Estratégia Concursos

Aula 00

ITEP-RN (Agente de Necropsia) Biologia 2021 (Pós-Edital)

Autor:
André Vieira Peixoto Davila

16 de Abril de 2021

1 – Introdução 3

2 – Definição de Célula 5

3 – As Células Procariontes 7

4 – As Células Eucariontes 9

4.1 – Membrana plasmática 10

4.2 – O Citoplasma e as Organelas 21

5 – Divisão Celular - Mitose 35

5.1 – Interfase: a primeira e mais longa fase do ciclo celular. 35

5.2 – A Prófase e a Prometáfase – As fases do fim do núcleo. 37

5.3 – A metáfase – a fase de maior condensação cromossômica. 38

5.4 –A Anáfase – A separação cromossômica. 40

5.5 – A telófase e a citocinese – formando duas novas células. 41

6 – Divisão Celular - Meiose 44

6.1 – A primeira divisão da meiose 46

6.2 – A segunda divisão da meiose – semelhante à mitose 50

7 – A obtenção de energia pelas células: Respiração celular, fermentação e fotossíntese. 55

7.1 – A respiração aeróbia 57

7.2 – A respiração anaeróbia 65

8 – As células organizadas em tecidos 67

8.1 – Tecido Epitelial 68

8.2 – O Tecido Conjuntivo 73

8.3 – O Tecido Muscular 78

8.4 – Tecido Nervoso 81

9 – Exercícios Comentados 84

10-Exercícios 98

11 – Resoluções dos Exercícios 109

1 – INTRODUÇÃO

Prezados alunos, bem-vindos ao curso de Biologia do Estratégia Concursos, para concursos de nível médio.

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.

Este curso foi desenhado para apresentar o conteúdo requerido no seu edital. Assim, no Diário Oficial do RN publicado em 10 de abril de 2021, na sua página 22, consta como requisito para o cargo de Agente de Necrópsia a necessidade de conclusão do ensino médio e, mais especificamente em nossa matéria, constam os seguintes assuntos:

Biologia: 1. Fisiologia e Anatomia do corpo humano. 2. Sistemas: circulatório, respiratório e digestório.

Vejam que apesar da restrição de sistemas no segundo item, o primeiro deixa em aberto todo o assunto relacionado ao corpo. Assim, optamos por um curso mais completo, mesmo sabendo que você deve dar maior ênfase aos sistemas elencados no item 2.

A banca escolhida para a condução da sua prova foi a AOCP e as provas estão marcadas para o final de junho. Assim, mãos à obra! Não temos tempo a perder.

Em uma pesquisa rápida, verificamos dificuldade em encontrar questões específicas do seu cargo, já que no último concurso (2017), não havia sido incluída nossa disciplina. Assim, inserimos questões

relacionadas ao seu cargo mas de outras bancas para que você possa praticar. Não se preocupe tanto com isso. É muito importante aprender o conteúdo. Depois pense na banca.

Iniciaremos com um **assunto introdutório** bastante importante para a compreensão da fisiologia, o estudo das células. 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. 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**".

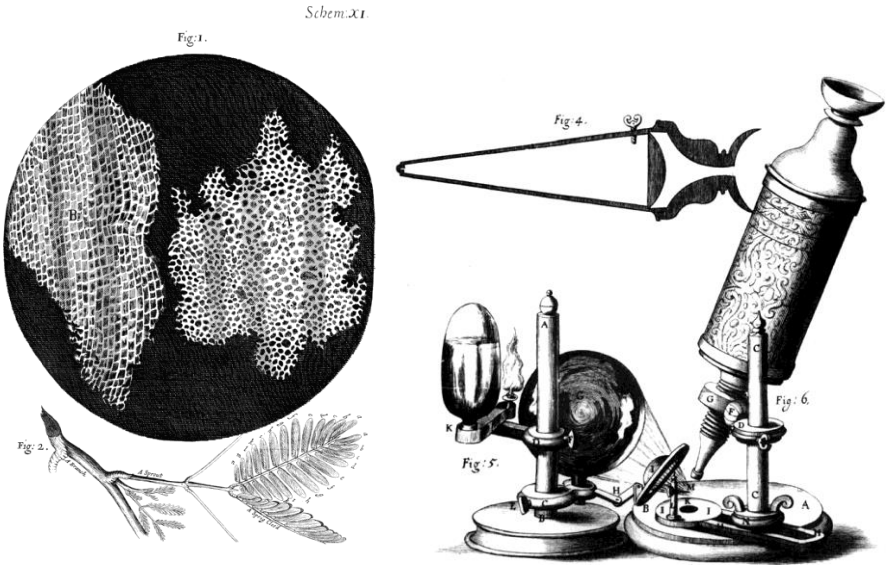


Figura 1: À esquerda temos a micrografia gerada por Hooke ao observar a cortiça, mostrando as câmaras vazias que ele chamou de células. À direita temos o microscópio que o pesquisador utilizou para seus estudos. Fonte: **https://commons.wikimedia.org/wiki/Micrographia.**

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 postula ainda:

- 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.

Se as células somente se originam a partir de células preexistentes, podemos inferir que há nelas 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 compõem 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, atualmente dividido em dois grupos: Bacteria (ou Eubacteria) e Archaea (ou Archaeabacteria).

Dentro da escala temporal 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 que possuem núcleo são classificadas como **células eucarióticas ou eucariotas**. Elas formam todos os seres vivos dos **reinos Protoctistas (também chamado de Protista, composto por algas e protozoários), Plantae, Fungi e Animalia.** Nestes casos, podemos ter tanto seres unicelulares quanto pluricelulares. Nesses últimos, as células podem apresentar diferenciações e especializações, aglomerando-se em conjuntos que apresentam uma função igual ou interdependente, formando **os tecidos**.

3 – As Células Procariontes

As células procariontes são consideradas **células mais simples, didaticamente falando**. Nelas **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**.

Apesar de sua simplicidade organizacional, as células procariontes apresentam uma variabilidade de capacidades bioquímicas bastante diferentes das células eucariontes, em especial devido aos nichos que ocupam.

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**. A parede celular tem como função a **proteção da célula**, garantindo a manutenção de sua forma e gerando

uma resistência contra a pressão osmótica do ambiente – a pressão gerada pela concentração do meio líquido externo.

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. O material genético se concentra em uma região do citoplasma chamada de **nucleóide**. As bactérias podem apresentar **moléculas soltas de DNA circular** chamadas de **plasmídeos** que apresentam **genes** que, dentre outras funções, são responsáveis por conferir **resistência** a antibióticos, podendo também gerar condições para produção de toxinas. Este material pode ser passado de uma bactéria para a outra num processo chamado de **transformação bacteriana**. Um tipo de sexo, sem reprodução 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**.

As funções desses 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 algas, fungos e em vegetais e não em células animais**.

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

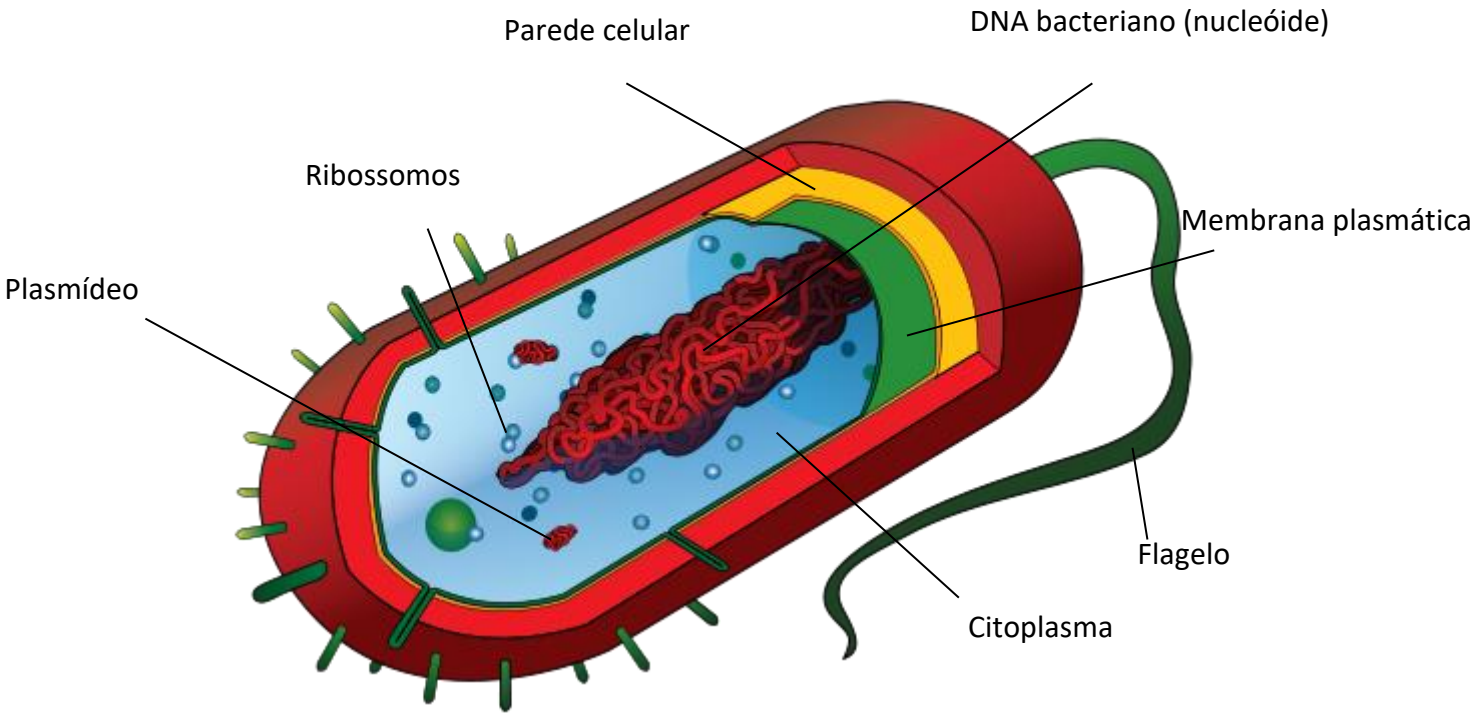


Figura 2: Um modelo de célula procarionte: uma bactéria. Fonte https://commons.wikimedia.org/.

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" devido à complexidade que alcançam.

Células eucariontes apresentam 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.

4.1 – 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 (formada por ácidos graxos)** – 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 (grupo fosfato); daí a sua denominação (figura 3).

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 4). 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.

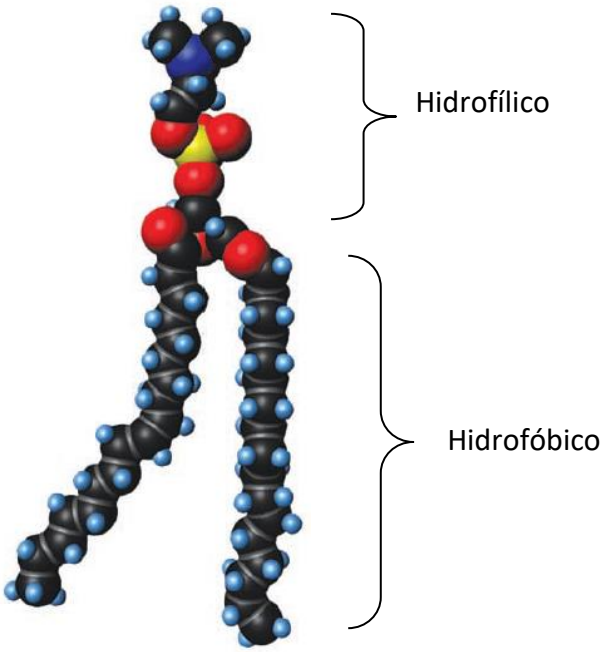


Figura 3: Exemplo de um fosfolipídio. As esferas representam átomos. As esferas pretas são átomos de carbono. As esferas vermelhas, átomos de oxigênio. A esfera amarela representa um átomo de fósforo. Modificado de Martini, F. Fundamentals os anatomy and physiology; 10ed. 2014.

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.

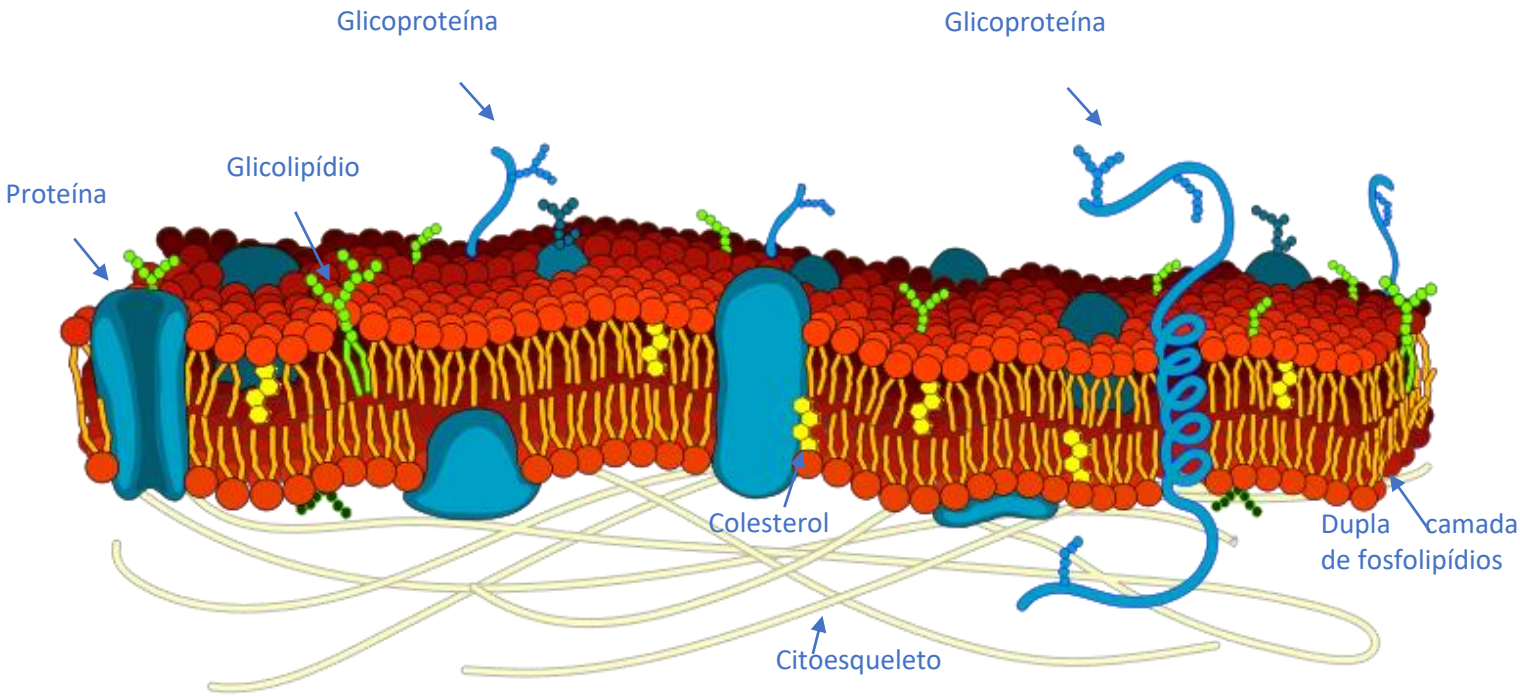


Figura 4: representação do mosaico fluido da membrana plasmática. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki.

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 **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 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.

4.1.1 – 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 (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 contínua 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)..

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 **túrgida** (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, atuando contra o efeito gerado pelo gradiente de concentração.
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 **pseudópodes** (ou pés falsos), gerando então uma vesícula denominada **fagossomo** (figura5). Este se liga a lisossomos e destrói (ou **digere**) a substância alvo.

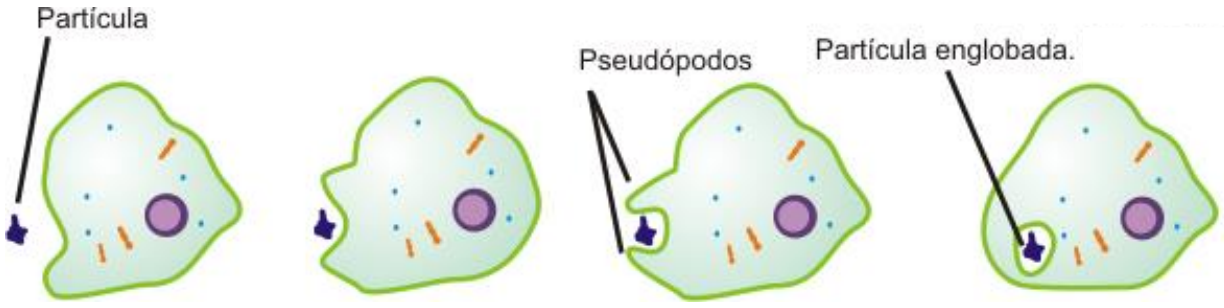


Figura 5: o processo de fagocitose. Modificado de - Autor: Rodrigo Nishino. Fonte https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fagocitose.png.

b. **Pinocitose:** em geral está relacionada à entrada de porções **líquidas** do meio externo na célula, contendo nutrientes dissolvidos (figura 6). Ocorre pela formação de vesículas a partir da superfície da célula. A vesícula formada é chamada de **pinossomo**.

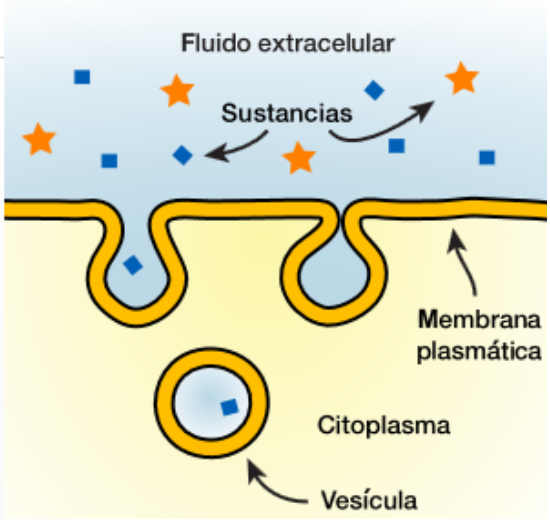


Figura 6: O processo de Pinocitose. Modificado de - Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/Pinocitosis.svg

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 7). O endossomo então retorna à superfície da membrana plasmática e se funde a ela, externalizando novamente os receptores proteicos.

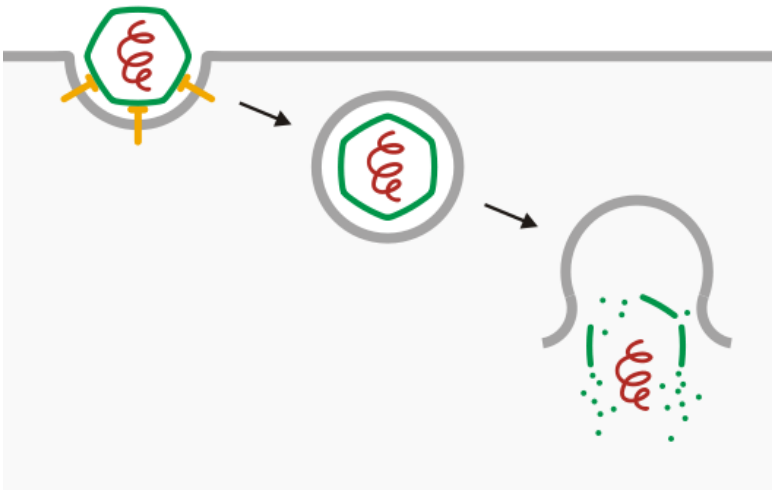


Figura 7: O processo de Endocitose mediana por receptores. No caso, um vírus é reconhecido pela célula, que o internaliza e destrói seu envoltório.
Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Viral_entry_%28Endocytosis_and_lysis%29.svg.

Um exemplo de célula humana 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, 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.

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.

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 8), já que elas promovem um aumento da sua área de superfície, portanto, gerando um aumento de área disponível para absorção.

Microvilosidades

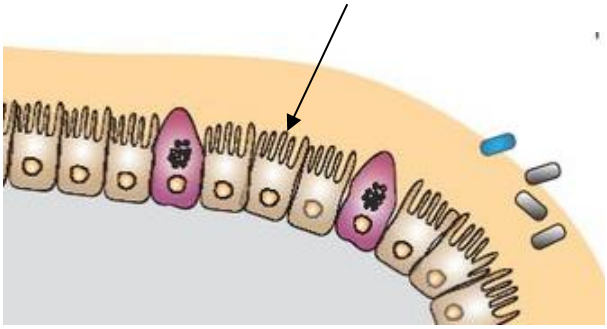


Figura 8: esquema mostrando a superfície do epitélio intestinal. Veja que as células apresentam microvilosidades na sua superfície. Fonte Wikicommons.

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 9 e 10).

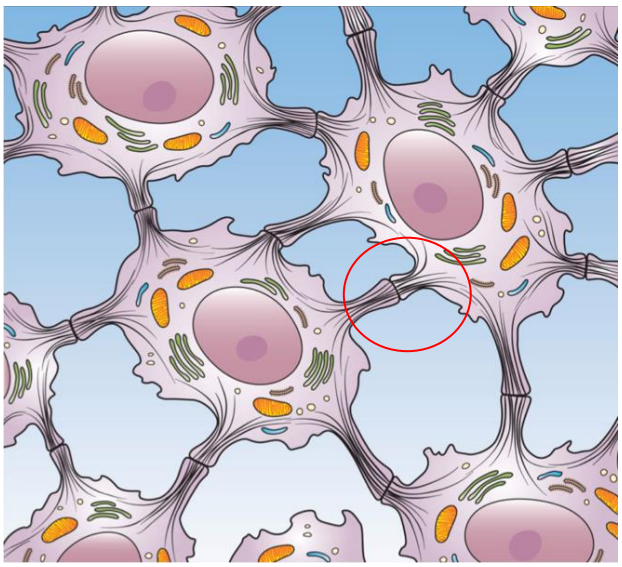


Figura 9: Em destaque no desenho, os desmossomos unindo as células de um epitélio. Fonte wikicommon. Autor Holly Fischer.

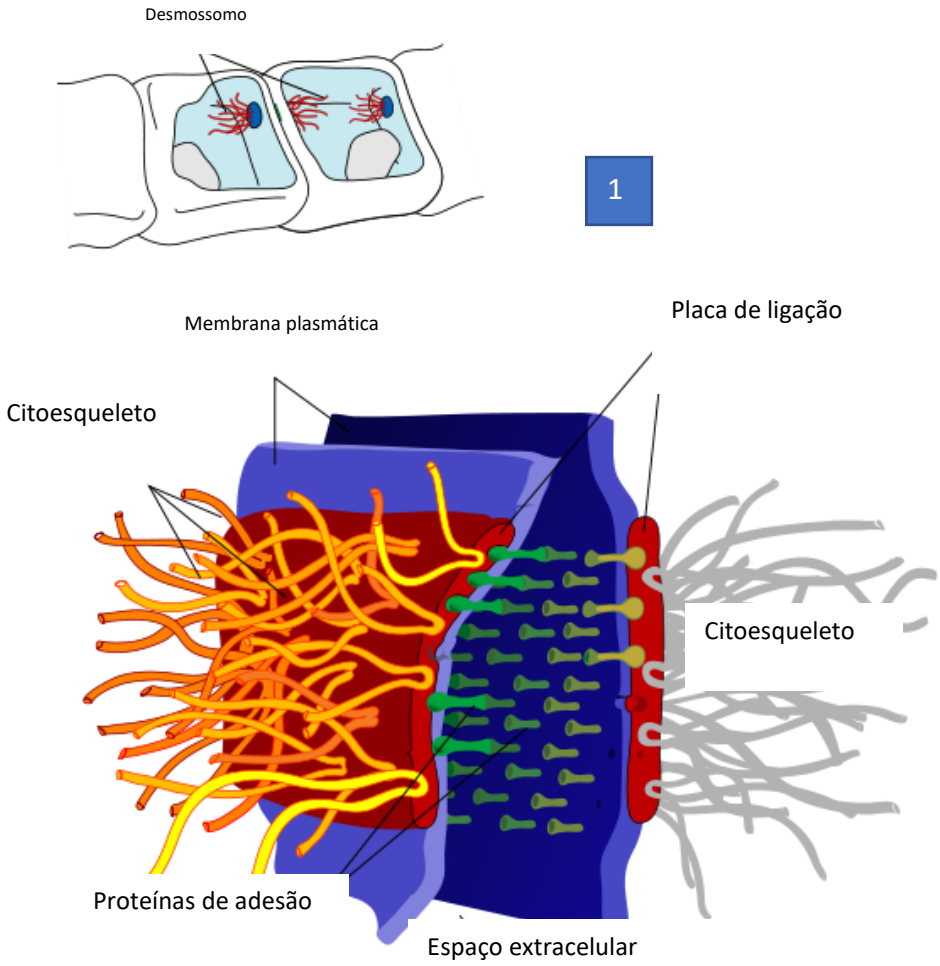


Figura 10: Um desmossomo em detalhe (acima - 1). O desenho mostra as proteínas do citoesqueleto ligadas a ele. Autor Mariana Ruiz. Fonte Wikicommons. Abaixo (2), uma junção comunicante, onde temos um canal fechado (a), um canal aberto (b), um conexon (c), uma conexina (d), as membranas plasmáticas das 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 10). Elas apresentam **placas perfuradas formadas por proteínas chamadas de conexinas** que interligam as células, permitindo que **trocas** de algumas substâncias (como íons) ocorram entre elas. De fato, este tipo de junção gera uma conexão citoplasmática entre as células, propiciando um **conjunto funcional**. Podem ser encontradas em praticamente todas as células do corpo que apresentam algum tipo de contato com outra célula. Quando ocorrem entre neurônios formam as sinapses elétricas.

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 11).

Ele pode ser divido entre o **citosol (ou hialoplasma), as organelas e o citoesqueleto**.

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

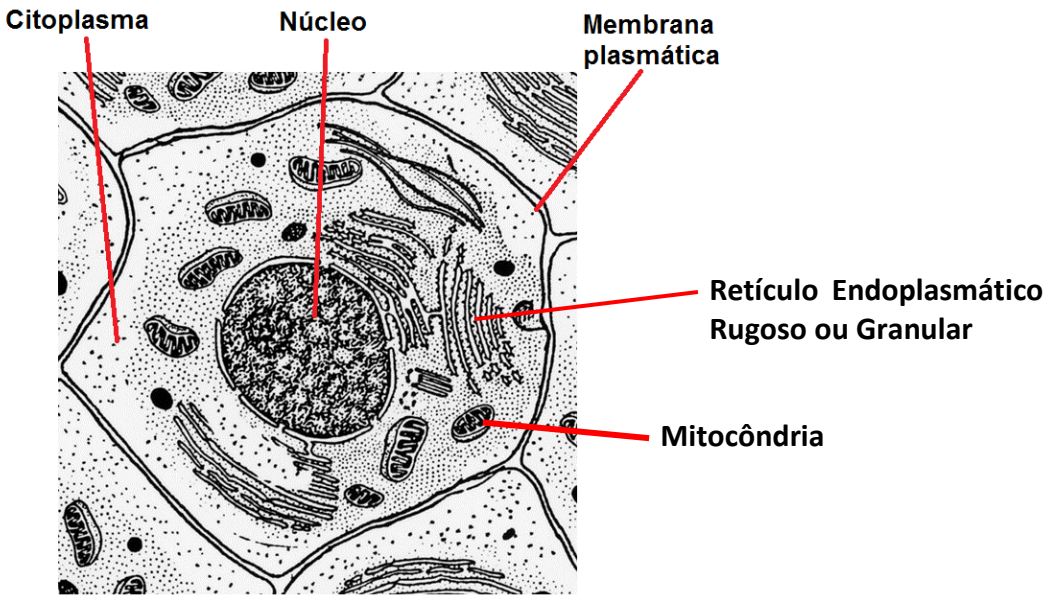


Figura 11: Esquema de uma célula eucariótica. Entre o núcleo e a membrana, há o citoplasma, composto pelo citosol e pelas organelas. Fonte : https://commons.wikimedia.org.

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

4.2.1 As Organelas Não Membranosas

4.2.1.1 – 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**. Encontra-se distribuído por todo o interior da célula (figura 12), 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**.

Células procariontes apresentam citoesqueleto composto por proteínas diferentes daquelas que compõe o citoesqueleto dos eucariontes.

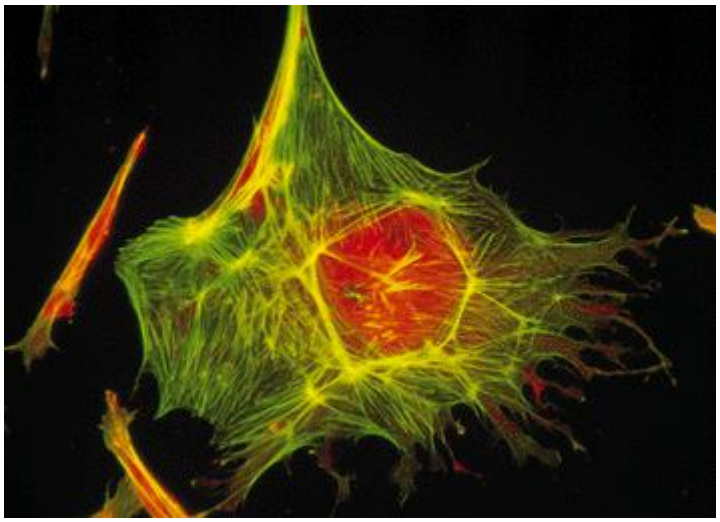


Figura 12: Imagem de uma célula, na qual se encontram marcados os filamentos do citoesqueleto em amarelo. Autor: Alice Avelino. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Citoesqueleto.gif.

4.2.1.1.1 – Microfilamentos, Microtúbulos e Filamentos Intermediários

Os **microfilamentos** são compostos por polímeros 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**.

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.

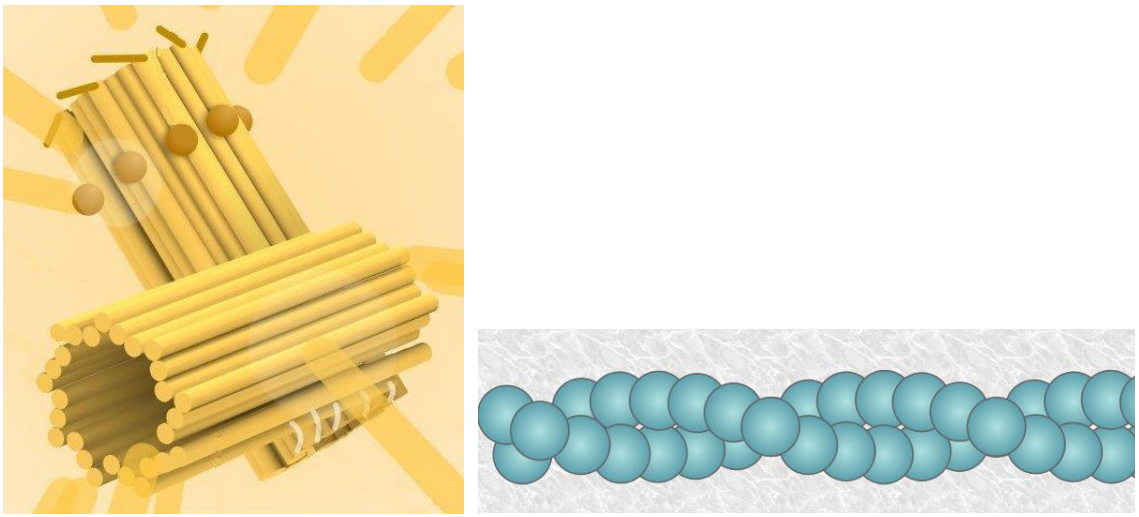


Figura 13: Os centríolos, formados por "fibras" de tubulina, envolvidos na divisão celular (esquerda).À direita, um polímero de actina e sua conformação helicoidal. Autor Kevinsong. Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diplosoma.jpg.

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. Os **filamentos grossos** são compostos por **miosina** e estão presentes em abundância nas células musculares.

4.2.1.2– Ribossomos

São estruturas formadas por **proteínas associadas com o RNA ribossômico, um tipo especial de RNA**. Apresentam-se em **duas subunidades** (figura 14), 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 e o pâncreas** apresentam mais ribossomos do que células sem esta função.

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.

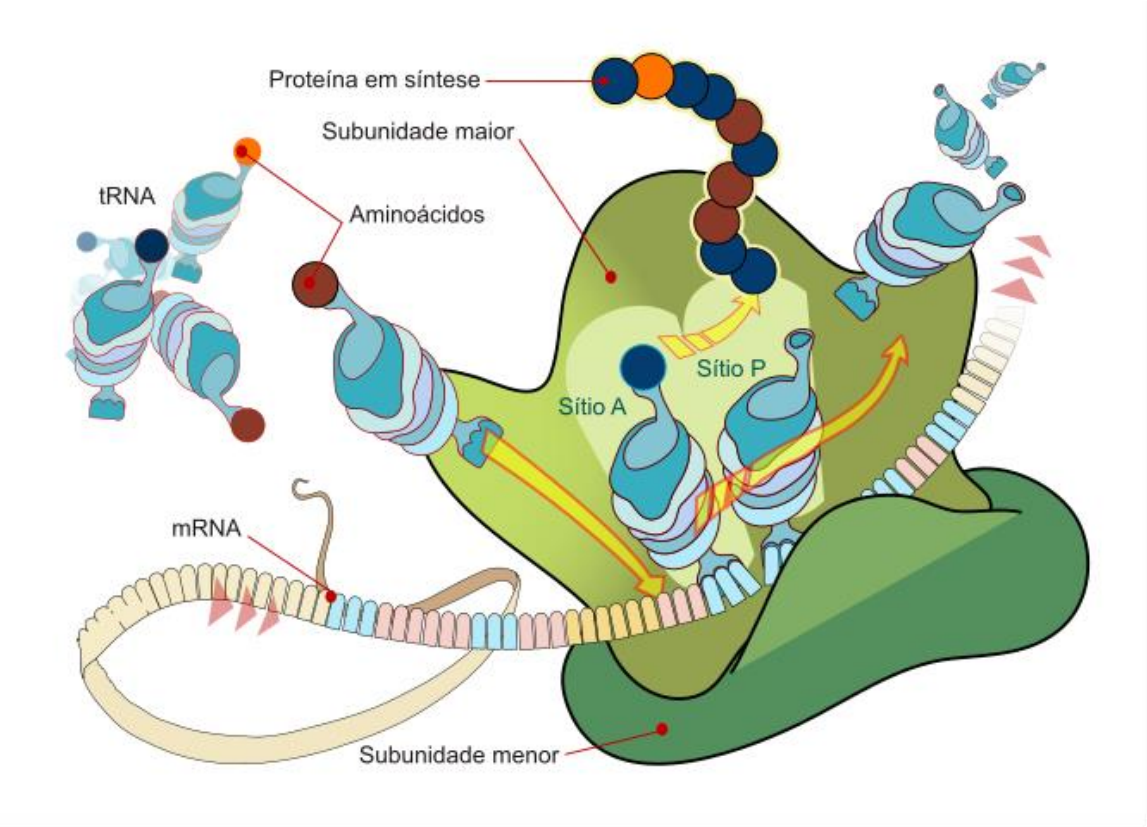


Figura 14: um ribossomo em processo de síntese de proteína. Veja que ele apresenta uma subunidade maior e uma menor. Os RNAs transportadores (tRNA) carregam os aminoácidos que irão formar as proteínas. Eles então foram pares com as bases codificantes do RNA mensageiro (mRNA) que está sendo "lido" pelo ribossomo. A este processo chamamos de tradução. Fonte https://commons.wikimedia.org.

4.2.1.3– 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 15).

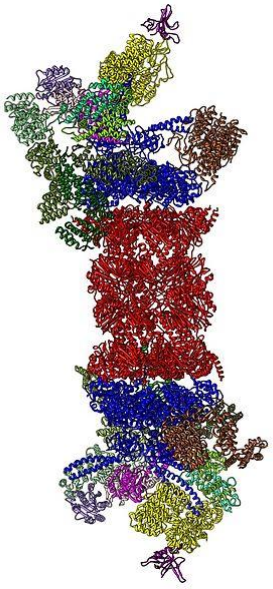


Figura 15: a estrutura molecular de um proteassomo. Fonte https://commons.wikimedia.org.

4.2.2 Organelas Membranosas

4.2.2.1– 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 16). 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).**

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

Já o **retículo endoplasmático rugoso ou granular** (figura 17), também denominado **ergastoplasma**, tem como função principal a **síntese, modificação (*e.g*. glicosilação) 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 REG são acondicionadas em vesículas transportadoras liberadas nas extremidades das cisternas, seguindo então para o **complexo de Golgi.**

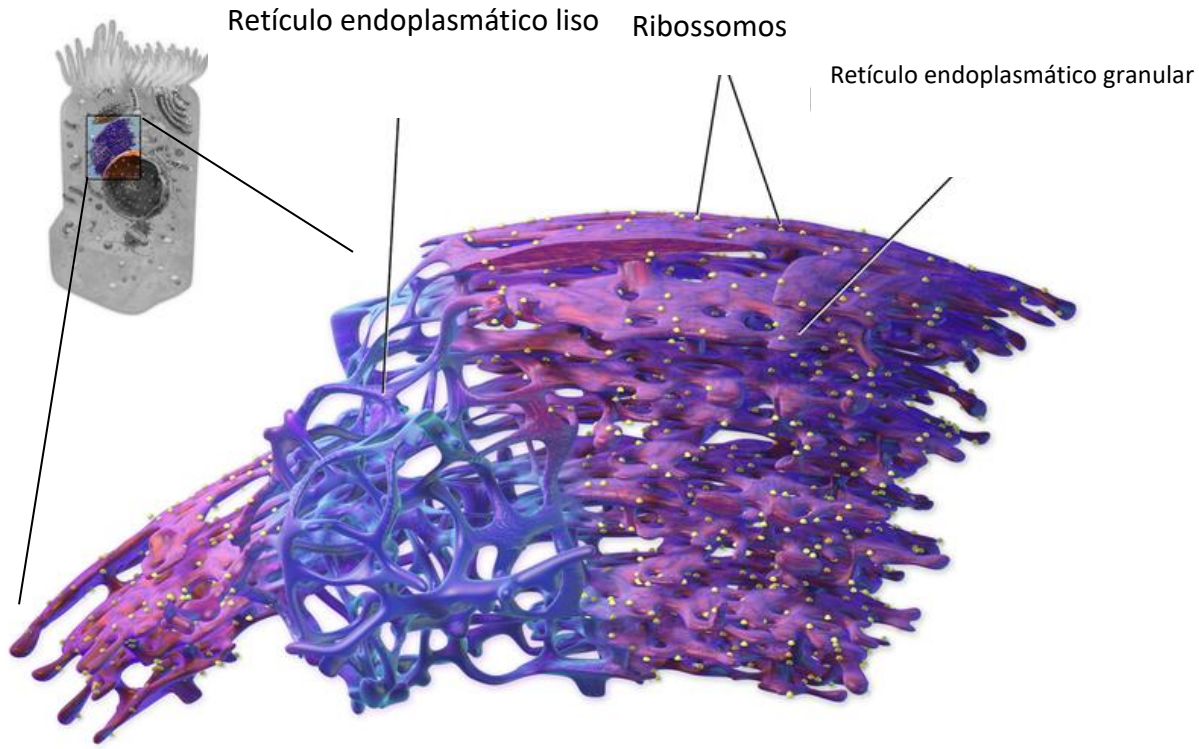


Figura 16: A associação dos retículos endoplasmáticos; sua organização continua a partir da membrana nuclear. Modificado de Blausen.com staff (2014), em "Medical Gallery of Blausen Medical 2014".

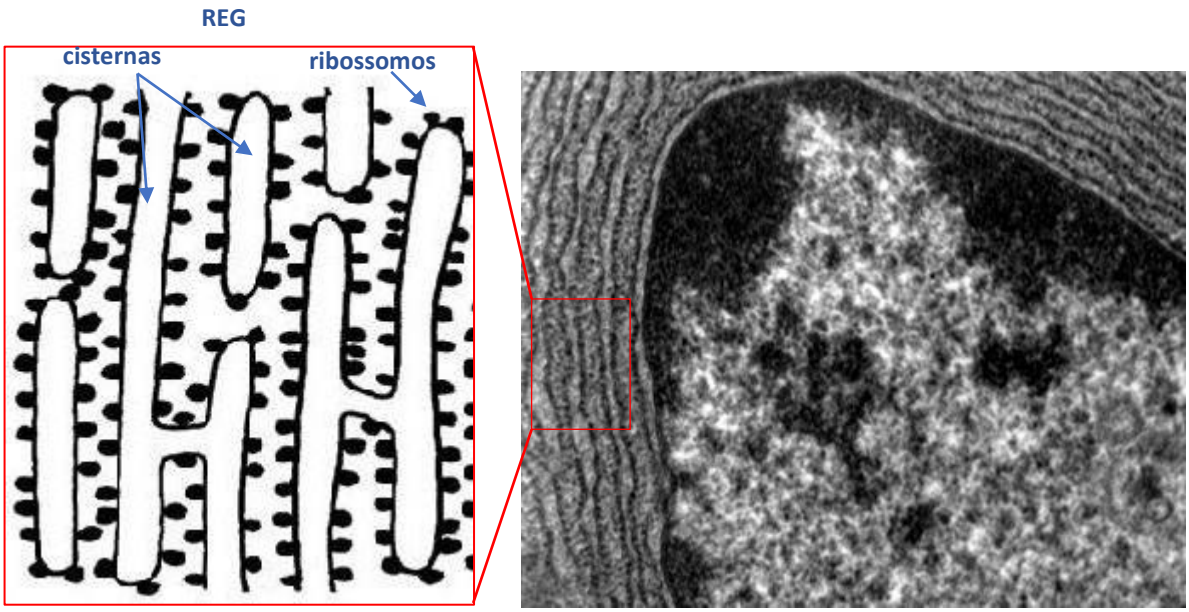


Figura 17: uma fotomicrografia de microscopia eletronica de célula pancreatica, mostrando o núcleo da célula e ao seu redor o Retículo Endoplasmático Granular (REG). Em detalhe um esquema mostrando as cisternas e os ribossomos associados à membrana. Modificado de Fonte: **http://remf.dartmouth.edu/imagesindex.html.** *Autor Louisa Howard.*

4.2.2.2 – 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 18), que são denominados **cisternas**. Está envolvida na **secreção de proteínas e glicoproteínas produzidas no retículo endoplasmático granular, como hormônios peptídicos 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**.

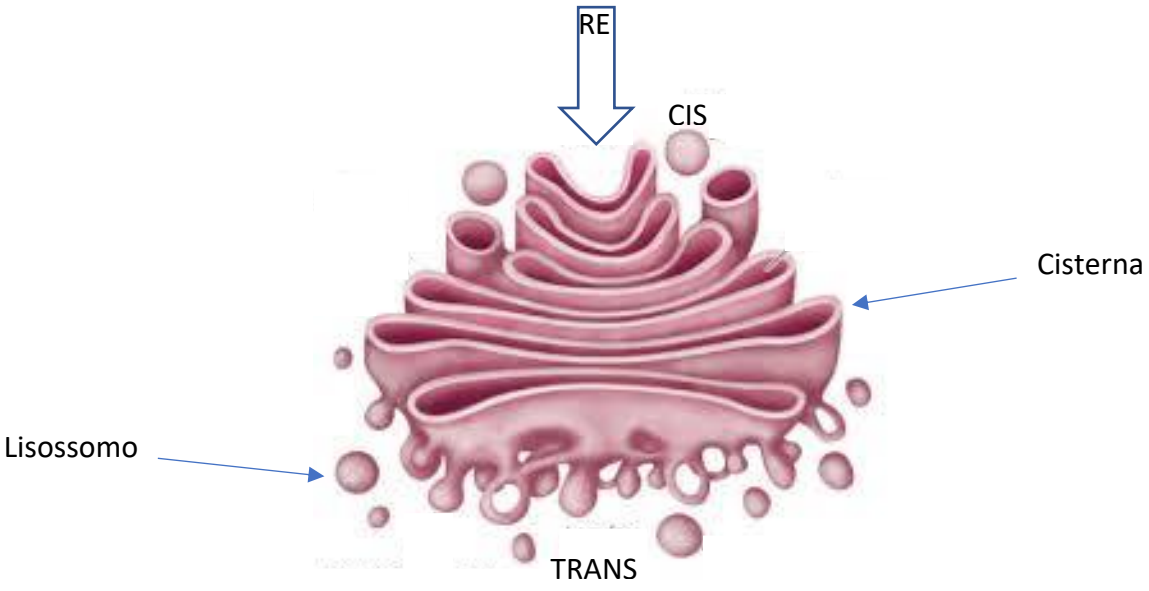


Figura 18: o formato do complexo de Golgi. A seta acima indica movimento de vesículas vindas do Retículo endoplasmático. Fonte 2008 Encyclopedia Britannica ,INC, disponível em https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Golgi_apparatus.jpg.

4.2.2.3 – 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**. Especificamente o processo de autólise é resultado **da ruptura da membrana lisossômica** e subsequente liberação das enzimas digestivas do interior do lisossomo para o citosol, promovendo assim a digestão da parte orgânica da célula e, consequentemente, a sua destruição.

4.2.2.4– Peroxissomos

Os peroxissomos são **vesículas** de membrana simples que se originam a **partir de outros peroxissomos**. 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**.

4.2.2.5 – 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***". 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 19). Na **membrana**

interna estão as **proteínas responsáveis pela produção dos compostos que fornecem a energia da célula, o ATP, por meio da cadeia respiratória (fosforilação oxidativa)**.

A presença destas duas membranas faz com que dois espaços se formem dentro da organela: a **matriz mitocondrial** e **o espaço intermediário**. O **espaço intermediário** está localizado 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 ou lipídios).

A**s 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 e outras características que os pesquisadores acreditam que a mitocôndria (e os cloroplastos) **tenha evoluído a partir de procariontes que foram internalizados por células primitivas**. 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 (endo = interno, dentro; simbiose = interação na qual duas espécies vivem juntas)**. Resumindo, temos em um passado muito remoto um **ser procarionte** e de **respiração aeróbia** que foi internalizado por **endocitose** a uma **célula primitiva** que respirava anaerobicamente, gerando uma **célula 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 e para identificação de pessoas.

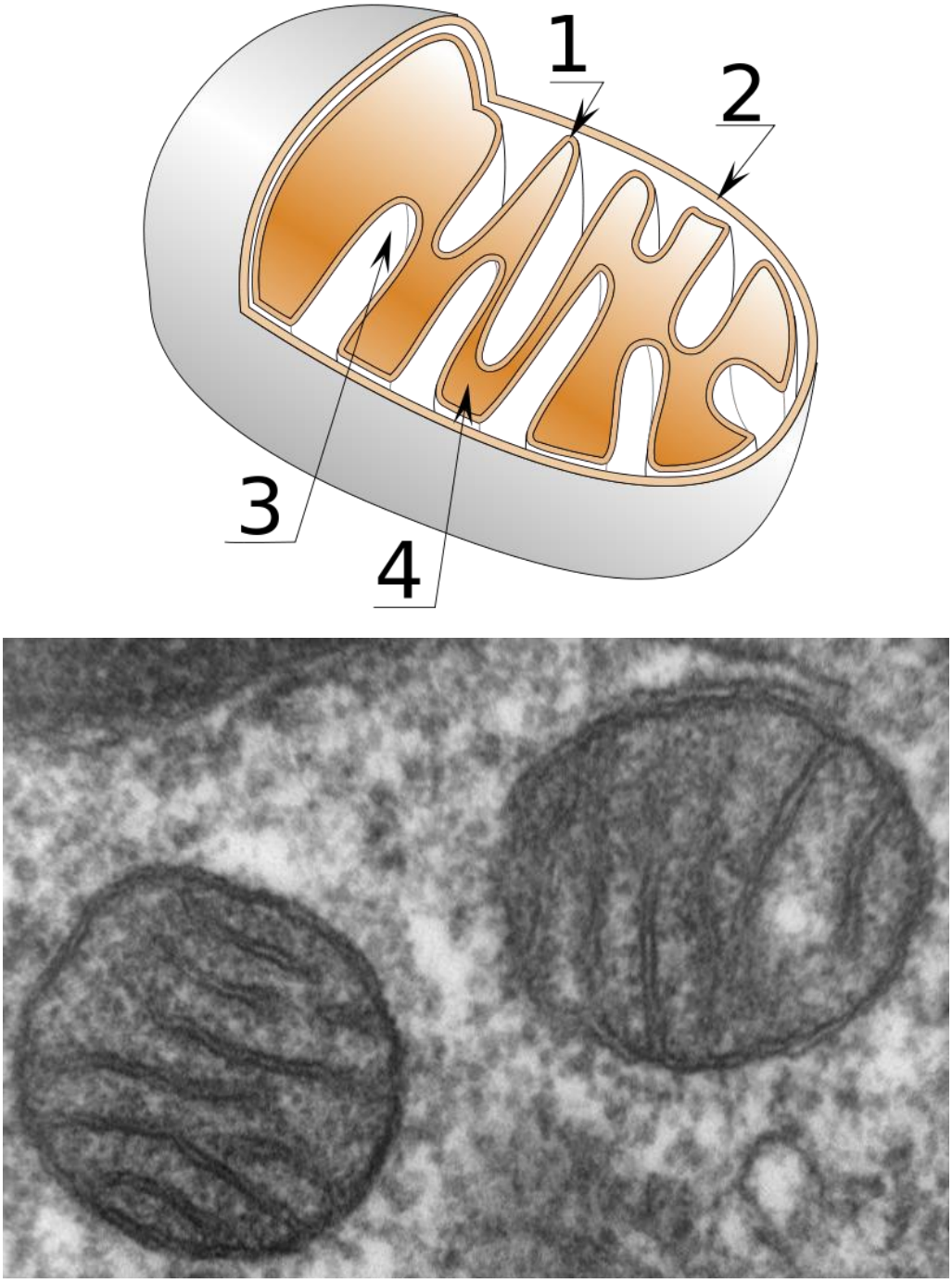


Figura 19: Acima – um esquema de uma mitocôndria mostrando: 1. Membrana interna formando uma crista; 2. A membrana externa; 3. O espaço intermediário; 4. A matriz. Abaixo – uma microfotografia de microscópio de varredura mostrando duas mitocôndrias. Fonte: Louisa Howard em http://remf.dartmouth.edu/imagesindex.html.

4.2.2.6– O Núcleo Celular

O núcleo é um **compartimento da célula onde se encontra acondicionado o DNA**. O DNA não se encontra livre no suco nuclear, 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 **carioteca** ou **envoltório nuclear** (figura 20).

Quando observamos um núcleo, 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.

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.

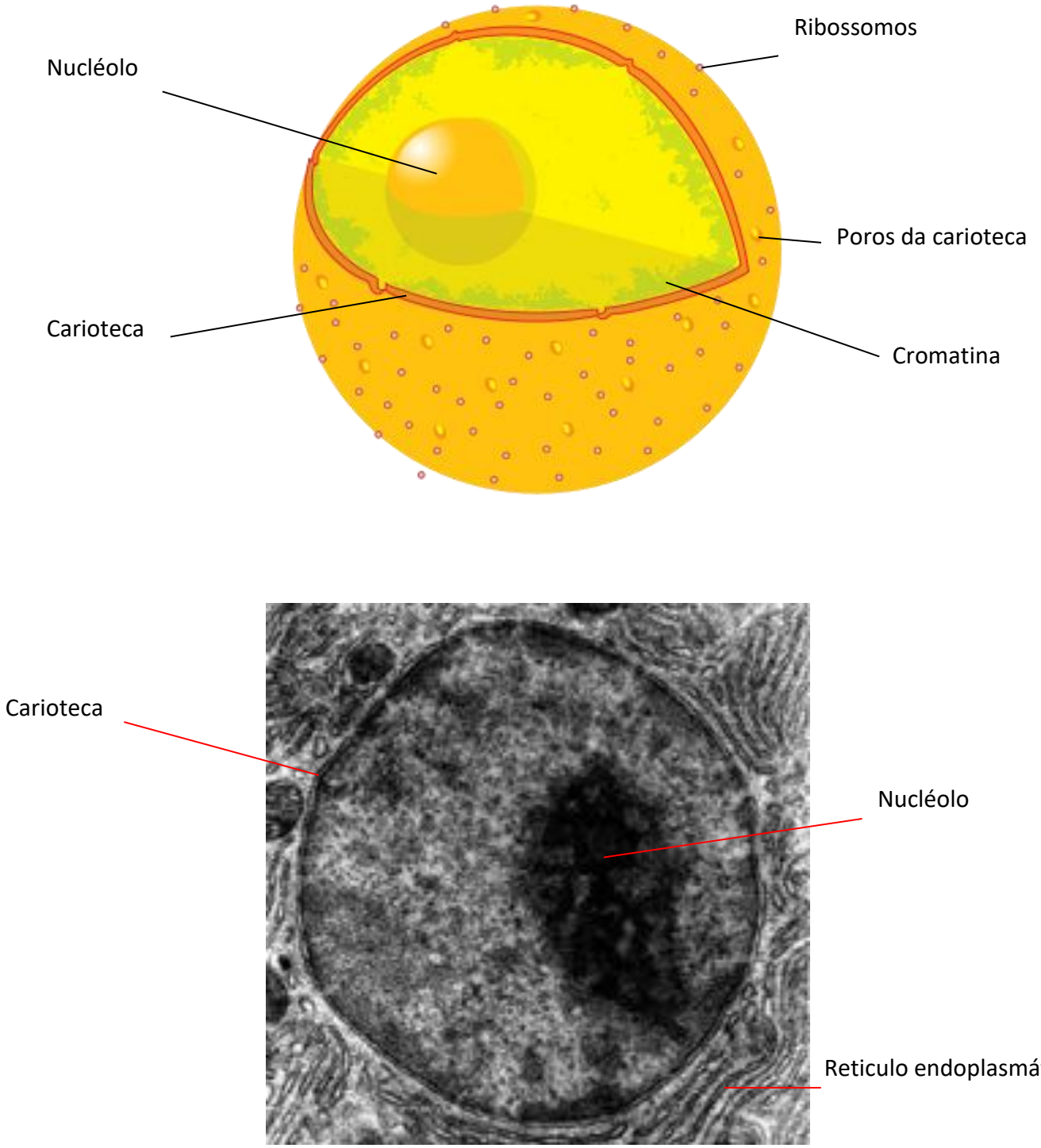


Figura 20: Acima – esquema de um núcleo celular com seus componentes. Abaixo – uma fotomicrografia de um núcleo celular. Fonte: https://commons.wikimedia.org.

5 – Divisão Celular - Mitose

Algumas células podem se dividir num **processo** chamado **mitose**. 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. Oras, se estamos falando de uma divisão celular na qual deveremos formar células filhas que funcionem como as células parentais, devemos concordar que o material essencial para o funcionamento da célula, **o DNA**, também seja dividido. Algumas organelas como mitocôndrias, cloroplastos e centríolos também se dividem antes da divisão completa das células.

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 célula, gerando uma **cópia idêntica do seu genoma**. Para os humanos, isso significa que todos os **46 cromossomos** serão duplicados, mantendo-se unidos até a separação ao final do ciclo. 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 centrossomos próximos ao núcleo**, que mais à frente no ciclo celular, irão ajudar a formar o **fuso mitótico (um grupo de filamentos proteicos que organiza os cromossomos)**. Conforme o ciclo celular progride, os **centrossomos se afastam em direções opostas** e para diferentes polos da célula,

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

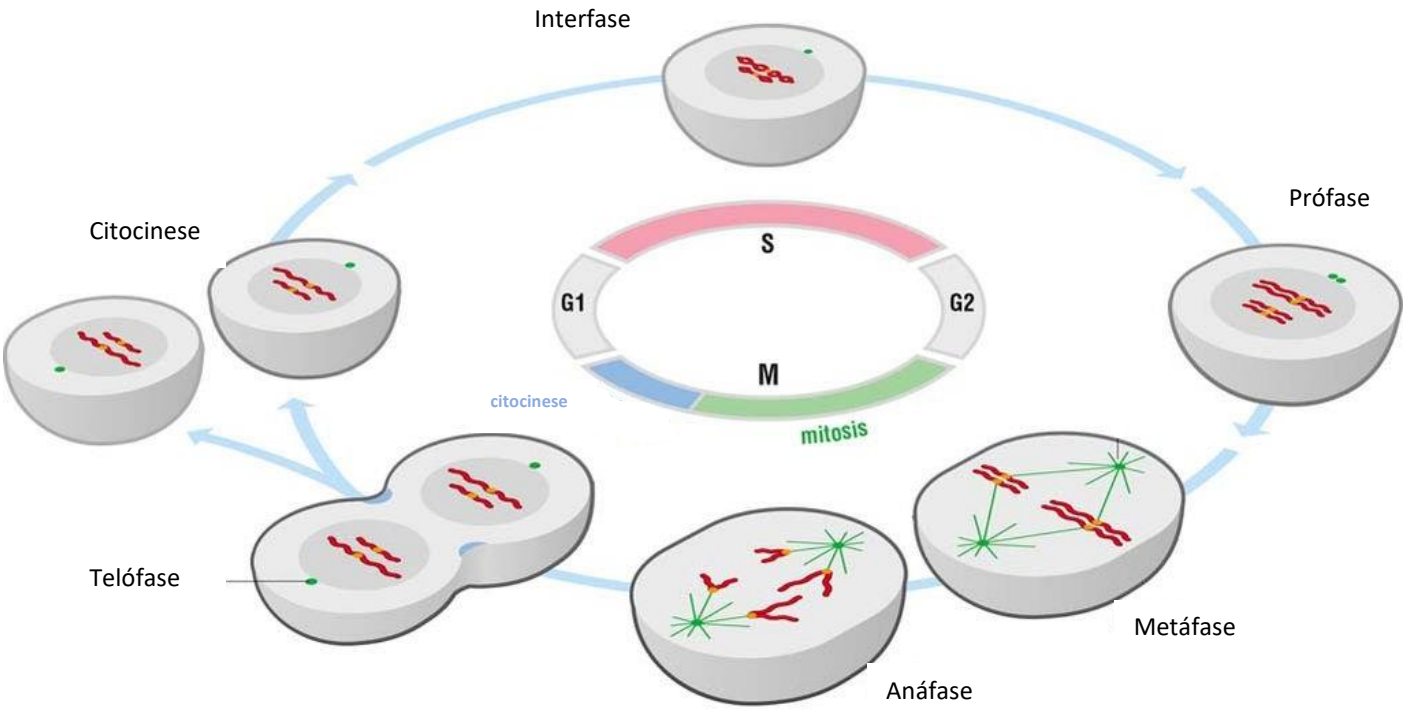


Figura 21: um resumo das fases do ciclo celular. Modificado. Fonte The Cell Cycle: Principles of control (O'Morgan, D.).

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.

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. 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 à região onde estão os cromossomos duplicados.

Na **prometáfase**, 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 22: célula de alho em prófase. Fonte https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Prophase#/media/File:Allium-Mitose06-DM100x_BL28.jpg. Autor Thomas Geier.

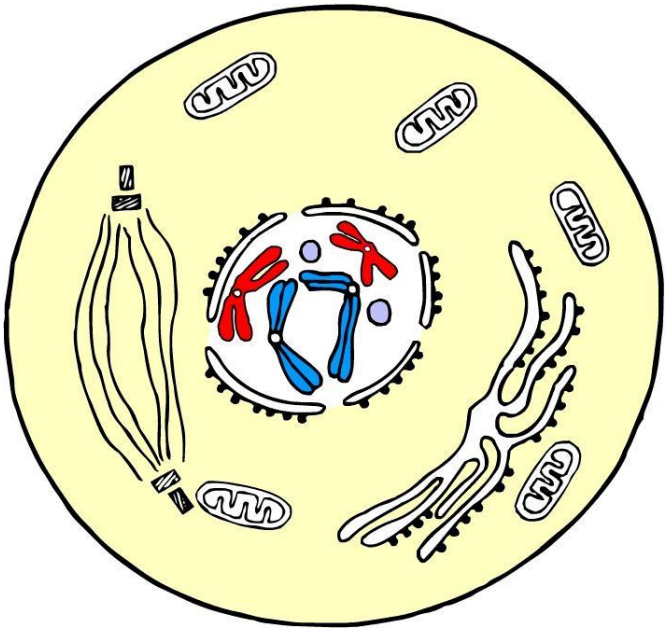


Figura 23: Esquema de uma célula em prófase. Repare nos cromossomos já duplicados no interior do núcleo e na formação das fibras que irão compor o fuso mitótico à esquerda do núcleo. Fonte https://commons.wikimedia.org.

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, formando a placa **metafásica**.

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

Esta é a melhor fase do ciclo celular para se gerar um **cariótipo**! O grau máximo de condensação dos cromossomos faz com que eles adquiram o **formato da letra "X"** bastante evidente. Cada par de pernas desta letra forma **uma cromátide**. A porção central que liga as cromátides (o meio do "X") é o **centrômero**.

> 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.

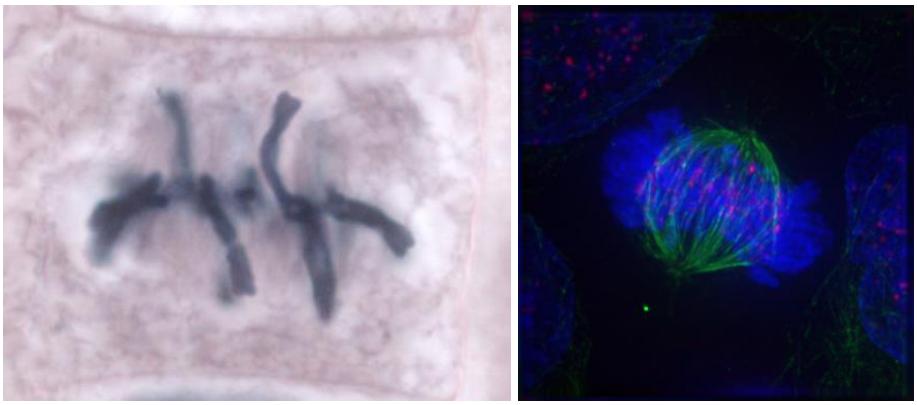


Figura 24: duas células em metáfase. À esquerda, célula de alho, foto de Thomas Geier. À direita célula em metáfase em microscopia confocal, autor Roy Van Heesbeen.

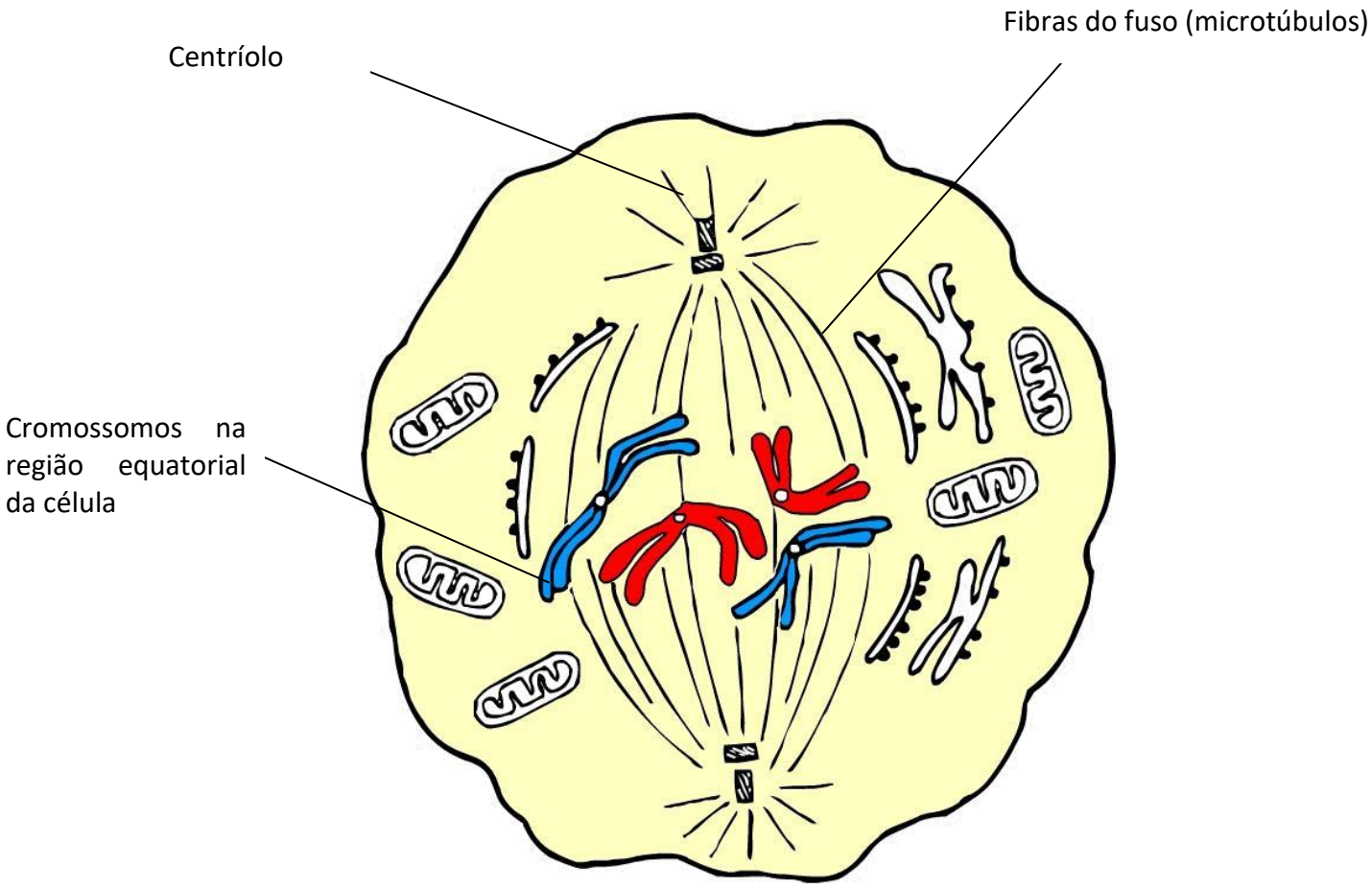


Figura 25: esquema de célula em metáfase. Note que os cromossomos estão na região equatorial da célula em maior grau de condensação.

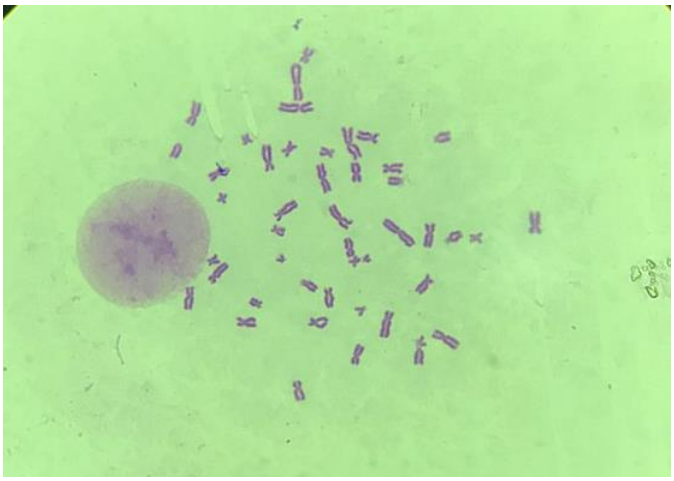


Figura 26: cromossomos metafásicos espalhados, possibilitando análise. Nesta fase há maior grau de condensação e os cromossomos apresentam um claro formato de "X". Fonte https://commons.wikimedia.org.

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**. Esta separação se dá pelo **encurtamento dos microtúbulos** que formam o fuso e que se ligam nos cinetócoros dos cromossomos e pelo afastamento dos polos do fuso mitótico (onde estão os centríolos). Os cromossomos serão então **puxados** (pelo centro do "X") em direção aos polos da célula, onde estão os centrossomos. Haverá ainda, quebra proteolítica das **coesinas**, proteínas que mantém as cromátides unidas, o que ocorrerá praticamente junto com o encurtamento dos microtúbulos.

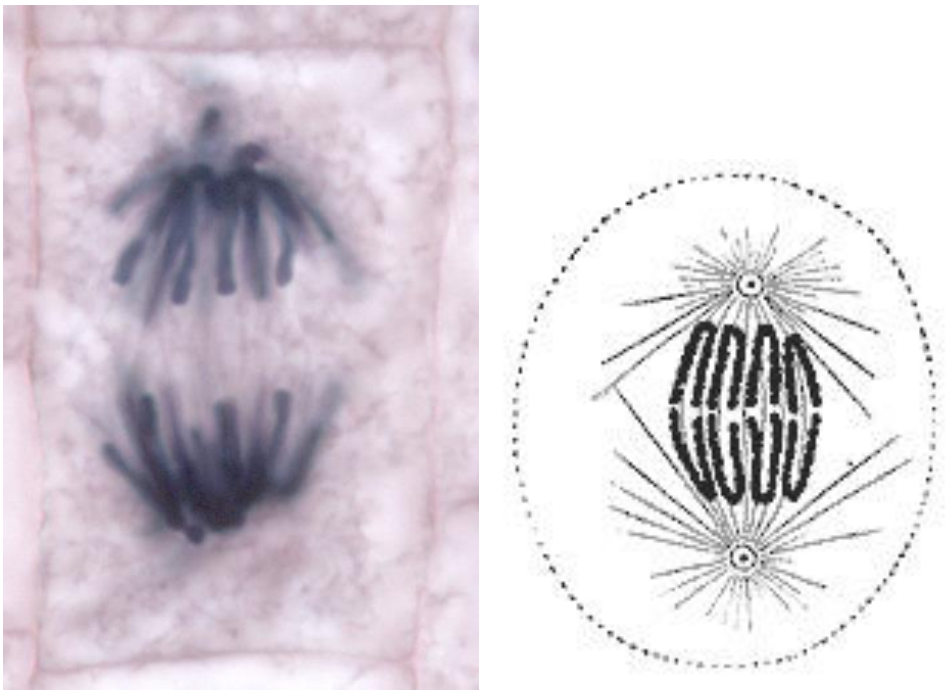


Figura 27: à esquerda uma célula de alho em anáfase (autor Thomas Geier). À direita esquema de célula animal em anáfase. As células de vegetais superiores não têm centríolos. Fonte https://commons.wikimedia.org.

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).

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

Na citocinese, ocorre a distribuição das organelas membranosas entre as células filhas.

Pode ocorrer mitose sem que haja separação das células filhas, ou seja, sem citocinese. Isso pode gerar células multinucleadas, como em trofoblastos, células musculares cardíacas e hepatócitos.

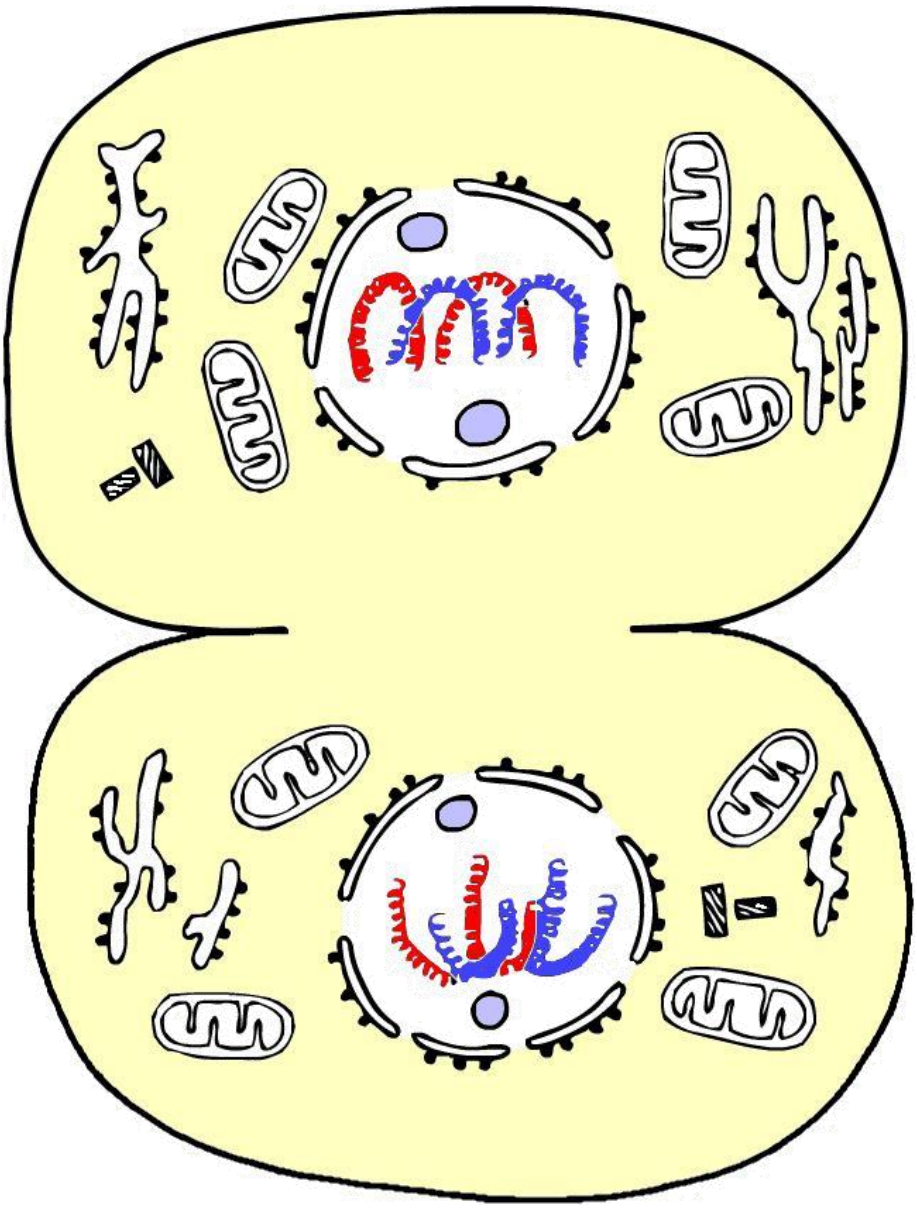


Figura 28: esquema de célula em telófase. Note os cromossomos descondensando e o núcleo sendo recomposto. Fonte https://commons.wikimedia.org.

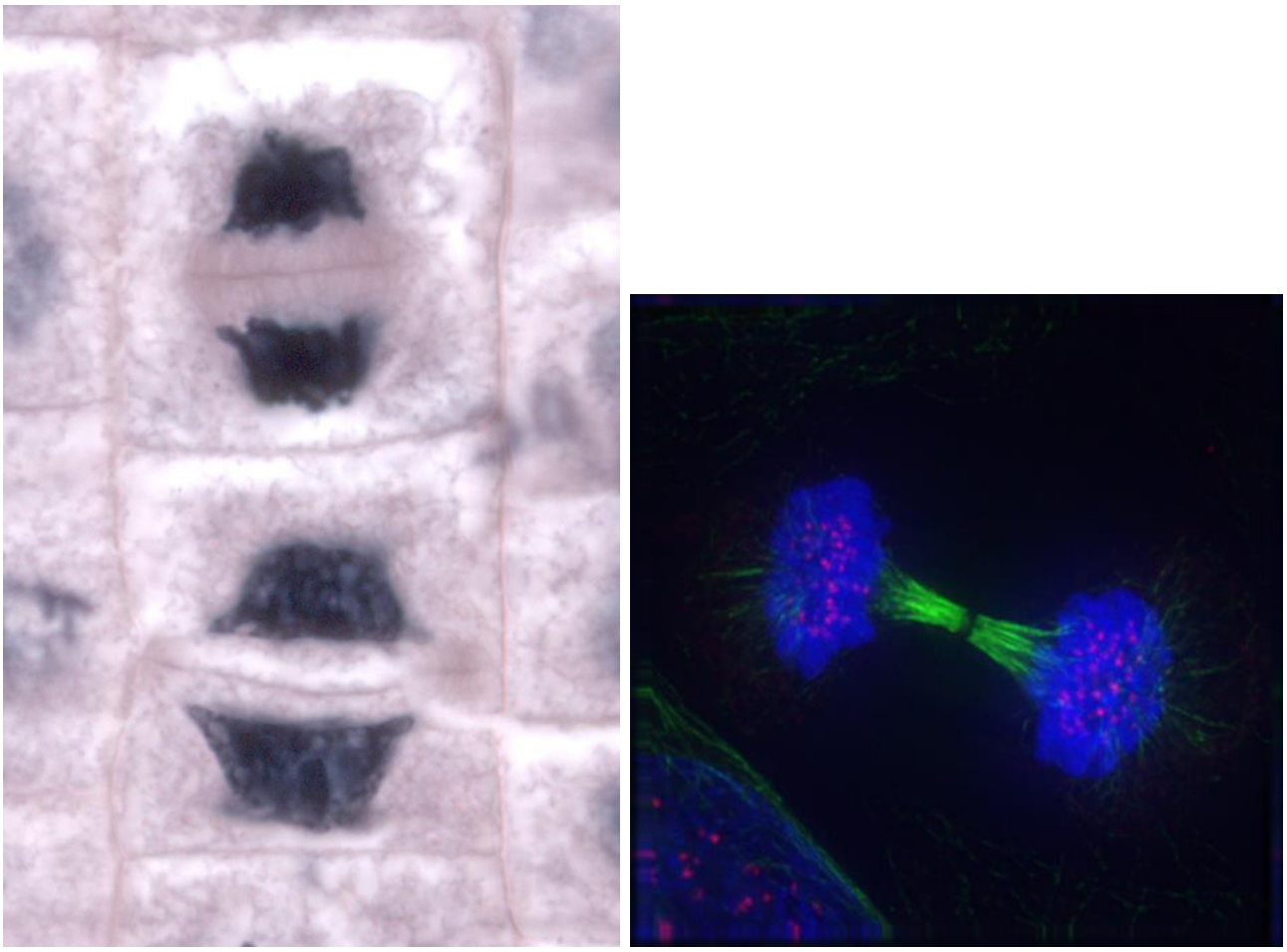


Figura 29: à esquerda, duas células vegetais de alho em telófase. Note que a parede celular e o citoplasma, diferente da célula animal, se formam de dentro para fora da célula (forma centrífuga). À direita uma fotomicrografia de microscopia confocal, na qual vemos célula em telófase. Fonte https://commons.wikimedia.org.

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 última 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** **tel**efonar. Temos aqui os prefixos gregos que dão nome às fases da mitose organizados de forma perfeita! **Pro** fase, **Meta** fase, **Ana** fase, **Tel**o fase. Basta adicionar a **Interfase antes de tudo e a ProMetáfase entre a Prófase e a Metáfase**.

RESUMO DA MITOSE

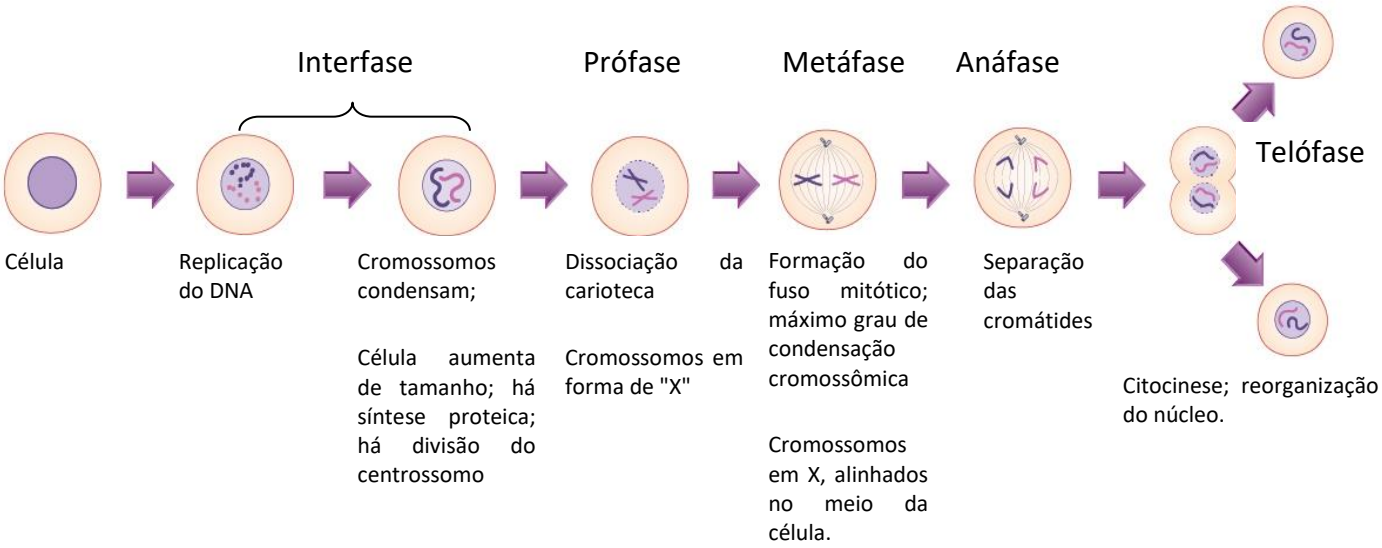


Figura 30: Resumo das fases da mitose. Fonte: wikicommons.

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. Nos animais, células germinativas incluem os óvulos (feminino) e espermatozoides (masculino).** Fato é que **a meiose reduz a ploidia da célula mãe pela metade**, o que lhe traz a denominação de divisão **reducional**. 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, somos 2n) nas células somáticas (*soma* = corpo)**. O nosso genoma é 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**, 23 de cada tipo. A essa condição chamamos de **diploidia (prefixo *di* = dois)**. Estes cromossomos homólogos apresentam as sequências de DNA semelhantes, **não idênticas!**

Veja que 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. Assim, quando ocorre a fecundação, nossa quantidade de DNA, típica de nossa espécie, volta ao "normal". A evolução favoreceu este tipo de dinâmica reprodutiva, de forma que muitos dos animais e vegetais têm a maior parte de seu ciclo de vida diploide e uma fase breve haploide, em geral utilizada somente para a reprodução.

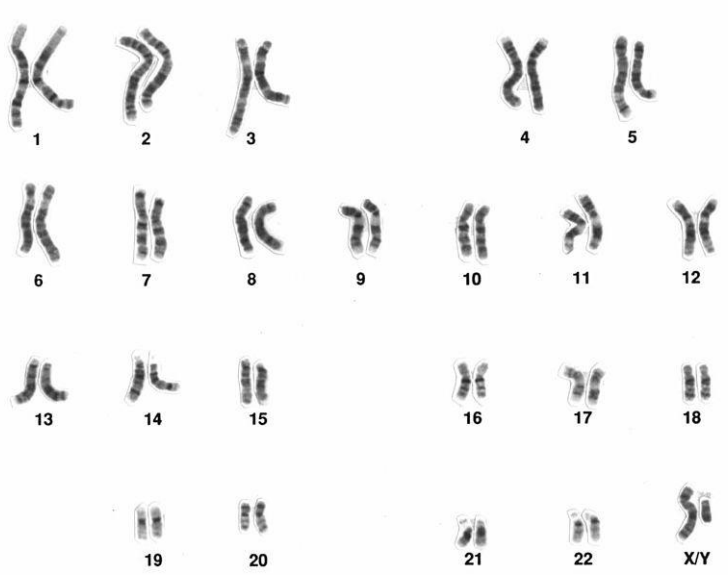


Figura 31: um cariótipo humano com os 46 cromossomos (2n), organizados em 23 pares de homólogos. Fonte National Human Genome Research Inst.

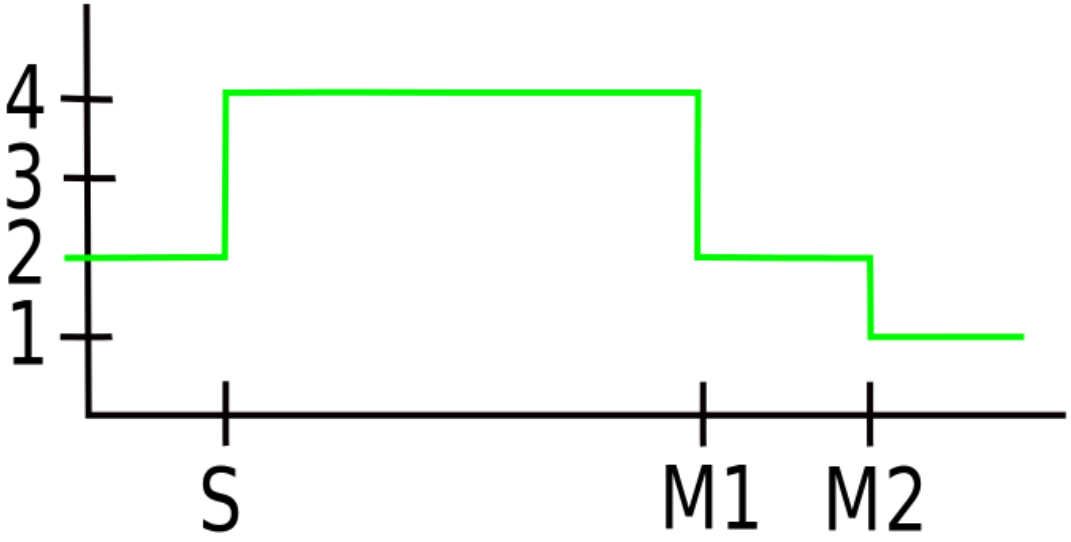


Figura 32: gráfico da quantidade de DNA em uma célula em processo de meiose. A quantidade de DNA dobra na fase S, quando há duplicação dos 46 cromossomos que as células humanas têm. Na primeira divisão (M1) haverá separação dos cromossomos homólogos, sendo reduzida pela metade essa quantidade de DNA. 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**.

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 complexa e longa fase da meiose**, podendo ocupar até 90% do tempo que a célula levará para se dividir e podendo durar dias ou anos. 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, esta última, somente no final desta fase**.

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**.

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***.

Se analisarmos o processo meiótico como um todo, verificaremos que os 46 cromossomos de nossa espécie, em combinações aleatórias, poderiam gerar cerca de 8.400.000 gametas diferentes, pelo simples fato de que os cromossomos serão aleatoriamente divididos nas células filhas. O processo de **crossing over** aumenta ainda mais a geração de variabilidade. Estes processos somados promovem a **variabilidade genética** tão importante para evolução das espécies.

Todo este 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**: inicia-se a formação de **uma conexão física entre os homólogos**. 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 as sinapses.**

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**.

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. Haverá **separação dos cromossomos homólogos para os polos da célula**. Ou seja, os cromossomos homólogos que estavam pareados serão, na próxima fase, separados um do outro, mas não terão as cromátides divididas!

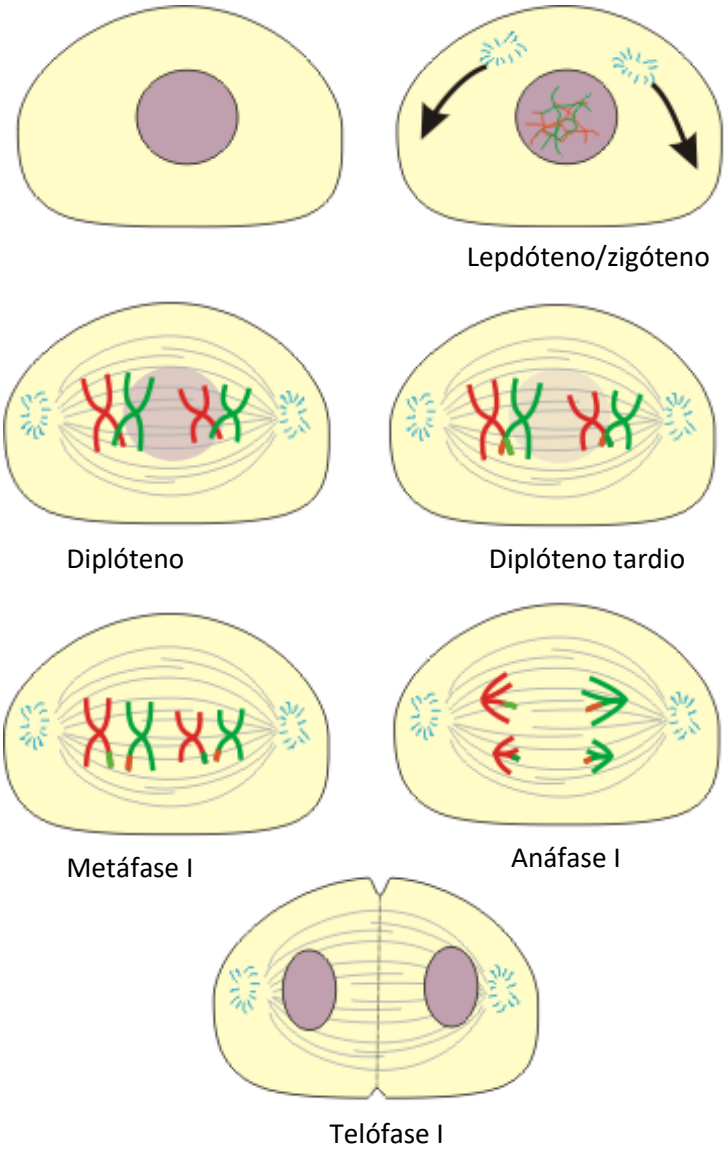
6.1.3 – Anáfase I

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 abaixo, temos um resumo da primeira fase da meiose.



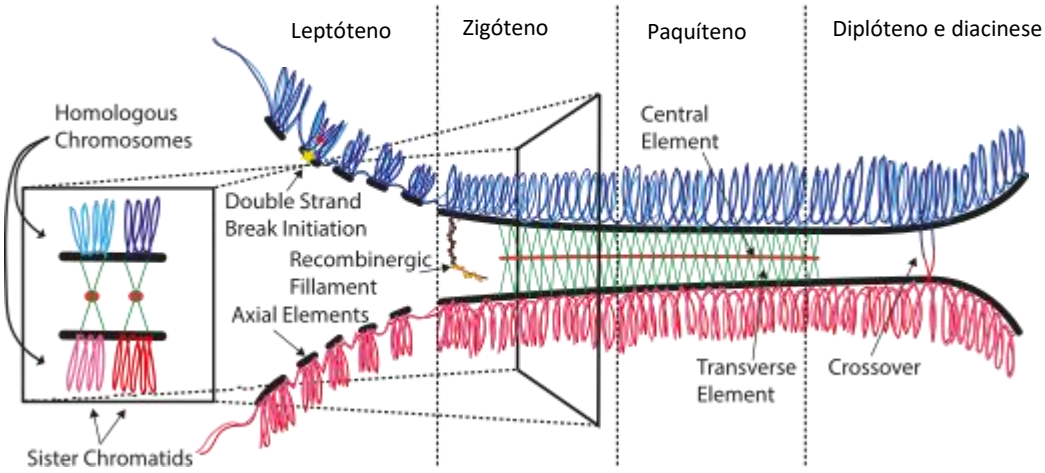


Figura 33: Acima - a meiose I e suas fases (Modificado do original de Frank Boumphrey.Abaixo - as cinco fases da profase I). No paquíteno podemos visualizar o complexo sinaptonêmico.(Fonte: Daniel Wells2020, em **https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:8c1f75a8-ecc3-4ffe-b01f-d2e92c75e66c).**

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 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**.

As figuras abaixo mostram um resumo da segunda fase da meiose.

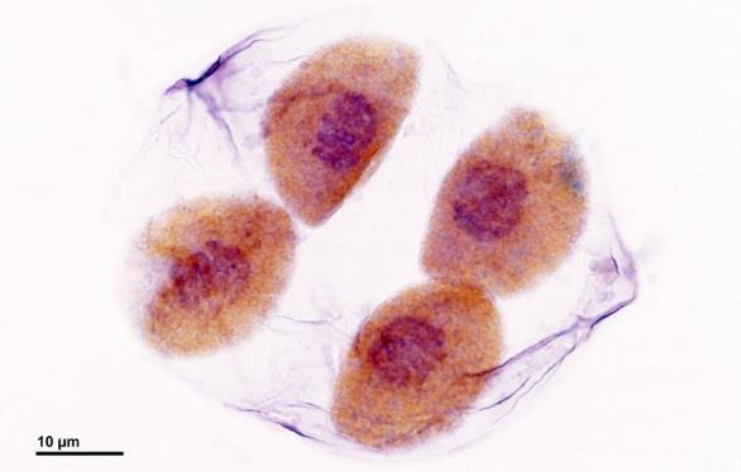


Figura 34: Quatro células filhas depois de uma meiose. Autor Dr. Josef Reischig

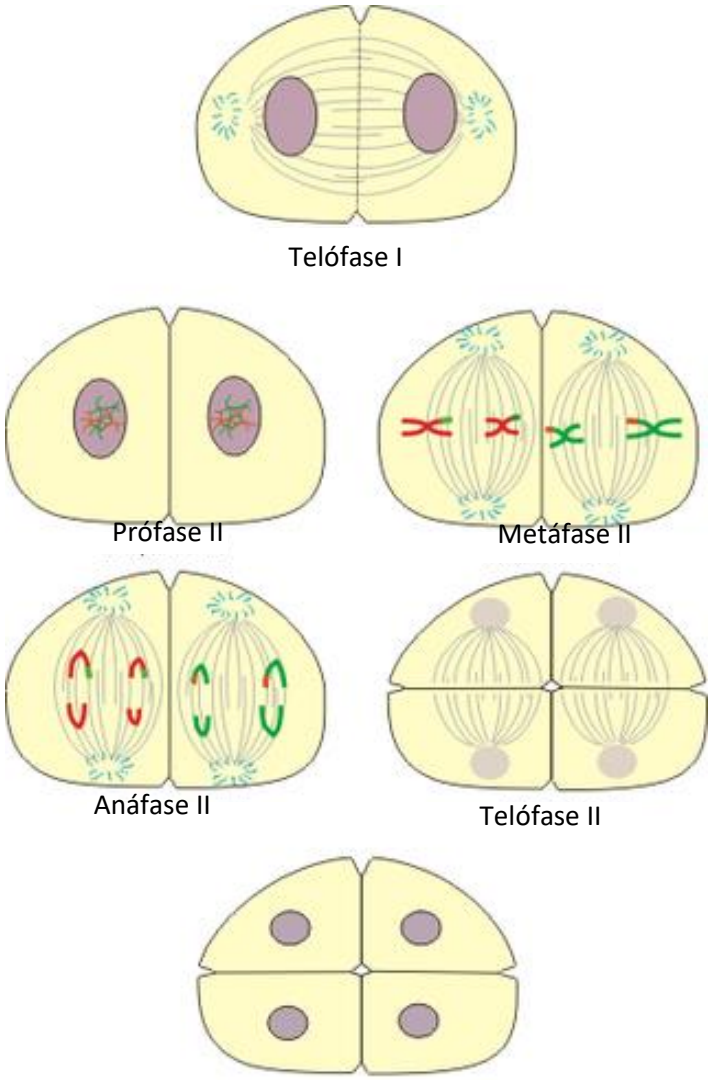


Figura 35: esquema mostrando a segunda divisão da meiose (meiose II), iniciando a partir da fase final da meiose I. Modificado do original de Frank Boumphrey.

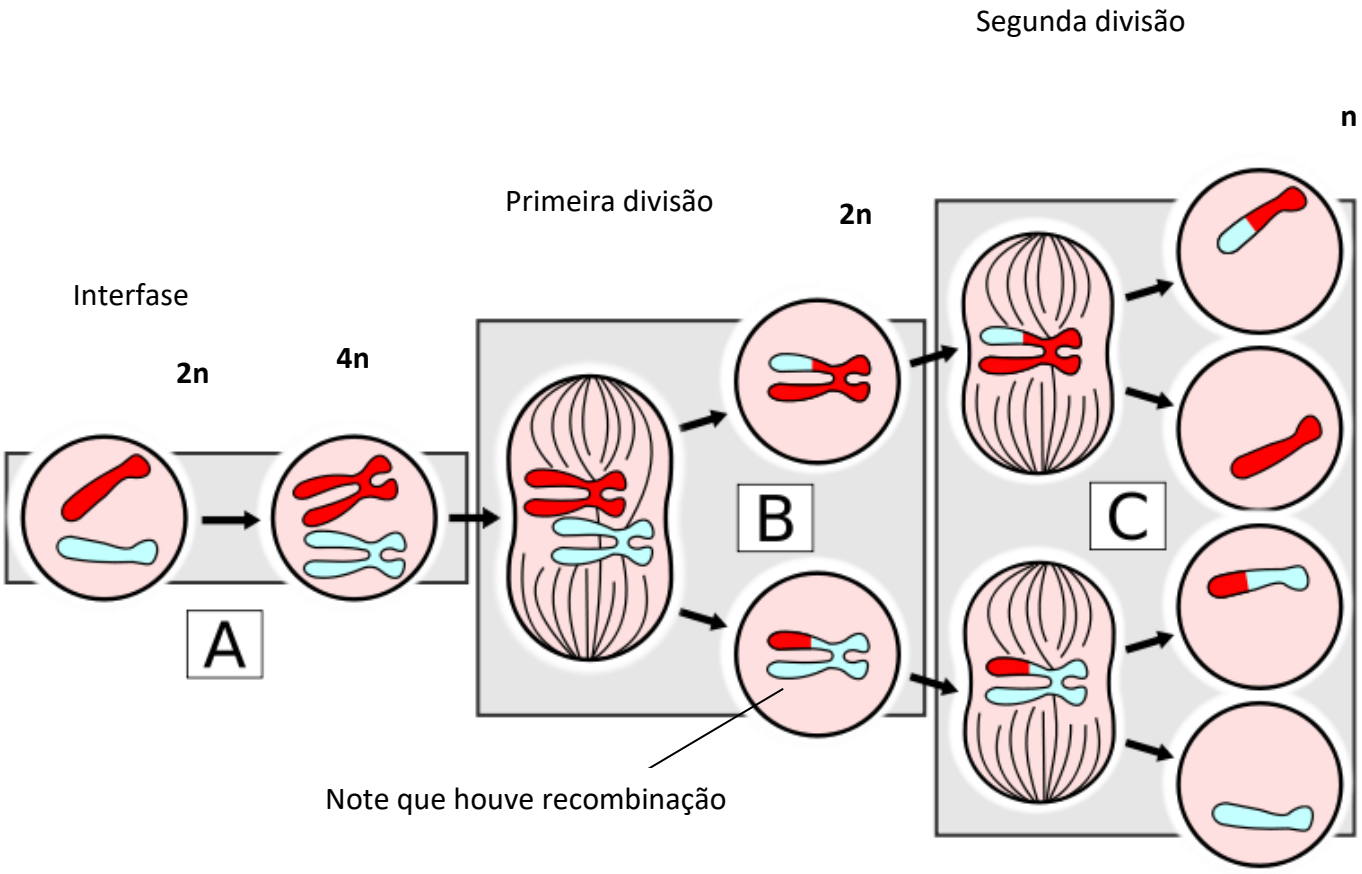


Figura 36: Esquema mostra uma célula que contém apenas dois cromossomos homólogos (um azul e um vermelho) na sua constituição genética. A fase A e B correspondem a interfase e à primeira divisão da meiose, quando ocorre separação dos cromossomos homólogos. A parte B mostrada no esquema mostra as duas 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.

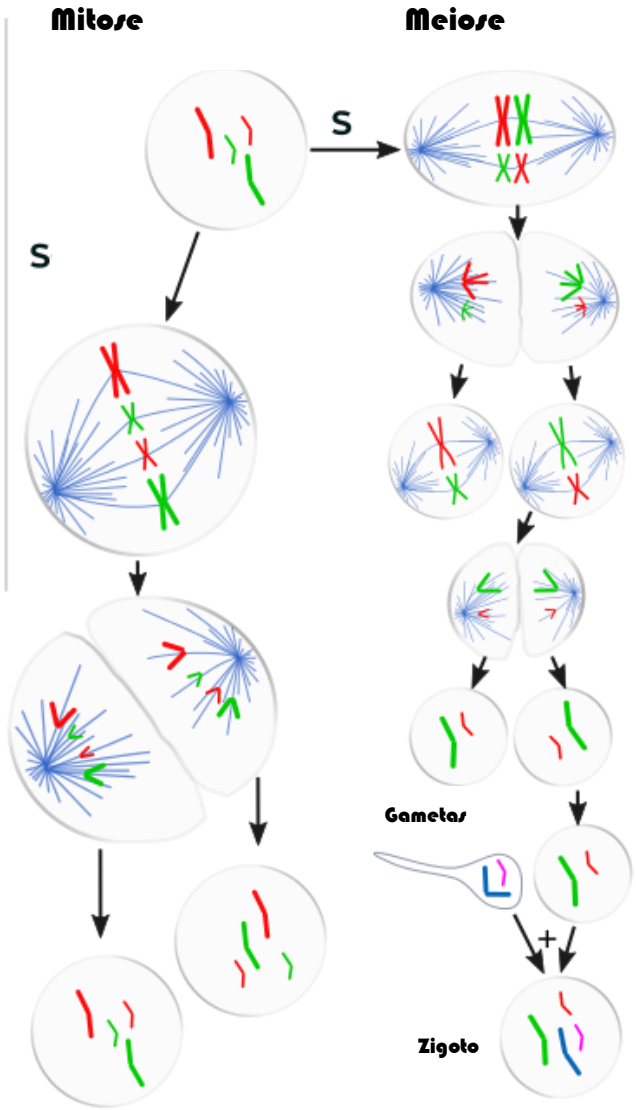


Figura 37: as diferenças entre a meiose e a mitose. Fica claro na figura a divisão dos cromossomos, diferenciando os dois processos. Fonte **https://commons.wikimedia.org**.

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	Células filhas geneticamente diferentes entre si e

entre si	em relação à célula mãe
Cromossomos não sofrem recombinação	Cromossomos sofrem recombinação formando sinapses e quiasmas

7 – A OBTENÇÃO DE ENERGIA PELAS CÉLULAS: RESPIRAÇÃO CELULAR, FERMENTAÇÃO E FOTOSSÍNTESE.

As células respiram! Mas não como "nós"!

O processo típico de respiração depende da entrada de ar nos pulmões, o que é gerado por diferenças de pressão entre o interior do tórax e o meio externo. De fato, o que chamamos comumente de respiração pulmonar deveria ser corretamente chamado de **ventilação pulmonar**. A **respiração celular** ocorre com a **oxidação de compostos gerados a partir da degradação de nutrientes**, resultando na produção de uma molécula que transfere energia química. Essa molécula é necessária para que as reações químicas das células ocorram. Essa molécula é chamada de **ATP**. Esta sigla vem das palavras **ADENOSINA TRI FOSFATO**.

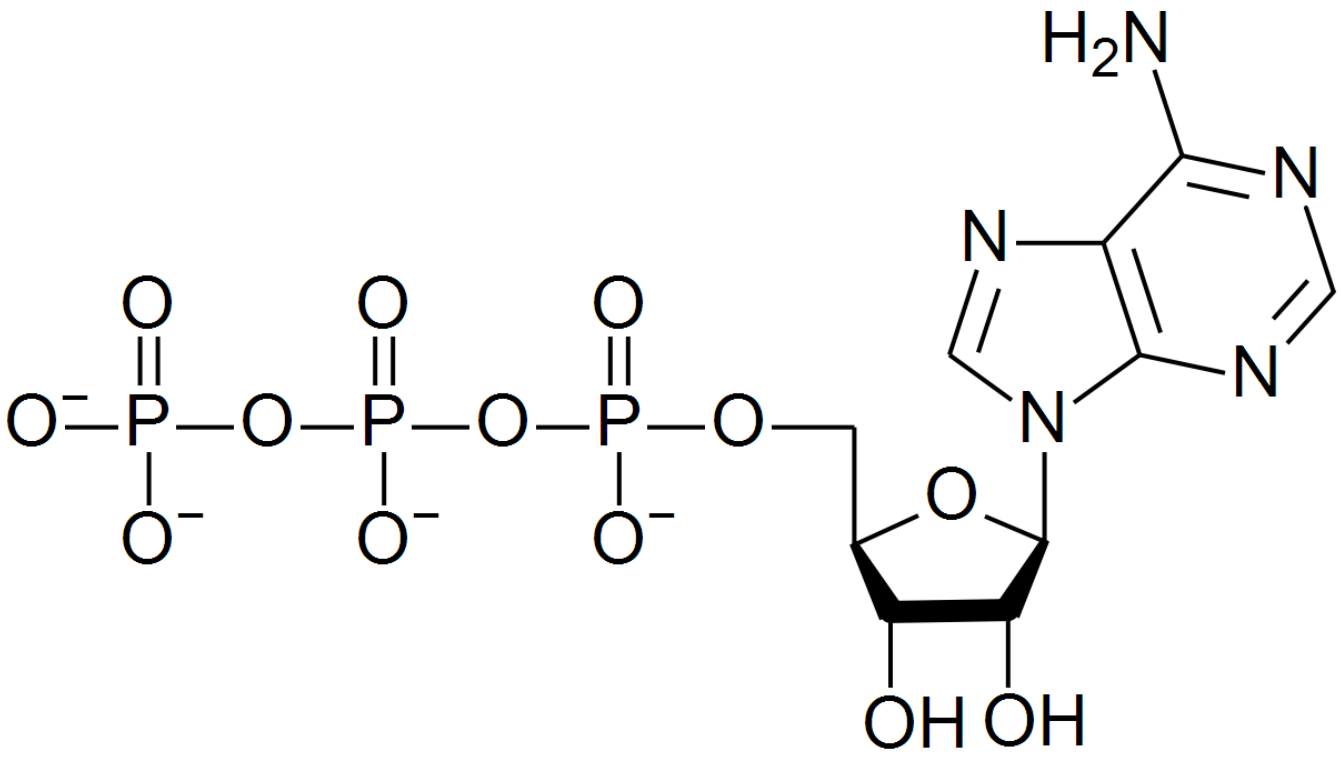


Figura 38: A estrutura química de uma molécula de ATP. À esquerda notamos os três átomos de fósforo (P) ligados a átomos de oxigênio (O). Ao centro notamos o carboidrato (ribose) e na direita encontramos a adenina.

A adenosina é uma molécula formada por uma base nitrogenada (**adenina**; a mesma que forma o DNA) e um **carboidrato** (uma pentose chamada **ribose**; a mesma que forma o RNA). Essa molécula é ligada a **três átomos de fósforo ligados a átomos de oxigênio**, daí o nome **tri fosfato** (figura 38). O que ocorre é que estas ligações de **fosfato** funcionam como verdadeiras **reservas de energia para as células**, de forma que podemos fazer uma analogia com as **moedas que utilizamos no dia a dia**. Assim, quando nos alimentamos, algumas moléculas presentes nos alimentos são **digeridas (ou quebradas quimicamente)** e sua energia é trocada nas células por energia na forma de **ATP**, as "moedas" que serão utilizadas nas reações bioquímicas que compõem nosso metabolismo.

Quando a célula necessita de realizar alguma reação que **demande energia, ela usa ATP**. Exemplo: quando você **contrai algum músculo**, é essa molécula que possibilita que as proteínas das células musculares se liguem umas às outras e de desliguem depois.

O processo de **respiração celular**, portanto, é a **geração de ATP a partir de nutrientes**. O mais comum nutriente utilizado para esta finalidade é a **glicose, um carboidrato (açúcar).** Entretanto, aminoácidos e lipídios também são utilizados na síntese do **ATP**.

A respiração celular pode ocorrer tanto **na presença como na ausência de oxigênio**. No primeiro caso, ocorre **o processo aeróbio,** que gera mais energia - maior quantidade de ATP. No segundo, ocorre o **processo anaeróbio** (sem oxigênio), que gera menos energia do que o primeiro.

7.1 – A respiração aeróbia

Este processo gera uma **grande quantidade de ATP** para a célula. Ele consiste na oxidação de compostos gerados a partir da degradação de nutrientes, utilizando o **gás oxigênio** como agente oxidante. O oxigênio funciona como receptor final de **elétrons** que serão **"removidos"** dos elementos químicos contidos nos alimentos. Estas reações geram **água, gás carbônico e energia** que será armazenada pela célula na forma de ATP.

O gás oxigênio que participa deste processo é obtido por meio da respiração pulmonar. Os compostos que serão oxidados por este gás são resultantes da oxidação de carboidratos (glicose), aminoácidos e ácidos graxos obtidos na nossa alimentação, ou resultantes da utilização de reservas energéticas do próprio corpo (triglicérides, nossas gorduras).

Há **três importantes vias metabólicas** que devem ser conhecidas para o entendimento de como as células respiram, ou seja, como elas produzem ATP. A primeira é chamada **de fosforilação oxidativa.** Ela ocorre na **mitocôndria**. Tem como reagentes moléculas chamadas coenzimas, que são verdadeiros transportadores de elétrons retirados dos nutrientes. São elas **Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo (NAD) e Flavina Adenina Dinucleotídeo (FAD)**. Estas moléculas recebem elétrons em outras vias metabólicas e se reduzem. Depois, elas transferem estes elétrons para uma série de proteínas organizadas em cadeia, gerando uma cadeia transportadora de elétrons. A última das proteínas que compõe esta cadeia, transfere os elétrons retirados dos FAD e NAD para o oxigênio formando água. Veremos à frente como este processo gera o ATP. Os NAD e FAD, em grande parte, são reduzidos em reações de uma via cíclica denominada **Ciclo**

do ácido cítrico, ou ciclo de Krebs. Esta via ocorre também no interior da mitocôndria. Ela consiste na oxidação de uma molécula de acetila (um grupo químico que apresenta 2 carbonos na sua estrutura), que se uniu a uma molécula que apresentava 4 carbonos, denominada oxaloacetato. O processo inteiro de oxidação gera energia na forma de GTP, além de NAD e FAD reduzidos. A molécula de acetila, que encabeça esta via metabólica pode ser formada em diversas outras vias. Ela pode ser gerada pela oxidação de ácidos graxos (gorduras), de aminoácidos (que formam proteínas) ou de carboidratos. Esta ultima, na grande maioria dos organismos, ocorre com a oxidação da glicose, em um conjunto de reações chamado de **glicólise**.

Estudaremos estas três vias em detalhes a seguir.

7.1.1 – A Glicólise

O sufixo “lise” significa “quebra”. Logo, **glicólise significa a "quebra" da glicose**. Essa quebra consiste no processo químico de **oxidação desta molécula** e divisão de sua estrutura molecular, gerando no final da reação:

- Duas moléculas de **piruvato (que apresentam 3 carbonos na sua estrutura);**
- Duas moléculas **de ATP;**
- Dois equivalentes reduzidos de **NAD^+**, denominados **NADH.**

Isso ocorre em 10 reações que são catalisadas por enzimas específicas presentes **no citoplasma** das células.

A glicólise ocorre no citoplasma da célula.

As reações da glicólise ocorrem **independentes da presença de oxigênio**.

A glicose tem na sua composição **6 átomos de carbono.** Ela será "quebrada" em **duas moléculas** com três átomos de carbono, que chamamos de **piruvato**. Estas duas moléculas irão então ser transportadas para **dentro da mitocôndria** onde ocorrerá o ciclo do ácido cítrico ou ciclo de Krebs.

Na glicólise, 4 elétrons (e^-) e 2 íons de hidrogênio (H^-) são capturados por duas moléculas da coenzima **NAD^+**, resultando em duas moléculas de **NADH**, a forma reduzida da coenzima. As moléculas de **NADH** irão posteriormente gerar um **potencial químico** no espaço intermediário da mitocôndria. Este potencial será utilizado para gerar energia na forma de ATP, como veremos na fosforilação oxidativa à frente.

Imagine todo esse processo como um processo semelhante a uma combustão. A combustão, ou reação que gera fogo, nada mais é do que uma reação de oxidação. Nela, compostos orgânicos reagem com o gás oxigênio liberando grande quantidade de energia e gerando gás carbônico e vapor de água (entre outros gases). Lembre-se de quando você queima lenha em uma fogueira. A lenha é formada de matéria orgânica, em grande parte, representada por polímeros de glicose: a celulose e a lignina. Estes polímeros demandam muita energia para serem formados. Quando são queimados, promove-se sua oxidação, separando os carbonos que compõe a sua estrutura e reagindo-os com o oxigênio, liberando gás carbônico e muita energia na forma de calor (que forma a chama). Esse mesmo processo ocorre de forma **bastante controlada** em nossas células.

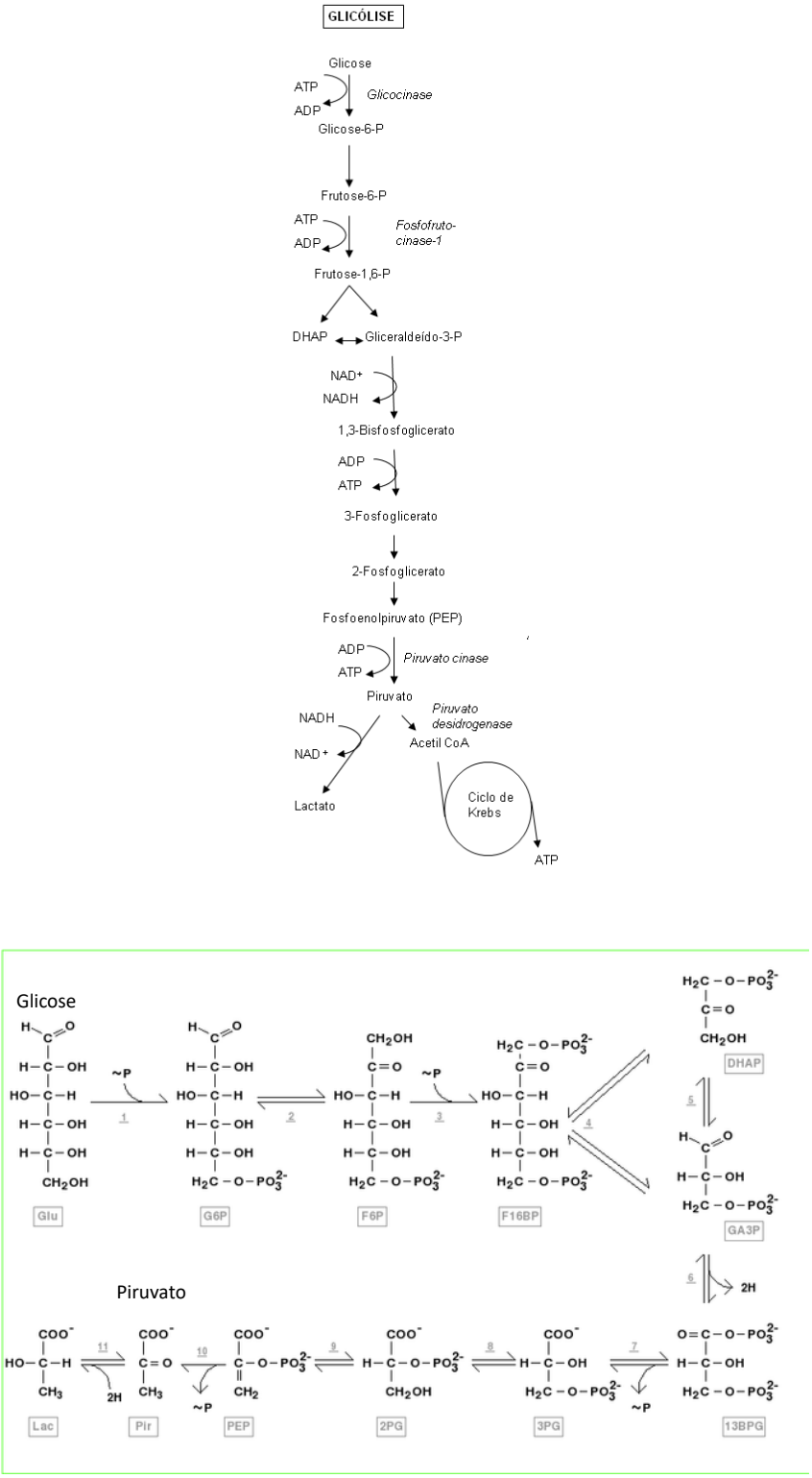


Figura 39: Acima, as reações que compõe a glicólise. Abaixo as reações com as formulas moleculares ilustrando os processos de redução de 6 para 3 carbonos. Modificado de Patchgood - Obra do próprio, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=64714598.

7.1.2 – O Ciclo de Krebs

Este ciclo também é chamado de **Ciclo do ácido cítrico**. Importante saber que ele ocorre no **interior da mitocôndria**.

Ele irá ocorrer por uma série de reações catalisadas por enzimas que irão oxidar uma molécula de citrato, gerada a partir da condensação de uma molécula de acetila com uma molécula de oxaloacetato.

As duas moléculas de piruvato formadas na glicólise, sofrerão oxidação e perderão um carbono na forma de CO2, gerando uma molécula de acetila, que irá se ligar a uma coenzima chamada de Coenzima A. A molécula resultante desse processo é chamada de Acetil-CoA. Ela será utilizada como reagente para unir o grupo acetila ao oxaloacetato. A partir desta união, gera-se o citrato que será oxidado e descarboxilado (formando CO2) em todo o ciclo, gerando ao final: **uma molécula de GTP (que corresponde energeticamente ao ATP), 3 moléculas de NADH e uma molécula de $FADH_2$, para cada Acetil CoA que entrar no ciclo.**

Não se preocupe tanto com os nomes, o que você precisa saber é que toda essa reação ocorre com o objetivo de se **gerar moléculas com potencial redutor (NADH e FADH2).** Você reparou na quantidade de **NADH e $FADH_2$** formada tanto no processo de glicólise quanto no ciclo de Krebs? **É bem maior do que a quantidade de ATP**, não?

Vejamos adiante, o que ocorre com estes compostos para finalmente gerarmos o ATP.

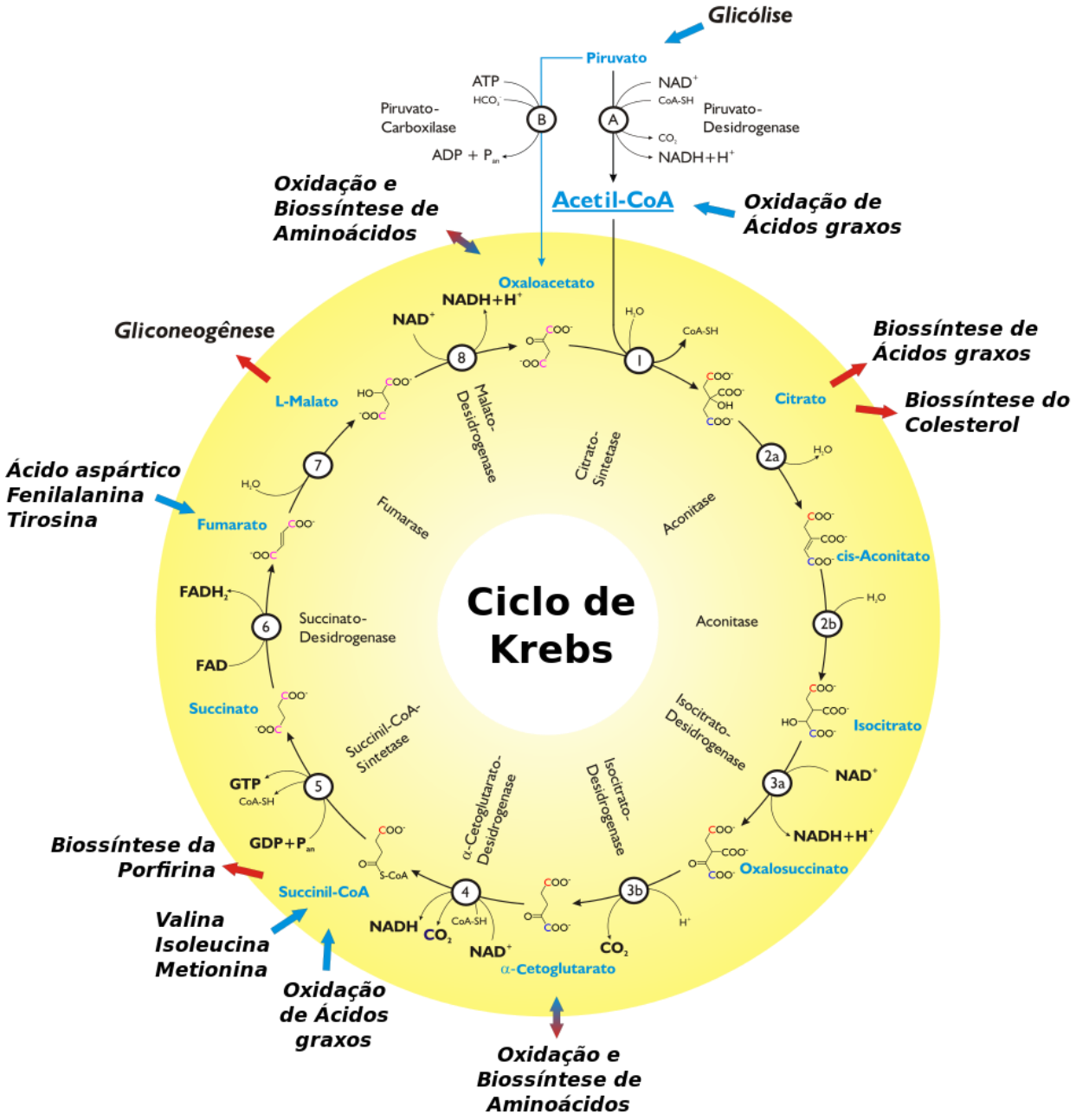


Figura 40: O ciclo de Krebs. Fonte Wikipedia commons

7.1.3 – A Fosforilação oxidativa

As moléculas de **NADH e $FADH_2$** transferem os elétrons que obtiveram na glicólise e no ciclo do ácido cítrico para complexos de proteínas presentes na **membrana interna da mitocôndria.** Essas **proteínas são organizadas em uma cadeia e em sequência crescente de afinidade por elétrons**. Quando isso ocorre, os **elétrons são passados para esta cadeia de proteínas e átomos de hidrogênio são jogados no espaço intermediário da mitocôndria**.

As proteínas desta cadeia (que estão na **membrana interna da mitocôndria**) irão, portanto, **receber os elétrons dos NADH e $FADH_2$**, jogando para dentro do **espaço intermediário** o átomo de **hidrogênio carregado positivamente** (pois perdeu um elétron). Isso vai ocorrer com todos os NADH e $FADH_2$ produzidos na glicólise e no ciclo de Krebs. A quantidade de H^+ vai aumentar bastante gerando um **potencial químico** no **espaço intermediário**. Os átomos de hidrogênio irão então retornar à matriz mitocondrial, ou seja, ao espaço gerado no interior da membrana interna, passando por dentro de um complexo de **proteínas chamado de ATP sintase**. Aqui está o pulo do gato! Quando o hidrogênio passa pela **ATP sintase**, **ela adiciona um fosfato inorgânico livre ao ADP, formando ATP**!

A quantidade final de ATP de todo esse processo (glicólise + ciclo de Krebs) é de 38 ATPs! Muito maior do que a glicólise sozinha, não? Fazemos essa contabilidade levando em conta que cada NADH pode gerar energia para a formação de até três ATPs e cada FADH2 pode gerar até dois. Assim, teremos na glicólise o saldo de 8 ATPs, no ciclo do ácido cítrico teremos 12 ATPs para cada piruvato formado na glicólise e na oxidação de cada piruvato para formar Acetil-CoA teremos mais 6 ATPs. Veja as figuras acima e faça esse balanço energético.

Em resumo, **para cada molécula de glicose, iremos gerar 38 ATPs.**

Alguns autores consideram que o saldo de ATP deste processo todo é na verdade de 36ATPs, isso se deve ao fato de que os NAD gerados no citoplasma devem ser transportados para o interior da mitocôndria, o que gera gasto de alguns ATPs. Assim, 38 ou 36 estão ambos corretos.

O processo de transferência de elétrons para a cadeia de proteínas da membrana interna da mitocôndria e destas para o oxigênio, que descrevemos acima, se chama **Fosforilação Oxidativa**. A esta cadeia de proteínas chamamos de **Cadeia de Transporte de Elétrons**.

O oxigênio (O_2) será a molécula que vai receber os elétrons da cadeia de transporte, ao final das reações. Por isso ele é chamado de **aceptor final de elétrons**. Quando ele recebe esses elétrons que passaram pela cadeia de proteínas, ele reage com dois átomos de H^+ (hidrogênio) presente na matriz, **formando água (H_2O).**

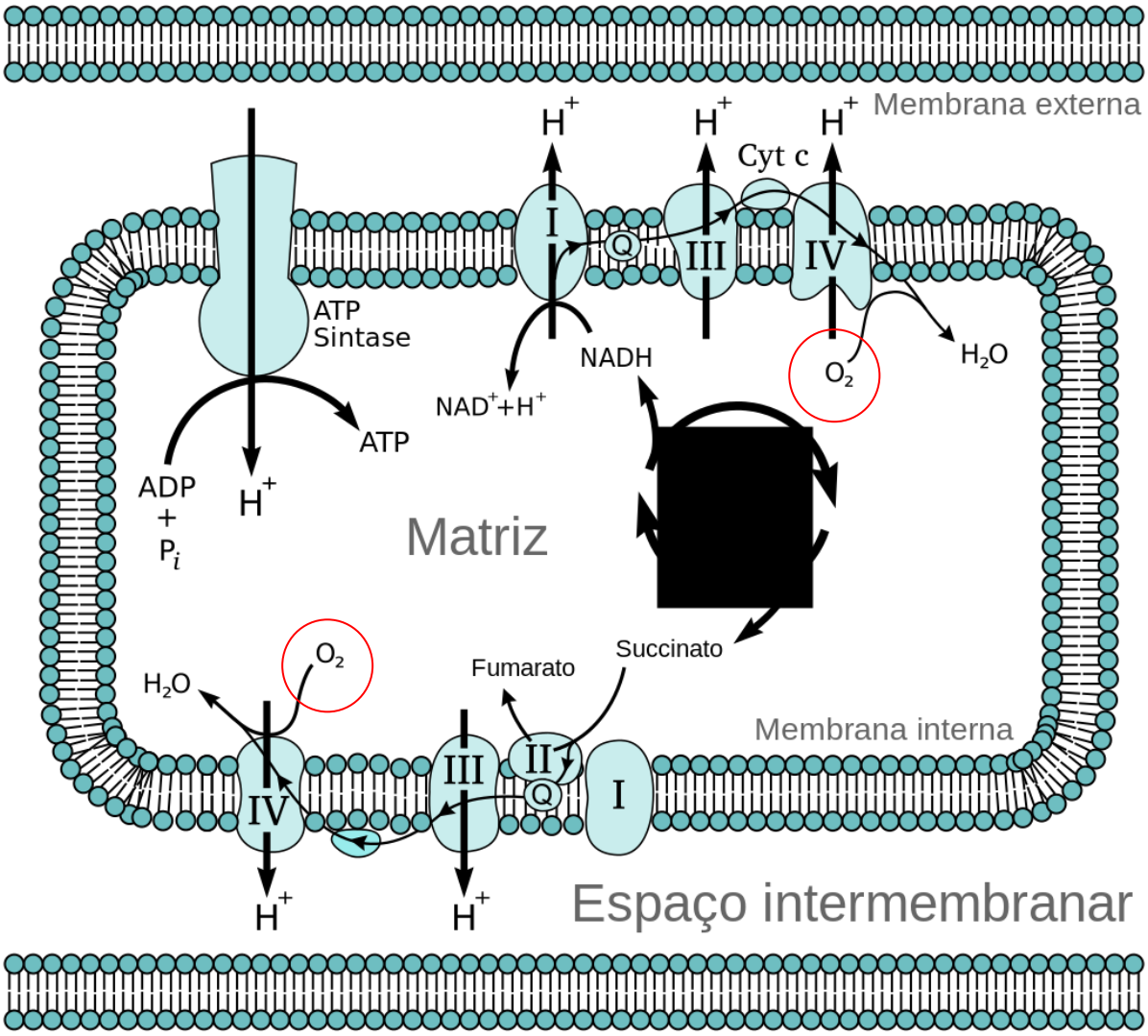


Figura 41: Esquema mostra uma região no interior da mitocôndria e a organização da cadeia de transporte de elétrons (I, II, III e IV).

Não somente a glicose será utilizada para gerar energia para a célula. **Ácidos graxos, aminoácidos e glicerol** também são fonte de energia, sofrendo reações químicas que geram moléculas que entram como intermediários no ciclo de Krebs, como a **Acetil-CoA**. Para se ter uma ideia, a oxidação de uma molécula resultante da degradação de ácidos graxos (como o ácido palmítico) gera mais de 130 ATPs! Por isso os lipídios (gorduras) são ótimas reservas de energia.

Abaixo, temos um resumo das reações de oxidação completa da glicose no processo de respiração celular.

$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O + \text{energia}$$

Glicose gás oxigênio gás carbônico água ATP

7.2 – A respiração anaeróbia

Este processo ocorre **sem a presença do oxigênio**. Estudamos anteriormente que quando temos oxigênio disponível, ele atua como **aceptor final de elétrons** na fosforilação oxidativa, promovendo a geração do gradiente (concentração) de H^+ e, portanto, ativando o funcionamento da **ATP sintase**.

Quando não há oxigênio disponível, as reações irão se limitar à glicólise e o **piruvato irá ser reduzido a outros compostos** por meio de reações com o NADH. Isso quer dizer que o elétron que o NADH carregava vai retornar ao piruvato, fazendo com que se formem os **compostos lactato ou o etanol. Em ambos a quantidade de ATP produzida será muito inferior em relação ao processo aeróbio.**

O processo de formação destes compostos é chamado de **fermentação**.

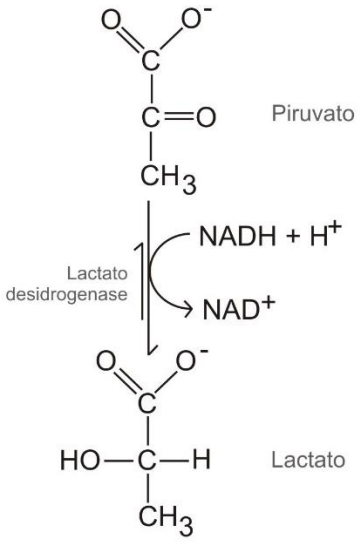
Fermentação é o processo bioquímico de respiração celular anaeróbia.

Biologicamente, encontramos organismos que apenas realizam fermentação para obter energia, como algumas bactérias e outros que podem optar por fermentar ou por respirar aerobiamente, como leveduras. Nossas próprias células podem acabar fermentando caso o aporte de oxigênio não seja suficiente para suprir a demanda energética. Essa fermentação pode causar o **acúmulo de ácido lático nos músculos gerando fadiga. Em ultima análise, nestes casos, o lactato cairá na corrente sanguínea e será metabolizado no fígado que o utilizará para formar glicose.**

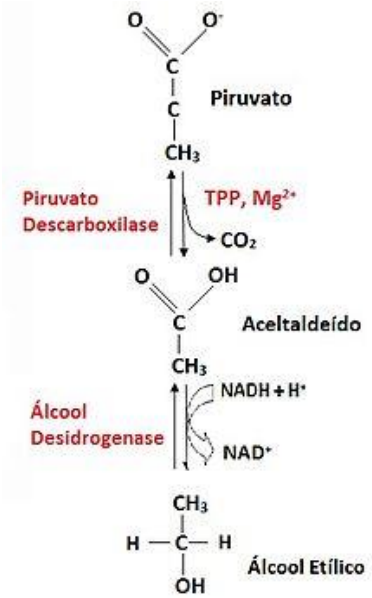
A fermentação tem um importante **valor econômico**. Há anos os humanos aprenderam a dominar o cultivo de leveduras e a utiliza-las a seu favor, produzindo **queijos, pães e bebidas alcoólicas** como o vinho e a cerveja. Todos estes produtos dependem de processos fermentativos.

A fermentação pode ser classificada de acordo com o produto final da reação, sendo chamada de **fermentação láctica** caso o produto final seja o ácido láctico (ou lactato), ou de **fermentação alcoólica** quando o produto final é o etanol. Veja nas reações abaixo.

$C_6H_{12}O_6$ (glicose) + 2 ADP + 2 P_i → 2 $C_3H_5O_3$ (lactato) + 2 ATP + 2 H_2O + 2 H_+



$C_6H_{12}O_6$ (glicose) + 2 ADP + 2 P_i → 2 C_2H_6O (etanol) + 2 ATP + 2 CO_2



8 – 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.

Portanto, depois de sua concepção, as **células s**e especializam **formando tecidos**, que irão se agrupar formando **nossos órgãos**. Essa especialização ocorre em praticamente todos os organismos multicelulares, mas vamos focar aqui nos tecidos humanos.

Há **quatro tipos de tecidos humanos** que precisamos conhecer. São eles: tecido **epitelial**, tecido **conjuntivo** (também conhecido como **conectivo**), tecido **muscular** e tecido **nervoso**. Eles formam basicamente todos os órgãos e sistemas de nosso corpo.

8.1 – 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, recobrindo as 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. Nesses 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.

8.1.1 – 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**. No segundo caso, teremos **mais de uma camada de células**, apresentando-se em estratos, o que lhe confere o nome de **epitélio estratificado** (figura 45). 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 **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**.

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 presentes nos tecidos, próximo da lâmina basal, entram em mitose e recompõem a camada celular perdida.

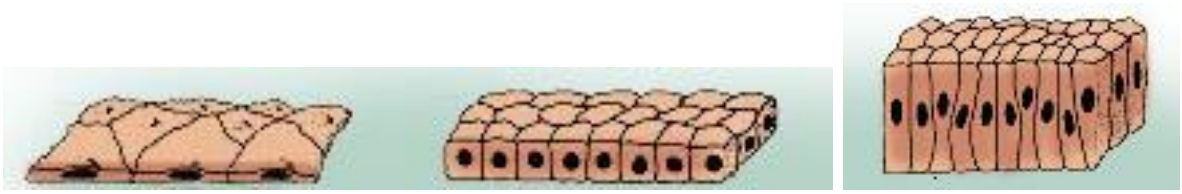


Figura 42: acima temos os três tipos de epitélio simples: escamoso, cúbico e colunar (esquerda para a direita).

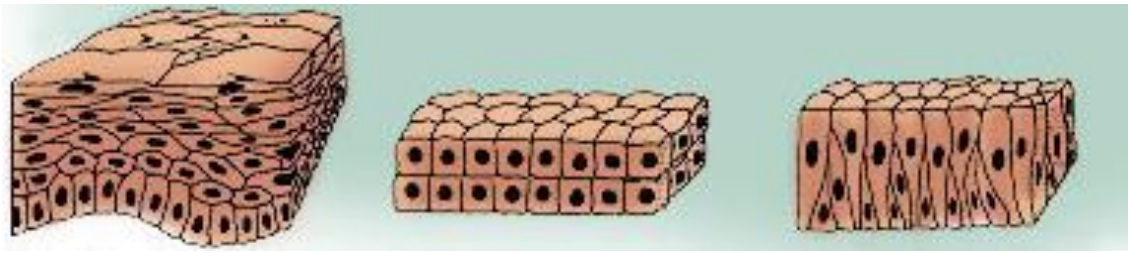


Figura 43: os epitélios estratificados: escamoso, cúbico e colunar (da esquerda para a direita).

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

Escamoso simples	Cúbico simples	Colunar simples	Escamoso 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.

8.1.2 – 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 de dentro 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 substâncias para **regiões externas**, 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** e glândulas que secretam enzimas digestivas na superfície do tubo intestinal.

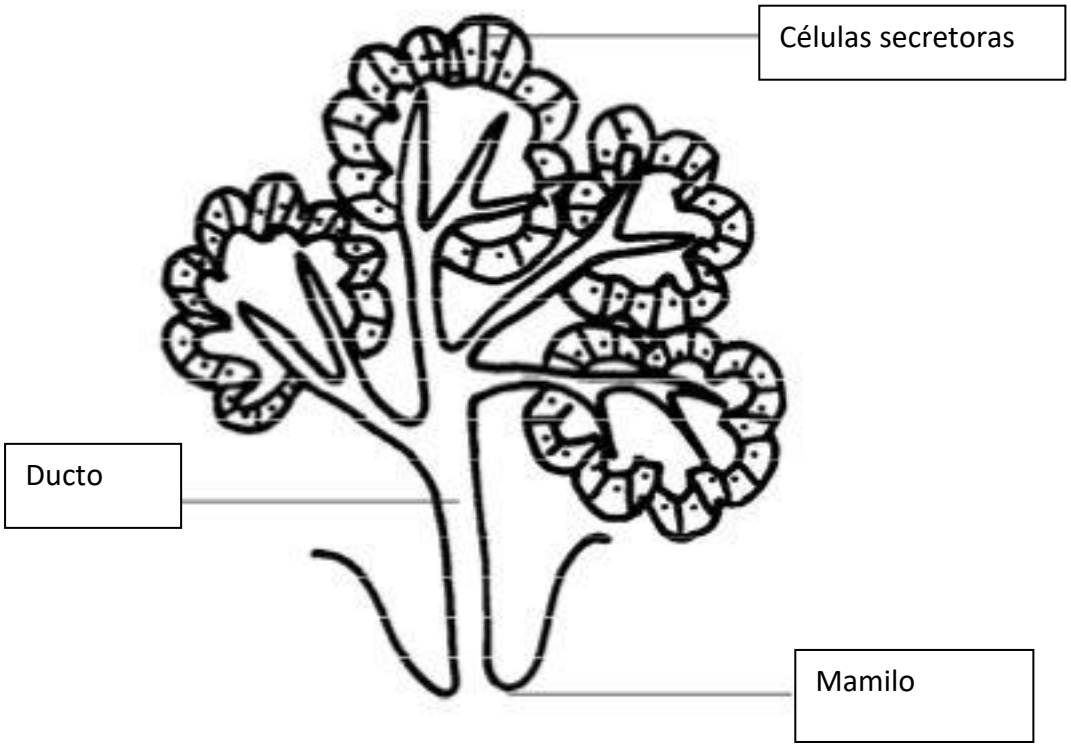


Figura 44: um esquema mostrando a glândula mamária. Temos o tecido especializado na secreção acima, que irão produzir o líquido e secreta-lo no ducto que se externaliza no mamilo. Fonte Wikicommons.

8.2 – 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**.

8.2.1 – 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 (triglicérides)** que serão utilizadas para gerar energia.

Células envolvidas nas **respostas imunológicas** também se encontram presentes neste tecido, como: **macrófagos, mastócitos e 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**. É o principal componente orgânico de **tendões, ligamentos e ossos**. As fibras **reticulares** formam 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, por exemplo, 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.

8.2.1.1 – 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 triacilglicerois (triglicérides)**. 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**.

8.2.1.2 – 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.

Há 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.

8.2.2 – 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 (eritrócitos e leucócitos).

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

8.2.3 – O tecido conjuntivo de sustentação – ossos e cartilagens.

A principal função deste tecido é a **sustentação**. Sem **ossos e cartilagens** 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 (ou pelve). 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 combinam uma matriz extracelular inorgânica composta principalmente de hidroxiapatita, um sal contendo fósforo e cálcio, associada a fibras de colágeno. De uma maneira semelhante a estruturas de concreto armado, nossos ossos nos proporcionam rigidez, com a hidroxiapatita agindo como um "concreto", e flexibilidade, com o colágeno atuando como "vergalhões de aço".

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, diferentemente, apenas imobilizamos a região danificada ou inserimos pinos metálicos para mantê-los imóveis até que os ossos se regenerem.

Devido a esta característica (regeneração), os ossos apresentam elevada carga metabólica exigindo aportes de oxigênio maiores do que as cartilagens. O desenvolvimento do osso ocorre de forma **aposicional**.

8.3 – 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**.

8.3.1 – Músculo Estriado Esquelético

Os músculos esqueléticos são responsáveis pela **movimentação do nosso esqueleto**. São componentes principais do nosso sistema muscular.

São constituídos por **células bastante longas** chamadas de **fibras musculares** (figura 47), 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 das proteínas **actina e 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.

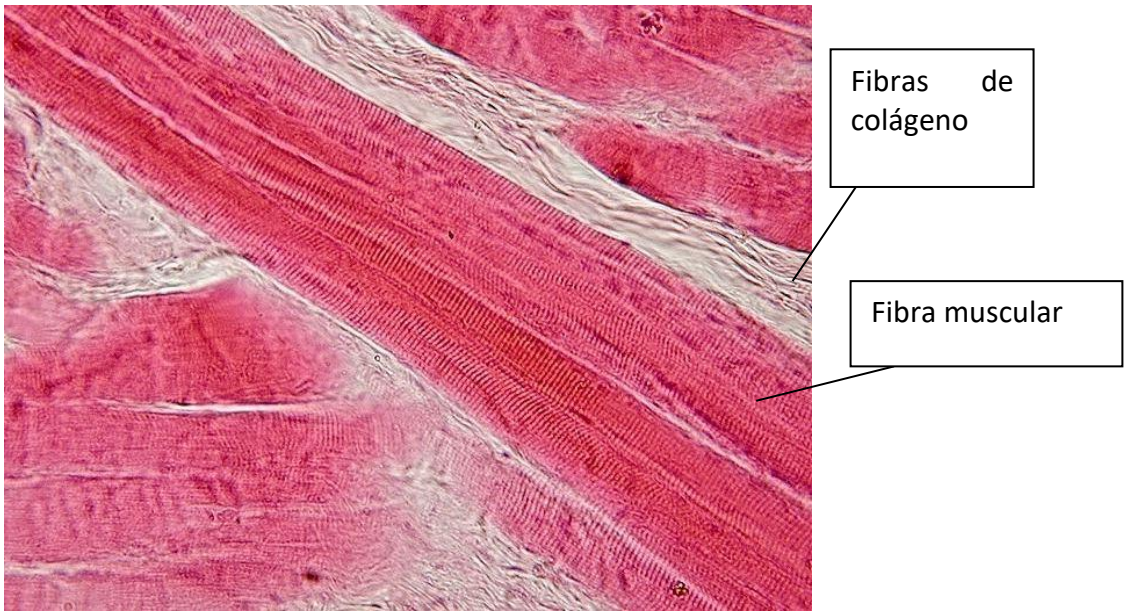


Figura 45: As fibras musculares vistas em microscópio. Note as estrias nas fibras. Daí seu nome, estriado. Fonte Wikicommons.

8.3.2 – 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**. 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.

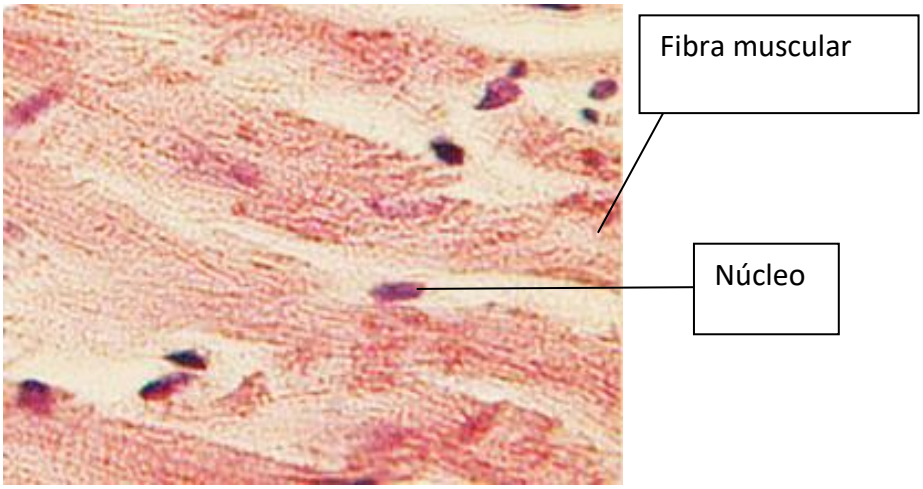


Figura 46: corte histológico de músculo cardíaco visto em microscópio. Autor Dr. S. Girod, Anton Becker.

8.3.3 – 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**. 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.**

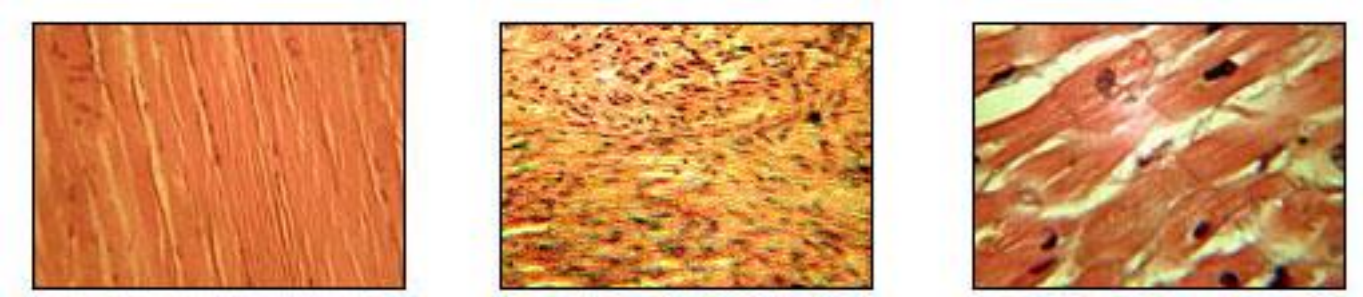


Figura 46: Da esquerda para a direita: músculo esquelético, músculo liso e músculo cardíaco. Fotografias de miscroscopia de tecidos musculares. Fonte wikicommons.

8.4 – 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**. Sua organização e o acionamento de diferentes padrões deste tipo de célula é o que gera nossa **consciência, cognição** e **armazena informações**. 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 chamadas de **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 de **axônios** forma as **fibras neuronais** e o conjunto destas, forma **os nervos**.

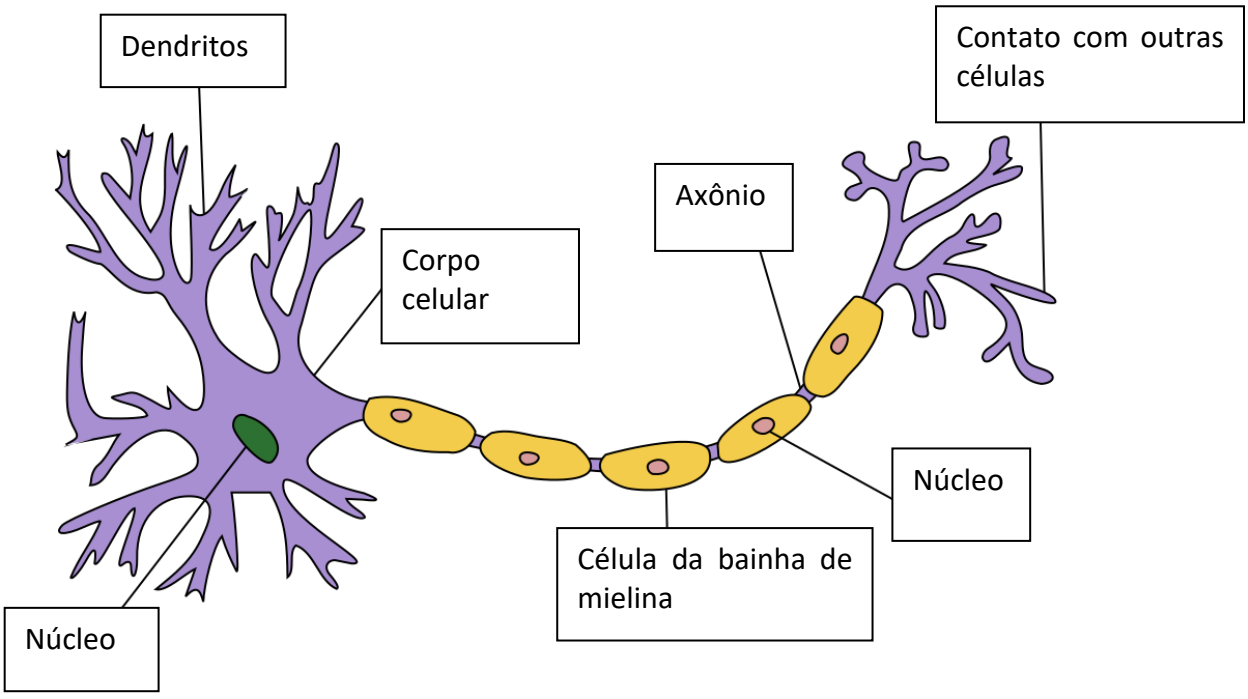


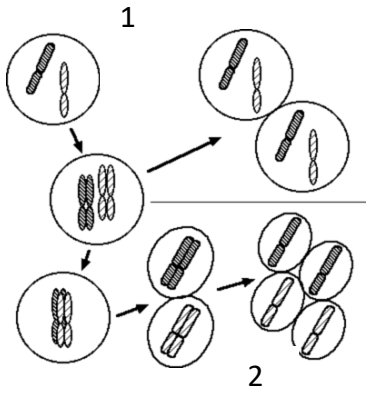
Figura 47: Esquema de um neurônio. Fonte Wikicommons.

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 absorver 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**!

9 – EXERCÍCIOS COMENTADOS

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

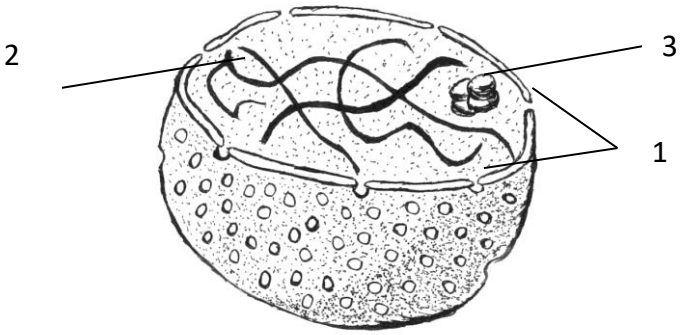
d) I e IV

e) I e III

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. 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.

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. (**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.

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. (**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.

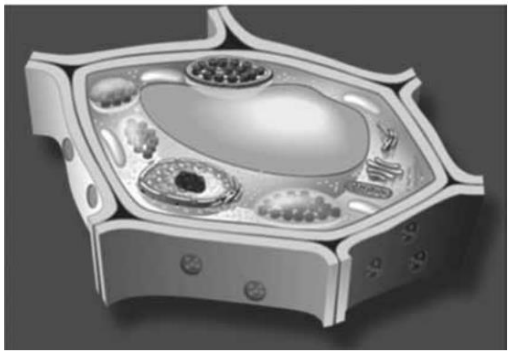
d) da bomba de Na+/K+ com aumento da pressão osmótica no interior da célula.

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

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. (**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.

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

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.

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.(**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.

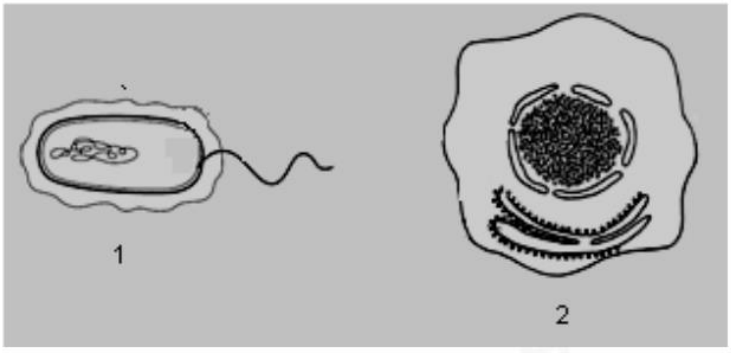
(D) Caso as hemácias fiquem ligeiramente inchadas, a solução é isotônica.

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

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. (**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.

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. (**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

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. (**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.

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. **(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.

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. (**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.

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. (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.

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. (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.

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

a) Aparelho de Golgi

b) Nucléolo

c) Centríolo

d) Mitocôndria

e) Inclusões citoplasmáticas.

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. (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.

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. (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

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. (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

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

---

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

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

---

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

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**

10-EXERCÍCIOS

1. **(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 telômero

e) o satélite

---

2. **(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.

---

3. **(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.

---

4. (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

---

5. (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.

---

6. (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.

---

7. (PC Piaui - 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.

---

8. (PC Piaui - 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.

---

9. (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.

---

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

(A) proteína.

(B) lipídios.

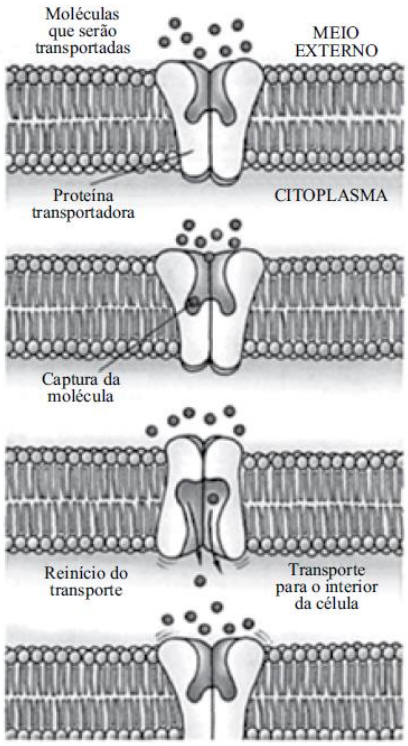
(C) glicídios.

(D) água.

(E) sais minerais.

---

11. (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.

---

12. (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.

---

13. (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.

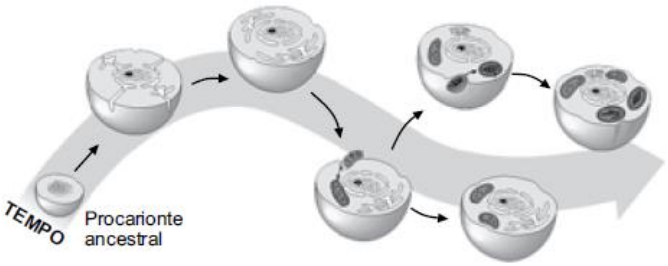
(C) em que todos eles conterão cromossomos com dois centrômeros.

(D) em que todos eles serão polinucleados.

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

---

14. (Papipol PCSP 2018) A figura ilustra uma possível sequência no processo evolutivo celular, a partir de um procarionte ancestral.



Tendo em vista o processo ilustrado e as características das células mais evoluídas atuais, é correto afirmar que,

ao longo do tempo, houve:

(A) desenvolvimento de membranas internas, assim como a internalização de estruturas energéticas.

(B) surgimento espontâneo e abrupto de estruturas internas mais complexas, tais como o núcleo e as organelas.

(C) modificações de estruturas já existentes, relacionadas à captação de luz, tais como as mitocôndrias.

(D) a fagocitose e a pinocitose de organelas relacionadas à respiração, tais como os cloroplastos.

(E) mutações genéticas responsáveis pela formação imediata dos cloroplastos e mitocôndrias.

---

15. (Papipol PC SP 2018) Uma das semelhanças entre os processos de divisão celular mitótico e meiótico corresponde à existência da etapa anáfase em ambos. Porém, na meiose, ocorrem duas etapas anáfases, enquanto na mitose ocorre apenas uma etapa anáfase. Tal diferença é decorrente da:

(A) condensação cromossômica no início do processo que ocorre apenas na mitose.

(B) existência de duas divisões consecutivas na meiose e de apenas uma divisão na mitose.

(C) duplicação cromossômica no início do processo que ocorre apenas na meiose.

(D) duplicação da ploidia celular ao final do processo meiótico, enquanto na mitose tal ploidia se reduz.

(E) formação de duas células filhas diploides na meiose e de quatro células filhas haploides na mitose.

---

16. **(Aluno Oficial PM MT 2014 UNEMAT) Um pesquisador injetou uma pequena quantidade de timidina radioativa (3H-timidina) em células com o propósito de determinar a localização dos ácidos nucleicos sintetizados a partir desse nucleotídeo, utilizando uma técnica muito empregada em biologia celular, a autorradiografia combinada com microscopia eletrônica. Assinale a alternativa que apresenta os dois compartimentos celulares nos quais o pesquisador encontrará ácidos nucleicos radioativos.**

a) Núcleo e mitocôndrias.

b) Citosol e mitocôndrias.

c) Núcleo e retículo endoplasmático.

d) Citosol e retículo endoplasmático.

e) Peroxissomos e retículo endoplasmático.

---

17. **(2010 FGV FIOCRUZ) Sobre alguns dos principais compartimentos celulares de uma célula eucariótica assinale a alternativa incorreta.**

A) Os peroxissomos são compartimentos vesiculares que contêm enzimas utilizadas em uma variedade de reações oxidativas.

B) O aparelho de Golgi consiste de pilhas organizadas de compartimentos em forma de disco denominados cisternas.

C) O núcleo contém o genoma e é onde toda síntese de DNA e RNA acontece.

D) Cerca da metade da área total de membrana na célula envolve os espaços dos labirintos dos retículo endoplasmáticos.

E) Os lisossomos contém enzimas digestivas que degradam as organelas intracelulares não operativas.

---

18. (FGV - 2010 - FIOCRUZ) Utilizando um microscópio óptico, você consegue observar uma placa se formando no centro de uma célula e os núcleos se formando em pólos opostos desta mesma célula. Baseado nestas observações, a célula visualizada é, provavelmente de origem:

A) animal, no processo de citocinese.

B) vegetal, no processo de citocinese.

C) animal, na fase S do ciclo celular.

D) bacteriana em processo de cissiparidade.

E) vegetal em metáfase.

---

19. (FGV - 2010 - FIOCRUZ) Durante a meiose observa-se:

A) o emparelhamento de cromossomos não homólogos, formando os bivalente.

B) a formação de complexo sinaptonêmico durante a meiose reducional.

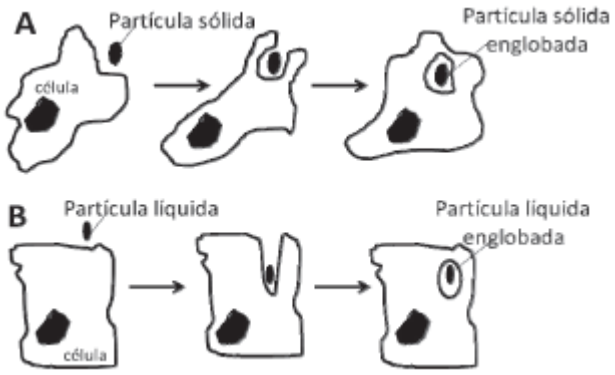
C) o emparelhamento de cromossomos não homólogos durante a meiose equacional.

D) a permuta (crossing over) entre cromossomos homólogos durante a meiose equacional.

E) a separação das cromátides irmãs durante a segregação dos cromossomos homólogos.

---

20. (FGV - 2010 - FIOCRUZ - Tecnologista em Saúde) No esquema abaixo podemos observar um esquema com dois processos celulares, denominados A e B. Sobre tais processos, assinale a alternativa correta.



A) O esquema A representa a fagocitose e é geralmente realizado por macrófagos o esquema B representa a pinocitose e é realizado exclusivamente por células nervosas.

B) O esquema A representa a fagocitose e é exclusivamente realizado por linfócitos T e esquema B representa a pinocitose e é realizado exclusivamente por células nervosas.

C) O esquema A representa a fagocitose e é geralmente realizado por macrófagos e esquema B representa a pinocitose que envolve a entrada de partículas líquidas para dentro da célula.

D) Ambos esquemas representam processos passivos.

E) Ambos processos requerem a participação de receptores específicos na membrana plasmática e são inibidos por determinados antibióticos, mas não requerem energia.

11 – RESOLUÇÕES DOS EXERCÍCIOS

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

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

3) **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**

4) **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**

5) **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.**

6) **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**

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

8) 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.

9) 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

10) 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.

11) 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.

12) 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.

13) 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.

14) Resp A. A internalização das “estruturas energéticas” se refere à hipótese da endossimbiose para o desenvolvimento das mitocôndrias ou dos cloroplastos. Algumas organelas se formaram devido ao desenvolvimento de membranas internas nas células, como os complexos de golgi e os retículos endoplasmáticos.

15) Resp. B. A Meiose é o processo que reduz a quantidade de cromossomos pela metade no processo de formação de gametas (podendo aparecer também em fase pós zigotica e pré esporica). Esta redução ocorre por duas divisões celulares consecutivas, sendo a primeira, chamada de divisão reducional ou meiose I caracterizada pela divisão celular sem a separação das cromátides, fazendo com que o numero de cromossomos das duas células filhas geradas seja a metade do numero original. Na segunda divisão (meiose II ou divisão equacional) teremos a separação das cromátides, gerando ao final, quatro celular com numero de cromossomos igual à metade da célula mãe.

16) Resp. A. A timidina será incorporada ao DNA quando esta molécula for sintetizada. O DNA será sintetizado no núcleo e nas mitocôndrias em células eucarióticas.

17) Resp C. A mitocôndria apresenta seu próprio genoma, constituído de moléculas circulares de DNA que se replicam independente do núcleo.

18) Resp. B. Na finalização do processo de divisão de células vegetais, a parede celular é formada na região central, entre os núcleos em formação. Isso ocorre na fase de citocinese.

19) Resp. B. O complexo sinaptonêmico é uma estrutura de proteínas que se forma entre cromossomos homólogos pareados, mediando os processos de recombinação.

20) Resp. C. Esquema A indica fagocitose, esquema B a pinocitose. Ambos são processos nos quais há gasto de energia (transporte ativo). O primeiro é em geral realizado por células fagocitárias do sistema imune, como macrófagos. O segundo pode ser realizado por células do epitélio intestinal e em geral está relacionado a absorção de líquido.

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.