalhe (acima - 1). O desenho mostra as proteínas do citoesqueleto ligadas a ele. Autor Mariana Ruiz. Fonte Wikicommons. Abaixo (2), uma junção comunicante, onde temos um canal fechado (a), um canal aberto (b), um conexon (c), uma conexina (d), as membranas plasmáticas das células vizinhas (e), o espaço intercelular (f) e seu encurtamento medindo de 2 a 4nm (g) e o canal hidrofílico (h).

Os desmossomos são considerados uma estrutura representante das **junções celulares**. Eles **fixam fisicamente** células vizinhas.

Outro tipo importante de junção celular são as **junções comunicantes** ou ***gap junctions*** (figura 11).

4.2.3 Propriedades elétricas da membrana plasmática.

Alguns tipos de células apresentam capacidade de manter diferentes cargas no meio externo e interno. Isso gera um potencial elétrico de membrana. Participam deste processo os íons sódio e potássio.

Potencial de ação é a maneira como os neurônios transmitem seus sinais.

Quando ocorre **um estímulo**, este gera a **abertura de canais de sódio, permitindo a entrada deste íon na célula,** despolarizando a membrana plasmática e ativando a abertura de mais canais dependentes de voltagem (**voltagem dependentes**). Assim o estímulo viaja (**é propagado**) pela membrana do neurônio, passando pelo axônio e atingindo outras células.

Um dos princípios que rege a formação do potencial de ação é o de que ele não seja gerado caso o **estímulo não despolarize a membrana até um mínimo** (**limite**). Este princípio se chama **Princípio do tudo ou nada**. Todas as membranas excitáveis funcionam desta forma.

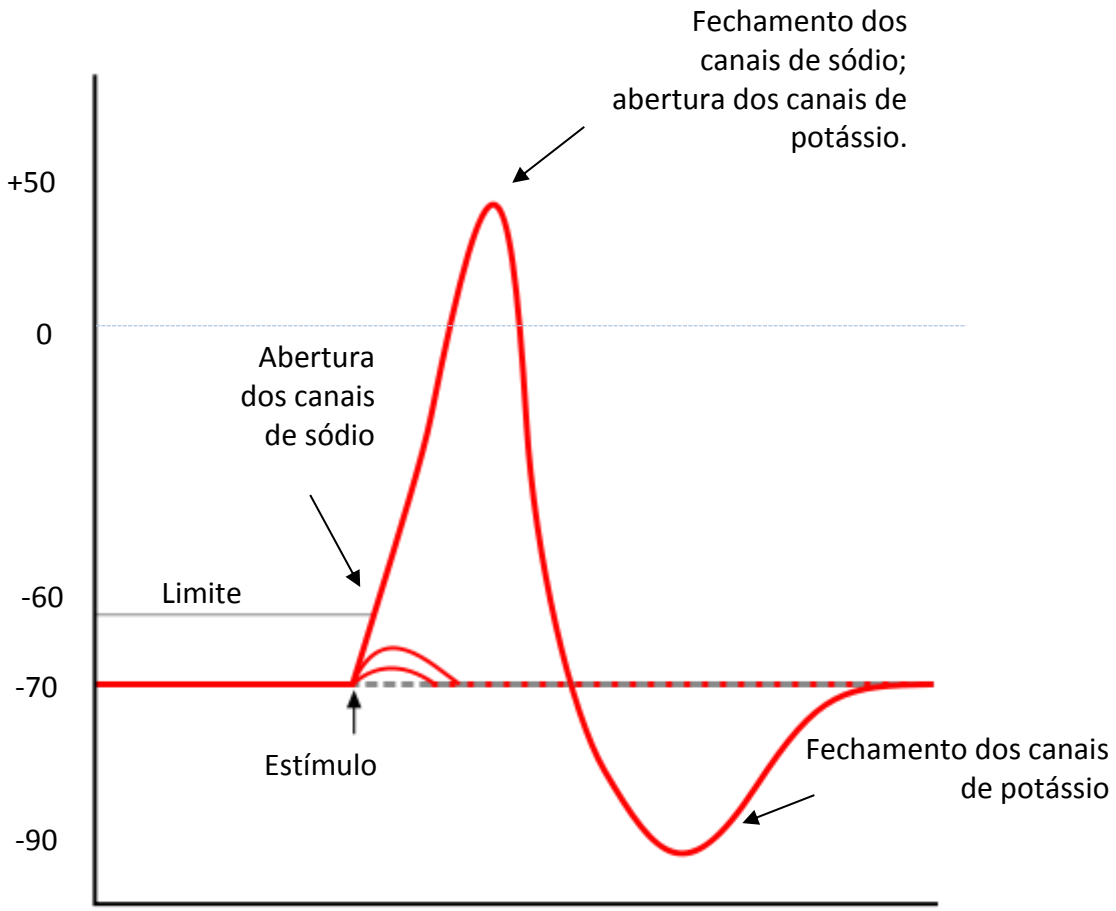
Em resumo, o **potencial de ação ocorre em quatro fases**:

1. Um estímulo gera **abertura dos canais de sódio** (nos canais de sódio voltagem dependente, quando a diferença de potencial atinge -60mV, eles se abrem);
2. O **sódio entra na célula** despolarizando completamente a membrana (entre +30mV e +50mV);
3. Com a despolarização, os **canais de sódio se tornam inativos** e os **canais de potássio se abrem** fazendo com que este **íon saia da célula**;

4. Quando o potencial volta a um valor próximo ao seu valor de repouso (-90mV), **os canais de potássio e de sódio se fecham**.

Note que os canais de sódio podem se apresentar em três estados: aberto, fechado e inativo. Nestes dois últimos, há impedimento da passagem do íon.

O gráfico abaixo representa essa variação do potencial elétrico da membrana.



O potencial de ação pode se **propagar de duas formas**: contínua ou em saltos.

Neurotransmissores participam da transmissão de impulso entre neurônios.

4.3 – 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), as organelas e o citoesqueleto**.

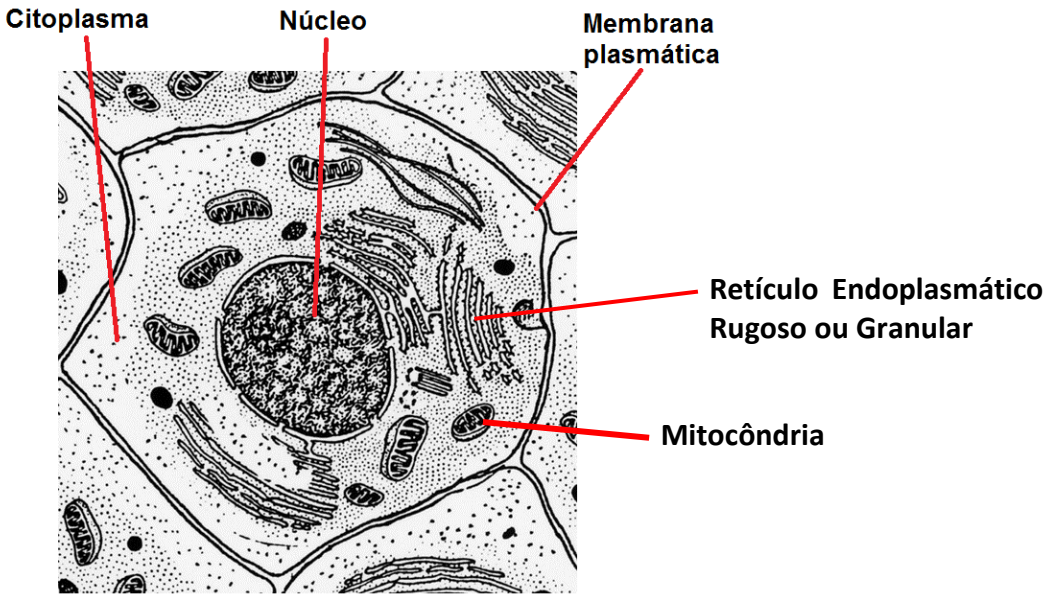


Figura 12: Esquema de uma célula eucariótica. Entre o núcleo e a membrana, há o citoplasma, composto pelo citosol e pelas organelas. Fonte : https://commons.wikimedia.org.

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

4.3.1 As Organelas Não Membranosas

4.3.1.1 – Citoesqueleto

Funciona como o esqueleto da célula, promovendo **sustentação** para sua estrutura fluida, tendo ainda a função de **organização metabólica,** alocando, por exemplo, ribossomos e moléculas de RNA envolvidos na síntese de proteínas. O citoesqueleto é composto por teias intercelulares de **microfilamentos, microtúbulos e filamentos intermediários**.

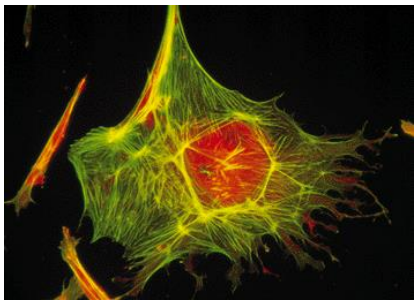


Figura 13: Imagem de uma célula, na qual se encontram marcados os filamentos do citoesqueleto em amarelo. Autor: Alice Avelino. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Citoesqueleto.gif.

4.3.1.1.1 – Microfilamentos, Microtúbulos e Filamentos Intermediários

Os **microfilamentos** são compostos por polímeros organizados em dupla fita helicoidal de 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**. Estas proteínas são muito importantes para a **contração muscular**. Elas se organizam em agrupamentos lineares, redes bidimensionais e géis tridimensionais. Podemos encontrar microfilamentos próximos à membrana plasmática, no "córtex" das células. São difíceis de esticar, mas se quebram facilmente.

Os **microtúbulos** são estruturas longas organizadas em cilindros ocos, compostas por uma proteína chamada **Tubulina**. São 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 os quais se **movem vesículas** e outras organelas. O **centro de organização dos microtúbulos** nas células animais é o **centrossomo, onde encontramos tipicamente terminações (extremidades) destes filamentos proteicos**. Ele se localiza **próximo ao núcleo**. Ele se encontra ao redor de estruturas chamadas **centríolos** (figura 14), os quais são formados por estruturas cilíndricas de proteína **tubulina**, que se dispõe perpendicularmente. Microtúbulos estão presentes nos **cílios e flagelos**, que são modificações celulares que promovem o movimento do meio externo. Os microtubulos são rígidos e fortes.

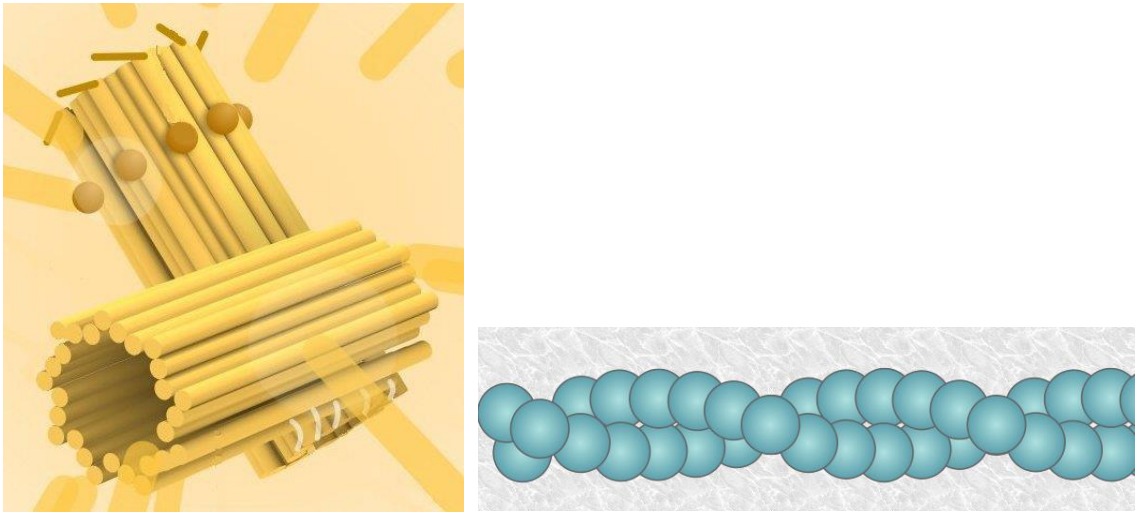


Figura 14: Os centríolos, formados por "fibras" de tubulina, envolvidos na divisão celular (esquerda).À direita, um polímero de actina e sua conformação helicoidal. Autor Kevinsong. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diplosoma.jpg.

Os **filamentos Intermediários** são compostos por **proteínas de várias famílias** e têm como função a **manutenção do formato da célula**. Os filamentos 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, que mantém as células unidas através das junções celulares. Eles ainda conferem **resistência mecânica às células**, apresentando-se estendidas pelo

citoplasma. Podemos encontrar este tipo de filamento na **lamina nuclear**, abaixo da camada interna da carioteca. São fáceis de dobrar, mas difíceis de quebrar. São exclusivos de alguns metazoarios como vertebrados, moluscos e nematóides. Molecularmente, se organizam em unidades alongadas que se **enrolam lateralmente** formando uma estrutura semelhante a uma corda. **Não há polaridade nas extremidades.**

4.3.1.1.2 As proteínas motoras e a movimentação das organelas

Proteínas motoras estão envolvidas na movimentação de organelas no citoplasma. Elas se ligam a diferentes filamentos do citoesqueleto (**actina ou microtúbulos**) e, **utilizando energia (ATP),** alteram sua conformação de forma a permitir o carregamento destas organelas ou ainda, deslizando sobre filamentos do citoesqueleto e gerando força que gera contração muscular, divisão celular ou movimentação de estruturas como cílios. Os filamentos do citoesqueleto são utilizados **como verdadeiras pistas** de deslocamento. A região das proteínas motoras que se liga a estas "pistas" é chamada de **domínio motor**. O conhecimento deste domínio permite estudarmos a direção de movimentação das estruturas transportadas e a identidade da pista a ser utilizada por esta proteína. Há um domínio nestas proteínas que chamamos de **cauda**. A estrutura deste domínio permite identificar a **organela a ser carregada** e, portanto a **função biológica da proteína motora**.

A primeira proteína motora a ser estudada foi **a Miosina II,** presente nos **músculos esqueléticos**. Ela faz parte de uma família de proteínas que apresenta uma porção alongada e enrolada em hélice e uma região de "cabeça", a qual interage com um filamento de actina. Esta interação, dependente de ATP, permite a movimentação da **miosina sobre o filamento de actina**. A Miosina II se organiza, nos músculos esqueléticos, de forma bipolar, ou seja, ela forma agrupamentos com as cabeças orientadas de forma oposta. Esta forma de organização permite ao agrupamento gerar força no sentido de "puxar" os filamentos de actina, resultando na contração muscular. Importante sabermos que há diversas proteínas motoras formadas por miosina, envolvidas em diversas funções. **Praticamente todas elas deslizam sobre filamentos de actina** utilizando suas cabeças, **sempre no sentido positivo de crescimento** daquele filamento. A Miosina II é também importante para o processo de **citocinese,** que vamos estudar à frente.

Outros tipos de proteínas motoras bastante estudadas pertencem à família das **Cinesinas.** Elas também apresentam um domínio de cabeça cuja sequência de amino ácidos é bastante conservada evolutivamente. Em geral, **movimentam-se sobre microtúbulos**, **no sentido da extremidade positiva**, carregando vesículas, por exemplo. Elas também estão envolvidas na **formação do fuso mitótico e meiótico, bem como na separação dos cromossomos.**

As **dineínas** são proteínas motoras ramificadas, envolvidas no transporte de vesículas no sentido **negativo nos microtubulos**. Estão ainda envolvidas no batimento de cílios e flagelos e na localização do complexo de Golgi próximo à região central da célula.

4.3.1.1.3 Movimentação celular

O processo de movimentação celular por rastejamento é conhecido como **movimentação ameboide**. Ele se divide em três partes, geradas por interações de actina presente no córtex das células, ou seja, próximo à membrana plasmática, na periferia celular. São elas:

1. **Protrusão:** há polimerização da actina, empurrando a membrana plasmática na direção do movimento, gerando os pseudopodes (que podem também ser lamelipodia ou filopodia).
2. **Adesão:** formada por polimerização de actina no local de contato com a superfície sobre a qual a célula se move, gerando um efeito de âncora, que segura a membrana enquanto o restante da célula passa por cima da região fixada.
3. **Tração**: Consiste do movimento da célula toda, sobre este ponto de fixação; pode ser gerado por ação de miosina II.

4.3.1.2– Ribossomos

São estruturas formadas por uma **conjugação de proteínas com o RNA ribossômico, um tipo especial de RNA**. 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**.

Estas organelas podem ser encontradas **livres no citoplasma ou acopladas ao retículo endoplasmático (forma mais comum nos eucariotos),** formando o **retículo endoplasmático rugoso ou granular** que estudaremos à frente.

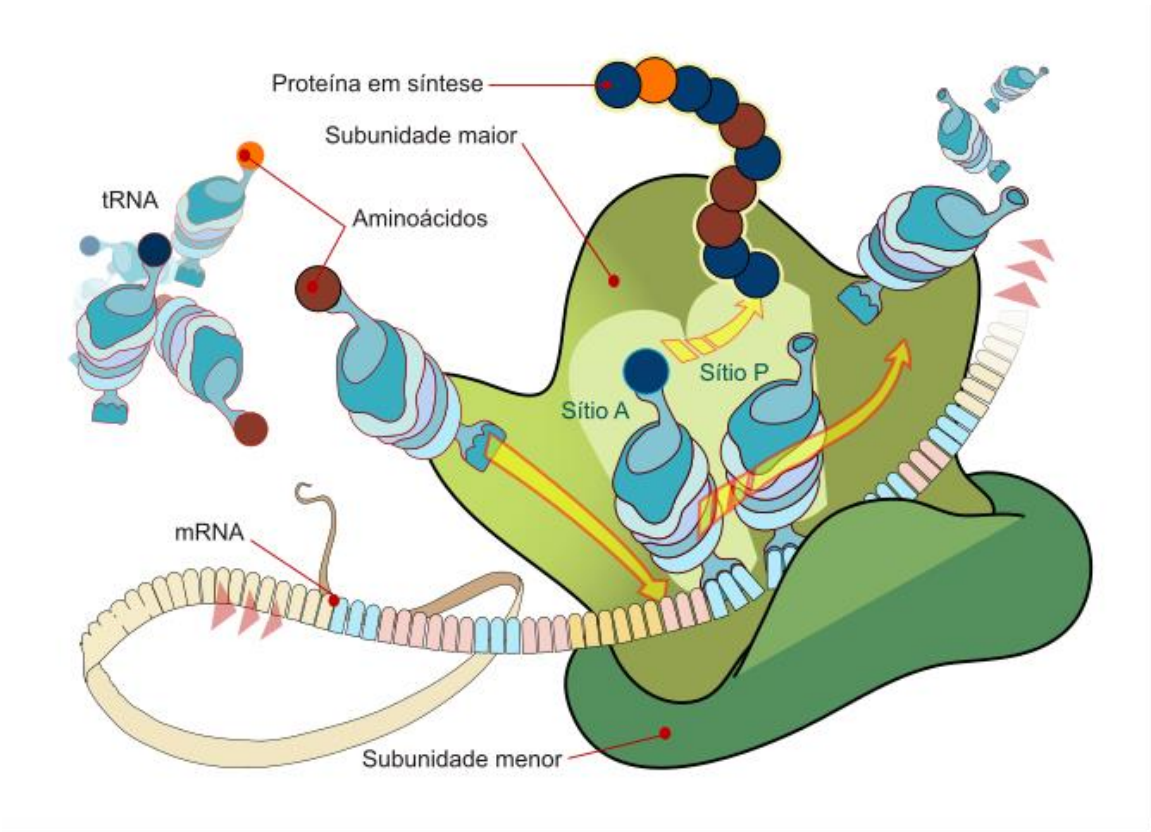


Figura 15: um ribossomo em processo de síntese de proteína. Veja que ele apresenta uma subunidade maior e uma menor. Os RNAs transportadores (tRNA) carregam os aminoácidos que irão formar as proteínas. Eles então foram pares com as bases codificantes do RNA mensageiro (mRNA) que está sendo "lido" pelo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

4.3.1.3– 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).

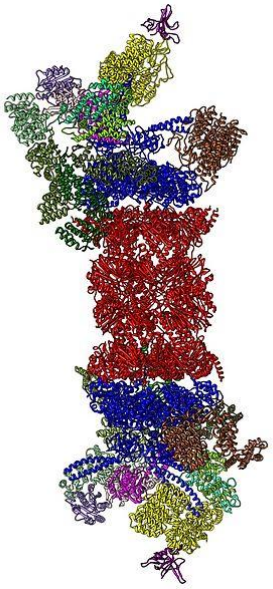


Figura 16: a estrutura molecular de um proteassomo. Fonte https://commons.wikimedia.org.

4.3.2 Organelas Membranosas

4.3.2.1– Retículo Endoplasmático (RE)

Presente em todas as células eucarióticas, o retículo endoplasmático é um conjunto **de canais delimitados por membranas, situado no interior da célula, que se origina no envoltório nuclear**. Estes canais são espaços formados por túbulos e câmaras, chamados **cisternas** (figura 17). Sua membrana seleciona moléculas que passam do citosol para o espaço cisternal (lúmen do retículo).

São suas funções:

1. **Transporte** de substâncias no interior da célula;
2. **Síntese** de **proteínas e lipídios**;
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:

1. 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**) podendo ser chamado também de **Retículo Endoplasmático Granular (REG);**

2. Livres de associações, apresentando sua superfície membranar de aspecto liso, sendo denominado **Retículo Endoplasmático Liso (REL).**

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

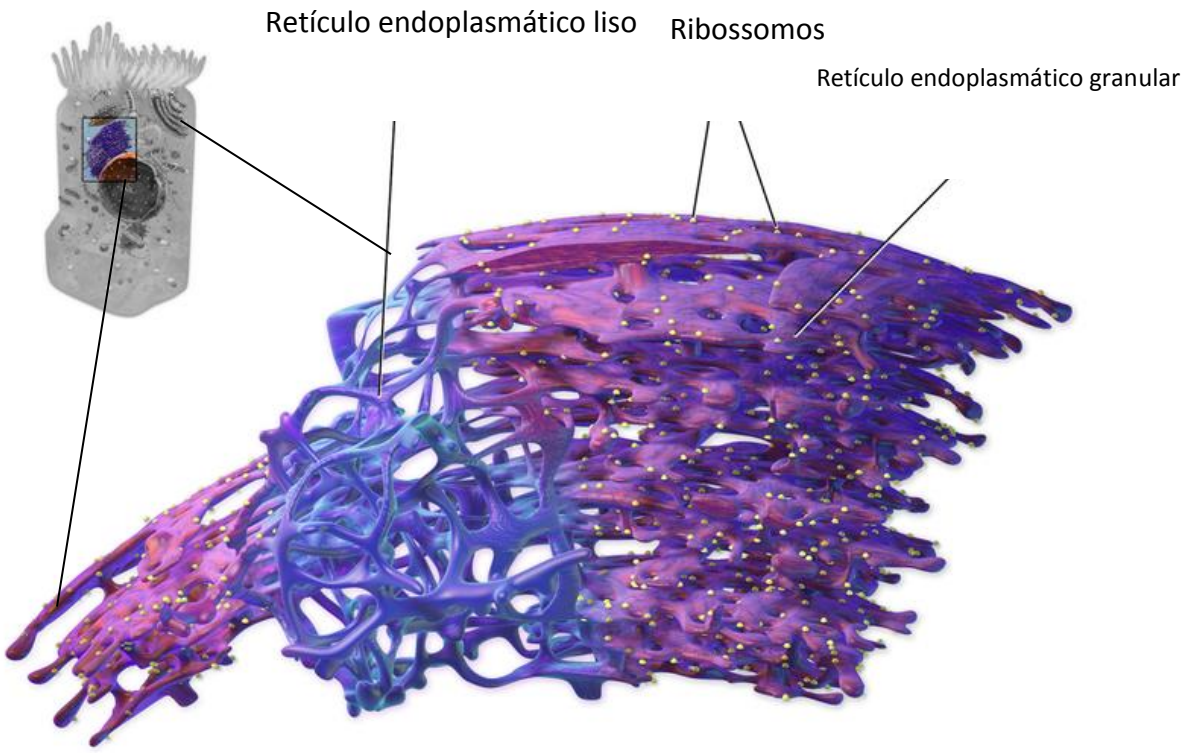


Figura 17: A associação dos retículos endoplasmáticos; sua organização continua a partir da membrana nuclear. Modificado de Blausen.com staff (2014), em "Medical Gallery of Blausen Medical 2014".

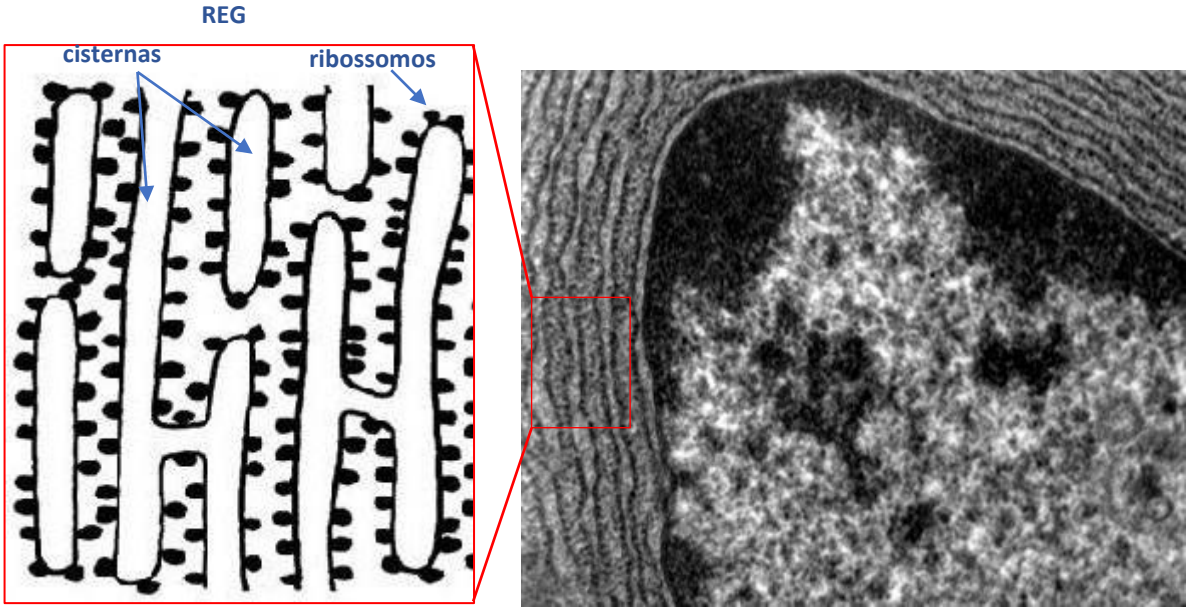


Figura 18: uma fotomicrografia de microscopia eletronica de célula pancratica, mostrando o núcleo da célula e ao seu redor o Retículo Endoplasmático Granular (REG). Em detalhe um esquema mostrando as cisternas e os ribossomos associados à membrana. Modificado de Fonte: http://remf.dartmouth.edu/imagesindex.html.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

4.3.2.2 – Complexo de Golgi

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

Tem ainda as funções de:

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

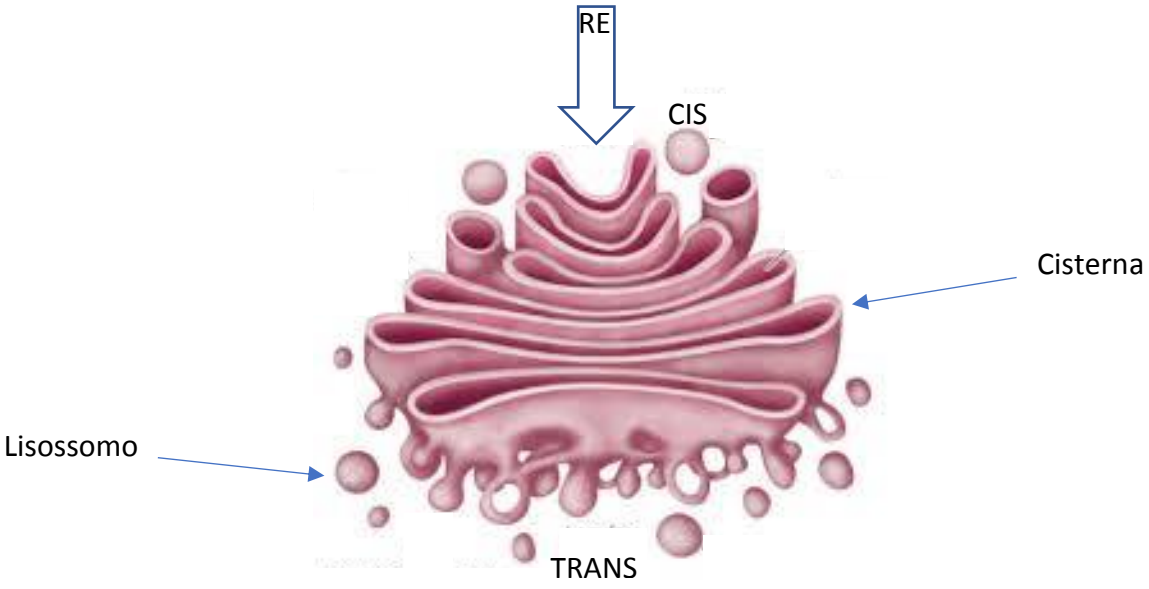


Figura 19: o formato do complexo de Golgi. A seta acima indica movimento de vesículas vindas do Retículo endoplasmático. Fonte 2008 Encyclopedia Britannica ,INC, disponível em https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Golgi_apparatus.jpg.

4.3.2.3 – Lisossomos

São as **vesículas digestivas** da célula. Elas são **produzidas no complexo de Golgi** e apresentam em seu interior vários tipos de **enzimas digestivas (hidrolases ácidas)**, ou seja, enzimas que irão **quebrar quimicamente as substâncias**. Estão relacionadas à **reciclagem de algumas organelas (autofagia), aos processos de autólise e a digestão de compostos fagocitados ou endocitados**.

Não são observadas em células vegetais, tendo a sua função exercida pelo vacúolo.

4.3.2.4– Peroxissomos

Os peroxissomos são **vesículas** de membrana simples que se originam a **partir de outros peroxissomos**. Suas enzimas são produzidas no citoplasma e não no REG como nos lisossomos. Eles têm

como função a **degradação de ácidos graxos e compostos orgânicos por meio de reações oxidativas utilizando o oxigênio**. Neste processo há liberação de H_2O_2, um composto denominado **peróxido de hidrogênio**, também chamado de "água oxigenada". O próprio peroxissomo se encarrega de **degradar** este composto utilizando a enzima **catalase**, gerando como produto da degradação **oxigênio e água**.

4.3.2.5 – Mitocôndrias e cloroplastos

As mitocôndrias são as organelas **produtoras de energia das células**, não à toa, são conhecidas como **casas de força** celular ou "***Power Houses***".

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).

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

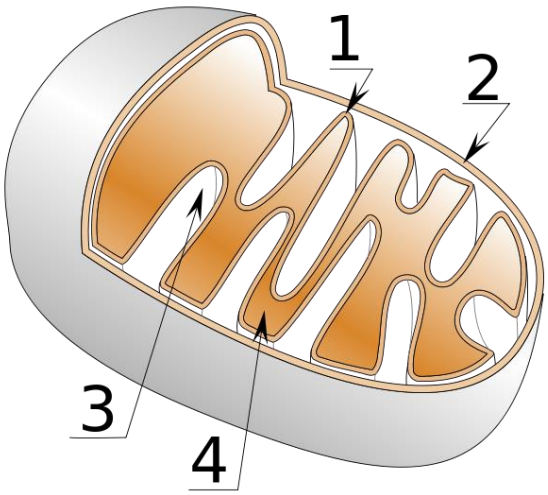


Figura 20: esquema de uma mitocôndria mostrando: 1. Membrana interna formando uma crista; 2. A membrana externa; 3. O espaço intermediário; 4. A matriz. Fonte: Louisa Howard em http://remf.dartmouth.edu/imagesindex.html.

Os **cloroplastos são organelas presentes em células vegetais e em algumas algas**. Eles apresentam estruturas membranosas discoides empilhadas chamadas de **tilacoides,** cujos arranjos formam conjuntos que se chamam **grana (figura 21)**. Eles são organelas formadas por **duas membranas** assim como a mitocôndria, mas os tilacoides geram uma membrana extra. Seu interior apresenta um líquido chamado de **estroma**.

A função desta organela é a realização **da fotossíntese**, um processo bioquímico que gera **carboidratos (açúcares)** a partir de matéria inorgânica (principalmente gás carbônico, também chamado de dióxido de carbono ou CO_2) e **luz solar**. Para que este processo ocorra é essencial a presença de um pigmento de coloração esverdeada chamado de **clorofila.**

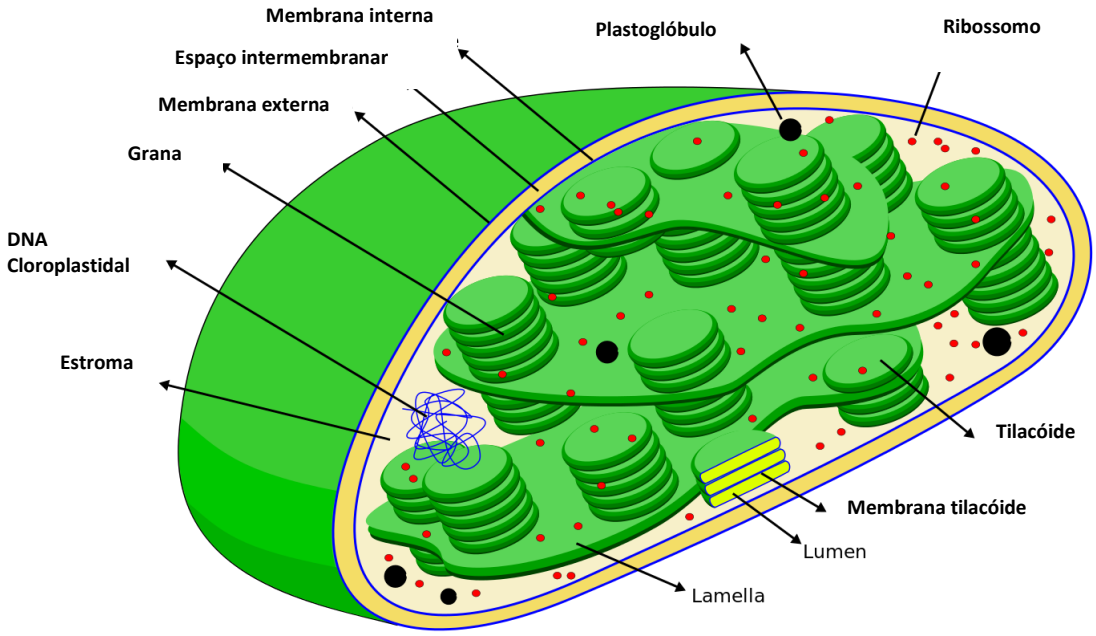


Figura 21. Representação de um cloroplasto. By User:Miguelsierra, adapted by User:Vossman - Own work, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12998982

EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO - 4

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.

4.3.2.6– O Núcleo Celular

O núcleo é um **compartimento da célula onde se encontra acondicionado o DNA**, na forma de **cromatina**.

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**.

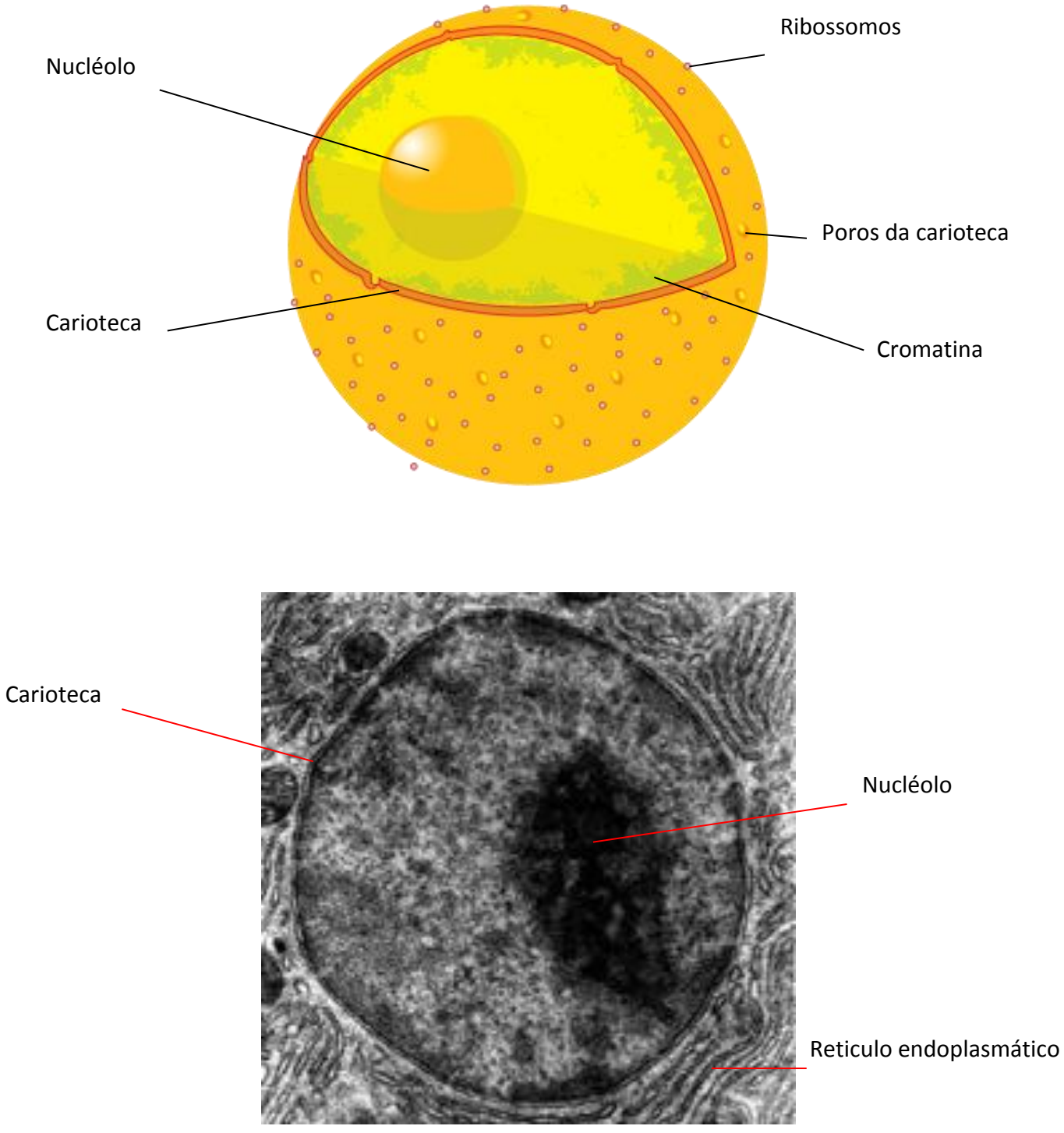


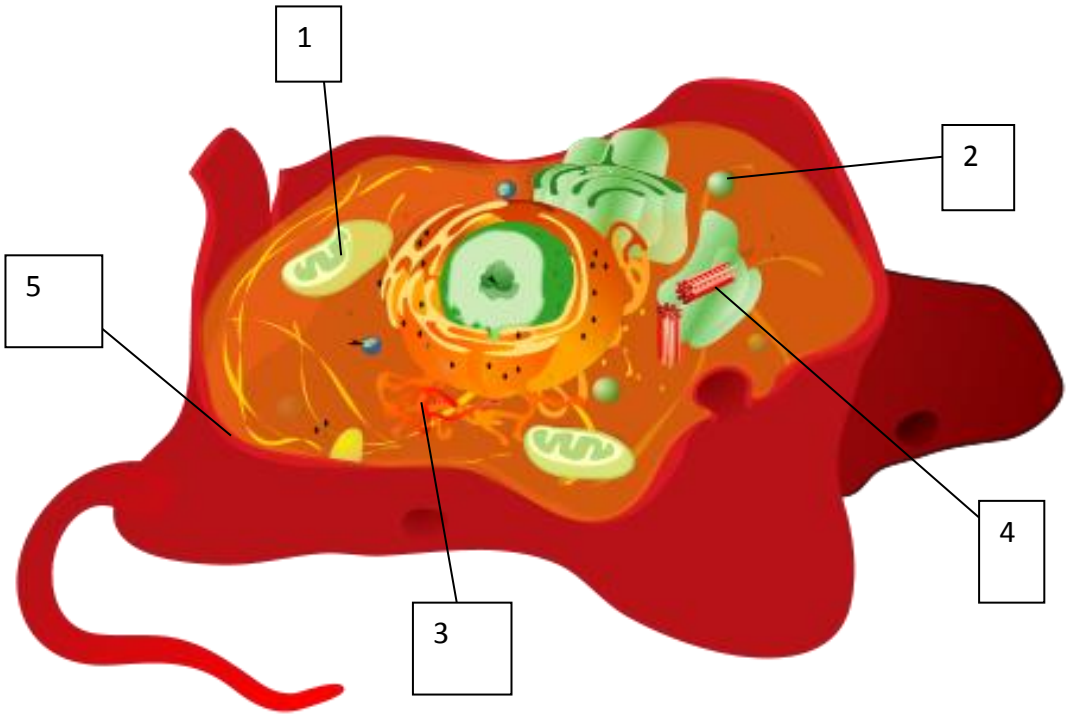
Figura 22: Acima – esquema de um núcleo celular com seus componentes. Abaixo – uma fotomicrografia de um núcleo celular. Fonte: https://commons.wikimedia.org.

4.3.2.7 – O vacúolo

Os vacúolos (figura 3) estão presentes em **células vegetais e em algumas células animais**, em especial de protozoários. Nas células vegetais, esta estrutura que se assemelha a uma grande bolsa membranosa **armazena enzimas, água, íons, pigmentos e toxinas**.

EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO -05

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 23). 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"), fazendo parte do **ciclo celular** – o período iniciado com a formação da célula que termina com a sua divisão em células filhas.

A mitose apresenta fases demarcadas por acontecimentos específicos relacionados a algumas organelas e, em especial, **ao núcleo celular** e ao material genético.

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**.

Uma organela que também se duplica é o **centrossomo**.

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**. Após a interfase, quando se inicia o processo de divisão, teremos a fase **M** (de **M**itose).

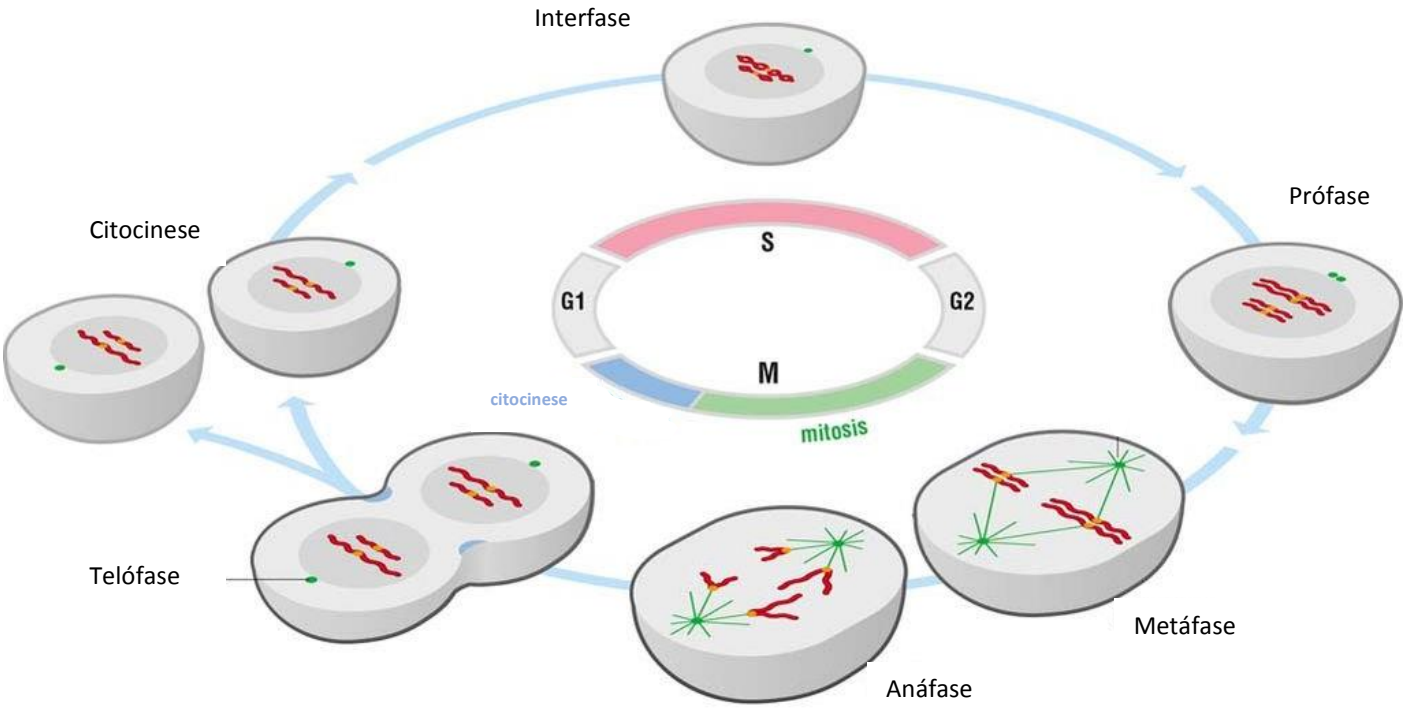


Figura 23: um resumo das fases do ciclo celular. Modificado. Fonte The Cell Cycle: Principles of control (O'Morgan, D.).

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

Depois da interfase, os **cromossomos continuam se condensando (ou seja, se espiralando e ligando a proteínas, tornando-se mais grossos ou volumosos)** e já podemos visualizar as **cromátides irmãs** ligadas pelo **centrômero**. Estas cromátides nada mais são do que porções dos 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 o início da formação do fuso mitótico localizado entre os centrossomos que se afastam para os polos da célula (figuras 24 e 25). Este fuso será formado por diferentes tipos de microtúbulos que irão se estender a partir dos centrossomos divididos. Em células vegetais, como não temos os centrossomos, os polos do fuso se montam de forma autônoma, próximo a região onde estão os cromossomos duplicados.

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 microtúbulos que formarão o fuso mitótico.



Figura 24: célula de alho em prófase. Fonte https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Prophase#/media/File:Allium-Mitose06-DM100x_BL28.jpg. Autor Thomas Geier.

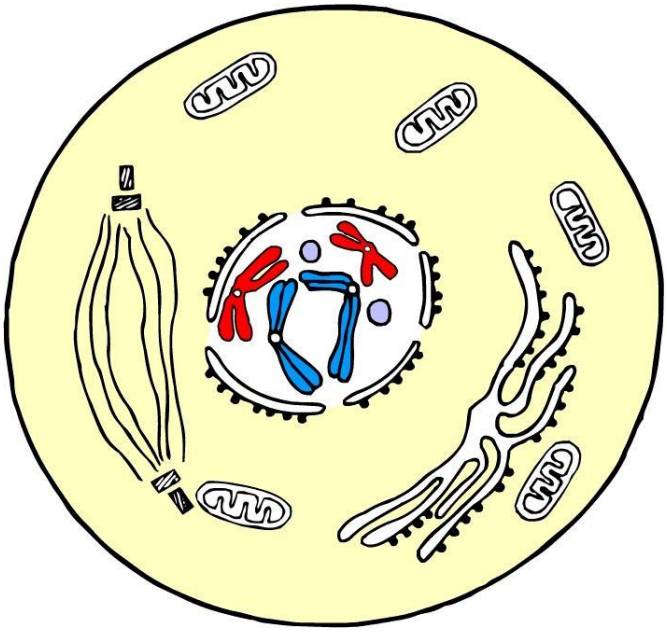


Figura 25: Esquema de uma célula em prófase. Repare nos cromossomos já duplicados no interior do núcleo e na formação das fibras que irão compor o fuso mitótico à esquerda do núcleo. Fonte https://commons.wikimedia.org.

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 26 e 27), formando a placa **metafásica**.

Neste momento há a **ligação dos cinetócoros que unem as cromátides com os microtúbulos do fuso**.

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.

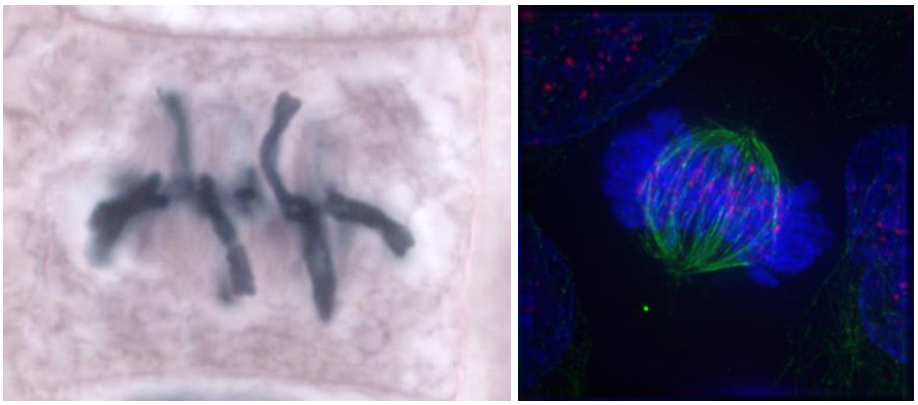


Figura 26: duas células em metáfase. À esquerda, célula de alho, foto de Thomas Geier. À direita célula em metáfase em microscopia confocal, autor Roy Van Heesbeen.

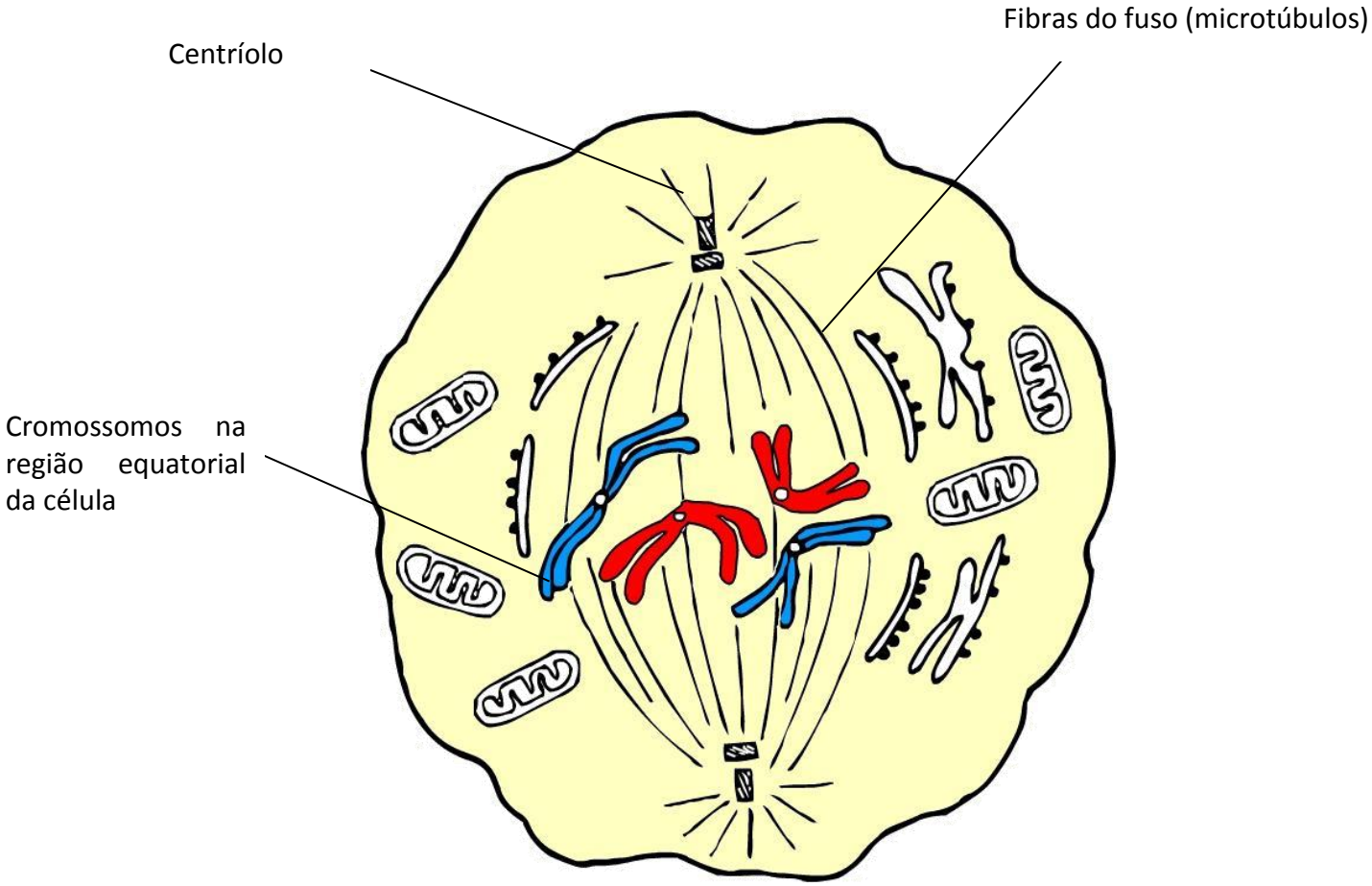


Figura 27: esquema de célula em metáfase. Note que os cromossomos estão na região equatorial da célula em maior grau de condensação.

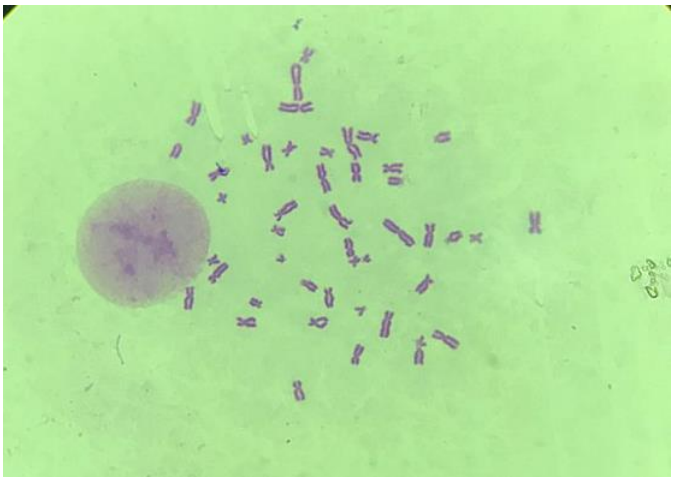


Figura 28: cromossomos metafásicos espalhados, possibilitando análise. Nesta fase há maior grau de condensação e os cromossomos apresentam um claro formato de "X". Fonte https://commons.wikimedia.org.

5.4 –A Anáfase – A separação cromossômica.

Na anáfase, teremos a **separação das cromátides irmãs** formando **dois novos cromossomos a partir de cada cromossomo que estava duplicado e que tinha suas cromátides unidas no centrômero** (figura 29).

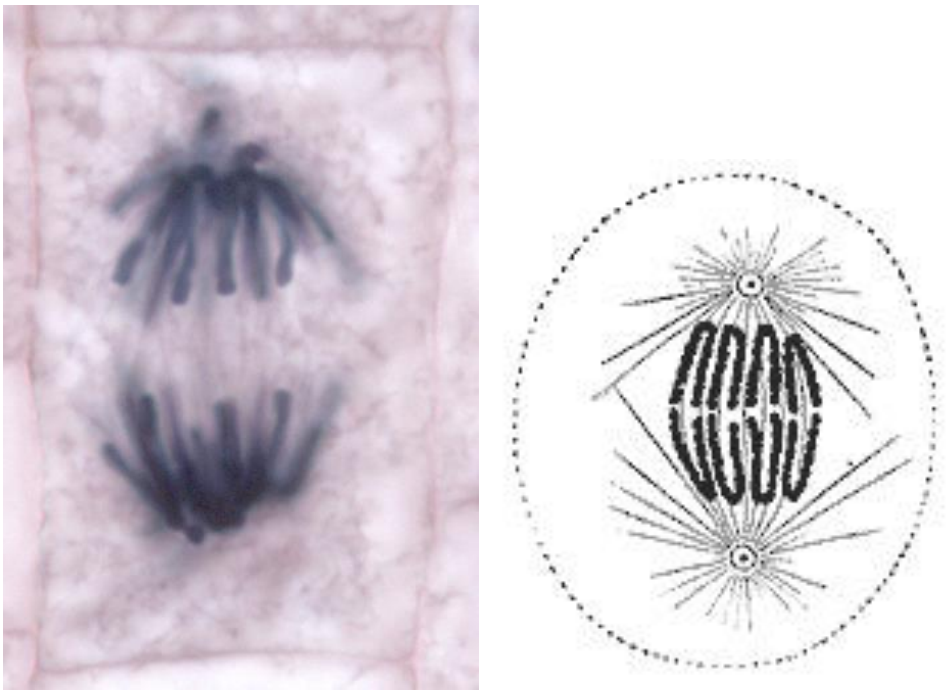


Figura 29: à esquerda uma célula de alho em anáfase (autor Thomas Geier). À direita esquema de célula animal em anáfase. As células de vegetais superiores não têm centríolos. Fonte https://commons.wikimedia.org.

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

Nesta fase, os **cromossomos chegam aos polos**, "estacionando" próximos aos centrossomos. Lá eles **descondensam para retornar à atividade metabólica**. 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 cujas famílias são responsáveis pela contração dos músculos) (figuras 30 e 31).

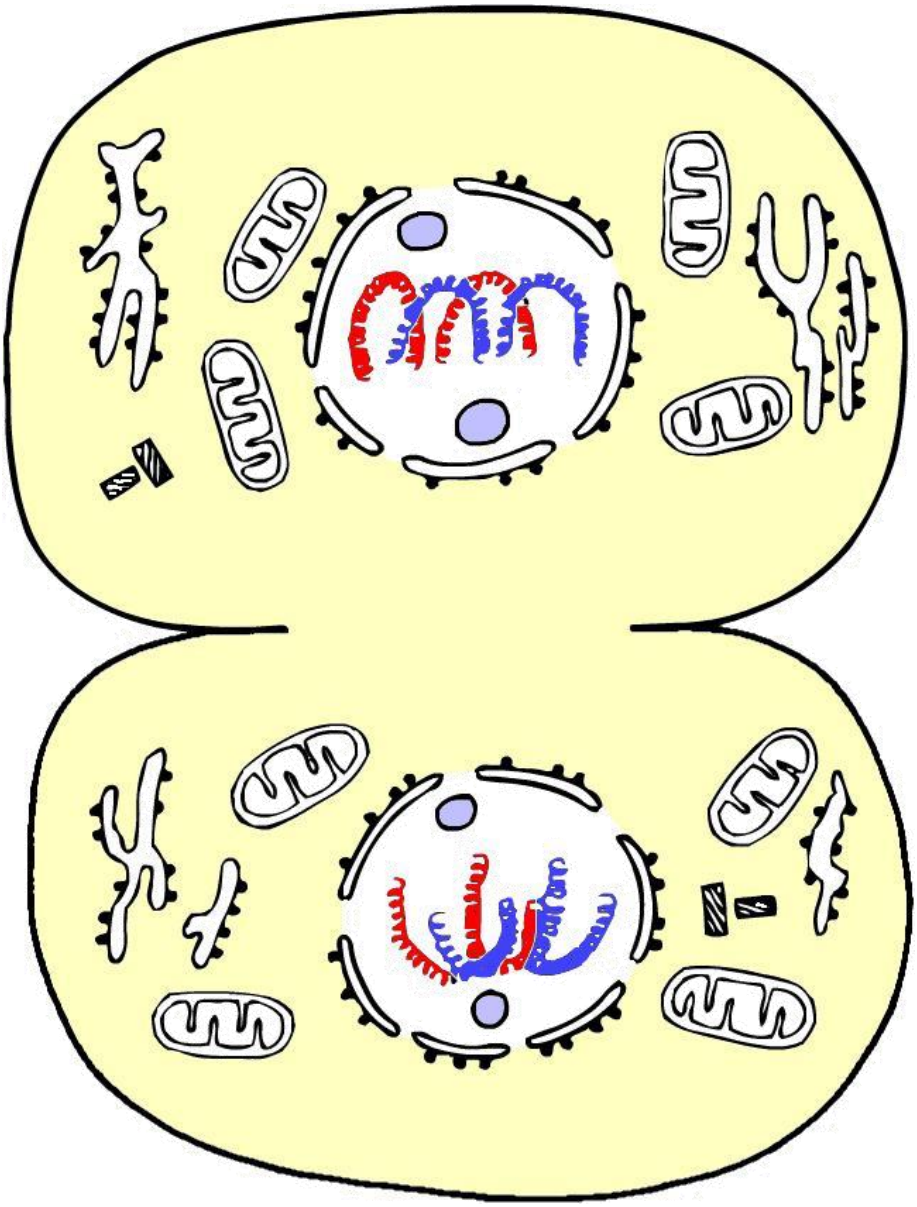


Figura 30: esquema de célula em telófase. Note os cromossomos descondensando e o núcleo sendo recomposto. Fonte https://commons.wikimedia.org.

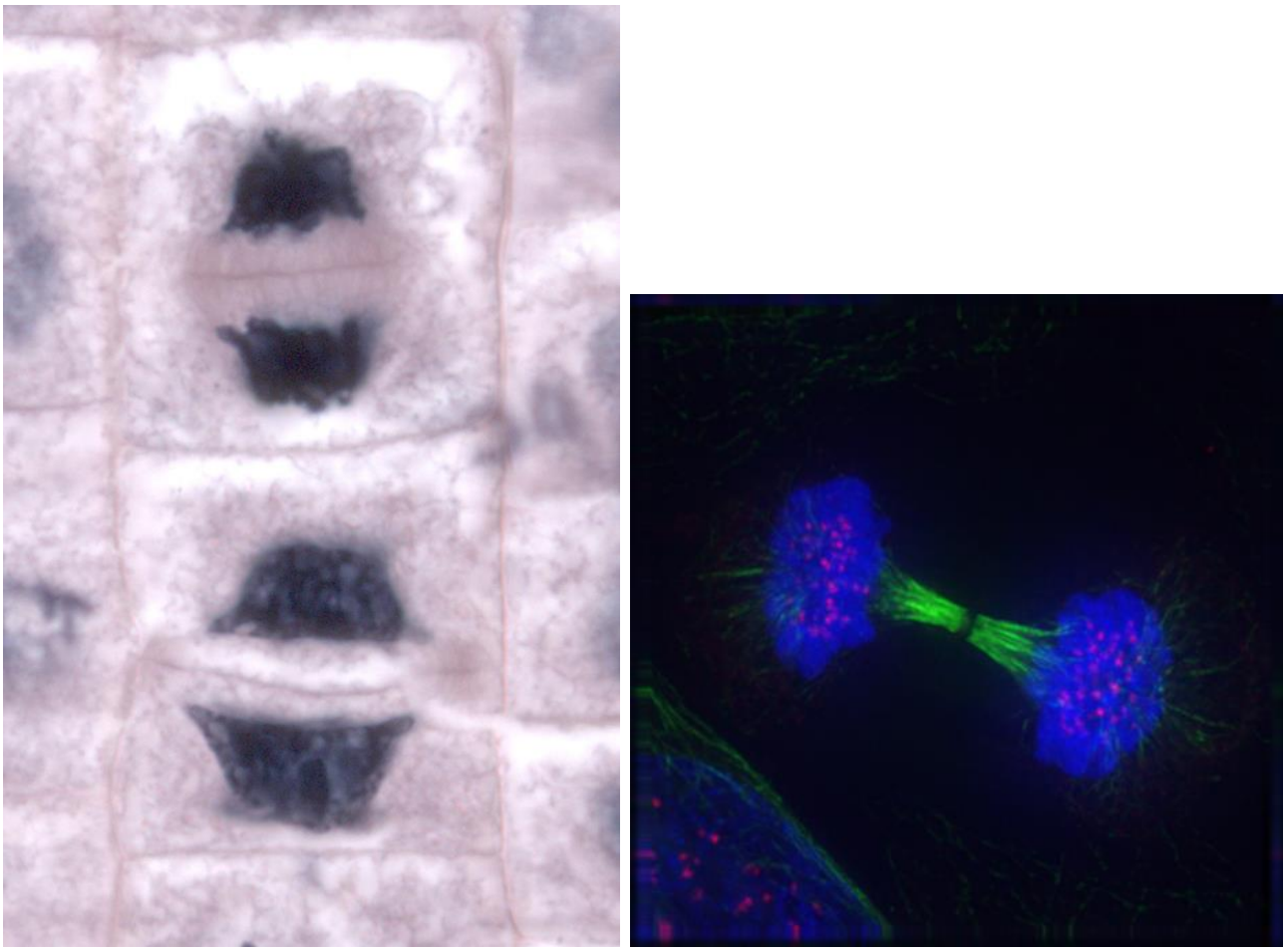


Figura 31: à esquerda, duas células vegetais de alho em telófase. Note que a parede celular e o citoplasma, diferente da célula animal, se formam de dentro para fora da célula (forma centrífuga). À direita uma fotomicrografia de microscopia confocal, na qual vemos célula em telófase. Fonte https://commons.wikimedia.org.

RESUMO DA MITOSE

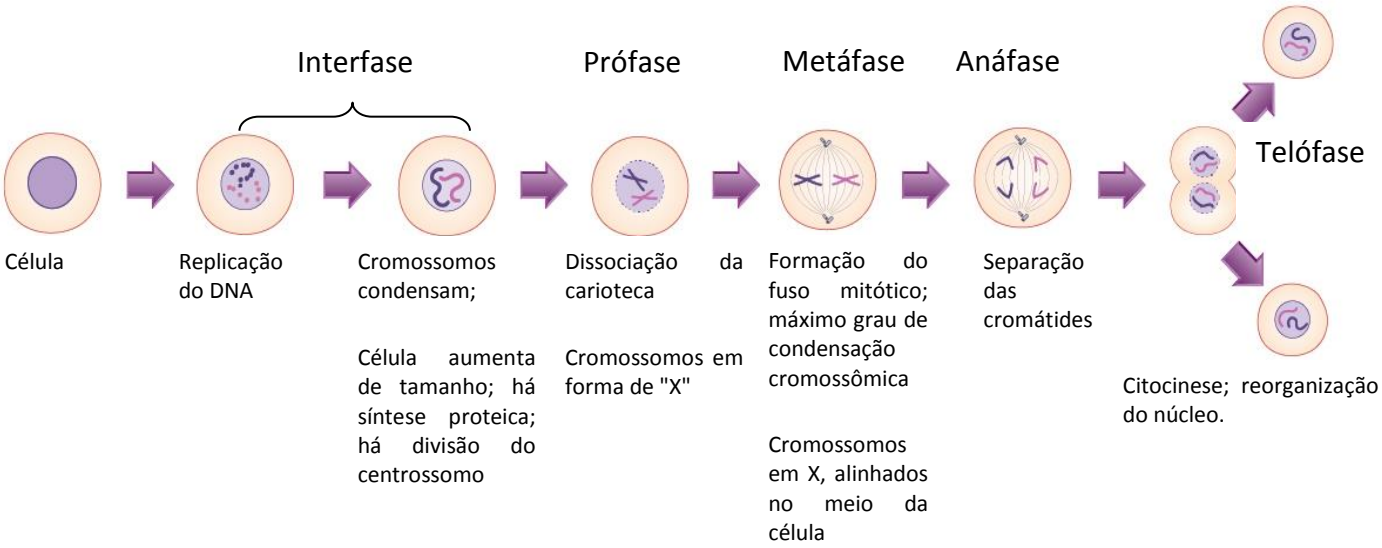


Figura 32: Resumo das fases da mitose. Fonte: wikicommons.

6 – DIVISÃO CELULAR - MEIOSE

A **meiose** é um processo de divisão que está relacionado, em geral, a geração de **células germinativas, também chamadas de gametas ou genoblastos, responsáveis pela reprodução sexuada dos seres vivos.**

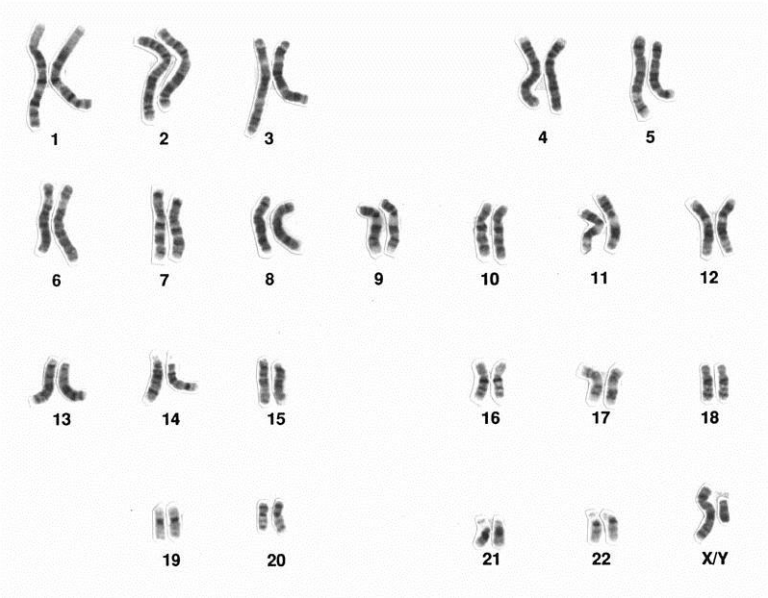


Figura 33: um cariótipo humano com os 46 cromossomos (2n), organizados em 23 pares de homólogos. Fonte National Human Genome Research Inst.

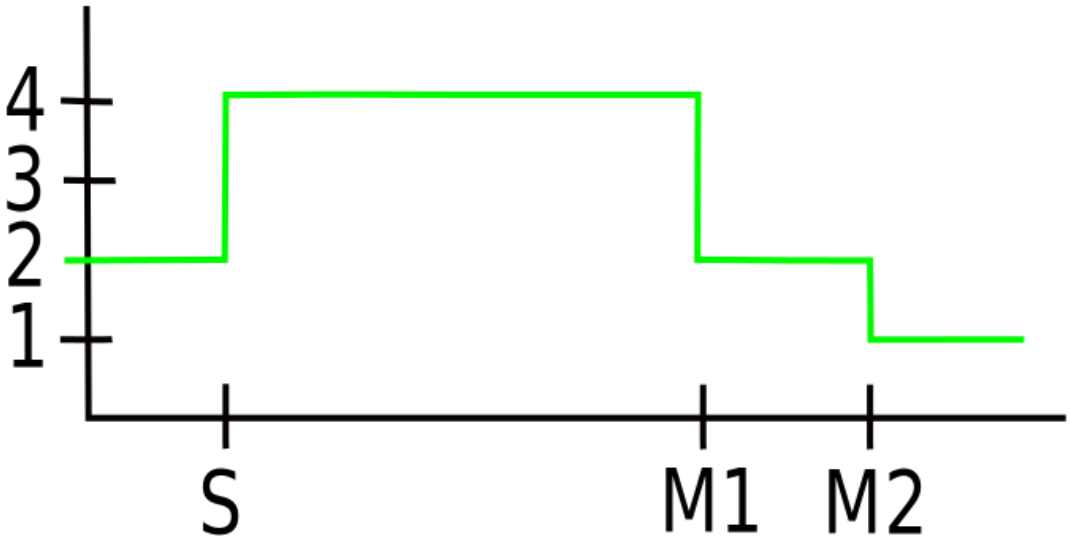


Figura 34: gráfico da quantidade de DNA em uma célula em processo de meiose. A quantidade de DNA dobra na fase S, quando há duplicação dos 46 cromossomos que as células humanas têm. Na primeira divisão (M1) haverá separação dos cromossomos homólogos, sendo reduzida pela metade essa quantidade de DNA. Na divisão subsequente (M2) haverá a separação das cromátides irmãs, reduzindo novamente pela metade 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 (Reducional)– Prófase I; Metáfase I; Anáfase I e Telófase I**
- **Divisão II (Equacional)- 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**.

6.1 – A primeira divisão da meiose

6.1.1 – A prófase I.

Nesta fase um importante processo ocorre: a **sinapse cromossômica**. Ele consiste do **pareamento dos cromossomos homólogos, gerando uma ligação física entre as cromátides**, formando uma estrutura chamada de **bivalente ou tétrade – que são formadas pelas quatro cromátides dos dois cromossomos homólogos**.

Todo o processo de recombinação genética ou recombinação cromossômica ocorre na **prófase I** que é dividida em cinco estágios, determinados pela morfologia adotada pelos cromossomos:

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, semelhantes a uma escada ligando-os, denominado **complexo sinaptonêmico**. Este contato entre os homólogos é chamado de **sinapse. O complexo sinaptonêmico é a estrutura que é utilizada como guia para a divisão em cinco estágios da prófase I.**

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**. Pode durar dias.

4. **Diplóteno**: Nesta fase os cromossomos atingem mais condensação e se afastam um pouco, o que possibilita a **visualização da duplicidade da tétrade**, e 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**.

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 microtúbulos (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.

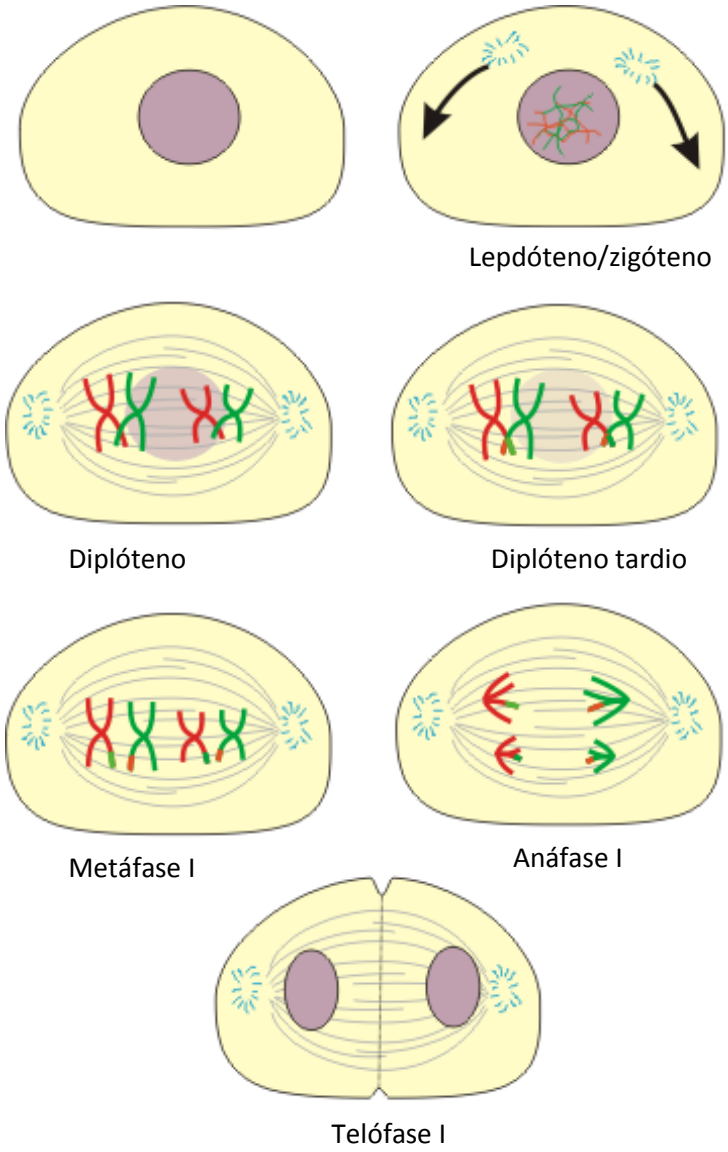
6.1.3 – Anáfase I

Nesta fase haverá a **separação dos cromossomos homólogos**. Importante: **HAVERÁ SEPARAÇÃO DOS CROMOSSOMOS, NÃO DAS CROMÁTIDES!** Ou seja, cada cromossomo duplicado (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 35 abaixo, temos um resumo da primeira fase da meiose.



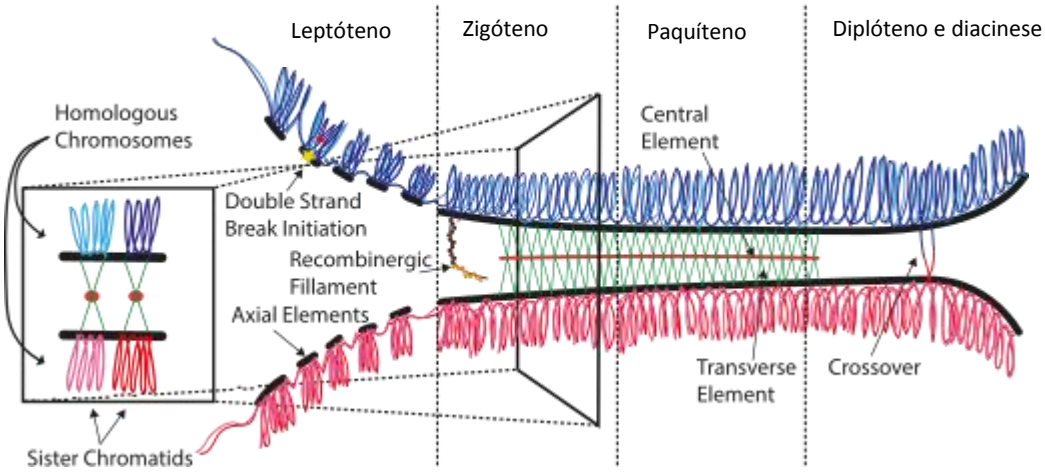


Figura 35: Acima - a meiose I e suas fases (Modificado do original de Frank Boumphrey.Abaixo - as cinco fases da profase I). No paquíteno podemos visualizar o complexo sinaptonêmico.(Fonte: Daniel Wells2020, em **https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:8c1f75a8-ecc3-4ffe-b01f-d2e92c75e66c).**

6.2 – A segunda divisão da meiose – semelhante à mitose

6.2.1 – Prófase II

Dissocia-se o envoltório nuclear novamente. Os cromossomos voltam a se **condensar** e forma-se um novo fuso bipolar, 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 (microtúbulos) em ambos os lados (ou ambos os polos) dos cinetócoros 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 36).

As figuras 37 e 38 abaixo mostram um resumo da segunda fase da meiose.

Na figura 39 podemos ver uma comparação entre a mitose e a meiose.

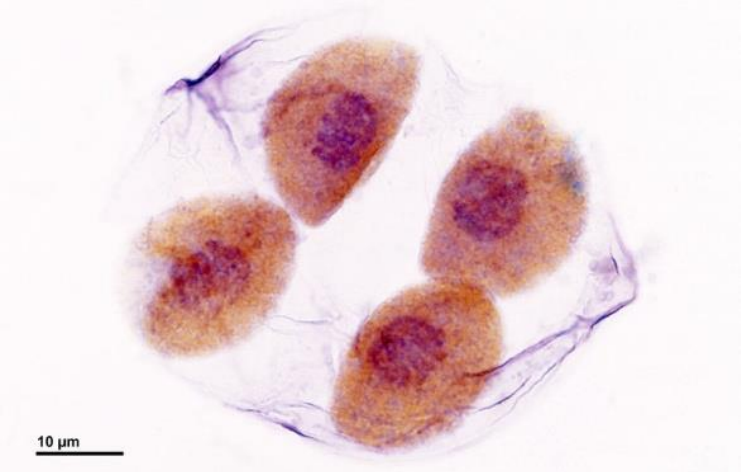


Figura 36: Quatro células filhas depois de uma meiose. Autor Dr. Josef Reischig

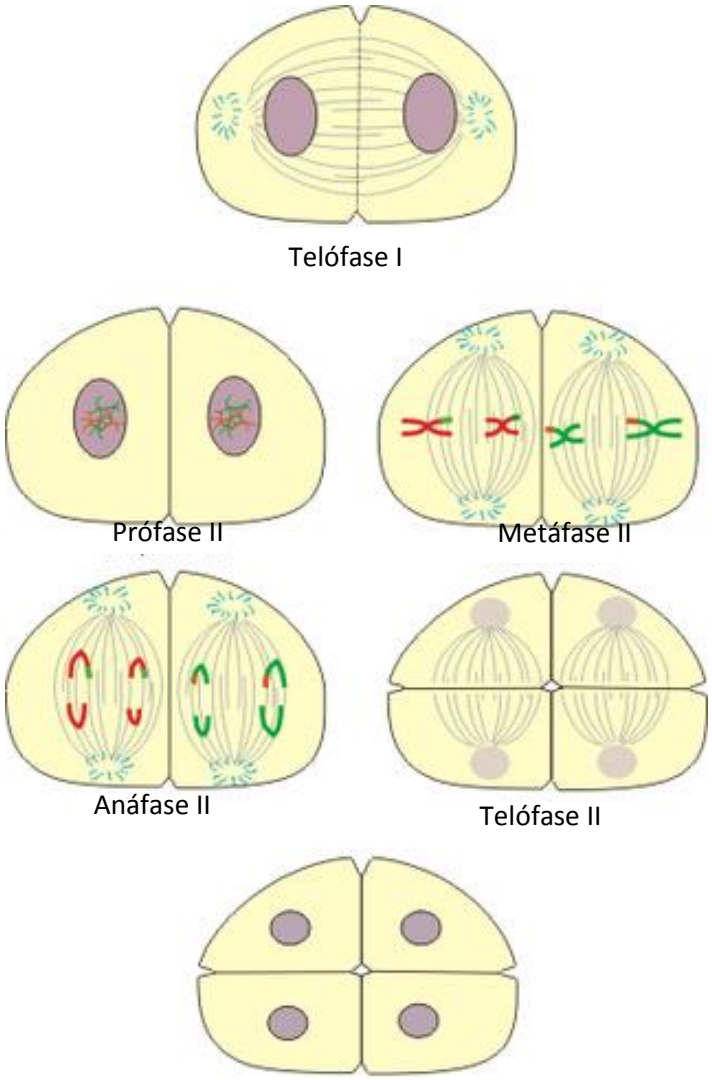


Figura 37: esquema mostrando a segunda divisão da meiose (meiose II), iniciando a partir da fase final da meiose I. Modificado do original de Frank Boumphrey.

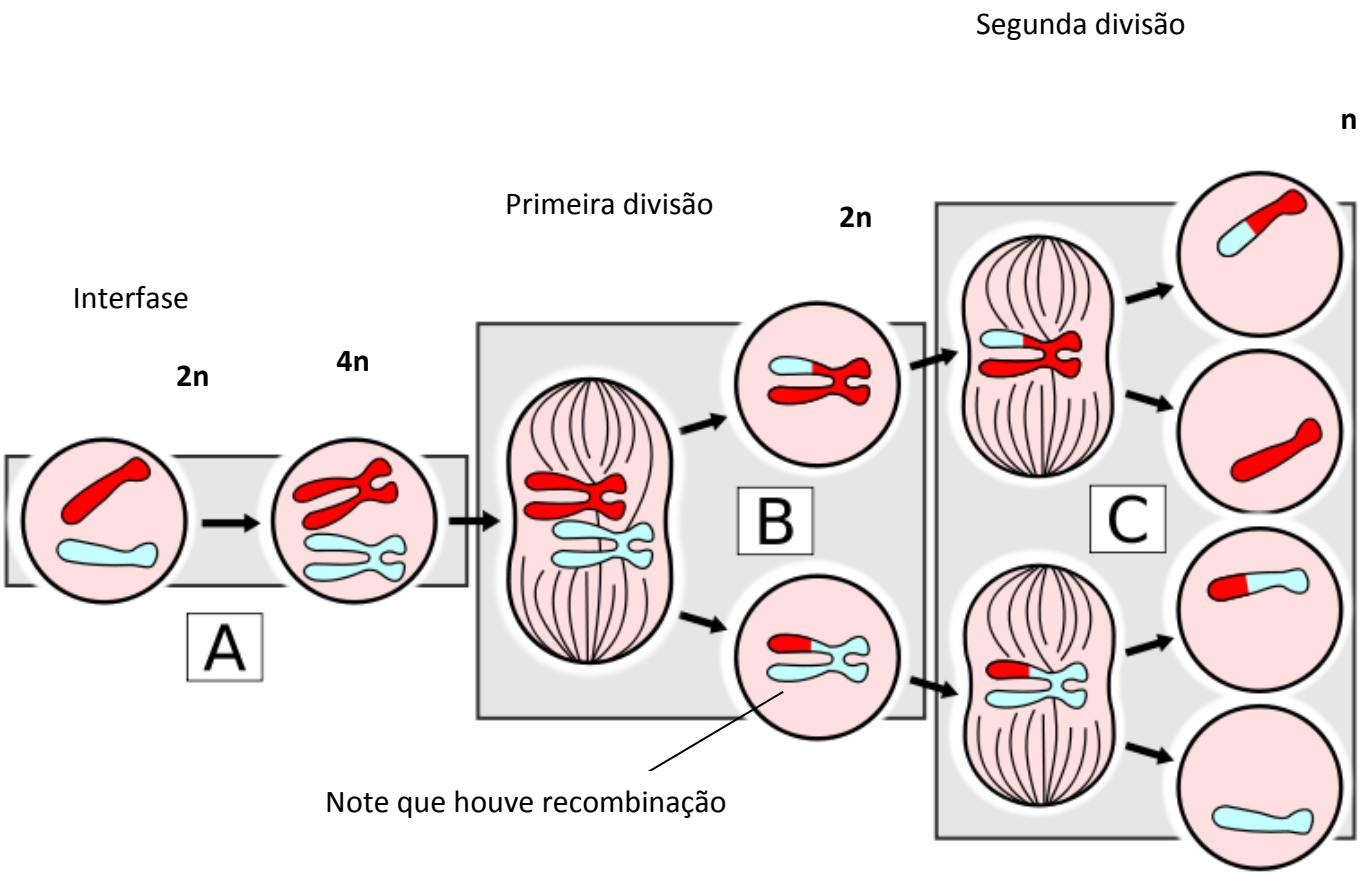


Figura 38: Esquema mostra uma célula que contém apenas dois cromossomos homólogos (um azul e um vermelho) na sua constituição genética. A fase A e B correspondem a interfase e à primeira divisão da meiose, quando ocorre separação dos cromossomos homólogos. A parte B mostrada no esquema mostra as duas células filhas resultantes da meiose I, cada uma contendo um dos homólogos. Nelas, podemos notar que dois segmentos das cromátides foram trocadas, representadas 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.

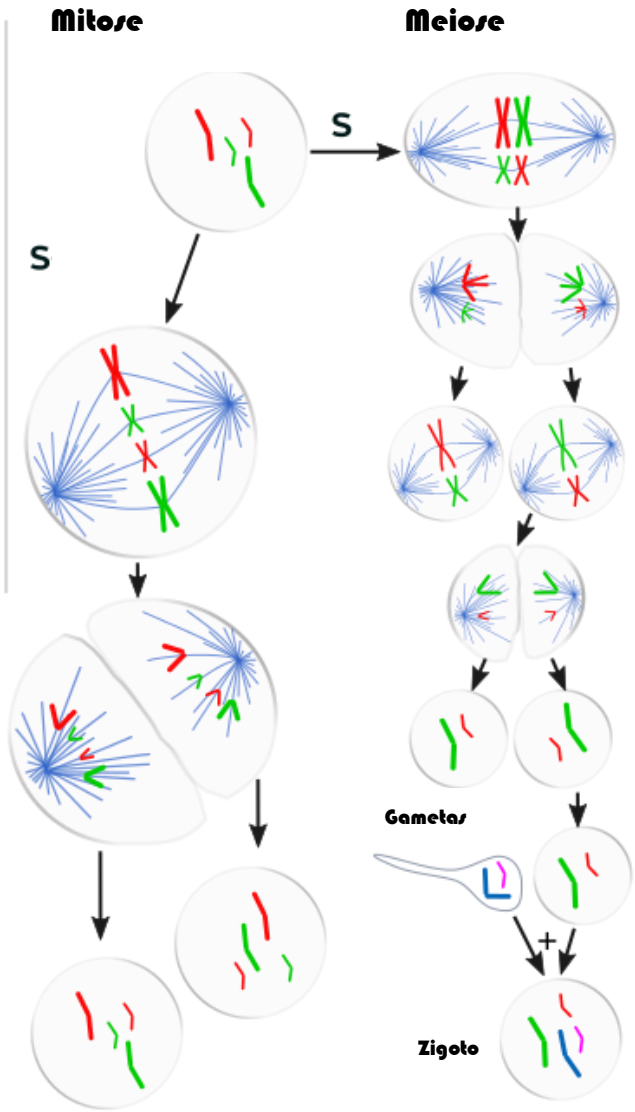


Figura 39: as diferenças entre a meiose e a mitose. Fica claro na figura a divisão dos cromossomos, diferenciando os dois processos. Fonte **https://commons.wikimedia.org.**

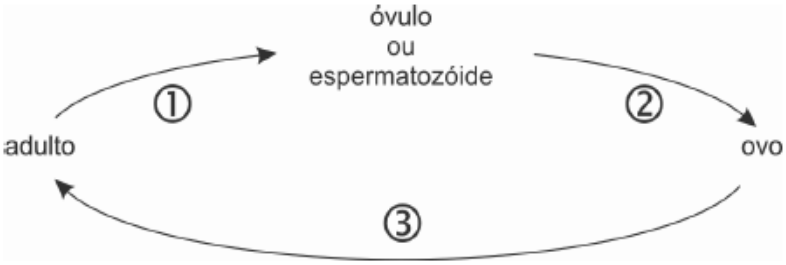
A tabela abaixo resume as divisões celulares, apontando suas diferenças.

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 à célula mãe

Cromossomos não sofrem recombinação	Cromossomos sofrem recombinação formando sinapses e quiasmas

EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO – 06

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) 1e2
e) 2e3

EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO - 07

7. (**PC PIAUI 2012):** No estudo da meiose, qual das alternativas abaixo está correta?

a) Crossing-over ou intercinese é o estágio entre a 1 e 2 divisão meiótica.

b) XX são cromossomos sexuais que determinam o sexo masculino.

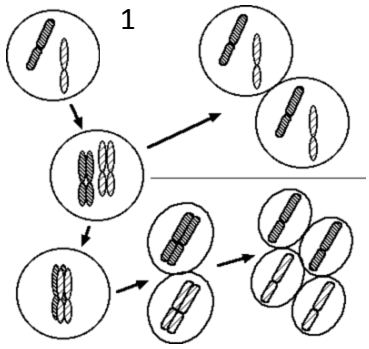
c) A recombinação celular não promove a diversidade genética.

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 haploides.

7 – EXERCÍCIOS

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



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

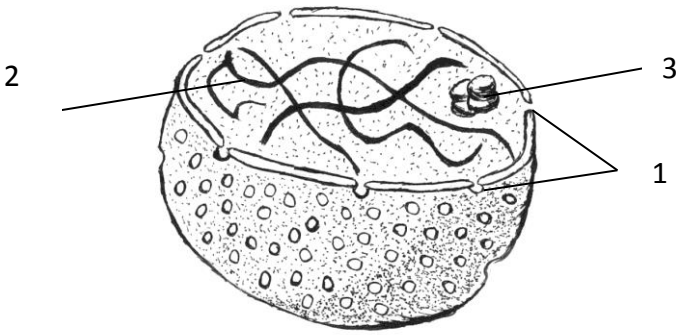
b) I, III e IV

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 metafásicos.

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.

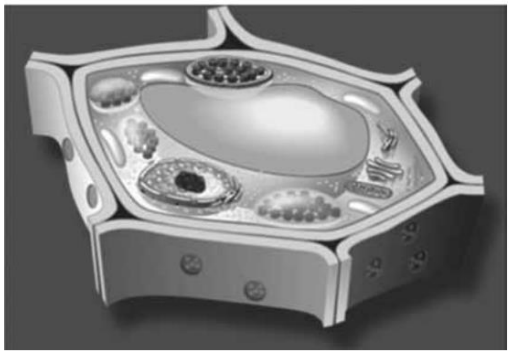
c) dos canais iônicos com diminuição da pressão osmótica no interior da célula.

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.

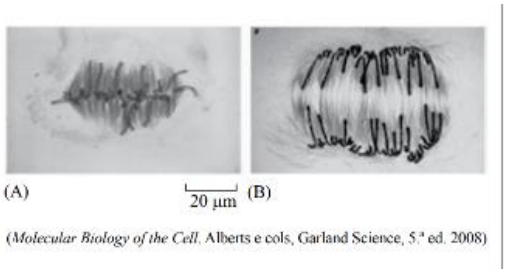
c) núcleo e nucléolo.

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.

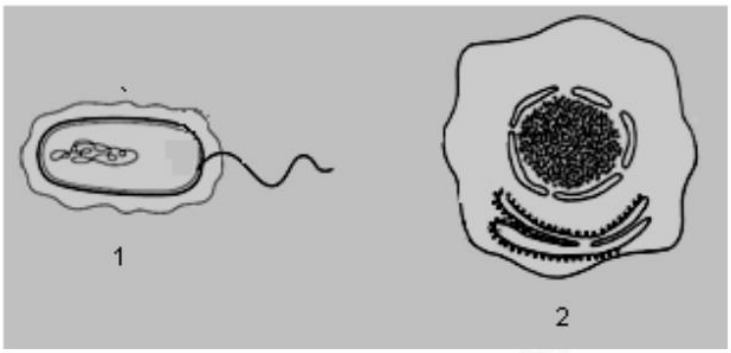
(C) Caso as hemácias fiquem inchadas, a solução é hipertônica.

(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 Academia de Polícia 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

---

8 – 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 octogonais. 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. Podem-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**

8.1 – Resoluções dos Exercícios de Fixação

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

2. – **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. **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. **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. **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. – **Resolução:** A resposta para o exercício da página anterior é a **alternativa A**. Analisando a figura temos o número 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 número 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). Essas divisões são mitoses. O número 1 indica um caminho do adulto ao óvulo ou espermatozoide. Óvulos 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. – **Resolução:** Esta questão está estranha não está? Vamos analisar alternativa por alternativa. Na alternativa A o examinador diz que crossing-over ou intercinese é o estágio entre a primeira e a segunda divisão mitótica. A intercinese de fato é o período entre as divisões. 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. 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. Em D ele diz que autossomos é denominação que inclui os cromossomos sexuais. Está errado. Cromossomos sexuais são cromossomos sexuais. Quando nos referimos a cromossomos autossomos estamos excluindo os sexuais. Na última alternativa, temos que células com dois lotes de cromossomos são ditas haploides. Estudamos 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 cópia 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.

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.