

Aula 00

*Prova Nacional Docente - PND (CNU
Professores) Curso para a Áreas de
Avaliação Específicas - Ciências Naturais
- Ciências da Natureza (Portaria nº 151,
de 26 de maio de 2026) - 2026
(Pós-Edital)*

Bruna Klassa

22 de Junho de 2026

Sumário

1. Ensino de Biologia Celular	3
2. Organização dos seres vivos	8
2.1 Tipos celulares.....	10
2.2 Célula procariótica.....	10
2.3 Célula eucariótica	11
2.4 Formação do corpo dos seres vivos	12
2.5 Formação do corpo nos organismos multicelulares	13
3. Membrana plasmática.....	15
3.1 Transporte passivo	18
3.2 Transporte ativo	20
4. Organelas citoplasmáticas	24
4.1 Citoesqueleto e movimento celular	24
4.2 Ribossomo	25
4.3 Retículos endoplasmáticos	26
4.4 Complexo de Golgi	27
4.5 Lisossomo	28
4.6 Peroxissomo	30
4.7 Glioxissomos	31
4.8 Vacúolo central.....	31
4.9 Vacúolo pulsátil	31
4.10 Mitocôndria	32
4.11 Plastos.....	33
5. Núcleo	36
5.1 Replicação	37
5.2 Expressão gênica	37
5.3 Mutações	43
5.4 PGH e Engenharia genética.....	46
6. Reprodução.....	51
6.1 Reprodução assexuada	51
6.2 Mitose.....	51
6.3 Meiose	54
6.4 Alterações cromossômicas	57
Questões	64
Gabarito.....	81
Questões comentadas.....	82



Apresentação

Olá!

Eu sou a **Bruna Klassa**, professora de **Biologia**, e estou aqui para lhe guiar no caminho das pedras rumo à tão sonhada vaga no concurso público. Sou bióloga, formada pela Unesp de Botucatu, mestre em Ensino de Biologia e doutora em Evolução e Diversidade Biológica, ambos os títulos adquiridos pela Universidade Federal do ABC – UFABC. Desde 2019 atuo como professora de Biologia no Estratégia Vestibulares, e, no final do ano de 2023, passei a dar aulas para o Estratégia Educação e Estratégia Concursos.

Biologia é uma ciência de estudo progressivo. É preciso entender o ‘micro’ antes de partir para o ‘macro’. Não se preocupe, **minha missão é orientá-lo da melhor forma possível nesta caminhada que estamos iniciando, preparando-os para as provas**. Caso haja alguma dúvida, você me encontra no nosso fórum de dúvidas.

Sobre a aula

Nossa aula em teoria e questões é voltada para provas **objetivas e discursivas** de concurso público.

Os assuntos serão tratados para atender aquele que está iniciando os estudos na área, como aquele que está estudando há mais tempo. Para tornar o nosso estudo mais completo, tenhamos algumas considerações acerca da **metodologia de estudo**.

As aulas em **.pdf** tem por característica essencial a **didática**. Sempre que necessário e importante os assuntos serão aprofundados. O material será permeado de **esquemas, gráficos informativos, resumos, figuras**, tudo com a pretensão de “chamar atenção” para as informações que realmente importam. Com essa estrutura e proposta pretendemos conferir segurança e tranquilidade para uma **preparação completa, sem necessidade de recurso a outros materiais didáticos**.

Além disso, teremos videoaulas! Essas aulas destinam-se a complementar a preparação. Quando estiver cansado do estudo ativo (leitura e resolução de questões) ou até mesmo para a revisão, abordaremos alguns pontos da matéria por intermédio dos vídeos. Com outra didática, você disporá de um conteúdo complementar para a sua preparação. Ao contrário do PDF, evidentemente, **AS VIDEOAULAS NÃO ATENDEM A TODOS OS PONTOS QUE VAMOS ANALISAR NOS PDFS**. Por vezes, haverá tópicos com vários vídeos; outros que terão videoaulas apenas em parte do conteúdo; e outras, ainda, que não conterão vídeos. **Nosso foco é, sempre, o estudo ativo!**

Para sanar qualquer dúvida, temos nosso **fórum**, e, assim que possível, respondo a todas as dúvidas.

Tenha uma jornada proveitosa nas próximas páginas e bons estudos!

Prof. Bruna Klassa



1. Ensino de Biologia Celular

O INEP, tanto no ENADE de Licenciatura em Ciências Biológicas quanto na PND, praticamente nunca aborda Biologia Celular apenas como um conjunto de estruturas e funções a serem memorizadas. A tendência é integrar os conteúdos celulares aos conhecimentos pedagógicos, à Natureza da Ciência, à alfabetização científica e ao desenvolvimento de competências investigativas.

O foco desloca-se do "o que é" para "como ensinar", "como interpretar" e "como aplicar".

A Biologia Celular é tratada como instrumento para desenvolver competências, especialmente a competência específica 2, que diz que *analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões e tomar decisões éticas e responsáveis*.

PARA PROVA!

Observe o padrão bastante característico das provas do INEP no contexto da PND para Licenciatura em Biologia: as questões não se limitam ao conteúdo conceitual da disciplina, mas avaliam principalmente a capacidade do futuro professor de articular conhecimento biológico com situações de ensino e aprendizagem, isto é, a chamada dimensão pedagógico-didática do saber docente.

Podemos identificar alguns padrões recorrentes.

1. Ensino de Biologia Celular por meio de sequências didáticas

As questões frequentemente apresentam um planejamento de aula sobre células e pedem que o candidato analise os objetivos, estratégias didáticas, recursos, avaliação e coerência entre etapas. Para o INEP, o professor deve promover:

- ☐ Levantamento de conhecimentos prévios
- ☐ Participação dos estudantes
- ☐ Construção de modelos
- ☐ Sistematização do conhecimento
- ☐ Avaliação contínua

2. Modelização e Representações

O INEP valoriza a construção de modelos físicos e conceituais. Por exemplo: maquetes 3D, mapas conceituais, desenhos esquemáticos e analogias. Esses recursos são entendidos como instrumentos de mediação entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar (transposição didática). É comum aparecerem perguntas sobre:

- ☐ Vantagens e limitações dos modelos
- ☐ Caráter representacional das imagens
- ☐ Simplificações necessárias no ensino

3. Inclusão

O ensino de Biologia Celular é frequentemente associado à Educação Inclusiva. Exemplos:



- ☐ Modelos táteis para alunos com deficiência visual
- ☐ Materiais com relevo e texturas
- ☐ Recursos multissensoriais

Em vez de perguntar "qual é a função do complexo golgiense?", a prova pode perguntar: "Qual recurso didático favorece a participação de um estudante com deficiência visual no estudo das organelas celulares?"

4. Metodologias Investigativas

A tendência mais recente é valorizar o **Ensino por Investigação**. O estudante deve:

- ☐ Formular hipóteses
- ☐ Interpretar dados
- ☐ Construir explicações
- ☐ Argumentar com evidências

Por exemplo, em vez de perguntar: "Qual organela produz ATP?" o INEP tende a perguntar: "Como planejar uma atividade investigativa que permita aos estudantes compreenderem a relação entre consumo de oxigênio e produção de ATP?"

5. Natureza da Ciência

A alfabetização científica é mais importante que a memorização. O INEP gosta de explorar:

- ☐ Construção do conhecimento científico
- ☐ Caráter provisório da ciência
- ☐ Uso de modelos
- ☐ Evolução das descobertas celulares

Resumindo, o INEP não quer saber se o futuro professor apenas conhece Biologia Celular, mas quer saber se ele é capaz de transformar esse conhecimento em conhecimento escolar. Por isso, as metodologias mais eficazes são aquelas que tornam os processos visíveis, favorecem a construção gradual dos conceitos e estimulam a elaboração de modelos mentais.

EXEMPLO:

Leia o texto.

Em uma aula de Estágio Supervisionado, foi solicitado aos licenciandos em Ciências Biológicas que desenvolvessem uma Sequência Didática para aplicar em uma das turmas do Ensino Médio. Diante disso, um licenciando apresentou a seguinte proposta:



Objetivo	Atividade/conteúdo
1 Avaliar os conhecimentos dos alunos a respeito das células e motivá-los a aprender o assunto.	Questionários com perguntas: o que é célula? Tamanho dela? Do que ela é composta? Exemplos de células?
2 Apresentar teoricamente o assunto.	Mapa mental e recursos audiovisuais: definição, tamanho, composição e exemplos de células procarióticas e eucarióticas animal e vegetal.
3 Realizar uma atividade prática sobre o assunto.	Construção de modelos 3D de diferentes tipos de células.
4 Sistematizar a aprendizagem.	Mapas conceituais em murais ilustrando as características e os diferentes tipos de células.
5 Avaliar.	Apresentação em equipe do material desenvolvido.

INEP 2024. Sobre a proposta em questão, observa-se que

- A. a sequência didática não é adequada, pois não apresenta os elementos estruturais necessários.
- B. a última etapa da sequência didática constitui-se de uma avaliação diagnóstica para verificar a aprendizagem dos alunos.
- C. as etapas estão bem conectadas e podem ser realizadas em uma aula de tempo regular, seguindo uma sequência lógica e progressiva.
- D. o planejamento de uma avaliação na primeira aula pode ser considerado inadequado, pois o assunto ainda não foi introduzido pelo professor.

Comentários

A. Certa, porque a sequência apresentada é essencialmente linear e expositiva. Embora possua objetivos, conteúdos, prática e avaliação, ela não contempla elementos considerados estruturantes das propostas contemporâneas de ensino de Ciências valorizadas pelo INEP, como problematização, levantamento de hipóteses, argumentação, construção coletiva do conhecimento e maior protagonismo dos estudantes. Assim, a crítica recai sobre a ausência desses elementos estruturais, e não sobre a inexistência de etapas ou a falta de organização.

B. Errada, porque a última etapa corresponde a uma avaliação final, e não diagnóstica. A avaliação diagnóstica ocorre no início do processo.

C. Errada, porque, embora exista uma progressão lógica, a sequência não é julgada apenas por sua linearidade. O examinador está considerando a qualidade pedagógica da proposta e os princípios atuais do ensino de Ciências, segundo os quais uma simples sucessão de exposição teórica, prática e avaliação é insuficiente. A tendência atual é considerar que uma sequência didática deve incluir momentos de problematização, construção de explicações, levantamento de hipóteses, argumentação e participação efetiva dos estudantes.

D. Errada, porque a avaliação inicial é perfeitamente adequada quando possui caráter diagnóstico.

Gabarito: A.



INEP 2025. O professor supervisor da escola-campo recebeu o planejamento da sequência didática, avaliou-a e registrou suas impressões, constatando que essa Sequência Didática

- A. precisa ser ajustada, por deixar tanto de oportunizar momentos de levantamento de hipóteses e argumentação quanto de contemplar a participação dos estudantes.
- B. pode ser aplicada, por apresentar dimensões dos Três Momentos Pedagógicos: problematização, construção do argumento e socialização do conhecimento.
- C. pode ser aplicada, por conectar diferentes objetivos, qualificando os processos de ensino e de aprendizagem.
- D. precisa ser ajustada, por deixar de atender a uma ordem lógica de objetivos de uma prática docente.

Comentários

A. Errada, porque a sequência didática contempla a participação dos estudantes desde a avaliação diagnóstica inicial, passando pela construção de modelos 3D e pela elaboração de mapas conceituais. Além disso, não é indispensável que toda sequência inclua explicitamente levantamento de hipóteses e argumentação.

A alternativa A poderia parecer atraente, pois a sequência é predominantemente expositiva e não enfatiza explicitamente a formulação de hipóteses e a argumentação científica. Contudo, o item pede apenas para avaliar a adequação da sequência didática, e não sua adesão ao ensino investigativo. Esse raciocínio ajuda a compreender uma característica importante da prova do PND: frequentemente, o examinador trabalha em níveis hierárquicos. Antes de exigir o domínio das metodologias mais sofisticadas, espera-se que o candidato reconheça estruturas pedagógicas fundamentais.

B. Errada, porque os Três Momentos Pedagógicos (problematização, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento) não aparecem claramente estruturados. A sequência está organizada em etapas didáticas mais tradicionais e não enfatiza a construção do argumento como elemento central.

C. Certa, porque a sequência apresenta uma progressão lógica: inicia-se com uma avaliação diagnóstica e motivadora, segue para a apresentação dos conceitos, passa para uma atividade prática, promove a sistematização dos conhecimentos e finaliza com uma avaliação. Dessa forma, há conexão entre os objetivos e as atividades, favorecendo os processos de ensino e aprendizagem.

D. Errada, porque há uma ordem lógica de objetivos pedagógicos. O levantamento dos conhecimentos prévios, a exposição teórica, a prática, a sistematização e a avaliação constituem uma sequência coerente.

Gabarito: C.

INEP 2025. No que diz respeito à avaliação, o professor-supervisor registrou suas impressões, constatando que

- A. o primeiro objetivo contempla uma avaliação diagnóstica, por fornecer informações sobre os conhecimentos prévios dos estudantes, ação importante para o replanejamento das próximas etapas a partir do resultado da avaliação.



- B. o segundo objetivo contempla uma avaliação diagnóstica, por utilizar o mapa mental, para que os estudantes desenvolvam um processo de metacognição.
- C. o terceiro objetivo contempla uma avaliação diagnóstica, por utilizar os modelos 3D, para que os estudantes possam responder a uma prova sobre diferenças existentes entre os tipos de células.
- D. o quinto objetivo contempla uma avaliação diagnóstica, por abrir espaço para a discussão sobre as experiências prévias dos estudantes, ação importante para contribuir com o planejamento das aulas posteriores.

Comentários

A. Certa, porque o primeiro objetivo corresponde a uma avaliação diagnóstica, já que utiliza questionamentos iniciais sobre conceitos básicos de célula para levantar conhecimentos prévios dos estudantes. Esse tipo de estratégia é típico do início de uma sequência didática, pois permite ao professor identificar o nível de compreensão da turma e ajustar o planejamento das etapas seguintes a partir dessas informações, o que é uma característica central da avaliação diagnóstica.

B. Errada, porque o segundo objetivo não tem finalidade diagnóstica, mas sim de introdução e sistematização teórica do conteúdo. O uso de mapa mental e recursos audiovisuais nesse momento está mais relacionado à organização e apresentação do conteúdo (função formativa/instrucional), e não à investigação de conhecimentos prévios. Além disso, a metacognição pode até ser estimulada, mas isso não define o caráter diagnóstico da atividade.

C. Errada, porque o terceiro objetivo se caracteriza como uma atividade prática de aprendizagem, voltada à construção e manipulação de modelos 3D de células. Esse tipo de proposta está relacionado à aprendizagem ativa e à consolidação do conteúdo, não à avaliação diagnóstica. Não há intenção de levantar conhecimentos prévios, mas sim de favorecer a compreensão por meio da modelagem.

D. Errada, porque o quinto objetivo descreve uma etapa de avaliação final do material produzido pelos estudantes, com apresentação em equipe. Trata-se de uma avaliação de caráter mais somativo ou de síntese da aprendizagem, e não diagnóstica. Não há foco em identificar conhecimentos prévios, mas sim em verificar o resultado do processo desenvolvido ao longo da sequência didática.

Gabarito: A.

Ao final desta aula, você deve ser capaz de responder:

- ☐ Como ensinar transporte pela membrana e a função das organelas?
- ☐ Como representar a célula e suas partes com modelos?
- ☐ Quais analogias são adequadas?
- ☐ Quais erros conceituais os alunos apresentam?
- ☐ Como fazer uma sequência investigativa sobre fotossíntese?
- ☐ Como adaptar uma aula de célula para um estudante com deficiência visual?



Teoria: Biologia Celular

2. Organização dos seres vivos

Os **seres vivos** reúnem algumas características importantes como:

- **Organização celular.** Todos os seres vivos estão organizados em uma unidade microscópica estrutural e funcional chamada célula. Uma célula é constituída essencialmente de material genético, citoplasma com ribossomos e membrana plasmática.

Célula é a menor unidade viva, ou a menor unidade morfofuncional.

- **Metabolismo.** A obtenção de energia para a manutenção da vida a partir da constante degradação e reconstrução de moléculas orgânicas denomina-se metabolismo e constitui uma característica essencial dos seres vivos.

- **Reação aos estímulos.** A capacidade de responder às modificações do ambiente permite explorá-lo à procura das melhores condições para sobrevivência (abrigo e alimentação, por exemplo). As plantas, por exemplo, podem reagir a estímulos como a luz, alterando a posição de suas folhas para acompanhar a trajetória do Sol.

- **Homeostase.** É a propriedade de todo ser vivo manter relativamente constante seu meio interno. Nossa regulação da temperatura através do suor é um exemplo de mecanismo que mantém o nosso equilíbrio interno.

- **Crescimento e hereditariedade.** Todo ser vivo cresce pelo aumento do número de células do corpo. Quando o crescimento cessa e os organismos se tornam maduros, eles podem se reproduzir e passar seu material genético adiante. O material genético funciona como uma bula, um manual de instruções dado pelos pais para o novo ser que será formado. Essas instruções estão presentes nas moléculas de orgânicas de ácido desoxirribonucleico (DNA).

- **Evolução.** Capacidade de as populações mudarem ao longo do tempo. As pequenas variações do seu material genético são responsáveis por você ser único no mundo. Nenhum ser vivo é igual a outro devido a essa variabilidade genética. Graças a ela, um ou alguns indivíduos podem apresentar maior ou menor chance de sobreviver em um determinado ambiente (seleção natural). Assim, a seleção natural é o mecanismo que seleciona os organismos que conseguem prosperar em um determinado ambiente (ou seja, sobreviver e passar seus genes adiante, através da reprodução).

Todos os elementos da natureza são organizados hierarquicamente em diferentes sistemas biológicos. Cada um desses sistemas é formado a partir da interação entre diferentes fatores **bióticos**, isto é, aqueles que se relacionam diretamente aos organismos, e fatores **abióticos**, ou seja, **fatores físicos ou químicos**.

Toda matéria é feita de átomos, logo, os seres vivos são constituídos por átomos. Existem seis elementos químicos que são os mais frequentes na composição da matéria viva: carbono (**C**), hidrogênio (**H**), oxigênio



(O), nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S). Juntos, esses elementos constituem 96,5% dos organismos e se ligam uns aos outros para formar moléculas orgânicas e inorgânicas.

Moléculas orgânicas são aquelas que possuem átomos de **carbono** em sua composição. O carbono é conhecido como o elemento químico da vida. A maior parte dos átomos de carbono presente nas células está incorporado em **macromoléculas**. Já as **moléculas inorgânicas** não apresentam átomos de carbono, exceto o dióxido de carbono (também conhecido como gás carbônico).

A interação entre moléculas inorgânicas e orgânicas compõem os **seres vivos**, que se encontram organizados em unidades microscópicas chamadas **células**. Uma célula é constituída essencialmente de **material genético**, **citoplasma com ribossomos** e **membrana plasmática**.

As células podem se agregar para realizar uma ou mais funções específicas, formando diferentes tipos de **tecidos**, que por sua vez organizam-se para compor diferentes **órgãos**, com diferentes características. Essa organização surge da especialização celular e permite que as partes do corpo se estruturam de modo mais eficiente.

Cada órgão é capaz de exercer uma função específica que, associado a outros órgãos, desempenham papel fundamental na manutenção da vida, compondo os **sistemas fisiológicos**. Por exemplo, o estômago, o intestino, o fígado e o pâncreas são órgãos que desempenham funções específicas, mas que trabalham juntos para que o sistema digestório funcione corretamente, retirando nutrientes dos alimentos.

Por fim, todos os sistemas compõem um organismo. Os **organismos** são **formas individuais de vida**, responsáveis por transformar energia e processar matéria modificando, assim, as condições do ambiente e os recursos disponíveis. Um indivíduo é consiste num ser de existência única e indivisível.

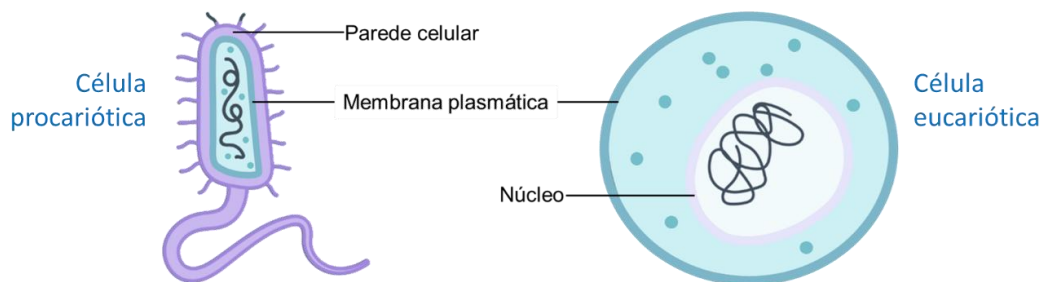
Denomina-se **espécie biológica** o conjunto de organismos semelhantes que podem se reproduzir entre si e gerar descendentes férteis. **Espécie é a unidade básica de classificação biológica** e reflete relações evolutivas entre os seres. Por exemplo, um sapo macho consegue cruzar naturalmente com um sapo fêmea, mas não com um lagarto, pois sapo e lagarto são espécies diferentes.

Nível	Definição
Organismo	Forma individual de vida, responsável por transformar energia e processar matéria.
Espécie	Organismos semelhantes que se reproduzem gerando descendentes férteis.
População	Conjunto de indivíduos da mesma espécie em uma área e período determinados.
Comunidade	Conjunto de populações que vivem em uma mesma área.
Biótopo	Conjunto de fatores abióticos do ambiente que abriga determinada comunidade.
Ecossistema	Interação entre comunidade e biótopo.
Bioma	Região formada por um complexo de ecossistemas com características homogêneas.
Biosfera	Conjunto de todos os ecossistemas da Terra.



2.1 Tipos celulares

As células são organizadas em dois grandes grupos: **procariontes** e **eucariontes**.

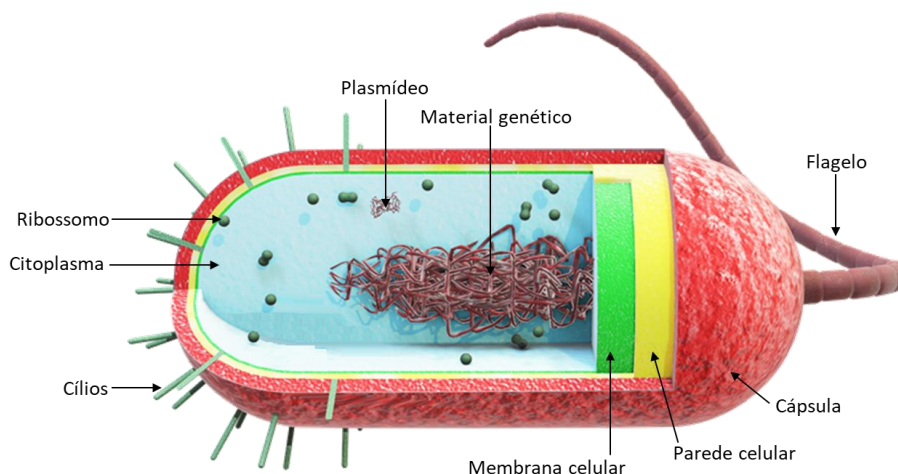


As **células procariontes** (como as bactérias e as cianobactérias) são mais simples e apresentam os componentes básicos de uma célula. Seu DNA fica disperso no citoplasma.

As **células eucariontes** (encontradas em animais, plantas, fungos, protozoários e algas) são mais complexas e guardam o DNA dentro de um envoltório chamado **núcleo**. Além disso, apresentam vários **compartimentos citoplasmáticos especializados** em diferentes funções.

2.2 Célula procariótica

As células procarióticas compreendem **organismos unicelulares** chamados **bactérias**. Isso significa que **não existe bactéria multicelular**, razão pela qual muitas vezes tratamos esses conceitos (células procarióticas e bactéria) como sinônimos.



A parte externa da célula bacteriana é protegida por uma **parede celular**, que confere **forma e resistência** à célula, **protegendo-a** contra variações do ambiente. Essa parede é composta principalmente por **peptidoglicano**, uma molécula formada por açúcares e aminoácidos, e sua espessura e composição variam conforme o tipo de bactéria.

Logo abaixo da parede celular, há a **membrana plasmática**, uma **bicamada lipídica** que controla a entrada e saída de substâncias da célula, além de participar de processos metabólicos importantes, como a geração de energia.

O interior da célula bacteriana chama-se **citoplasma** e é preenchido por uma solução gelatinosa (**citossol**). Nele estão dispersos os **ribossomos**, estruturas responsáveis pela **síntese proteica**, e o **material genético** da bactéria, composto por **uma molécula única e circular de DNA**.

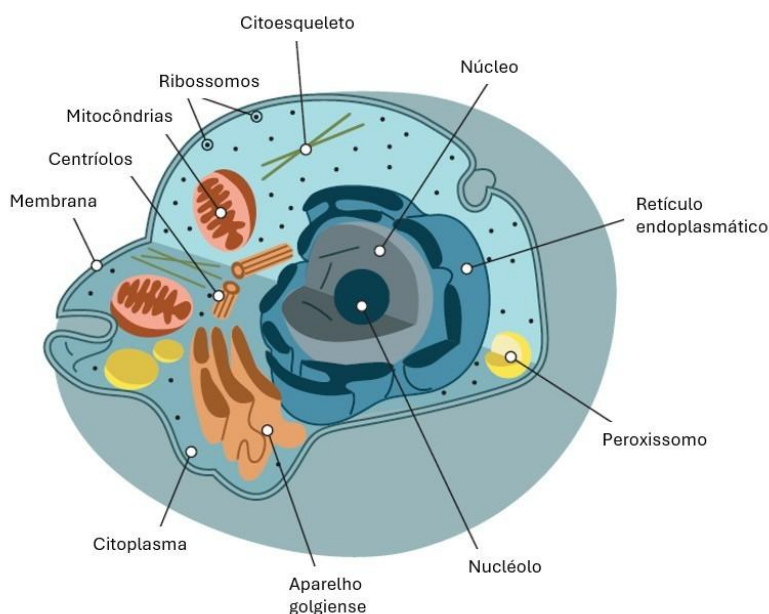
No citoplasma então presentes ainda **plasmídeos**, **pequenos segmentos de DNA circular** que não codificam características essenciais, mas conferem vantagens seletivas como a **resistência a diversos antibióticos**, **síntese de toxinas e de enzimas de degradação** de carboidratos e outras substâncias.

ATENÇÃO! Existem outras estruturas que podem aparecer na célula procarionte, como flagelos, que permitem a locomoção, e fímbrias ou pili, que auxiliam na adesão a superfícies ou na troca de material genético entre bactérias, cápsula, uma camada viscosa externa que oferece proteção contra o sistema imunológico dos hospedeiros. Elas serão descritas na aula dedicada às bactérias.

Apesar da simplicidade estrutural, as células bacterianas realizam todas as funções necessárias à vida, como metabolismo, reprodução (geralmente por divisão binária) e resposta a estímulos ambientais, tornando-as organismos extremamente adaptáveis e abundantes na natureza.

2.3 Célula eucariótica

A célula eucariótica compõe os organismos **eucariontes unicelulares**, como alguns fungos, os protozoários e as algas, e **pluricelulares**, como fungos, plantas e animais. Este tipo de célula apresenta uma **organização mais complexa e compartimentada**, com várias estruturas internas chamadas de **organelas**, cada uma desempenhando funções específicas.



A **membrana plasmática** é muito semelhante à da célula procariótica. Composta por uma **bicamada lipídica com proteínas incorporadas**, ela regula a passagem de substâncias para dentro e fora da célula, além de permitir a comunicação com o ambiente externo e outras células.

O **DNA** da célula eucariótica é **armazenado no interior do núcleo**, o centro de controle da célula, onde ocorre a manipulação da informação genética para que ocorra a expressão gênica. O núcleo é delimitado por uma membrana lipoproteica semelhante à membrana plasmática, porém apresenta vários poros que conectam seu interior com o citoplasma.

O **citoplasma** é a região **entre o núcleo e a membrana plasmática**, preenchida por um fluido chamado **citossol**, e onde ficam o núcleo e as organelas, que desempenham as seguintes funções:

- **Ribossomo**: realiza a síntese de proteínas da própria célula;
- **Retículo endoplasmático rugoso**: realiza a síntese de proteínas que vão sair da célula;
- **Retículo endoplasmático liso**: realiza a síntese lipídica e a desintoxicação das células;
- **Complexo golgiense**: realiza a secreção celular;
- **Lisossomo**: realiza a digestão celular;
- **Peroxisomo**: realiza a oxidação de lipídios e algumas substâncias tóxicas;
- **Mitocôndria**: realiza a respiração celular;

As organelas citadas acima estão presentes em **todas as células eucarióticas**. Mas existem três tipos básicos de células eucarióticas: a célula animal, a célula vegetal e a célula fúngica.

A **célula animal** é o modelo de estudo dos eucariotos e apresenta tudo o que conversamos até aqui. Ela ainda apresenta:

- centríolos, estrutura formada por proteínas que se relaciona com a divisão da célula e com a formação de cílios e flagelos;
- citoesqueleto, uma rede de proteínas que confere sustentação para a célula.

Nas **células vegetais**, há mais algumas estruturas específicas:

- externamente à membrana plasmática há uma parede celular rígida que fornece suporte e proteção e composta por um carboidrato chamado celulose;
- no citoplasma, organelas chamadas cloroplastos realizam a fotossíntese, processo que transforma energia luminosa em energia química;
- no citoplasma, um grande vacúolo central armazena água, nutrientes e resíduos.

As **células fúngicas** apresentam uma **parede celular** externa à membrana, com composição de **quitina**, carboidrato que dá forma e protege a célula.

2.4 Formação do corpo dos seres vivos

Existem duas formas fundamentais de organização da vida e a diferença entre eles ajuda a entender como os organismos variam em complexidade e funcionamento: os **seres unicelulares são formados por apenas uma célula** e os **seres pluricelulares são formados por muitas células** que trabalham de forma integrada.



Os seres pluricelulares surgiram a partir de seres unicelulares que passaram a viver em colônias, nas quais algumas células se especializavam em determinadas tarefas. Com o tempo, essa divisão de trabalho se tornou indispensável para a sobrevivência do conjunto, levando ao surgimento dos primeiros seres multicelulares verdadeiros. Essa transição ajudou na ocupação de novos ambientes e na diversificação das formas de vida.

Assim, enquanto os unicelulares representam formas mais simples e independentes de organização, os pluricelulares revelam como a cooperação entre células pode gerar organismos altamente complexos e funcionais. Ambos desempenham papéis essenciais nos ecossistemas e mostram diferentes estratégias de sobrevivência ao longo da evolução.

2.4.1 Seres unicelulares

Quando o ser vivo é formado por **uma única célula**, ela acumula as atividades de nutrição, respiração, reprodução, excreção e resposta a estímulos. Mesmo sendo simples do ponto de vista estrutural, esses organismos podem apresentar grande eficiência.

São seres unicelulares: bactérias, arqueas, protozoários, algumas algas e diversos fungos microscópicos.

Eles vivem em praticamente todos os ambientes e respondem rapidamente às mudanças, já que sua reprodução costuma ser rápida e sua estrutura é muito adaptável.

2.4.2 Seres pluricelulares

Os seres pluricelulares, por outro lado, são formados por muitas células que trabalham de forma integrada.

Nesse tipo de organismo, as células não precisam desempenhar todas as funções sozinhas. Com o processo de diferenciação celular, **cada grupo de células assume uma função específica**, dando origem a **tecidos, órgãos e sistemas**.

Essa especialização permite um maior nível de complexidade, garantindo que o corpo possa realizar atividades mais elaboradas, como coordenação nervosa, circulação interna de substâncias, movimentação eficiente e reprodução multicelular.

São seres pluricelulares: plantas, animais e a maior parte dos fungos.

2.5 Formação do corpo nos organismos multicelulares

A formação do corpo é um processo organizado em níveis, no qual cada estrutura depende da anterior para existir.

Como vimos, as **células** são as menores unidades capazes de desempenhar funções vitais. Elas possuem componentes básicos como **membrana plasmática, citoplasma e material genético**, além de organelas responsáveis por processos essenciais, como produção de energia, síntese de proteínas e digestão intracelular.



Quando muitas células semelhantes se agrupam e atuam em conjunto, formam-se os **tecidos**. Cada tecido apresenta características estruturais e funcionais específicas que derivam da especialização das células que o compõem.

No corpo humano existem quatro tipos principais: o **tecido epitelial**, que reveste superfícies e forma glândulas; o **tecido conjuntivo**, que dá suporte, proteção e ligação entre estruturas; o **tecido muscular**, especializado na contração e responsável pelos movimentos; e o **tecido nervoso**, que conduz impulsos elétricos e integra respostas do organismo. A combinação adequada desses tecidos permite que cada parte do corpo desempenhe sua função.

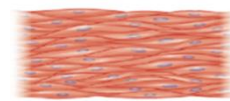
A partir da organização dos tecidos surgem os **órgãos**, que são estruturas mais complexas, formadas pela união de diferentes tipos teciduais trabalhando de modo integrado. Um órgão sempre apresenta uma função específica, definida pela interação entre suas partes.

Essa organização em níveis garante que o corpo funcione como um **sistema coordenado**. A interação entre órgãos relacionados dá origem aos sistemas do organismo, como o **sistema urinário**.

Cada sistema opera em cooperação com os demais, de modo que as atividades essenciais, como excreção, nutrição, respiração, transporte de substâncias e controle das funções corporais, ocorram de maneira eficiente. Dessa forma, células, tecidos e órgãos compõem uma hierarquia estrutural que permite a manutenção da vida e a adaptação do corpo às condições do ambiente.



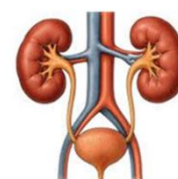
Célula muscular



Tecido muscular liso



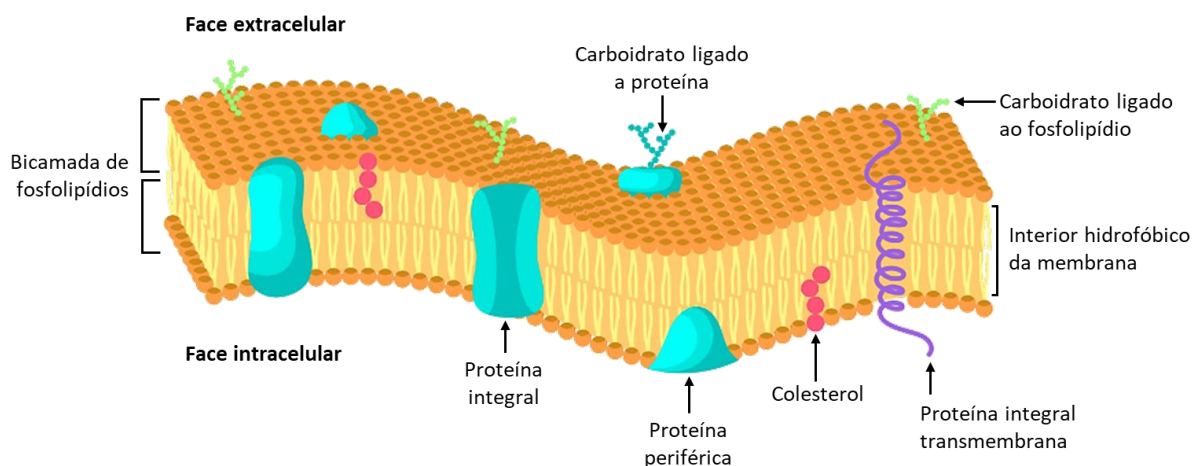
Órgão (bexiga urinária)



Sistema urinário

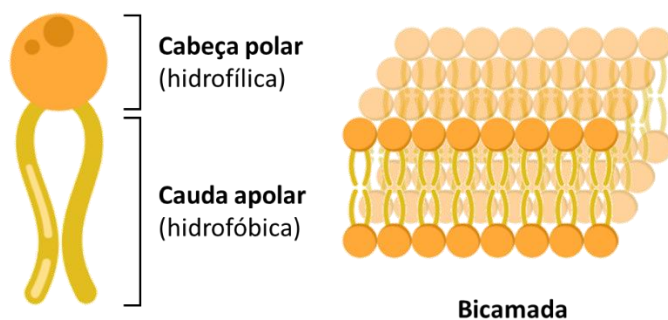
3. Membrana plasmática

Membrana plasmática é a película que reveste e delimita a célula, separando o meio intracelular do meio extracelular. Além disso, ela participa ativamente do metabolismo celular, selecionando a entrada e saída de substâncias.



A membrana plasmática é formada principalmente por uma **bicamada lipídica** com **proteínas embutidas**. Por isso, sua natureza é **lipoproteica**.

Os **lipídios (fosfolipídios)** possuem uma parte hidrofílica (que interage com a água) e uma parte hidrofóbica (que repele a água), organizando-se de forma que as partes hidrofóbicas fiquem voltadas para o interior da bicamada. Isso cria uma **barreira altamente seletiva**.



A **semipermeabilidade** da membrana plasmática é uma característica fundamental que permite à célula **controlar o que entra e o que sai do seu interior**. Isso significa que a membrana permite a passagem seletiva de algumas substâncias, enquanto impede a entrada ou saída de outras.

Essa estrutura permite:

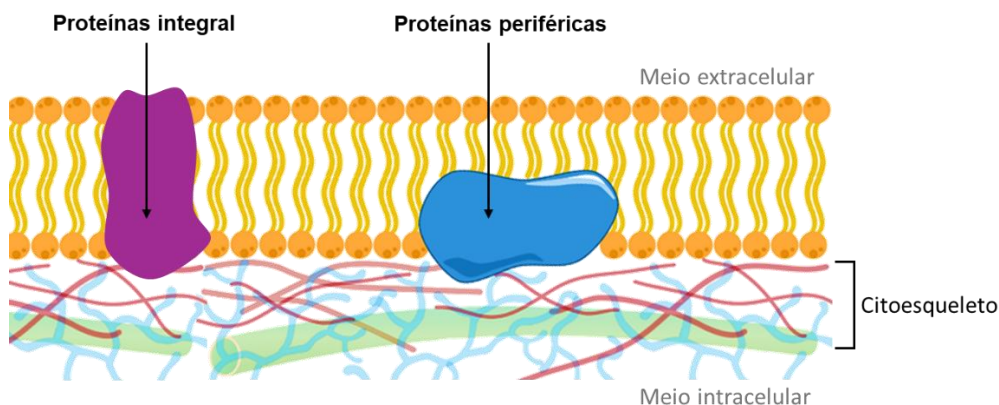
- **passagem livre de moléculas pequenas e apolares**, como oxigênio (O_2) e gás carbônico (CO_2), por difusão simples.

- **passagem controlada de moléculas maiores ou polares**, como glicose ou íons, que precisam de proteínas específicas (canais ou transportadoras) para atravessar a membrana — isso caracteriza a difusão facilitada ou o transporte ativo.
- **bloqueio de substâncias** potencialmente danosas ou inúteis para a célula, protegendo seu ambiente interno.

A semipermeabilidade é essencial para a **manutenção da homeostase celular**, pois regula o equilíbrio de água, sais minerais, nutrientes e resíduos. Ela também permite a comunicação entre células e a resposta a estímulos externos.

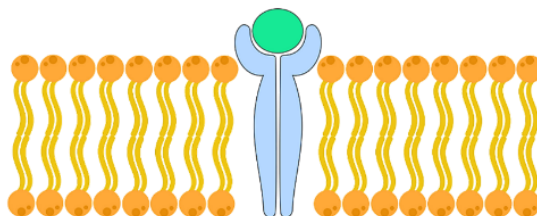
As **proteínas** da membrana podem ser periféricas ou integrais.

As **proteínas periféricas**, ou extrínsecas, localizam-se associadas às membranas, majoritariamente na face citoplasmática (interna), e incluem as proteínas do citoesqueleto, importantes na estruturação celular. As **proteínas integrais**, transmembranares ou intrínsecas, se encontram imersas na bicamada de lipídios e representam de 70 a 80% do total de massa proteica da membrana.

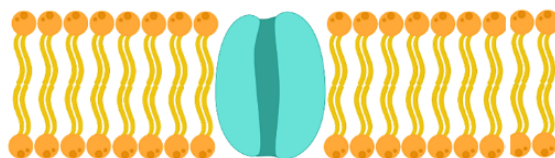


Existem vários tipos de proteínas integrais:

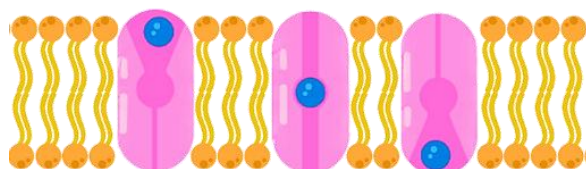
- as **proteínas receptoras** realizam a ligação com moléculas sinalizadoras importantes para o metabolismo celular, como os hormônios, transmitindo mensagens para a célula;



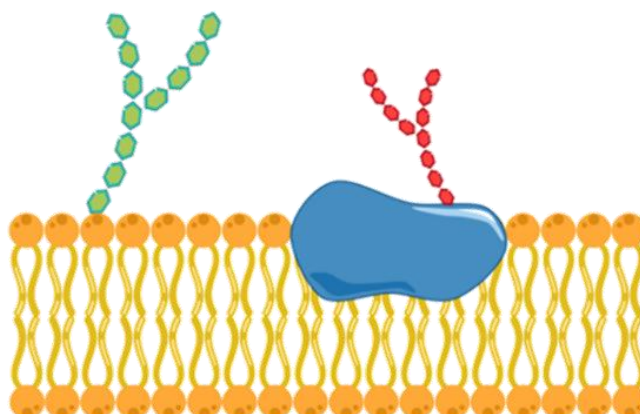
- as **proteínas de canal** permitem que íons atravessem livremente a membrana plasmática;



- as **proteínas carreadoras** são responsáveis pelo transporte facilitado (sem gasto de energia) e pelo transporte ativo (com gasto de energia) de substâncias grandes entre os meios externo e interno.



O **glicocálice** é uma camada formada por **carboidratos associados a proteínas e lipídios da membrana plasmática** que se projeta para fora da superfície da célula. Ele está presente principalmente em **células animais** e **alguns protozoários**, e tem funções muito importantes para a **relação da célula com o meio externo**.



Essa estrutura é composta por glicoproteínas e glicolípídios — ou seja, moléculas de açúcar ligadas a proteínas e lipídios da membrana. Esses "açúcares" ficam voltados para o exterior da célula, formando uma camada viscosa, como uma "capa" ou "revestimento" celular.

As principais funções do glicocálice são:

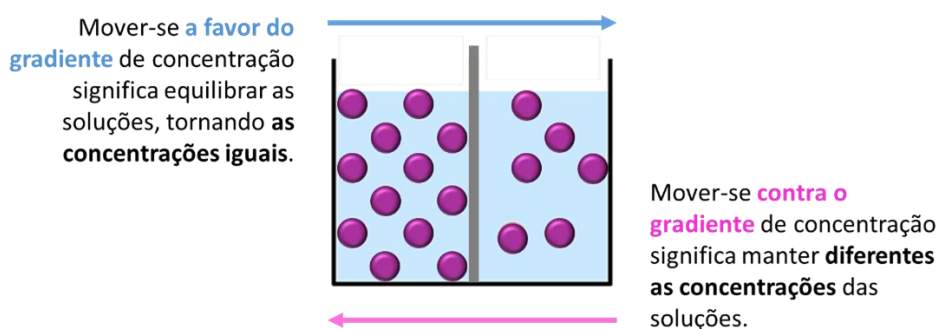
1. **Reconhecimento celular:** permite que as células se reconheçam entre si (por exemplo, durante a formação de tecidos ou na resposta imune). É por meio dele que o sistema imunológico consegue identificar células próprias e células invasoras.
2. **Adesão entre células:** auxilia na união entre células vizinhas, contribuindo para a formação de tecidos.
3. **Proteção mecânica e química:** age como uma barreira protetora contra agressões físicas ou substâncias químicas do meio extracelular.

4. **Recepção de sinais:** algumas moléculas do glicocálice funcionam como receptores que captam sinais químicos (como hormônios) e desencadeiam respostas intracelulares.

O glicocálice é, portanto, uma estrutura essencial para a **comunicação, defesa e interação celular**, além de ser importante no reconhecimento de agentes patogênicos e na formação de barreiras seletivas em tecidos como o epitélio intestinal.

3.1 Transporte passivo

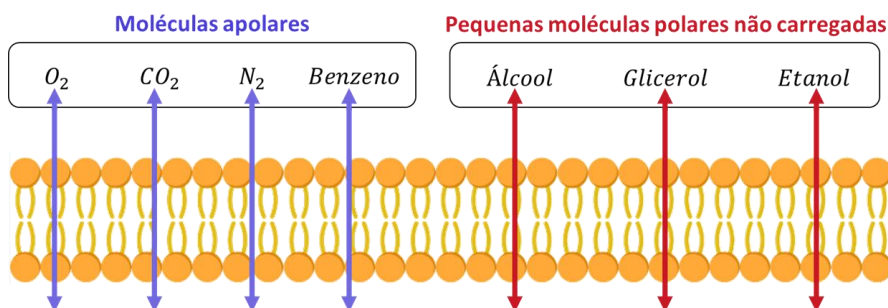
Algumas substâncias podem atravessar a membrana plasmática de dentro para fora ou de fora para dentro de forma espontânea, sem que a célula gaste energia para isso. Esse tipo de transporte é chamado **transporte passivo**.



Difusão simples

Moléculas de SOLUTO atravessam a membrana do meio MAIS concentrado para o meio MENOS concentrado.

É a simples passagem de soluto – **gases (apolares) e moléculas polares pequenas** – da região onde se encontra mais concentrado para regiões em que sua concentração é menor, até que se atinja um equilíbrio nas concentrações. Chamamos essa movimentação a favor do equilíbrio como **a favor do gradiente de concentração**.

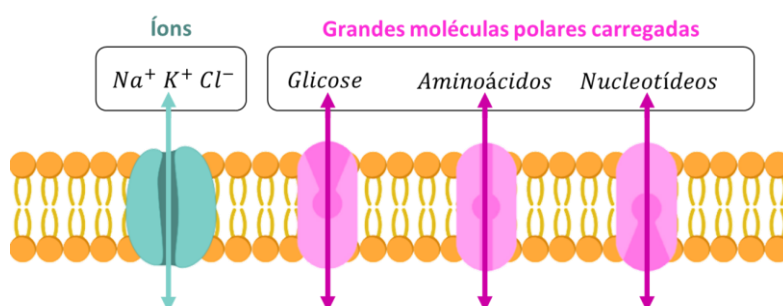


A difusão simples ocorre sob duas condições: i) a membrana deve ser permeável ao soluto e ii) deve haver diferença de concentração do soluto entre o meio extra e o meio intracelular. A passagem dos solutos se dá por entre os fosfolípidios da membrana.

O exemplo mais comum ocorre nos nossos pulmões. A troca de gases que acontece nos alvéolos pulmonares, onde o oxigênio (O_2) sai das células e o gás carbônico (CO_2) entra (processo chamado de hematose), é uma difusão simples. O gás carbônico está sempre sendo produzido pelas células na respiração. A concentração desse gás é, portanto, sempre maior no interior das células e menor no meio extracelular. Dessa maneira, o CO_2 difunde-se das células para a corrente sanguínea, e desta para os alvéolos pulmonares, onde será eliminado do corpo na nossa respiração. Da mesma forma, o O_2 , que é mais concentrado na atmosfera em relação ao interior do nosso corpo, entra por difusão.

Difusão facilitada

Moléculas de SOLUTO atravessam, com auxílio de proteínas, a membrana do meio MAIS concentrado para o meio MENOS concentrado.



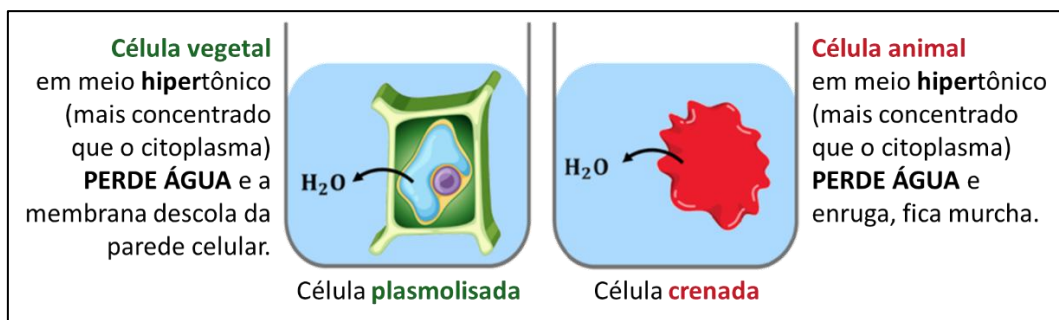
Osmose

Moléculas de SOLVENTE atravessam livremente a membrana do meio MENOS concentrado para o meio MAIS concentrado.

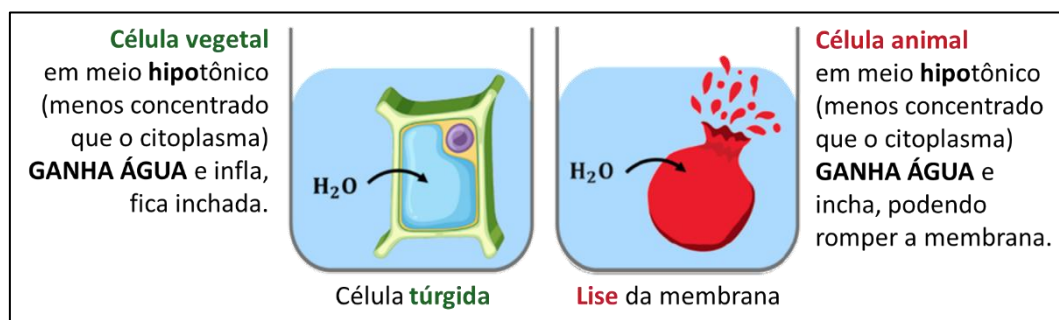
A osmose é um caso especial de difusão simples.

A água tende a fluir do meio menos concentrado para o meio mais concentrado, a fim de dissolver os solutos em excesso. As células do corpo humano estão banhadas em solução aquosa isotônica, proveniente do sangue. Isso significa que a concentração de solutos (íons, moléculas etc.) nessa solução aquosa é igual à concentração de solutos no citoplasma celular. Então, em condições normais, nossas células não perdem nem absorvem água, elas estão em **equilíbrio osmótico**.

Uma célula animal, quando posta em **solução hipertônica**, tende a perder água (desidratar) e murchar. Dizemos que a célula foi **crenada**. Já a célula vegetal apresenta uma parede celular permeável que a protege, fazendo com que a membrana plasmática descole. Dizemos que a célula se tornou **plasmolisada**. Uma célula plasmolisada pode voltar à sua condição flácida quando volta a absorver água. Esse processo é chamado **deplasmólise**.

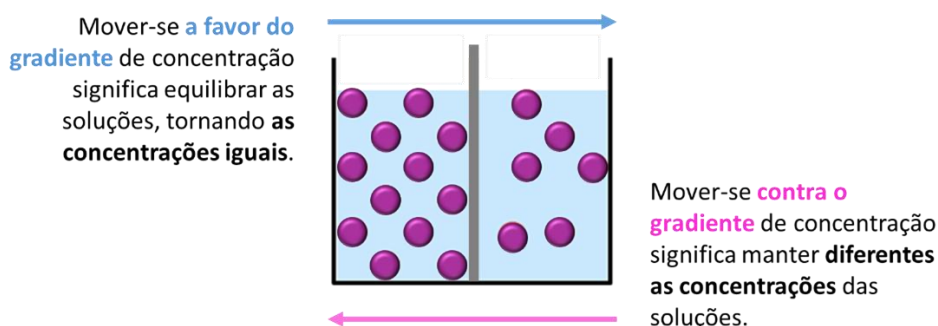


Em **solução hipotônica**, a célula animal tende a receber água da solução continuamente, por osmose. Caso o equilíbrio demore a ser atingido, a membrana plasmática poderá se romper (sofrer lise ou sofrer hemólise) e a célula então morre. No entanto, a célula vegetal não corre esse risco porque a parede celular mantém sua integridade física. À medida que a célula absorve água e vai inchando, a parede celular passa a exercer pressões cada vez maiores sobre o citoplasma, forçando a saída da água. Por isso, o volume celular aumenta até que a pressão exercida pela parede celular se torne equivalente à pressão de difusão da água (ou pressão osmótica). Dizemos que a célula inchada está **túrgida**.



3.2 Transporte ativo

O transporte ativo é o que ocorre através da membrana celular **com gasto de energia**. Neste caso, o transporte de substâncias ocorre do local de menor concentração para o de maior concentração, isto é, **contra um gradiente de concentração**.



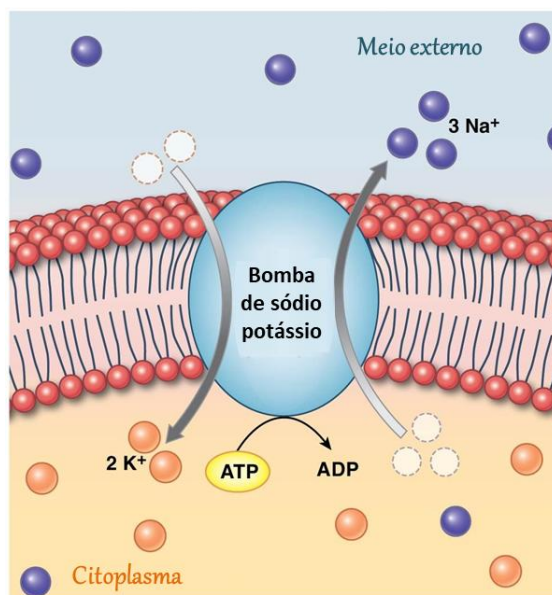
Existem dois tipos de transporte ativo: as bombas de iônicas e o transporte por vesículas. Dentre as substâncias que podem ser transportadas ativamente através da membrana estão os íons (sódio, potássio, ferro, hidrogênio, cálcio) e moléculas grandes polares não carregadas.

Bombas iônicas

O transporte ativo permite que a célula acumule ou elimine substâncias de forma controlada, mesmo que já haja uma concentração elevada delas em um dos lados da membrana. Esse processo depende de proteínas transportadoras especializadas, também chamadas de bombas ou carregadoras, que reconhecem e movimentam íons ou moléculas específicas.

Um exemplo clássico é a **bomba de sódio e potássio (Na^+/K^+)**, encontrada nas células animais. Ela funciona da seguinte forma:

- Expulsa **3 íons de sódio (Na^+)** para fora da célula.
- Introduz **2 íons de potássio (K^+)** para dentro da célula.
- Isso ocorre **com gasto de ATP** e é essencial para manter o equilíbrio osmótico, o potencial elétrico da membrana e o funcionamento de neurônios e músculos.



Outros exemplos de transporte ativo incluem:

- **Captação de nutrientes** em células intestinais, mesmo quando já há alta concentração no interior.
- **Reabsorção de glicose e aminoácidos** nos túbulos renais.
- **Acúmulo de íons de cálcio** no retículo sarcoplasmático das células musculares.

O transporte ativo é, portanto, essencial para a sobrevivência celular, pois permite manter um ambiente interno adequado, mesmo diante de variações externas.

Endocitose e Exocitose

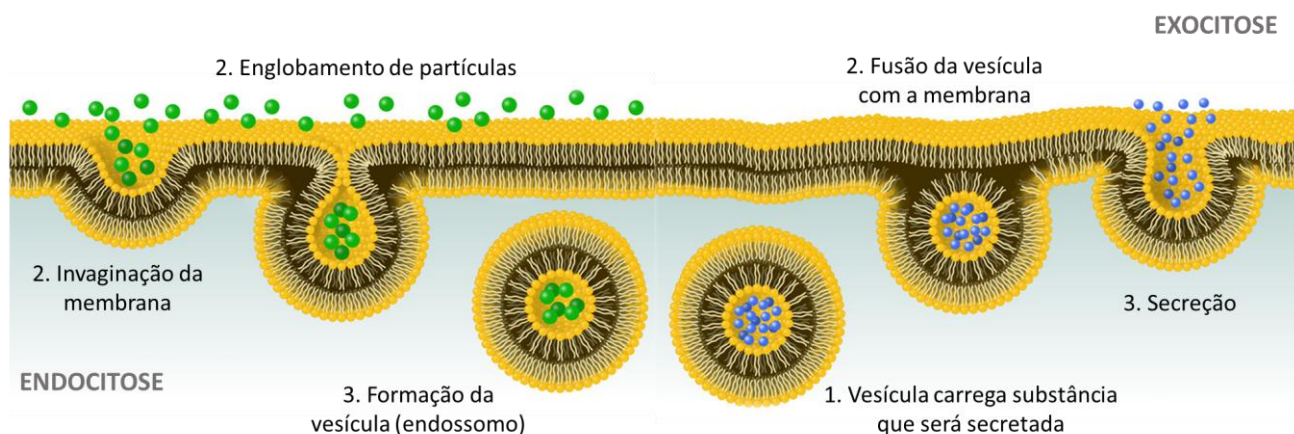
A **endocitose** é um tipo de transporte ativo em que a célula engole substâncias ou partículas grandes, formando uma **invaginação da membrana plasmática que resulta na formação de uma vesícula**. Esse processo também exige gasto de energia (ATP), pois envolve mudanças estruturais na membrana.

Existem dois tipos principais de endocitose:

1. **Fagocitose** – é o processo pelo qual a célula engole partículas sólidas grandes, como microrganismos ou fragmentos celulares. A membrana se projeta ao redor da partícula, formando pseudópodes, que se fundem e englobam o material em uma vesícula chamada fagossomo. Essa vesícula depois se funde com um lisossomo, onde o conteúdo é digerido. É muito comum em células de defesa, como os macrófagos e os neutrófilos.
2. **Pinocitose** – aqui, a célula engole líquidos e pequenas partículas dissolvidas, formando pequenas vesículas. O processo é menos específico do que a fagocitose e ocorre, por exemplo, em células intestinais que absorvem nutrientes dissolvidos.

Há também um tipo mais específico de pinocitose chamado **endocitose mediada por receptores**, no qual certas moléculas se ligam a receptores específicos na membrana antes de serem internalizadas — esse processo é usado, por exemplo, na **absorção de colesterol (LDL)**.

A endocitose é, portanto, **uma via essencial para a troca de substâncias entre a célula e o ambiente**, especialmente quando se trata de moléculas grandes demais para atravessar a membrana por canais ou transportadores.



A **exocitose** é o processo inverso da endocitose: trata-se de um tipo de transporte ativo no qual a célula **expulsa substâncias para o meio extracelular por meio de vesículas que se formam dentro da célula e se fundem com a membrana plasmática**. Assim como na endocitose, esse processo exige gasto de energia (ATP).

Durante a exocitose, as substâncias que precisam ser eliminadas ou secretadas — como proteínas, enzimas, hormônios ou resíduos celulares — são armazenadas em vesículas originadas no complexo golgiense. Essas

vesículas se movimentam até a membrana plasmática, fundem-se com ela e liberam seu conteúdo para fora da célula.

A exocitose é extremamente importante para:

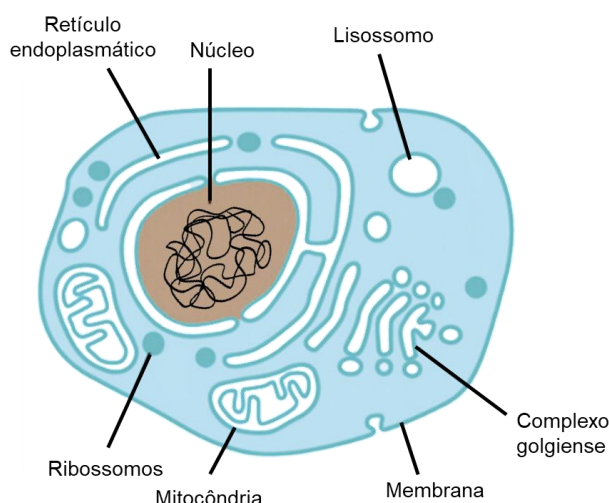
1. **Secreção de substâncias:** células glandulares utilizam exocitose para liberar hormônios (como a insulina, pelas células do pâncreas) ou enzimas digestivas (como pelas células do estômago e intestino).
2. **Eliminação de resíduos:** após a digestão intracelular, o material não aproveitado é expulso da célula por exocitose.
3. **Renovação da membrana plasmática:** a fusão das vesículas com a membrana também contribui para o crescimento e manutenção da própria membrana celular.

Em células nervosas, a exocitose tem papel fundamental na liberação de neurotransmissores nas sinapses — ou seja, é essencial para a comunicação entre neurônios.



4. Organelas citoplasmáticas

Citoplasma é a região interna à membrana plasmática, ou seja, o interior celular. O citoplasma constitui-se de um **meio gelatinoso semifluido** chamado de **citossol** (ou hialoplasma), que preenche o interior celular e é **composto de 70-90% de água**. Vários sais minerais compõem aproximadamente 10% de sua composição e, por isso, ele é um excelente condutor de eletricidade. Essa constituição química é basicamente a mesma para as células procarióticas e eucariótica.



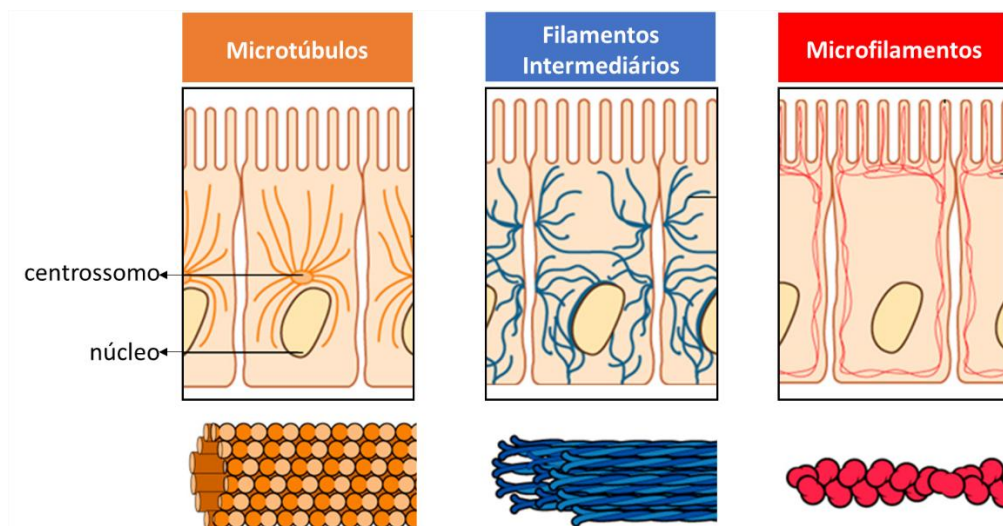
4.1 Citoesqueleto e movimento celular

O citoesqueleto é uma estrutura dinâmica e altamente organizada presente no citoplasma das **células eucarióticas**, formada por uma complexa rede de **filamentos proteicos** que se estende por todo o interior celular. Ele atua como uma espécie de “esqueleto interno” que oferece **suporte estrutural, movimentação e organização dos componentes celulares**.

Citoesqueleto é o arcabouço estrutural da célula, formado por filamentos de diferentes proteínas.

Apesar do nome, o citoesqueleto não é uma estrutura rígida e fixa. Pelo contrário, ele é altamente **flexível e reorganizável**, adaptando-se às necessidades da célula — por exemplo, durante a divisão celular, a migração ou mudanças de forma.

O citoesqueleto é composto por três tipos principais de filamentos:



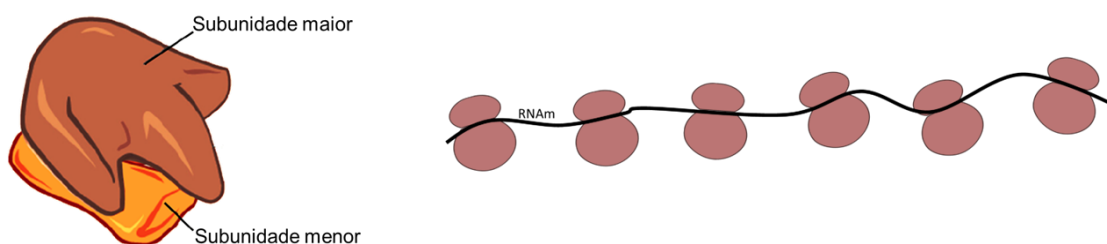
4.2 Ribossomo

Os ribossomos são **complexos macromoleculares formados por RNAr** (RNA ribossômico) e **proteínas**, cuja função dentro da célula é **sintetizar proteínas**.

Atenção! Ribossomos e centríolos NÃO apresentam MEMBRANA.

Os ribossomos encontram-se livres e espalhados no citosol ou ligados a outras estruturas.

Os **ribossomos livres** no citosol são responsáveis pela produção de **proteínas que serão usadas nos processos internos da célula**. Para isso, eles se unem em uma cadeia chamada polirribossomo e realizam uma “linha de produção” de proteínas.



Já os **ribossomos ligados** ocorrem associados ao **retículo endoplasmático rugoso**, à **membrana nuclear** e **dentro de mitocôndrias e cloroplastos**. Eles são responsáveis pela produção de proteínas que vão compor a membrana plasmática e pelas proteínas que serão secretadas pelos lisossomos para fora das células (por exemplo, os hormônios).



Todas as células possuem ribossomos. Contudo, os ribossomos das células eucarióticas são maiores e compostos por mais proteínas em relação às células procarióticas.

4.3 Retículos endoplasmáticos

O retículo endoplasmático é uma organela que está relacionada com a síntese de moléculas orgânicas. Existem dois tipos de retículos: o rugoso e o liso.

O **retículo endoplasmático rugoso ou granular (RER ou REG)** é associado aos ribossomos em sua face externa (face citosólica) e relaciona-se à síntese de proteínas. Essas proteínas são sintetizadas nos ribossomos e injetadas no retículo. Já o **retículo endoplasmático liso (REL)** não possui ribossomos em sua superfície (daí o nome “liso”) e é responsável pela síntese de lipídios.

Quando o retículo endoplasmático está associado aos ribossomos, ele adquire uma aparência áspera, motivo pelo qual é chamado de **rugoso** ou **granuloso** (RER ou REG). O RER é formado por uma **rede de membranas achatadas** e está localizado no citoplasma, próximo ao núcleo, sendo a sua membrana uma continuação da membrana nuclear externa. **A proximidade com o núcleo torna a síntese de proteínas mais eficiente, uma vez que o início desse processo ocorre no interior nuclear.**

O RER separa as proteínas que serão exportadas para outras células (sintetizadas pelos seus próprios ribossomos) daquelas que serão usadas em processos intracelulares (sintetizadas pelos polirribossomos), as armazena e as distribui para seus destinos.

Vários são os destinos possíveis para as proteínas por ele produzidas: armazenamento nos lisossomos e nas células de defesa corpo (como anticorpos); armazenamento intracelular provisório para exportação, como no pâncreas e em algumas glândulas endócrinas; armazenamento nos fibroblastos (secretando colágeno); e nos plasmócitos (secretando imunoglobulinas).

Além disso, as proteínas da membrana plasmáticas (integrais e periféricas) são sintetizadas é no RER, transportadas em vesículas para o complexo de Golgi (onde são modificadas) e enviadas para compor a membrana plasmática.

Já o **retículo endoplasmático liso (REL)** é formado por uma **rede de túbulos cilíndricos**, cuja **membrana é contínua com a do RER**, porém não possui ribossomos aderidos à sua superfície.

O REL participa da produção de moléculas de lipídios (**esteroides, fosfolipídios e colesterol**). No sistema endócrino, ele ocupa boa parte do citoplasma das células, pois está envolvido na produção dos hormônios esteroides a partir do colesterol.

Outra função importante do retículo endoplasmático liso é a síntese de fosfolipídios para todas as membranas celulares.

Nas células musculares estriadas o REL também é abundante, contudo, ele realiza outra função: **regula os níveis de cálcio** no citoplasma. Seu papel é de suma importância porque o cálcio é o elemento fundamental para a contração muscular. Quando está exercendo essa função, o REL recebe o nome de **retículo sarcoplasmático**.

Outro exemplo onde o REL aparece em grandes quantidades são as **células do fígado**. Isso porque ele possui enzimas digestivas que alteram as moléculas de substâncias tóxicas como o álcool, pesticidas e



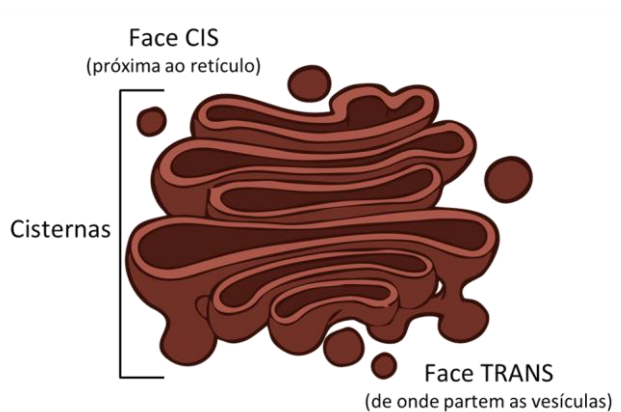
medicamentos, inativando-as e facilitando sua eliminação do corpo. Quando ingerimos álcool ou tomamos remédios sem prescrição médica com frequência, induzimos a alta produção de REL para degradar essas moléculas tóxicas. Com o tempo, a tolerância a essas drogas aumenta, o que significa que doses cada vez mais altas são necessárias para que o REL execute suas funções.

Por fim, as células das **gônadas** também apresentam o REL bem desenvolvido devido à produção dos hormônios esteroides sexuais.

4.4 Complexo de Golgi

O complexo de Golgi consiste em 6 a 20 bolsas membranosas achatadas e empilhadas, chamadas **cisternas**, e localiza-se próximo ao núcleo. Sua função relaciona-se com a fase final de **transporte das proteínas e lipídios produzidos no retículo endoplasmático para fora da célula**.

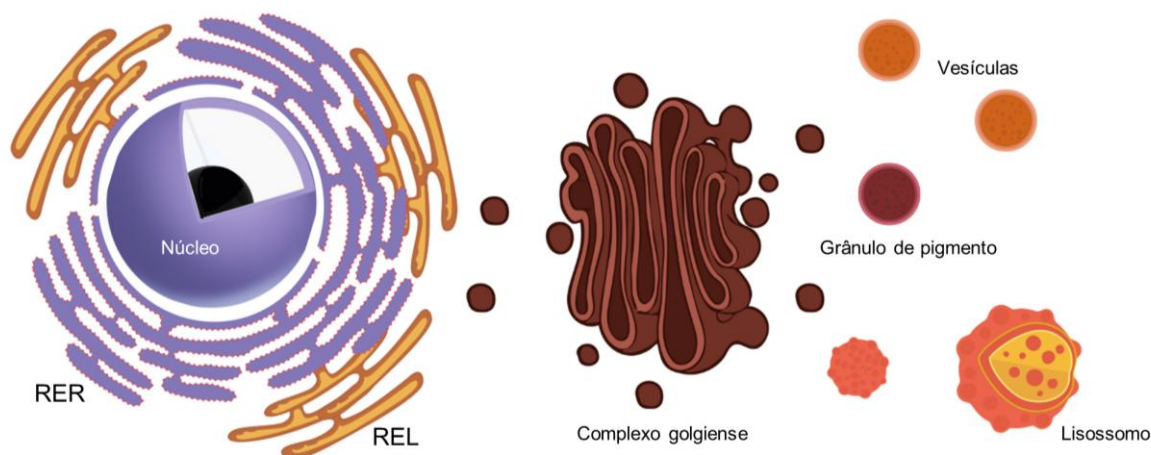
O complexo de Golgi é composto por **cisternas**, **redes** e **vesículas**. Ele possui duas faces: uma voltada para o retículo endoplasmático, de quem recebe as proteínas para modificação, armazenamento e transporte (**face cis**), e outra de onde partem as vesículas com as proteínas já modificadas para seus destinos (**face trans**).



As modificações que as proteínas podem sofrer são **glicosilações** (adição de carboidratos), **sulfatações** (adição de sulfatos) e **fosforilações** (adição de fosfatos). É a partir dessas modificações que ocorre a síntese dos polissacarídeos componentes da membrana plasmática, da parede celular e/ou da matriz celular. Depois de modificadas (ou processadas), as proteínas são empacotadas em vesículas membranosas e cheias de enzimas e, finalmente, liberadas do complexo.

Essas vesículas membranosas podem ser:

- Vesículas transportadoras de proteínas de membranas: que encaminham as proteínas que vão constituir a membrana plasmática;
- Grânulos de secreção: que lançam seu conteúdo para o exterior da célula por exocitose;
- Lisossomos: que realizam a digestão celular.

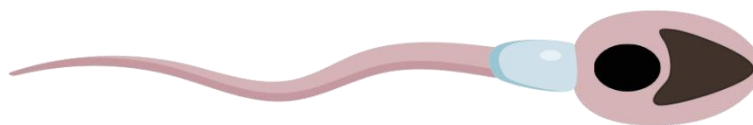


No caso dos **lisossomos**, eles transportam as substâncias que serão digeridas para utilização de nutrientes e energia nos processos internos da célula, para a defesa do corpo (como no caso da fagocitose de substâncias nocivas) ou para renovação das organelas defeituosas ou inativas. Os lisossomos são, portanto, vesículas membranosas produzidas no complexo de Golgi.

No caso dos **grânulos de secreção**, as células secretoras (como aquelas produtoras de hormônios e enzimas digestivas) têm grande parte do citoplasma preenchido por uma rede formada pelo complexo de Golgi e vesículas de vários tipos.

ATENÇÃO! O complexo de Golgi tem como função a modificação e eliminação de secreções, mas **NÃO** a produção.

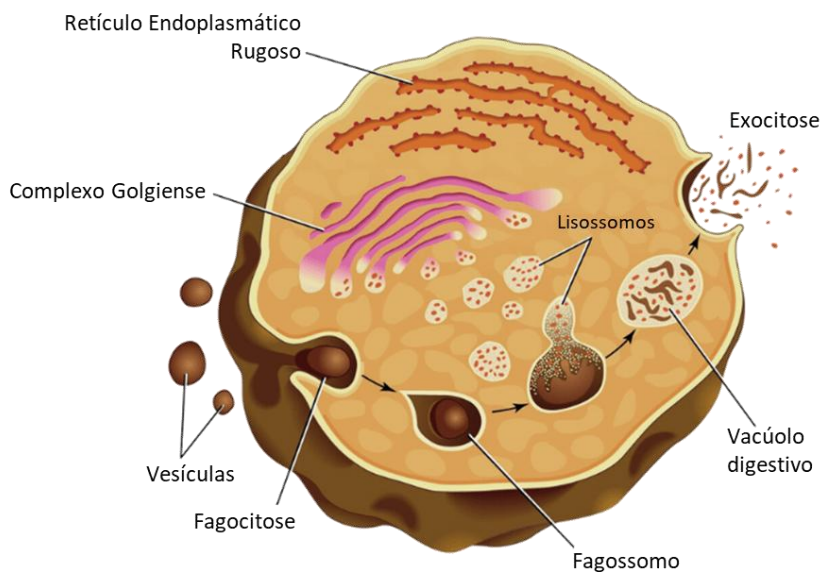
Por fim, uma outra função importante do complexo de Golgi é a **formação do acrossomo**, estrutura em formato de V que se localiza na extremidade da cabeça do espermatozoide. O acrossomo é o resultado da fusão de vários lisossomos formando uma vesícula que contém enzimas digestivas para auxiliar na perfuração da membrana do óvulo no momento da fecundação.



4.5 Lisossomo

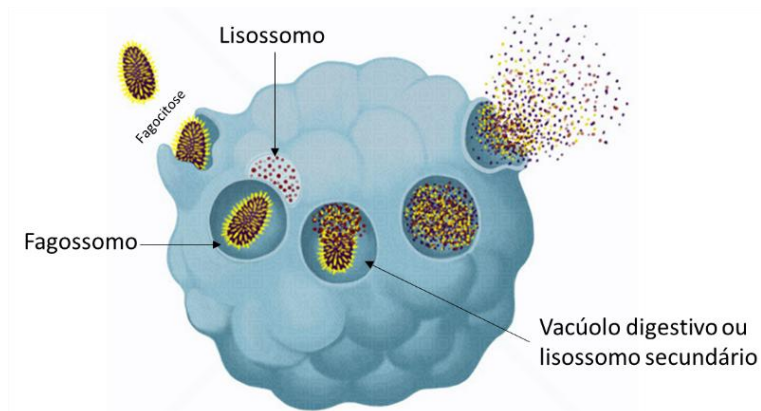
Os lisossomos são organelas citoplasmáticas envoltas por uma membrana simples, encontradas principalmente em células animais. Eles **contêm enzimas hidrolíticas** capazes de degradar uma grande variedade de substâncias orgânicas, como proteínas, ácidos nucleicos, lipídios e polissacarídeos. Essas enzimas são **ativas em pH ácido**, o que é garantido pelo ambiente interno do lisossomo, mais ácido que o citoplasma.

Sua principal função é a **digestão intracelular**, essencial para a renovação celular, defesa contra patógenos e manutenção da homeostase.



Função heterofágica

Quando a célula precisa **digerir substâncias vindas do meio externo**, ela realiza sua função heterofágica. A partícula fagocitada é envolvida pela vesícula formada a partir da invaginação da membrana plasmática, o fagossomo, que fica livre no citoplasma. Esse fagossomo se funde ao lisossomo e, em seguida, as enzimas digestivas do lisossomo começam a agir. A partícula é quebrada em partes menores e eliminada para fora da célula.

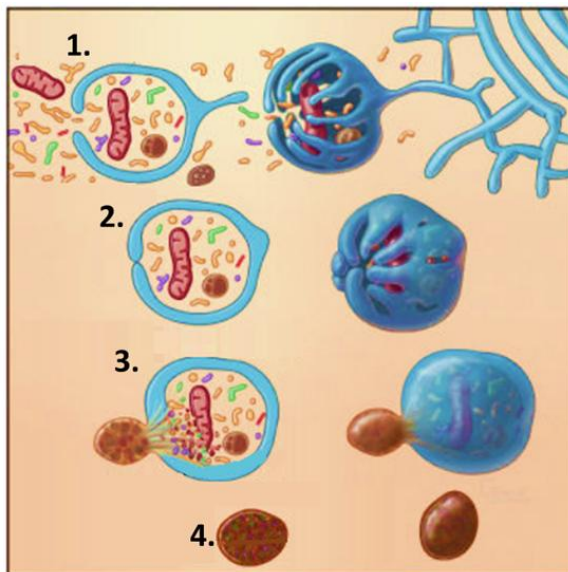


Um exemplo de heterofagia é o caso das células do sistema imunológico humano, que fagocitam as células inimigas e se fundem aos lisossomos para digeri-las. Depois que o processo da digestão se completa, o conteúdo do corpo residual (aquilo que não foi aproveitado pela digestão) pode ser eliminado por clasmocitose ou retido no interior do citoplasma, como nos casos dos grânulos de pigmento.

Função autofágica

Quando as organelas se tornam envelhecidas, a célula passa por uma reciclagem e realiza o processo de autofagia, através do qual digere algumas das suas organelas que já não funcionam bem, contribuindo para

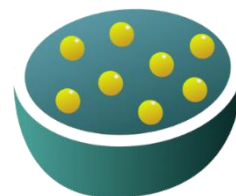
a renovação do material citoplasmático. Mas a autofagia também pode acontecer em situações com poucos nutrientes, em que a célula realiza a autofagia para manter seu funcionamento em equilíbrio (a homeostase).



4.6 Peroxissomo

Os peroxissomos são organelas citoplasmáticas envoltas por uma única membrana, especializadas em reações de **oxidação**, especialmente aquelas que envolvem a degradação de ácidos graxos e a **desintoxicação de substâncias nocivas** à célula. Sua principal contribuição nesse processo é por meio do metabolismo do **peróxido de hidrogênio (H_2O_2)**, uma molécula tóxica que pode se formar em várias reações celulares.

Dentro dos peroxissomos, há enzimas chamadas **oxidases**, que catalisam reações onde moléculas orgânicas são oxidadas com a participação do oxigênio, resultando na produção de peróxido de hidrogênio como subproduto. Como o H_2O_2 é altamente reativo e pode causar danos às proteínas, lipídios e DNA, ele precisa ser rapidamente neutralizado. Para isso, os peroxissomos contêm outra enzima crucial: a **catalase**.



A catalase atua decompondo o peróxido de hidrogênio:



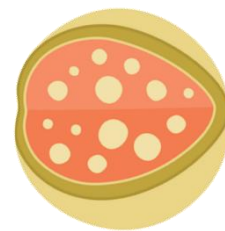
Os peroxissomos auxiliam na **produção de sais biliares** e na neutralização de algumas substâncias tóxicas para o corpo, como o álcool e medicamentos. O etanol pode ser convertido em acetaldeído por ação das oxidases nos peroxissomos, com geração de H_2O_2 . A catalase então se encarrega de neutralizar o peróxido, protegendo a célula do estresse oxidativo. Por isso estão presentes no corpo humano em grandes quantidades nas células que formam os rins (células renais) e o fígado (células hepáticas). Eles chegam a constituir até 2% do volume total das células e metabolizam aproximadamente 50% do álcool etílico ingerido.

Além disso, os peroxissomos ajudam na quebra de **ácidos graxos de cadeia muito longa**, que não podem ser degradados inicialmente nas mitocôndrias. Esses ácidos são encurtados nos peroxissomos e depois transferidos para as mitocôndrias, onde completam sua oxidação no ciclo de Krebs.



4.7 Glioxissomos

Os glioxissomos são **organelas especializadas** encontradas exclusivamente em **células de plantas (principalmente nas sementes oleaginosas)** e em **alguns fungos**. Eles são uma **variação dos peroxissomos** e compartilham com eles algumas funções, como a presença de enzimas oxidativas e a decomposição de peróxido de hidrogênio. No entanto, os glioxissomos possuem características únicas relacionadas ao metabolismo de lipídios e à conversão de compostos gordurosos em açúcares, o que é essencial durante a germinação.

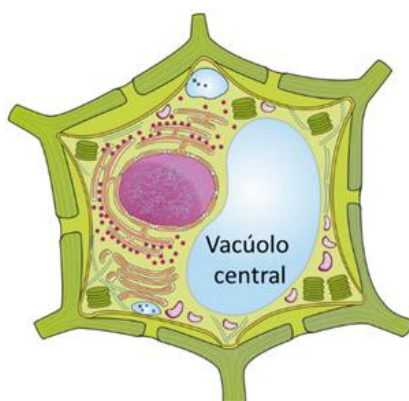


A principal função dos glioxissomos está relacionada ao **ciclo do glioxilato**, uma via metabólica que permite converter **ácidos graxos em açúcares** (glicose), algo que **animais não conseguem fazer**, mas plantas sim. Esse processo é fundamental no início da vida da planta, porque as sementes muitas vezes acumulam reservas energéticas na forma de óleos, que precisam ser transformados em açúcares solúveis para alimentar o embrião durante a germinação, antes que ele consiga realizar a fotossíntese.

4.8 Vacúolo central

Os **vacúolos de suco celular** são **exclusivos das plantas e algumas algas**. Em uma célula vegetal jovem, existem inúmeros vacúolos pequenos. Conforme o crescimento da planta, esses vacúolos vão se fundindo até se tornar um grande e bem desenvolvido vacúolo central na planta madura. As funções do vacúolo central são:

- atuar como **reserva de substâncias** (como o amido, por exemplo) e **pigmentos** (que fornecem a coloração de folhas e flores), e
- atuar na **regulação osmótica** da planta, controlando a entrada e saída de água.



4.9 Vacúolo pulsátil

Nos protozoários e em alguns organismos mais simples, como as esponjas do mar, ocorrem vacúolos **contráteis** (ou **pulsáteis**). Assim como os vacúolos de suco celular, esses vacúolos também controlam a entrada e saída de água da célula por osmose e realizam o armazenamento de substâncias.



4.10 Mitocôndria

As mitocôndrias são organelas membranosas conhecidas como as **casas de força da célula**, pois são responsáveis pela produção de energia através do processo de **respiração celular aeróbia**. Por isso, sua quantidade em uma célula é bastante variável, conforme a necessidade de mais ou menos energia de determinado tecido.

A respiração celular é um processo de oxidação de moléculas orgânicas, tais como ácidos graxos, glicídios e, principalmente, a glicose (principal fonte de energia utilizada pelos organismos heterotróficos). A equação química geral do processo é representada da seguinte forma:



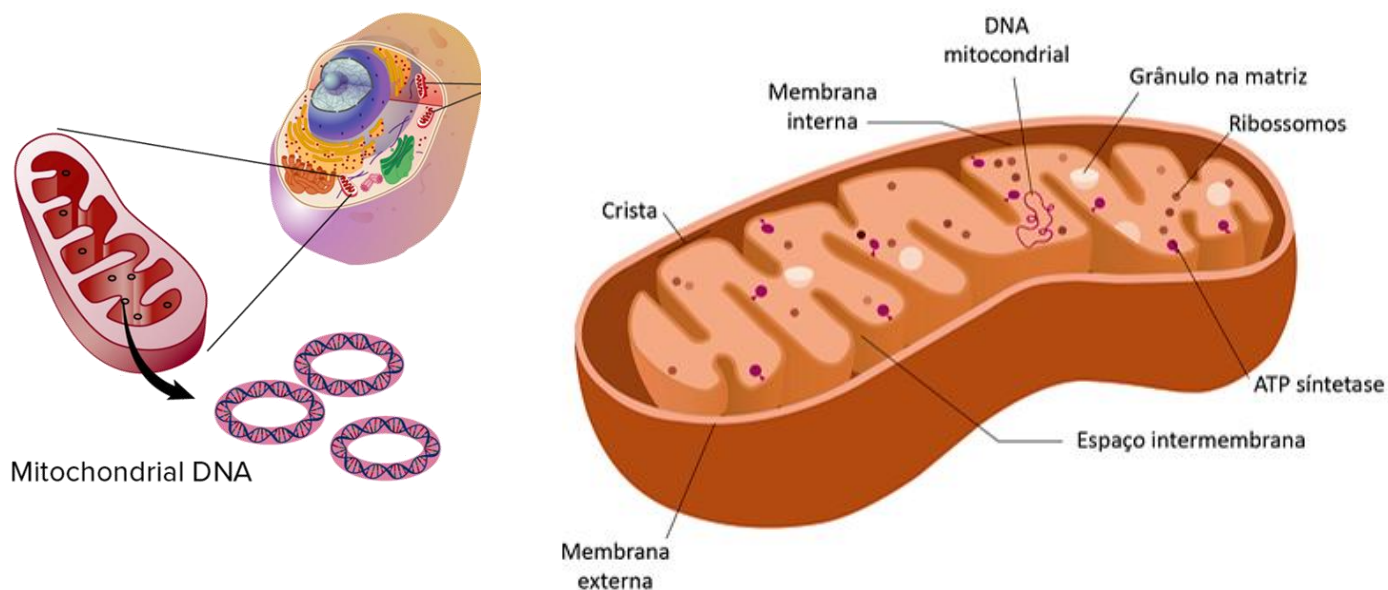
A glicose proveniente da alimentação (nos organismos autotróficos é produzida através da fotossíntese) é convertida em gás carbônico e água, produzindo moléculas de ATP para manutenção de diversas atividades celulares.

Mitocôndrias são pequenas organelas flutuando livremente por toda a célula, geralmente com forma de **bastonete** e formadas por duas membranas lipoproteicas, sendo uma externa e outra interna. A **membrana externa** é semelhante à de outras organelas: de composição lipoproteica, com as proteínas porinas controlando a entrada e saída de moléculas.

O **espaço intermembranas** é o espaço entre a membrana externa e a membrana interna. Também é conhecido como espaço perimitocondrial. Como a membrana externa é livremente permeável a pequenas moléculas, **as concentrações de íons e açúcares no espaço intermembranas são as mesmas que no citosol**.

A **membrana interna** é menos permeável e apresenta inúmeras dobras, chamadas de **cristas mitocondriais**. Essas dobras **aumentam a área da superfície** dentro da organela. Como muitas das reações químicas para produção de ATP ocorrem na membrana interna, a área de superfície aumentada cria mais espaço para que ocorram as reações. Ao contrário da membrana externa, **a membrana interna não contém porinas** e é altamente impermeável a todas as moléculas. Quase todos os íons e moléculas requerem transportadores de membrana especiais para entrar ou sair da matriz.





A parte interna da mitocôndria é conhecida como **matriz mitocondrial**. Essa matriz é preenchida por uma substância viscosa, que contém cerca de 2/3 da proteína total em uma mitocôndria, e é nela que ficam imersas uma mistura altamente concentrada de centenas de enzimas, ribossomos mitocondriais (mitorribossomos), RNA transportador, grânulos e várias cópias do genoma do DNA mitocondrial.

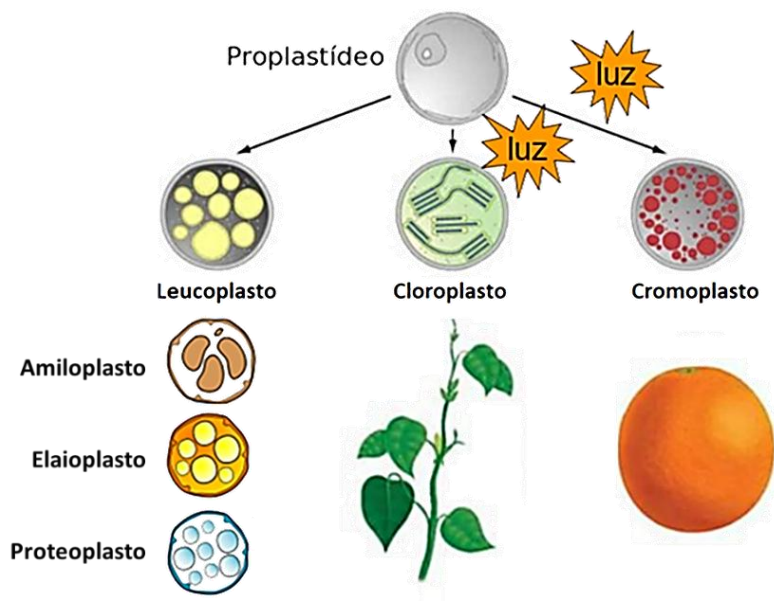
As mitocôndrias têm seu **próprio material genético** e a maquinaria para fabricar seus próprios RNAs e proteínas, mas nem todas as proteínas são codificadas pelo genoma mitocondrial; a maioria é codificada por genes no núcleo da célula e, depois, importadas para o interior da mitocôndria. O material genético é **semelhante ao das bactérias** (uma molécula circular de DNA) e uma mitocôndria pode conter de até dez cópias de seu DNA livres na matriz.

Outra característica importante das mitocôndrias é a **capacidade de se autoduplicar**. Elas dividem-se por fissão binária, semelhante à divisão celular bacteriana, em dois momentos: ou durante a divisão celular, ou conforme a necessidade energética da célula.

As mitocôndrias são herdadas da mãe apenas. Isso porque as mitocôndrias paternas são marcadas e selecionadas para posterior destruição dentro do embrião. As mitocôndrias são, portanto, um padrão conhecido como **herança materna**.

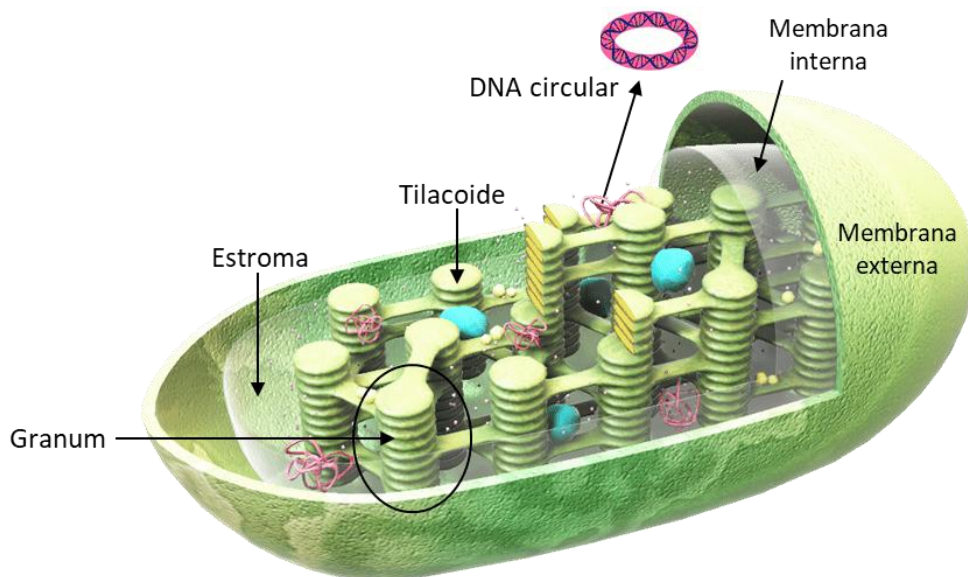
4.11 Plastos

Os plastos são organelas encontradas somente nas plantas e em algumas algas. Eles podem ser classificados em três tipos:



Os proplastídeos (indiferenciados) podem diferenciar-se de acordo com a sua função nos seguintes tipos: Amiloplastos: para a acumulação de amido como substância de reserva. Cloroplastos: para a fotossíntese. Elauioplastos: para o acúmulo de lipídio. Cromoplastos: para o armazenamento de pigmentos. Leucoplastos: para a reserva de substâncias.

Os cloroplastos são o tipo mais importante porque realizam a fotossíntese nas células vegetais. Sua coloração é verde devido à presença do pigmento clorofila, o qual abriga em seu interior. Além disso, são capazes de se autoduplicar e modificar. Uma coisa interessante é que um leucoplasto (que é transparente) pode se tornar um cloroplasto se receber estímulo luminoso, assim como um cloroplasto pode se tornar um leucoplasto se deixar de recebê-lo.



Três componentes principais formam os cloroplastos:

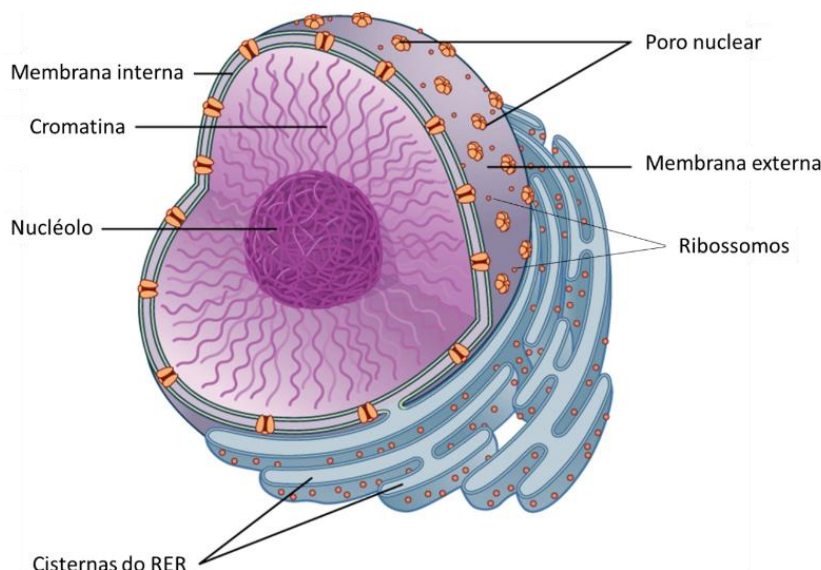
- **Envelope:** uma dupla membrana que delimita a organela;

- **Tilacoides:** um abrigo das moléculas de clorofila. Nos cloroplastos jovens, constituem vesículas membranosas achatadas formadas a partir de projeções da membrana interna para dentro da célula. Nos cloroplastos maduros, formam estruturas semelhantes a moedas empilhadas e interligadas. Cada “pilha” recebe o nome de *granum*, e o conjunto de *granum* recebe o nome de *grana*;
- **Estroma:** região do cloroplasto entre o envelope e os tilacoides. É nele que ficam os ribossomos, o DNA e o RNA relacionados com a síntese de algumas proteínas de cloroplastos. O estroma age como o “esqueleto” do cloroplasto, mantendo todos os *granum* a uma distância segura um do outro e maximizando a eficiência da organela. Se todos os tilacoides estivessem sobrepostos e agrupados, não haveria uma maneira eficiente de capturar a energia do Sol.



5. Núcleo

O núcleo é a região que **controla as atividades metabólicas** da célula.



O envoltório nuclear é uma membrana biológica formada por **duas camadas lipoproteicas**, compostas de fosfolipídios, entre as quais há um espaço denominado espaço perinuclear. Esse envoltório possui **inúmeros poros** em sua superfície que permitem a comunicação e troca de macromoléculas e outras substâncias entre o material nuclear e o citoplasma. Cada poro é recoberto por um conjunto de proteínas, chamado de complexo do poro nuclear, que controla quais moléculas podem entrar e sair. Além disso, possui **comunicação direta com a membrana do retículo endoplasmático rugoso** e, assim como na organela, **apresenta ribossomos aderidos à sua superfície**.

No interior do núcleo encontra-se o nucléolo, uma região densa, **não delimitada por membrana**, onde ocorre a **síntese e o acúmulo do RNA ribossômico (RNAr)**.

O DNA é o principal componente dos cromossomos e onde se localizam os **genes** (a informação genética propriamente dita). Nos eucariontes, ele se apresenta em **estruturas lineares** (fitas), sendo constituído por duas cadeias de polinucleotídeos que são complementares.

Cada cadeia de DNA possui milhares de nucleotídeos sequenciais. Um nucleotídeo é uma molécula complexa, formada por um **grupo fosfato (P)**, um **açúcar de cinco carbonos** e uma **base nitrogenada** (adenina, timina, citosina ou guanina). Em relação ao açúcar, trata-se de uma pentose chamada **desoxirribose** cujos carbonos são denominados **1', 2', 3', 4' e 5'**. O carbono 1' está sempre ligado a uma das bases nitrogenadas, enquanto o carbono 5' está sempre ligado ao grupo fosfato.

Para que uma cadeia de DNA seja formada, **o grupo OH do carbono 3' se liga ao grupo fosfato do carbono 5' do açúcar anterior**, e essa ligação entre os nucleotídeos é chamada de **ligação fosfodiéster**. É importante ressaltar que **a adição de novos nucleotídeos à fita acontece sempre no carbono 3'**. Ou seja, um novo

nucleotídeo nunca irá se ligar à extremidade que apresenta o grupo fosfato, mas sim ao carbono 3' do nucleotídeo anterior. Por isso dizemos que **o sentido do crescimento da fita é sempre 5' → 3'**.

Outra característica do DNA é a **disposição antiparalela de suas fitas**, ou seja, uma fica de “ponta cabeça” em relação a outra. Isso acontece porque os grupos fosfatos possuem carga negativa e se posicionam em lados opostos das cadeias de DNA, repelindo-se.

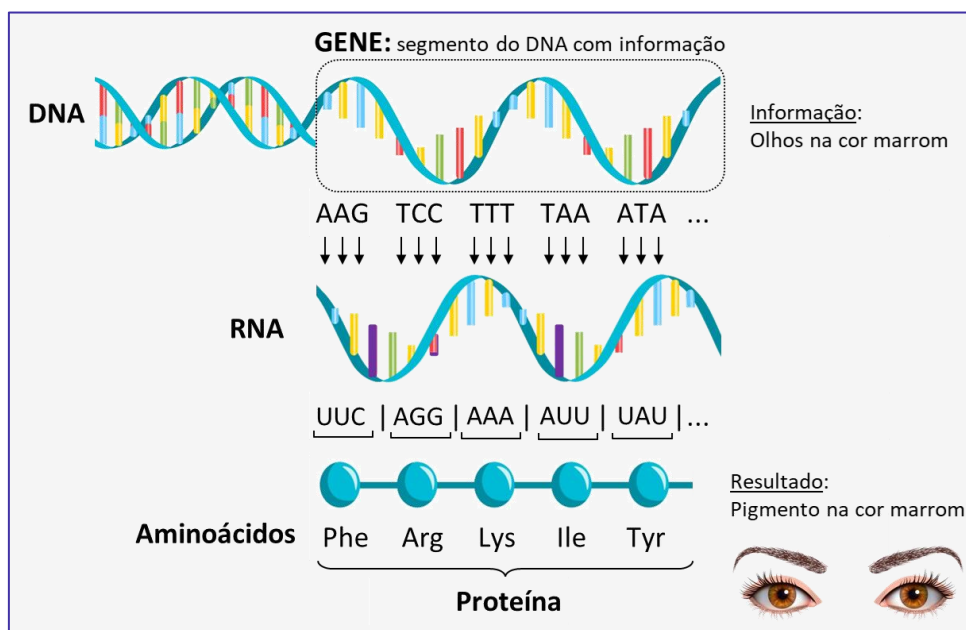
As duas fitas do DNA se ligam por ligações de hidrogênio entre as bases nitrogenadas, de maneira específica: a adenina se liga à timina por duas ligações de hidrogênio (**A=T**) e a citosina se liga à guanina por três ligações de hidrogênio (**C=G**). Por isso, dizemos que essas cadeias são complementares. As bases nitrogenadas A e G são chamadas púricas e apresentam dois anéis de carbono, enquanto as bases C e T são chamadas pirimídicas e apresentam apenas um anel de carbono.

Por conta das interações entre nucleotídeos e entre bases nitrogenadas, temos a molécula de DNA retorcida em seu próprio eixo, em formato de **dupla hélice tridimensional**, conforme descrito por Watson e Crick em 1953.

5.1 Replicação

5.2 Expressão gênica

Expressão gênica é o processo pelo qual a informação contida em um gene é utilizada para produzir moléculas funcionais, como proteínas ou RNA, que desempenham funções específicas dentro da célula. Ela é fundamental para a **regulação das atividades celulares, desenvolvimento dos organismos e resposta a estímulos ambientais**.



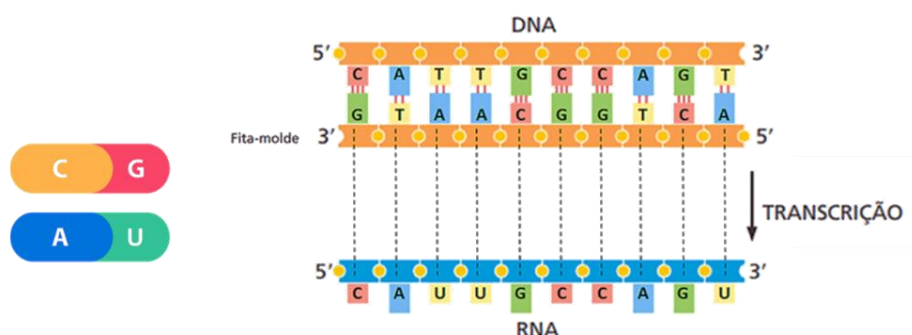
A expressão gênica pode ser dividida em etapas principais: 1. Transcrição, 2. Processamento do RNA (em eucariotos), 3. Tradução e 4. Modificação pós-traducional.

O DNA não fica solto na célula; ele fica enrolado em proteínas chamadas histonas. Se o DNA estiver muito compactado (**heterocromatina**), as enzimas não conseguem acessá-lo e o gene fica silenciado. Se estiver frouxo (**eucromatina**), o gene pode ser lido.

- Metilação do DNA: adição de radicais metil que geralmente "desligam" o gene.
- Acetilação de histonas: geralmente "abre" a estrutura do DNA, permitindo a leitura.

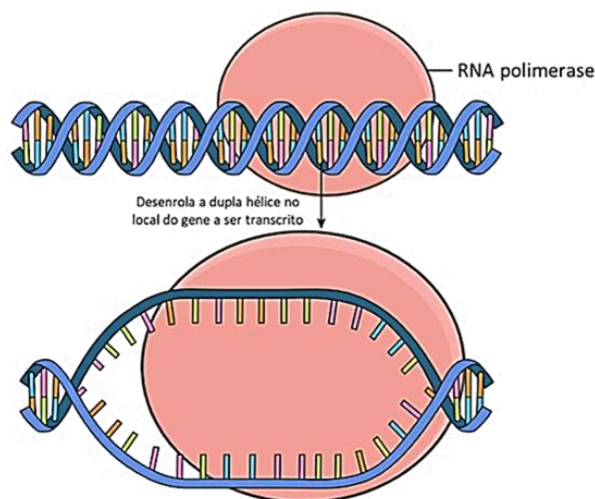
Transcrição

A transcrição é um processo altamente regulado, garantindo que os genes sejam expressos nos momentos e nas quantidades necessárias para atender às demandas da célula. Durante a transcrição, a célula **lê a sequência de bases nitrogenadas** de um gene (ou seja, um trecho específico do DNA que contém uma instrução) e constrói uma **fita de RNA** complementar. Essa fita de RNA terá uma sequência de bases correspondente à do gene original, com uma única diferença: no RNA, a base **uracila (U)** substitui a **timina (T)**. Portanto, onde há adenina (A) no DNA, será incorporado uracila (U) no RNA.

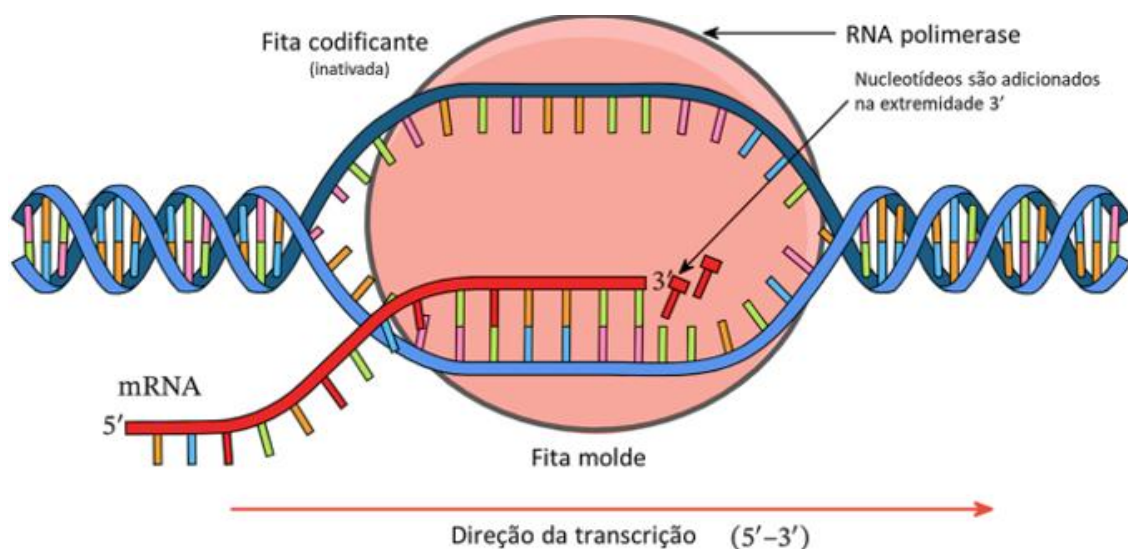


- **Iniciação:** a enzima **RNA polimerase** se liga a uma região promotora do DNA, que sinaliza onde a transcrição deve começar. Ela separa as duas fitas da dupla hélice e inicia a leitura da fita molde.

Fatores de transcrição são proteínas que se ligam a sequências específicas do DNA (promotores e intensificadores) para ajudar ou bloquear a enzima RNA polimerase na tarefa de iniciar a transcrição.



- **Elongação:** a RNA polimerase **caminha ao longo da fita molde do DNA**, ligando nucleotídeos de RNA de forma complementar (A com U, C com G) e construindo uma fita crescente de mRNA.



- **Término:** ao atingir uma sequência do DNA chamada **sequência de terminação**, a RNA polimerase **encerra a transcrição** e libera o mRNA recém-formado.

Modificações pós-transcricionais

Após a transcrição, o RNA produzido (pré-mRNA) nos eucariotos passa por **modificações**.

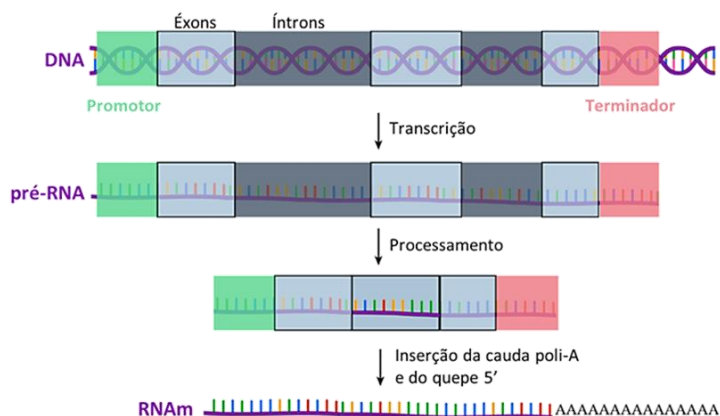
1. Adição de um cap (estrutura modificada) na extremidade 5'

O quepe é uma estrutura composta por um nucleotídeo de guanina metilada que é adicionada à extremidade 5' do pré-mRNA logo após o início da transcrição. Essa modificação é essencial porque protege o RNA contra a degradação por exonucleases, facilita o transporte do RNA para o citoplasma e ajuda no reconhecimento

do mRNA pelos ribossomos durante a tradução. A ligação do cap ocorre de forma única, por meio de uma ponte 5'-5' trifosfato, que é resistente às enzimas que degradam RNA.

2. Splicing

Remoção dos íntrons (não codificantes) e união dos éxons (codificantes). Esse processo é essencial para produzir um RNA funcional que codifique uma proteína.



Em muitos casos, o splicing é alternativo, permitindo que diferentes combinações de éxons sejam unidas, resultando em múltiplas variantes de proteínas a partir de um único gene.

Nas bactérias, o transcrito pode servir diretamente como um RNA mensageiro ou RNAm, porque **bactérias não possuem regiões de íntrons**.

3. Adição de uma cauda poli-A na extremidade 3'

Poliadenilação na extremidade 3': Após a transcrição da sequência de sinal de poliadenilação (AAUAAA), o pré-mRNA é clivado em um ponto específico na extremidade 3', e uma cauda poli-A (composta por uma sequência de adeninas) é adicionada pela enzima poli-A polimerase. Essa cauda aumenta a estabilidade do RNA, protegendo-o contra a degradação enzimática, e facilita o transporte para o citoplasma, além de contribuir para a eficiência da tradução.

Código genético

A linguagem da vida baseia-se em um sistema de codificação bioquímica em que cada três bases nitrogenadas do RNAm correspondem a um aminoácido. Esse sistema é o nosso **código genético**.

O **código genético** pode ser definido como a relação entre as trincas (códon) encontradas no RNAm e os aminoácidos encontrados em uma proteína.

- ☐ **Universal:** toda a vida na Terra usa o mesmo código genético, isto é, essa mesma tabela de códon.
- ☐ **Degenerado ou Redundante:** cada aminoácido pode ser codificado por mais de um códon. Por exemplo, AGA e AGG codificam o aminoácido arginina.





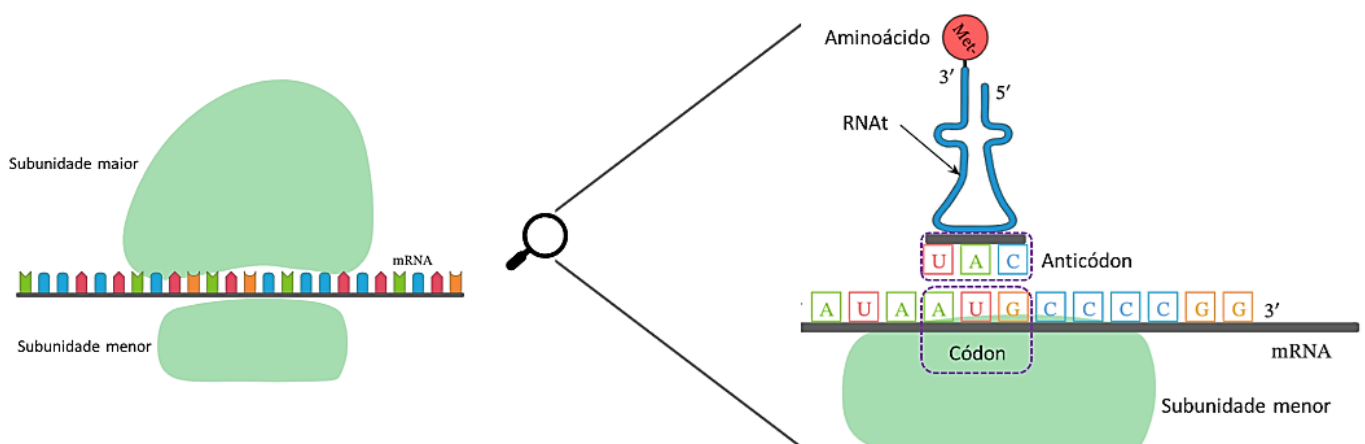
		Segunda letra				
		U	C	A	G	
Primeira letra	U	UUU } Phe UUC } UUA } Leu UUG }	UCU } UCC } Ser UCA } UCG }	UAU } Tyr UAC } UAA PARADA UAG PARADA	UGU } Cys UGC } UGA PARADA UGG Trp	U C A G
	C	CUU } CUC } Leu CUA } CUG }	CCU } CCC } Pro CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } Gln CAG }	CGU } CGC } Arg CGA } CGG }	U C A G
	A	AUU } AUC } Ile AUA } AUG Met	ACU } ACC } Thr ACA } ACG }	AAU } Asn AAC } AAA } Lys AAG }	AGU } Ser AGC } AGA } Arg AGG }	U C A G
	G	GUU } GUC } Val GUA } GUG }	GCU } GCC } Ala GCA } GCG }	GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGU } GGC } Gly GGA } GGG }	U C A G
						Terceira letra

Tradução

O mRNA é transportado para o citoplasma, onde se liga aos ribossomos e serve como molde para a montagem de uma cadeia de aminoácidos, que formará uma proteína funcional.

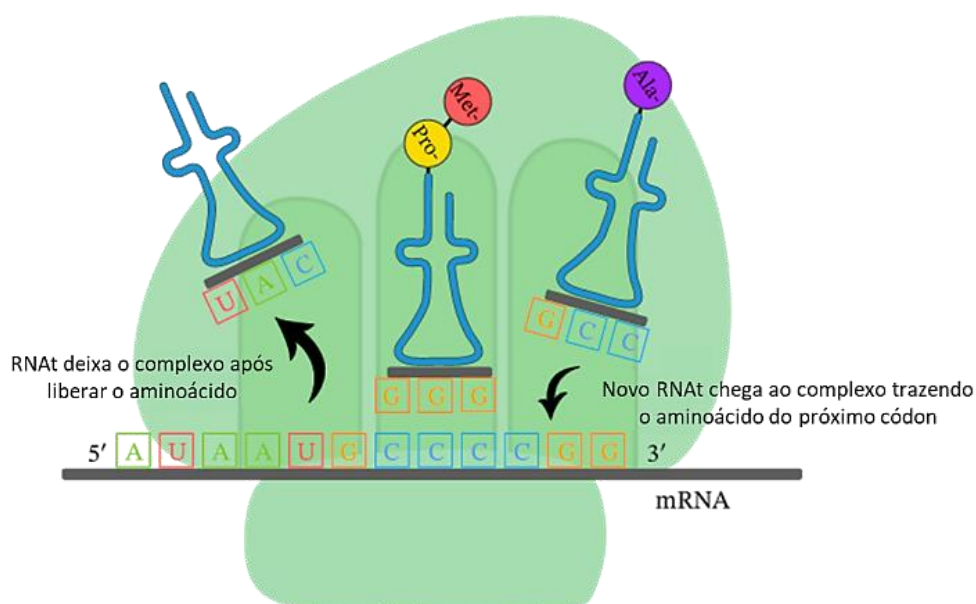
Pequenas moléculas de RNA (RNA de interferência - RNAi) que se ligam ao RNAm no citoplasma podem controlar a sua leitura ou promover a sua destruição. Isso faz parte da regulação traducional.

A pequena subunidade ribossômica se liga à extremidade 5' do mRNA. O ribossomo desliza ao longo do mRNA até encontrar o códon de início, geralmente **AUG**, que codifica o aminoácido **metionina**. Nesse momento, o tRNA iniciador, carregado com a metionina, se emparelha com o códon de início no mRNA por meio de seu **anticódon**.



Em seguida, a grande subunidade ribossômica se junta, formando o ribossomo funcional e criando os três sítios principais no ribossomo: o sítio A (aminoacil), o sítio P (peptidil) e o sítio E (exit).

Durante o alongamento, a cadeia polipeptídica é sintetizada à medida que o ribossomo desliza ao longo do mRNA. O códon no sítio A do ribossomo é lido e um tRNA carregado com o aminoácido correspondente se liga ao códon por complementaridade com seu anticódon. A ligação peptídica entre o aminoácido recém-chegado (no sítio A) e o último aminoácido da cadeia em crescimento (no sítio P) é formada. O ribossomo se desloca no mRNA no sentido 5' para 3', movendo o tRNA que estava no sítio A para o sítio P, e o tRNA anteriormente no sítio P para o sítio E, de onde ele será liberado. Esse ciclo se repete para cada códon, adicionando novos aminoácidos à cadeia polipeptídica em crescimento.



O processo termina quando o ribossomo encontra um códon de parada no mRNA (**UAA**, **UAG** ou **UGA**), que não codifica nenhum aminoácido. Após a terminação, o ribossomo se desassocia em suas subunidades, que ficam disponíveis para realizar outra tradução.

A proteína recém-sintetizada pode sofrer modificações pós-traducionais, como **dobramento**, **clivagem** ou **adição de grupos químicos**, para se tornar funcional.

Regulação gênica

A regulação da expressão gênica corresponde ao **conjunto de mecanismos que controlam quando, como e em que intensidade um gene será expresso, ou seja, quando a informação contida no DNA será utilizada para produzir RNA e, geralmente, proteínas.**

Esse controle é fundamental para o funcionamento dos organismos, pois permite que células com o mesmo material genético assumam funções diferentes, como ocorre na diferenciação celular.

1) Nível Epigenético (acessibilidade ao DNA)

Se o DNA estiver muito compactado (heterocromatina), as enzimas não conseguem acessá-lo e o gene fica silenciado. Se estiver frouxo (eucromatina), o gene pode ser lido. Essa compactação pode ser regulada por mecanismos de:

- Metilação do DNA: Adição de radicais metil que geralmente "desligam" o gene.
- Acetilação de histonas: Geralmente "abre" a estrutura do DNA, permitindo a leitura.

2) Nível Transcricional

É o controle de quando e com que frequência um gene será copiado em RNA. São proteínas que se ligam a sequências específicas do DNA (promotores e intensificadores) para ajudar ou bloquear a enzima RNA polimerase na tarefa de iniciar a transcrição.

3) Nível Pós-Transcricional (processamento do RNA)

Depois que o RNA é feito, ele ainda pode ser modificado antes de sair do núcleo, removendo dos genes os íntrons, e permitindo que apenas os éxons estejam compondo o RNAm.

4) Nível Pós-Traducional

Mesmo depois que a proteína está pronta, a célula ainda pode controlar sua atividade. As proteínas podem ser ativadas ou desativadas pela adição de grupos químicos (como a fosforilação) ou marcadas para destruição (via ubiquitinação) quando não são mais necessárias.

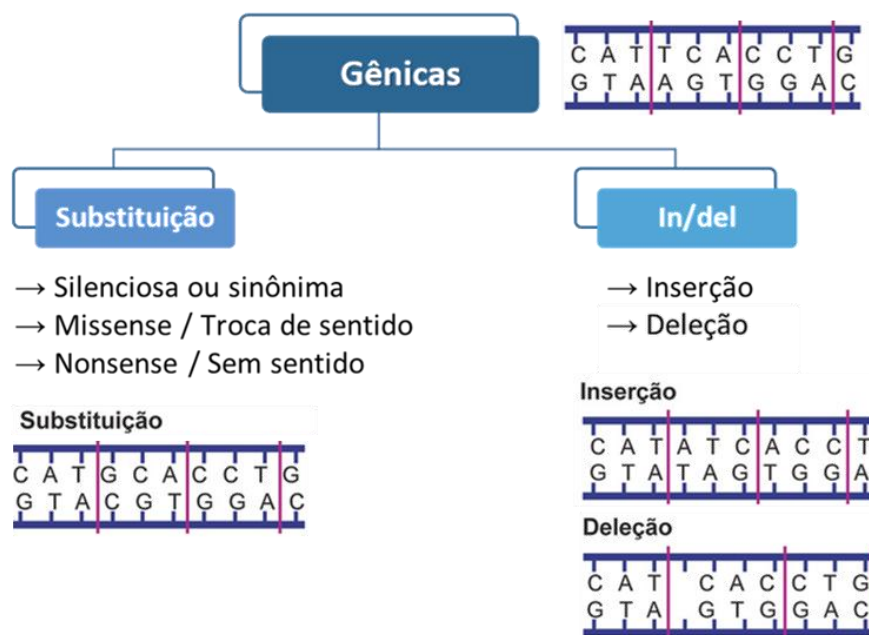
5.3 Mutações

Mutações gênicas são alterações no DNA que afetam a sequência de nucleotídeos de um gene. Elas podem afetar a estrutura e a função da proteína, sendo responsáveis pela grande diversidade de genes que existe entre os organismos. São, portanto, fonte fundamental de **variabilidade genética**.

De maneira geral, as mutações ocorrem como consequência de erro no processo de duplicação do DNA, acontecendo em uma baixíssima frequência. Muitas delas, inclusive, são corrigidas por mecanismos especiais de reparo. Há, no entanto, certos agentes do ambiente que são mutagênicos podem aumentar a taxa de ocorrência de erros genéticos: por exemplo substâncias existentes no fumo, os raios X, a luz ultravioleta, o gás mostarda, ácido nitroso e alguns corantes existentes nos alimentos.

Quando essas mutações ocorrem nos gametas, elas podem ser transmitidas à descendência, aumentando a diversidade genética da população. Alguns dos principais tipos de mutação gênica incluem:





→ Substituição de base (Mutação Pontual)

Definição: substituição de um único par de bases por outro par no DNA.

Consequências: pode levar à mudança na sequência de aminoácidos em uma proteína, afetando sua função.

Em relação às substituições, elas consistem na substituição de um par de bases que pode ou não afetar a proteína que será codificada. Podem ser de três tipos: mutações silenciosas, mutações de troca de sentido e mutações sem sentido.

Sinônimas ou silenciosas: mudança em um par de bases de DNA que altera o códon para outro que codifica o mesmo aminoácido e não causa mudanças na proteína produzida.

Missense/mutações de troca de sentido/não sinônimas: alteração em um par de bases de DNA que resulta na substituição de um aminoácido por outro na proteína produzida por um gene.

Na anemia falciforme, a substituição do aminoácido ácido glutâmico pelo aminoácido valina em uma das cadeias da hemoglobina conduz a uma alteração na forma da proteína como um todo, alterando o formato das células vermelhas (hemácias). Estas células passam a apresentar formato de foice, tornando-se incapazes de transportar oxigênio e podendo encaixar umas nas outras, obstruindo os capilares sanguíneos.

Nonsense/mutações sem sentido: mudança em um par de bases de DNA que sinaliza prematuramente o término de uma proteína. Esse tipo de mutação resulta em uma proteína reduzida que pode funcionar inadequadamente ou não funcionar.

→ Adição ou Inserção

Definição: adição de um ou mais pares de bases nucleotídicas em uma sequência de DNA.



Consequências: pode levar a mudanças na leitura do código genético, afetando a síntese de proteínas.

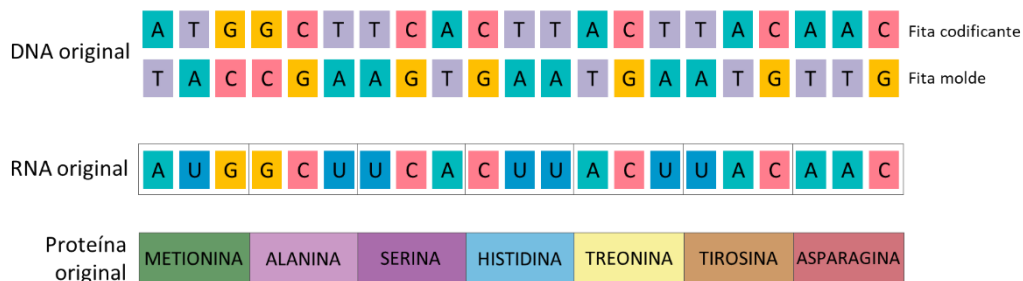
→ Deleção

Definição: remoção de um ou mais pares de bases nucleotídicas de uma sequência de DNA.

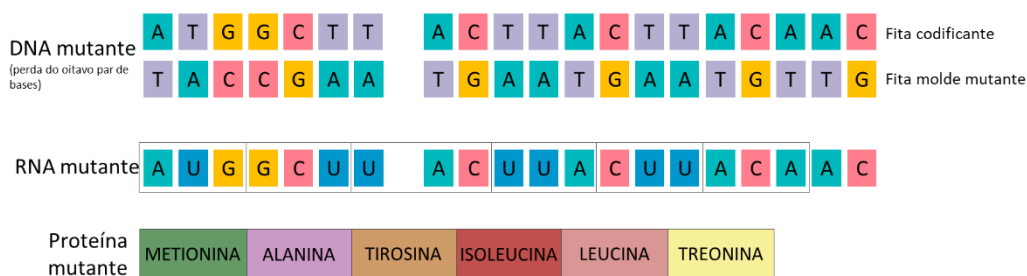
Consequências: pode resultar em perda de genes ou partes de genes, causando mudanças na leitura do código genético e alterações significativas nas proteínas produzidas.

Mutação de deslocamento (Frameshift): a inserção ou deleção de um número de pares de bases não divisível por três, alterando a leitura do códon. Como consequência, podem causar uma mudança drástica na sequência de aminoácidos da proteína, afetando sua função.

Observe na figura abaixo uma sequência de DNA cuja fita molde origina uma determinada proteína.

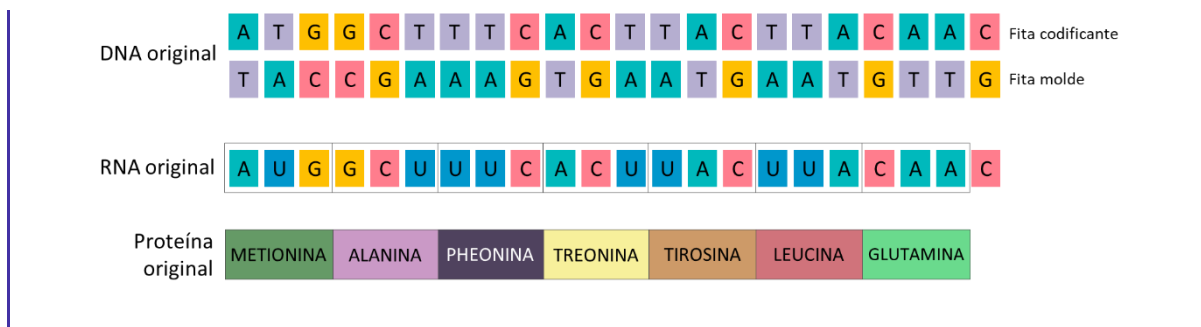


Suponha uma mutação por deleção do oitavo par de bases (C $\equiv$ G). A fita molde, agora mutante, irá originar uma proteína diferente da proteína original, com o terceiro aminoácido sendo representado pela tirosina ao invés da serina. Consequentemente, a leitura dos próximos códons é alterada.



Agora imagine uma mutação por inserção de um par de bases (T = A) na oitava posição. Da mesma forma, a fita molde mutante irá originar uma proteína diferente da proteína original, e, consequentemente, a leitura dos próximos códons será alterada.





5.4 PGH e Engenharia genética

O **Projeto Genoma Humano (PGH)** foi um dos maiores empreendimentos científicos da história, comparável ao esforço de levar o homem à Lua. Lançado em 1990 e concluído oficialmente em 2003, **seu objetivo era mapear e sequenciar todos os genes da nossa espécie.**

O projeto buscou mapear todos os genes presentes nos cromossomos e entender como eles estão organizados.

O foco principal era **determinar a sequência** dos cerca de 3 bilhões de pares de bases nitrogenadas que compõem o **DNA humano**, além de **identificar todos os genes** presentes no genoma, que hoje sabemos serem aproximadamente 20.000 a 25.000.

Antes do projeto, estimava-se que o ser humano pudesse ter até 100.000 genes devido à nossa complexidade. O PGH revelou surpresas:

- Menos genes do que o esperado: temos quase o mesmo número de genes que um camundongo ou um grão de arroz.
- “DNA lixo”: descobriu-se que apenas cerca de 1,5% a 2% do nosso DNA codifica proteínas. O restante (antigamente chamado de DNA lixo) possui **funções regulatórias cruciais**.
- Semelhança genética: dois seres humanos quaisquer compartilham cerca de 99,9% do seu código genético. A nossa individualidade reside em apenas 0,1%.

Todo esse trabalho foi realizado por diversos países, utilizando tecnologias de sequenciamento que evoluíram bastante ao longo do processo. Os países líderes foram os Estados Unidos, Reino Unido, Japão, França, Alemanha e China. Contudo, cientistas de pelo menos 18 países diferentes contribuíram de alguma forma com pesquisas correlacionadas, desenvolvimento de softwares ou análises de dados.

O Brasil não fez parte do consórcio principal que sequenciou o genoma humano "central", mas teve um papel de destaque mundial na mesma época ao sequenciar o genoma da bactéria *Xylella fastidiosa* (que ataca laranjeiras). Esse sucesso colocou o país no mapa da genômica e levou à criação de projetos nacionais, como o Genoma Câncer, que mapeou genes expressos em diversos tipos de tumores humanos.

Desde o seu início, uma parte do orçamento foi dedicada às implicações Éticas, Legais e Sociais (ELSI), para evitar problemas como discriminação genética e invasão de privacidade.



O PGH abriu portas para a:

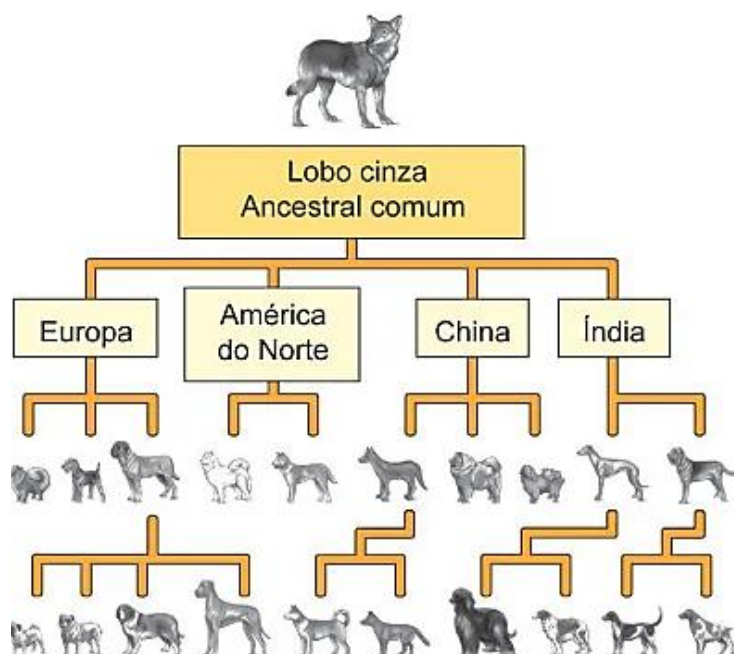
- Evolução humana: ajudou cientistas a rastrear as migrações humanas e nossa relação com ancestrais como os Neandertais.
- Diagnóstico de doenças: facilitou a identificação de mutações responsáveis por doenças hereditárias (como fibrose cística ou Huntington).
- Farmacogenômica: permitiu criar medicamentos personalizados baseados no perfil genético do paciente, aumentando a eficácia e reduzindo efeitos colaterais.

Biotecnologia é qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos específicos.

O princípio básico da biotecnologia moderna é a **engenharia genética**, isto é, o ato de manipular e modificar a constituição genética de um organismo, visando o melhoramento e avanço de processos nas seguintes áreas: Saúde, Biocombustíveis, Agricultura (Transgênicos), Indústria de alimentos e Melhoramento animal.

As técnicas utilizadas antes do desenvolvimento da engenharia genética são chamadas de clássicas e constituem o **melhoramento genético convencional**, que está na base do desenvolvimento da civilização, baseada na agricultura e na domesticação animal, e esteve no centro da Revolução Verde nas décadas de 1960 e 1970, com a criação e a disseminação de novas sementes e práticas agrícolas, o que levou a um grande aumento na produção mundial de alimentos. Até esse período, o melhoramento de sementes era feito pelo simples cruzamento de espécies iguais ou similares, um processo lento e de difícil controle.

A **seleção artificial** permite obter indivíduos ou populações com características específicas.



Na **seleção artificial**, humanos escolhem indivíduos com características desejadas para reproduzi-los. Ao se reproduzirem, os indivíduos que contêm características de interesse são cruzados, intensificando esses traços na progênie.

Com o avanço da engenharia genética e da biotecnologia, o desenvolvimento de novos cultivares com diferentes atributos genéticos ficou mais preciso e eficiente e, eventualmente, mais rápido.

A **engenharia genética** pode ser usada para modificar o genoma de um organismo vivo, e isso é feito a partir da **tecnologia do DNA recombinante**, que começou a ser definida no início da década de 1970, com a descoberta e utilização das chamadas **enzimas de restrição**.

Enzimas permitem “cortar” a molécula de DNA em pontos bem definidos, isolando os fragmentos de DNA de interesse passíveis de serem introduzidos no genoma de um organismo. Em seguida, esses fragmentos são inseridos no genoma de um hospedeiro e as extremidades são “coladas”, formando uma molécula de DNA modificada. Essas modificações podem ser geradas por métodos que alteram, removem ou introduzem genes para produzir organismos com características desejáveis, e os genes podem ser provenientes da mesma ou de outras espécies.

DNA recombinante/clonagem molecular ou gênica

O DNA recombinante é o nome geral dado a um pedaço de DNA que foi criado combinando pelo menos dois fragmentos de duas fontes diferentes. Justamente por essa razão pode ser, por vezes, chamado de DNA quimérico. A técnica é possível porque as moléculas de DNA de todos os organismos partilham a mesma estrutura química e diferem apenas na sequência de nucleotídeos dentro desta estrutura geral idêntica.

Sequências de DNA usadas na construção de moléculas de DNA recombinantes podem originar-se de qualquer espécie. Por exemplo, o DNA da planta pode ser ligado ao DNA bacteriano, ou o DNA humano pode ser ligado ao DNA dos fungos. Além disso, sequências de DNA que não ocorrem em qualquer lugar da natureza podem ser criadas por síntese química do DNA e incorporadas em moléculas recombinantes.

Utilizando a tecnologia recombinante do DNA e o DNA sintético, literalmente qualquer sequência de DNA pode ser criada e introduzida em qualquer uma das várias áreas vivas.

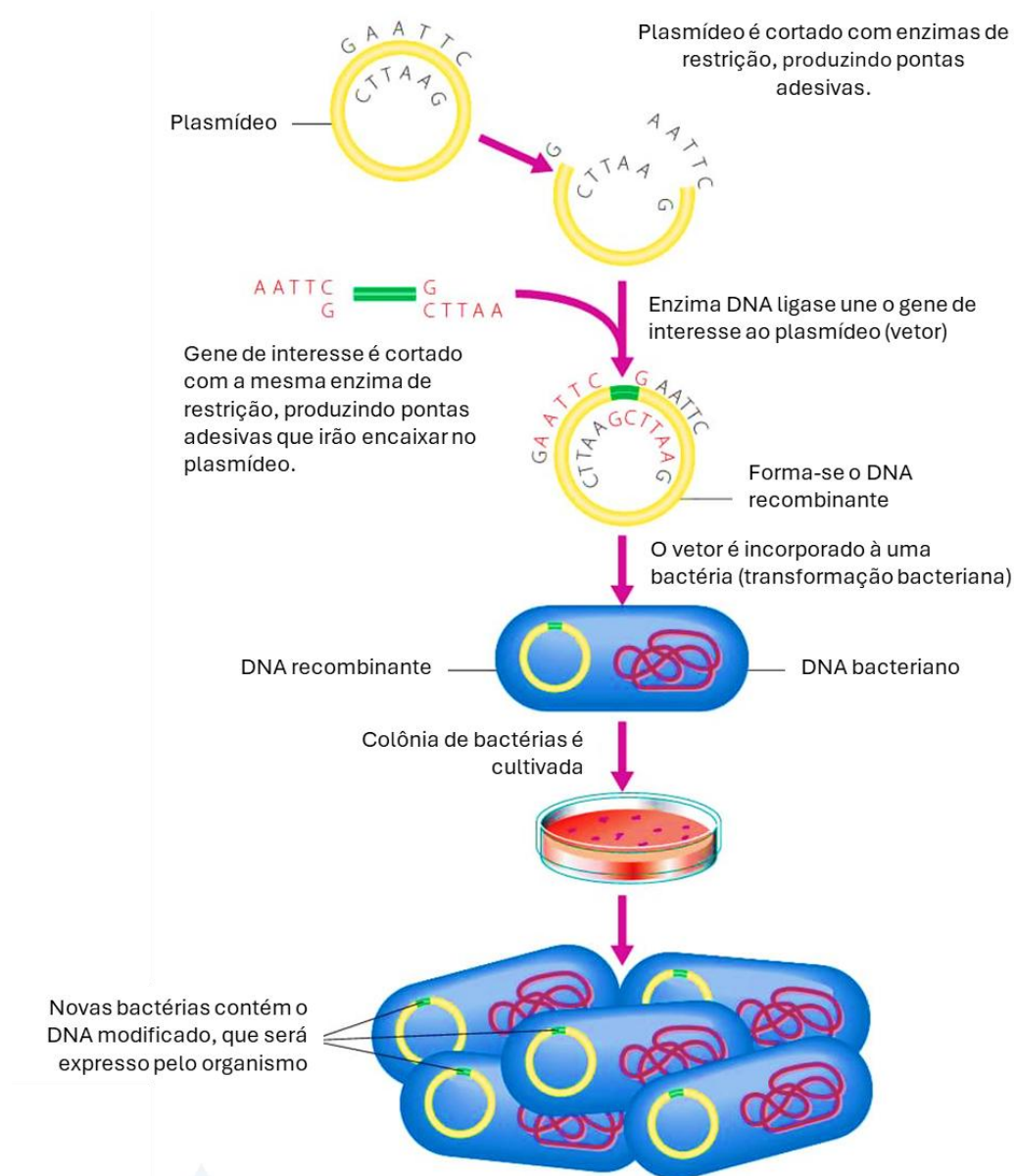
A formação de DNA recombinante requer um **vetor de clonagem**, uma molécula de DNA que se replica dentro de uma célula viva. Os vetores são geralmente derivados de **plasmídeos** ou **vírus** e representam segmentos relativamente pequenos de DNA que contêm sinais genéticos necessários para a replicação, bem como elementos adicionais para conveniência na inserção de DNA estrangeiro, identificando células que contêm DNA recombinante, e, se for caso disso, expressão de DNA estranho.

A escolha do vetor para a clonagem molecular depende da escolha do organismo hospedeiro, do tamanho do DNA a clonar, e se e como o DNA estrangeiro deve ser expresso. Nos protocolos de clonagem padrão, a clonagem de qualquer fragmento de DNA envolve essencialmente sete etapas:

1. Escolha do organismo hospedeiro e vetor de clonagem,
2. Preparação do DNA vetorial,
3. Preparação do DNA de interesse,
4. Criação de DNA recombinante,
5. Introdução do DNA recombinante no organismo hospedeiro,
6. Seleção de organismos que contenham DNA recombinante e
7. Rastreamento de clones com inserções de DNA e propriedades biológicas desejadas.



A tecnologia do DNA recombinante utiliza **enzimas de restrição** (ou endonucleases de restrição) para cortar o DNA em locais específicos, geralmente em **sequências palindrômicas**, produzindo extremidades **pegajosas e cegas**. Em seguida, a mesma enzima é usada para cortar fragmento de DNA que contém o gene de interesse, que deverá ser inserido no plasmídeo pelo encaixe das pontas adesivas. Para unir os fragmentos cortados, utiliza-se uma enzima chamada DNA ligase, que “cola” os pedaços de DNA, formando a molécula recombinante.



As **enzimas de restrição** foram descobertas a partir de estudos com bactérias, especificamente durante pesquisas sobre como esses organismos se defendem contra infecções virais causadas por bacteriófagos (vírus que infectam bactérias). Werner Arber, um microbiologista suíço, propôs que as bactérias produzem enzimas capazes de cortar o DNA do vírus invasor em locais específicos, aparentemente limitando a capacidade de replicação dos vírus.

A molécula recombinante é então inserida em um vetor — geralmente um plasmídeo bacteriano, que é uma pequena molécula circular de DNA presente em bactérias e que pode se replicar independentemente do cromossomo bacteriano. O plasmídeo com o DNA recombinante é introduzido em uma célula hospedeira (muitas vezes uma bactéria, como a *Escherichia coli*) por meio de um processo chamado **transformação**.

Uma vez dentro da célula, o DNA recombinante pode ser replicado e expresso, produzindo a proteína codificada pelo gene inserido. As proteínas que podem resultar da expressão recombinante do DNA em células vivas são chamadas **proteínas recombinantes**.

O DNA recombinante difere da recombinação genética porque o primeiro resulta de métodos artificiais no tubo de ensaio, enquanto este último é um processo biológico normal que resulta na "remistura" das sequências de DNA existentes em todos os organismos.



6. Reprodução

6.1 Reprodução assexuada

A **reprodução celular assexuada** é um processo biológico em que um único indivíduo gera descendentes geneticamente idênticos a si mesmo (clones) sem a participação de gametas ou fecundação.

Características:

- Sem troca genética: Como não há união de material genético de dois progenitores, os descendentes são clones da célula-mãe.
- Vantagens: É um processo rápido, exige baixo gasto de energia e não necessita de um parceiro, permitindo uma rápida colonização de ambientes.
- Desvantagens: Por gerar indivíduos geneticamente iguais, há pouca variabilidade genética, o que torna a população mais vulnerável a mudanças ambientais, doenças e parasitas.

Tipo de reprodução	Mecanismo	Organismos em que ocorre
Fissão binária, bipartição ou cissiparidade	Quando duas células se dividem em duas células filhas idênticas do mesmo tamanho.	Bactérias, protozoários, fungos unicelulares
Fragmentação, regeneração ou laceração	Quando o organismo parental se divide em dois fragmentos e cada um deles se desenvolve em um novo organismo.	Estrela-do-mar, alguns tipos de vermes, fungos, plantas, líquens
Brotamento ou gemulação	Quando o organismo parental forma um broto em seu corpo, que permanece ligado a ele crescendo e se desenvolvendo, até que consiga se desligar e formar um novo organismo.	Fungos, hidras
Esporulação ou esporogênese	Quando esporos assexuados são produzidos por mitose e projetados para dispersão sob condições favoráveis	Fungos, bactérias
Reprodução vegetativa	Quando novas plantas são formadas sem a produção de sementes ou esporos.	Plantas
Partenogênese	Um indivíduo se desenvolve a partir de um óvulo não fecundado.	Alguns vermes, insetos e poucas espécies de peixes, anfíbios e répteis

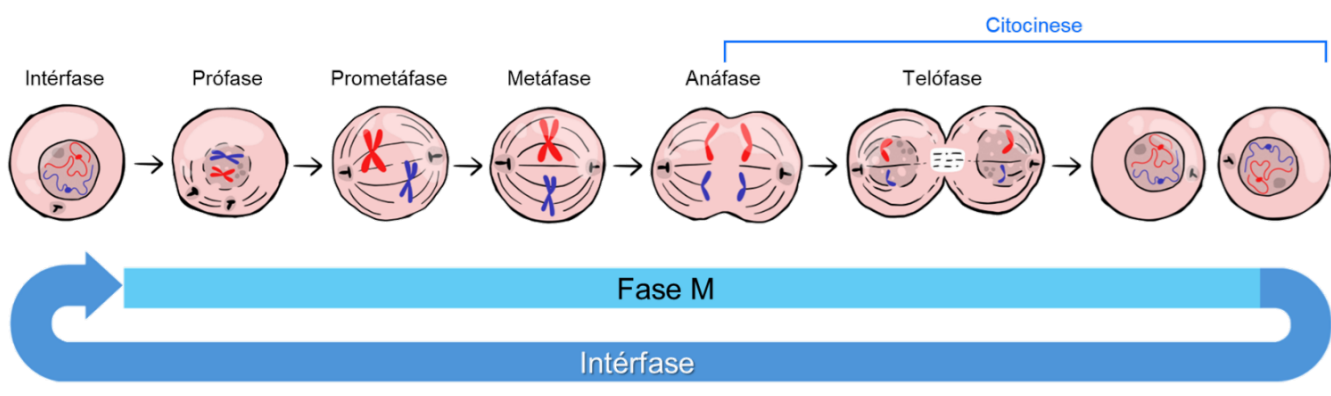
6.2 Mitose

A mitose é a divisão celular eucariótica que produz **duas células-filhas com o material genético idêntico ao da célula-mãe**.

As divisões mitóticas do zigoto e das células-filhas são responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento subsequentes do organismo. No organismo adulto, a mitose desempenha um papel na substituição de células, cicatrização de feridas e formação de tumores.

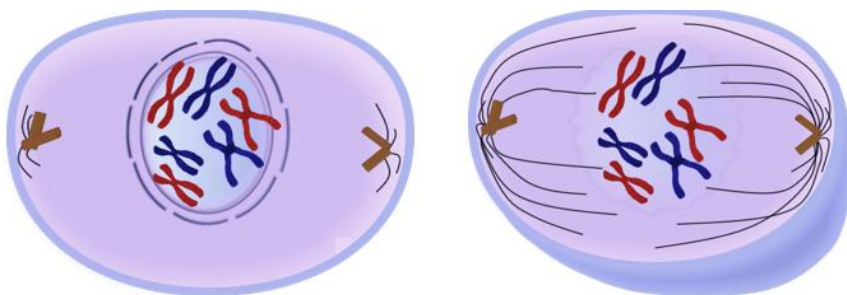
Embora seja um processo contínuo, é convencionalmente dividida em quatro estágios: prófase, metáfase, anáfase e telófase.





Prófase

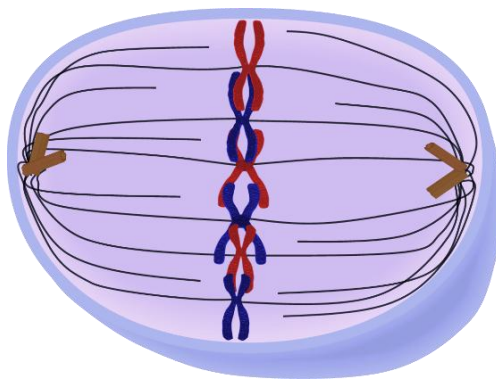
A prófase é a primeira fase e ocupa mais da metade de todo o processo da mitose. Os filamentos de cromatina já estão duplicados e se condensam, resultando na **formação de cromossomos visíveis**. Cada cromossomo duplicado aparece como duas cromátides idênticas, unidas pelos centrômeros. Ainda na prófase, o **nucléolo se desintegra** e na região do centrôssomo ocorre a **produção de microtúbulos**, que se arranjam radialmente em uma estrutura chamada áster (A). Esses microtúbulos crescem, formando um fuso mitótico prematuro, e vão afastando os centrôssomos para as extremidades da célula. O **envoltório nuclear se rompe**, degenera e libera os cromossomos. Ocorre a **formação** de uma proteína ao redor do centrômero dos cromossomos chamada **cinetócoro**, onde as fibras do fuso se estendem dos polos da célula e se ligam aos centrômeros (B).



À esquerda, temos os eventos iniciais da prófase (A). À direita, os eventos finais (B). Alguns pesquisadores se referem aos eventos finais como uma nova fase, chamada **prometáfase**.

Metáfase

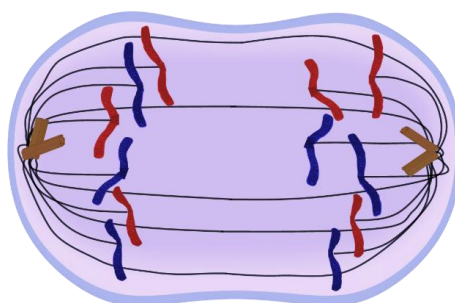
Logo em seguida inicia-se a metáfase. Neste momento, os **cromossomos**, conduzidos pelos seus centrômeros, **migram para o centro da célula** (plano equatorial) e esta região é conhecida como **placa metafásica**. As fibras do fuso puxam as cromátides-irmãs para frente e para trás até que os cromossomos se alinhem.



Nesta fase, existe um **ponto de checagem da metáfase** importante que serve para que a célula confira se está tudo certo para prosseguir com a divisão. Uma vez que a ela tenha certeza de que todos os cromossomos estão na placa metafásica, adequadamente alinhados, e que os cinetócoros estão corretamente ligados às fibras do fuso, ela entra na próxima fase, a anáfase. Caso um cromossomo não esteja alinhado ou conectado corretamente, a célula interrompe a divisão até que o problema seja resolvido.

Anáfase

A anáfase é a quarta e a mais curta fase da mitose, na qual cada par de cromossomos é separado, sendo puxados pelas fibras do fuso para os polos opostos da célula. Assim, **cada cromátide se move para uma das extremidades da célula**. A atividade assemelha-se à brincadeira de "cabo de guerra", em que cada polo "puxa" os cromossomos em direção ao seu lado, levando à separação das cromátides. O alinhamento na metáfase e separação na anáfase são importantes para assegurar que cada célula-filha receba uma cópia de cada cromossomo.

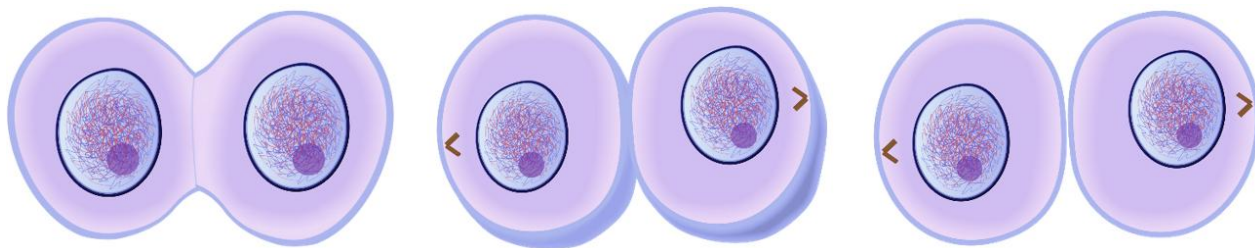


Telófase e Citocinese

A telófase começa após a anáfase, quando o **envoltório nuclear volta a se formar** ao redor de cada conjunto de cromossomos para guardar o DNA em seu interior. Os **cromossomos** começam a se descondensar, tornando-se difusos e menos compactos, e **retornam à conformação de cromatina**. As **fibras do fuso regredem** até seu desaparecimento e o nucléolo reaparece. Na sequência, ocorre a citocinese.

A **citocinese** é o processo físico da divisão celular, que **divide o citoplasma de uma célula parental em duas células-filhas**. Um anel de filamentos de actina chamado **anel contrátil** se forma ao redor do equador da célula, logo abaixo da membrana plasmática, ainda na telófase. Esse anel contrátil estrangula o centro da célula, comprimindo a membrana plasmática de **fora para dentro (centrípeta)** e formando o que é chamado de sulco de clivagem. Ele prossegue estrangulando a célula até o ponto em que surjam duas células

separadas, cada uma ligada por sua própria membrana plasmática. Após a citocinese, a célula entra em intérfase.



À direita, acontece a telófase, sendo possível visualizar o sulco de clivagem onde atua o anel contrátil. Ao centro e à esquerda, ocorre o processo de citocinese.

A maioria das células que compõe os organismos multicelulares encontra-se diferenciada para exercer funções especializadas, não sendo mais capaz de se dividir. Dizemos que seu estado é quiescente (“dormente”), e elas permanecem na fase conhecida como fase G0. **G0 é a fase que ocorre entre a citocinese e a fase G1.** Algumas células, como aquelas altamente especializadas do sistema nervoso e as hemácias, permanecem indefinidamente na fase G0; porém, existem células que se encontram nesta fase e, devido a um dano no órgão em que se encontram seguem para G1, continuando o ciclo celular (por exemplo, as células hepáticas).

6.3 Meiose

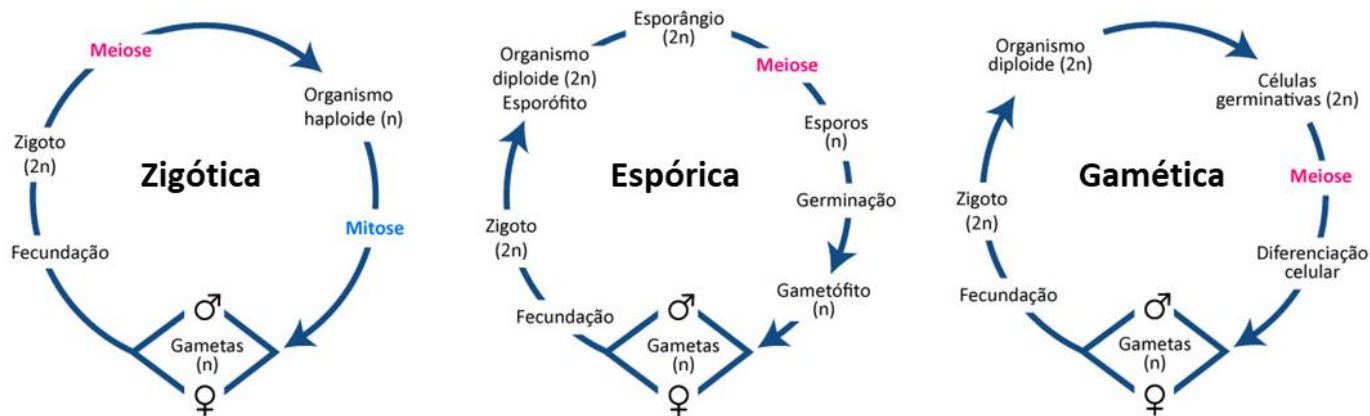
Meiose é a divisão celular eucariótica que produz células haploides (isto é, que contêm uma única cópia de cada cromossomo) **a partir de células somáticas diploides** (que contêm duas cópias de cada cromossomo), ou seja, ela reduz o número de cromossomos na célula-mãe pela metade e produz quatro células-filhas.

Esse processo está diretamente ligado à formação de células sexuais. Por isso, entre os grupos de seres vivos que realizam reprodução sexuada, a meiose pode ocorrer em momentos diferentes do ciclo de vida:

Meiose zigótica: ocorre logo após a fecundação, no ciclo de vida de algumas algas e fungos.

Meiose esporica: ocorre no meio do ciclo de vida da maioria das algas e de todas as plantas terrestres.

Meiose gamética: ocorre no final do ciclo de vida dos animais, para a produção de células sexuais.



A **reprodução sexuada** é o processo biológico onde ocorre a união de células reprodutivas (gametas) para formar um novo indivíduo. Esse mecanismo garante a mistura de material genético e é fundamental para a evolução, pois promove a variabilidade genética da espécie.

Características:

- **Vantagens:** A mistura de genes faz com que os descendentes sejam únicos, o que aumenta a capacidade da espécie de sobreviver a mudanças ambientais e a doenças.
- **Desvantagens:** Exige mais energia do organismo para a produção de gametas e, frequentemente, para encontrar parceiros. Além disso, é um processo mais lento em comparação à reprodução assexuada.

A **meiose I é reducional**, pois reduz à metade o número de cromossomos. A **meiose II é equacional**, pois mantém igual o número de cromossomos entre as células iniciais (desta fase) e as células-filhas.

A **primeira divisão meiótica é reducional e separa os pares de cromossomos homólogos**, reduzindo uma célula diploide para uma célula haploide geneticamente distinta pelo processo de recombinação.

Prófase I

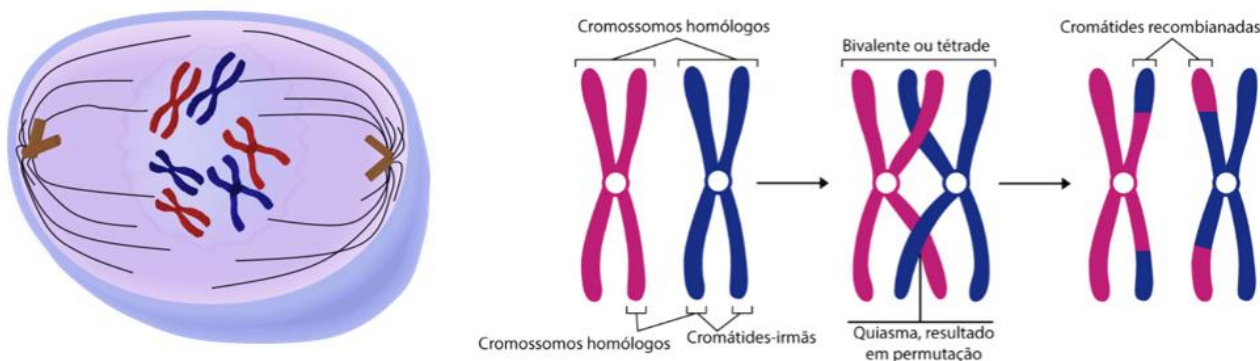
Durante a prófase I, a cromatina se condensa para formar os cromossomos duplicados, que permanecem unidos pelo centrômero. Uma grande estrutura chamada fuso meiótico também se forma de cada lado, ou polo, da célula. A prófase I é longa e dividida em cinco subfases:

- 1ª) Leptóteno, ocorre a condensação dos cromossomos.
- 2ª) Zigóteno, ocorre o emparelhamento dos cromossomos homólogos.
- 3ª) Paquíteno, visualização das tétrades (duas cromátides duplicadas) e permutação.
- 4ª) Diplóteno, visualização dos quiasmas (ponto em que as cromátides se cruzam).
- 5ª) Diacinese, separação dos homólogos, desaparecimento e degeneração do nucléolo.

Permutação ou **crossing-over** é o fenômeno no qual as cromátides de cromossomos homólogos trocam um pedaço de cromossomo entre si. Esse fenômeno é importante e decisivo no processo da meiose, pois aumenta a variação genética, levando a uma variedade de gametas. A permutação é, portanto, um processo



que quebra, recombina e reúne seções de DNA para produzir novas combinações de genes, acarretando a **recombinação genética**.



Metáfase I

Na metáfase I, as fibras do fuso meiótico se dispõem de um polo ao outro. Os cromossomos se ligam às fibras do fuso pelos cinetócoros e os pares de cromossomos homólogos (chamados tétrades ou bivalentes) se alinham na placa metafásica. Os quiasmas mantêm as cromátides-irmãs unidas.

Anáfase I

Na anáfase I, as fibras do fuso se contraem e separam os cromossomos homólogos, cada um em direção a um polo da célula. Note que a anáfase I é diferente da anáfase mitótica, que separa as cromátides.

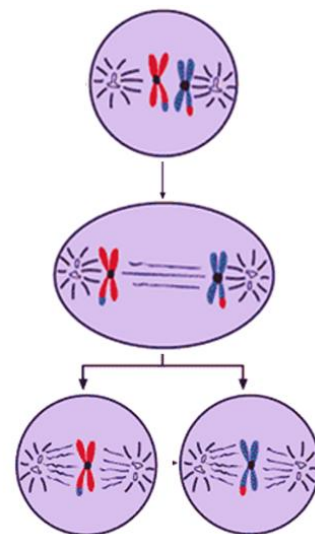
Telófase I e Citocinese

A última fase da primeira divisão meiótica é semelhante à telófase mitótica. Os cromossomos se descondensam, o envelope nuclear ressurgiu, o nucléolo reaparece e a célula se organiza para que ocorra a citocinese. Ocorre, então, a formação de duas células-filhas haploides (n) com cromossomos duplicados.

Metáfase I

Anáfase I

Telófase I



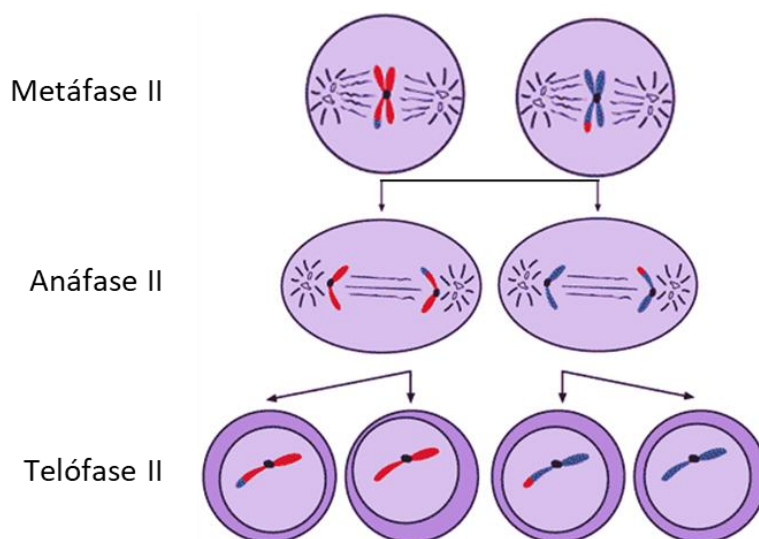
A segunda divisão meiótica é equacional e separa cada cromossomo em duas cromátides. Os eventos da meiose II são análogos aos de uma divisão mitótica, embora o número de cromossomos envolvidos tenha sido reduzido pela metade. A meiose II inicia-se, portanto, com as duas células-filhas resultantes da meiose I e origina quatro células-filhas (cada uma com apenas metade dos cromossomos da célula parental).

As células passam da meiose I para a meiose II **sem copiar o seu DNA**. Por isso a meiose II é um processo mais curto e mais simples do que a meiose I. As células que entram na meiose II são aquelas formadas na meiose I, ou seja, células haploides — têm apenas um cromossomo de cada par homólogo — mas seus cromossomos ainda apresentam duas cromátides-irmãs.



Durante a **prófase II**, os cromossomos se condensam e o envelope nuclear é rompido. Em alguns organismos, os centríolos se duplicam entre a meiose I e II, apesar de o DNA não ser copiado neste período (por exemplo, nos humanos). Em outros organismos, os dois centríolos que compõem um único centríolo se separam, e cada um age como um polo separado do fuso durante a meiose II (por exemplo, nos insetos). A seguir, os centríolos se separam, o fuso é formado entre eles, e os microtúbulos do fuso começam a capturar os cromossomos. As duas cromátides-irmãs de cada cromossomo são capturadas pelos microtúbulos dos polos opostos do fuso.

Na **metáfase II**, os cromossomos se alinham individualmente ao longo da placa metafásica. Na **anáfase II**, as cromátides-irmãs se separam e são levadas para polos opostos da célula. Na **telófase II**, as membranas nucleares formam-se novamente em torno de cada conjunto de cromossomos, e estes se desconcondensam. A **citocinese** separa os conjuntos de cromossomos em novas células, formando os produtos finais da meiose: quatro células haploides nas quais cada cromossomo tem apenas uma cromátide. Em humanos, os produtos da meiose são os espermatozoides ou os óvulos.

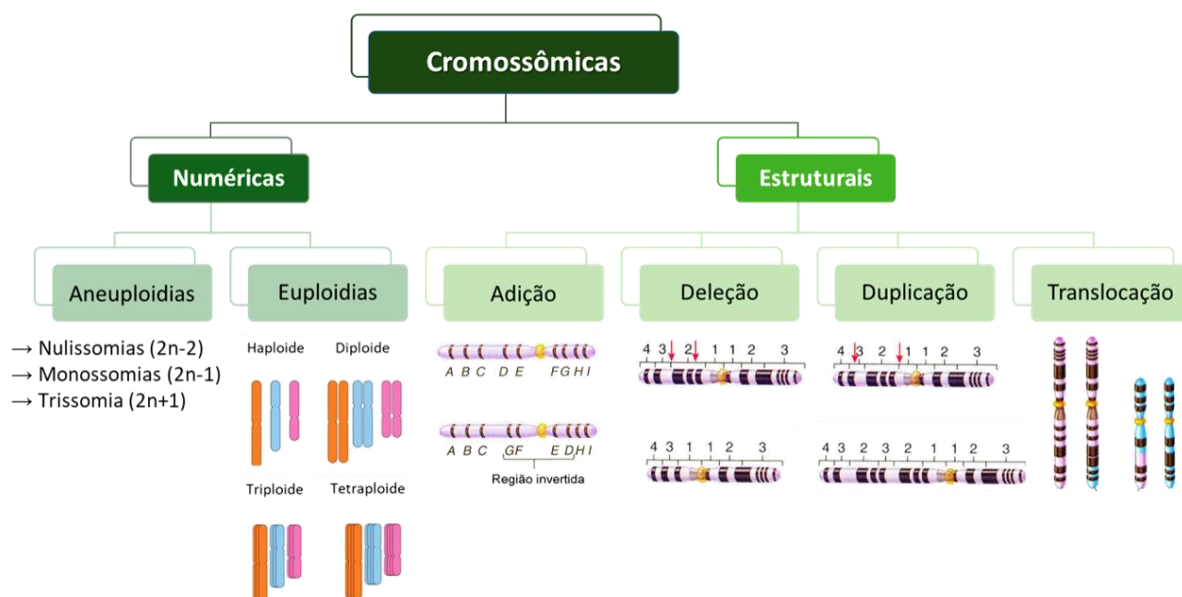


6.4 Alterações cromossômicas

Mutações cromossômicas são alterações na estrutura ou na quantidade de cromossomos dentro de uma célula.

Essas mutações podem afetar grandes segmentos de DNA e, por isso, têm o potencial de causar efeitos significativos no organismo, incluindo doenças genéticas, alterações fenotípicas e até mesmo inviabilidade do embrião. Elas podem ocorrer de forma espontânea, por erros durante a meiose ou mitose, ou serem induzidas por agentes mutagênicos, como radiações, produtos químicos ou vírus.

As mutações cromossômicas se dividem em dois grandes grupos:

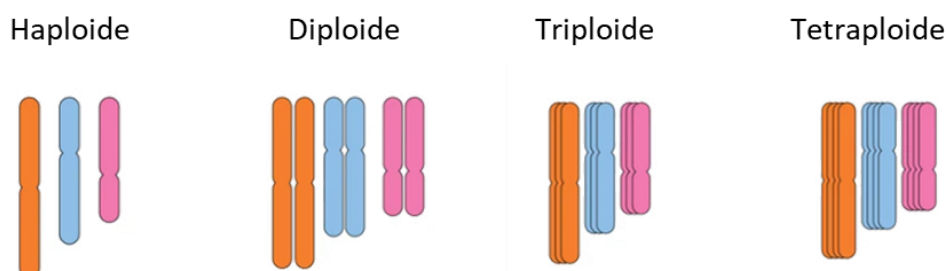


Mutações numéricas

As **euploidias** são alterações que causam a modificação de todo um genoma, ou seja, causam o **aumento** ou a **diminuição** de pelo menos um conjunto cromossômico haploide.

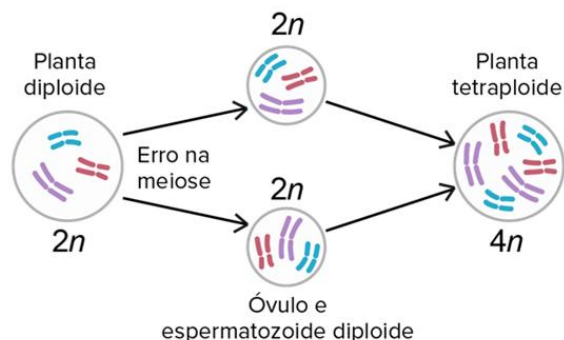
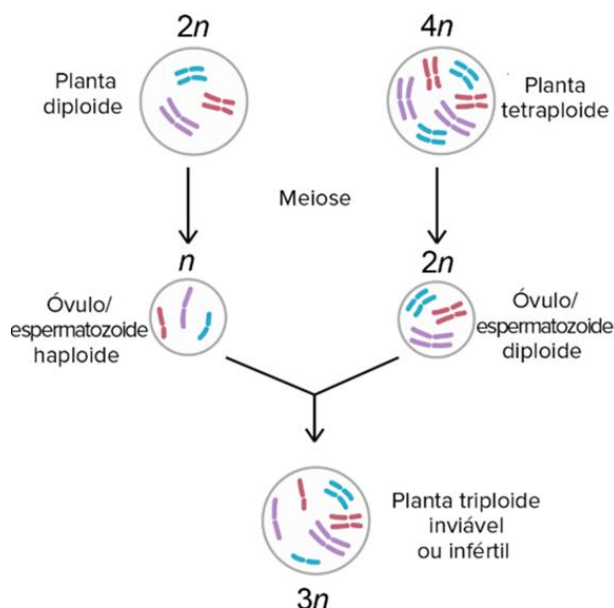
Em seres humanos essas mutações são incompatíveis com a vida, ocasionando, geralmente, abortos espontâneos, mas se elas acontecessem, teríamos a célula humana apresentando um número de cromossomos múltiplo de 23, podendo ser n , $3n$, $4n$ e assim por diante.

Entre as plantas, no entanto, as euploidias são muito comuns.



Monoploidia ou haploidia: ocorre a perda de um conjunto de cromossomos, ou seja, um indivíduo com 46 cromossomos apresentaria apenas 23. Esse tipo de euploidia pode ser observado em abelhas, em que os zangões se desenvolvem por partenogênese e, portanto, possuem apenas um conjunto cromossômico quando comparados às rainhas e operárias, que se desenvolvem a partir de ovos fertilizados.

Poliploidia: ocorre um aumento dos conjuntos cromossômicos, podendo ser o indivíduo $3n$ (triploidia), $4n$ (tetraploidia), $5n$ (pentaploidia), $6n$ (hexaploidia) e assim sucessivamente. A triploidia ($3n$) é uma das aberrações cromossômicas que mais causam aborto no primeiro trimestre.

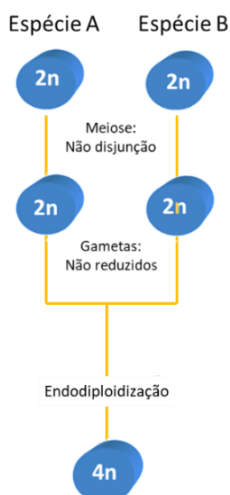


A origem das euploidias é a duplicação dos cromossomos somáticos, que pode ocorrer por endodiploidização ou por endorreplacação.

Na endodiploidização, ocorre a duplicação dos cromossomos, separação das cromátides e inclusão delas em um núcleo de restituição.

Na endorreduplicação, após um ciclo de replicação de DNA, os cromossomos não se condensam e um novo ciclo de replicação acontece. O núcleo passa por repetidos ciclos de síntese de DNA sem que ocorra a citocinese. A endorreplacação é o modo de poliploidização mais comum em plantas e estima-se que aconteça em 90% das angiospermas.

Endodiploidização



Endorreplacação

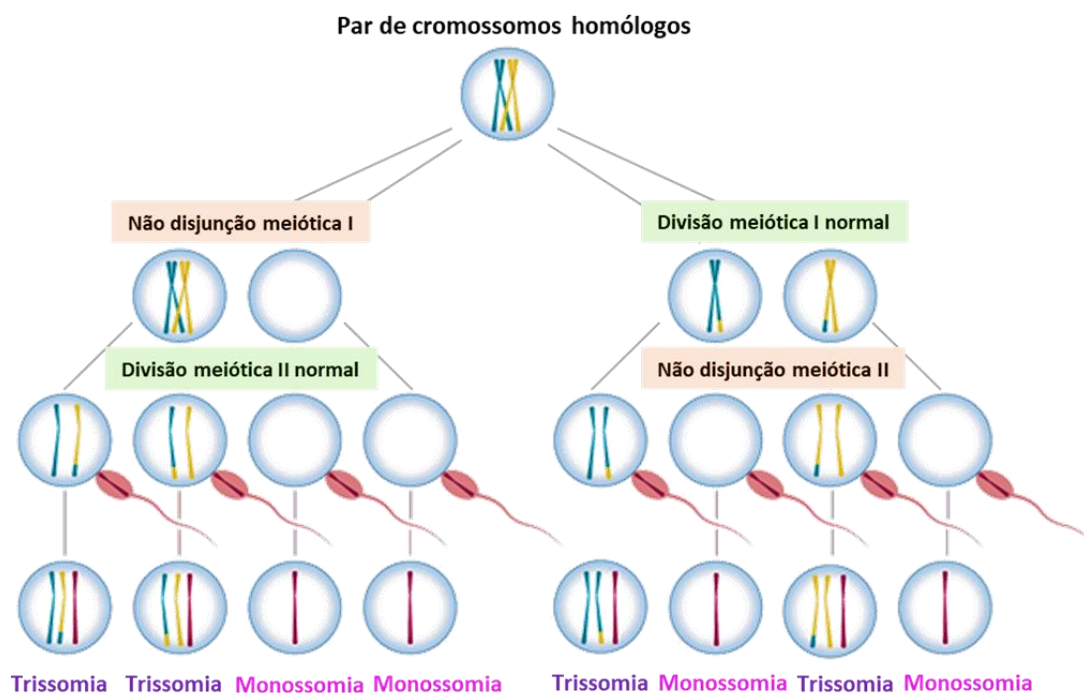


Já as aneuploidias são alterações cromossômicas numéricas que se caracterizam pelo aumento ou diminuição de um tipo de cromossomo.



Essas alterações decorrem de **erros durante a meiose**, especialmente na disjunção dos cromossomos homólogos, durante a meiose I, ou das cromátides-irmãs, durante a meiose II, originando gametas com número anormal de cromossomos.

Se um indivíduo é diploide ($2n$) e apresenta um cromossomo a mais, pode ser representado como $2n+1$. Quando ele apresenta um cromossomo a menos, é representado por $2n-1$. Esses problemas no cariótipo podem acontecer durante a formação dos gametas, na meiose, motivada por erros nos eventos de permutação, na separação dos cromossomos homólogos e na separação de cromátides-irmãs.



Um fato interessante é que o número de eventos em que se verificam não disjunções cromossômicas na formação dos gametas aumenta consideravelmente em mulheres com idade superior a 35 anos. Dessa forma, existe um risco maior de serem geradas crianças portadoras de aneuploidias.

Nulissomias ($2n-2$): quando o indivíduo não apresenta nenhum cromossomo de determinado par.

Monossomias ($2n-1$): quando o indivíduo apresenta apenas um cromossomo de um determinado par.

A Síndrome de Turner ($45, X0$) é um exemplo de monossomia que acontece quando ocorre a presença de apenas um cromossomo sexual X. Nesse caso, verifica-se um indivíduo do sexo feminino com pouco desenvolvimento das mamas, ovários rudimentares, tórax largo, baixa estatura e pescoço alargado. Geralmente não causa atraso mental e, quando este se apresenta, é leve. É a única monossomia viável em seres humanos.

Trissomia ($2n+1$): quando o indivíduo apresenta um cromossomo a mais que o normal em um determinado par, ou seja, apresenta três cromossomos de um mesmo tipo.

A **Síndrome de Down (47, XX + 21 ou 47, XY +21)** acontece quando um indivíduo apresenta 47 cromossomos, com um cromossomo de número 21 a mais. Como o portador apresenta três cromossomos 21, a síndrome é também chamada de trissomia do 21. A síndrome de Down leva ao surgimento de características muito marcantes, como a prega palpebral, a língua fissurada e a prega transversal contínua na palma da mão. Além disso, pessoas com essa síndrome podem ter certo atraso no desenvolvimento e estão mais sujeitas a problemas cardíacos.

A **Síndrome de Klinefelter (47, XXY)** acontece quando há três cromossomos sexuais (XXY), sendo o cromossomo X duplicado. Indivíduos com essa síndrome são do sexo masculino, possuem órgãos genitais pouco desenvolvidos, não produzem espermatozoides, podem apresentar crescimento das mamas e possuem diminuição do nível intelectual.

A **Síndrome de Patau (47, XX+13 ou 47, XY+13)** acontece quando as células dos indivíduos têm um cromossomo a mais no par 13. Os sinais dessa doença são cabeça pequena, olhos afastados, orelhas deformadas, má-formação no coração e nos sistemas digestório, genital e urinário.

A **Síndrome de Edwards (47, XX+18 ou 47, XY+18)** acontece quando as células dos indivíduos têm um cromossomo a mais no par 18. Os sinais dessa doença são cabeça pequena e estreita, olhos afastados, boca e queixo pequenos, pés deformados, anomalias graves no coração nos rins e no sistema genital.

Mutações estruturais

As alterações cromossômicas estruturais são mudanças que afetam a morfologia do cromossomo. Essas alterações podem ser, por exemplo, perdas de partes do material genético ou mudanças na sequência dos genes. Elas podem ser classificadas em quatro grupos: **deleção, duplicação, inversão e translocação**.

Deleção

A deleção é uma alteração cromossômica estrutural em que há a perda do material genético. Nesses casos, ocorre a quebra de uma porção do cromossomo, que não é mais incorporada a ele. Esse cromossomo, portanto, não apresenta todos os genes, o que afeta de forma considerável o indivíduo.



A severidade dos possíveis fenótipos está associada ao tamanho do fragmento envolvido (quanto maior, mais genes perdidos) e se os genes são vitais ao desenvolvimento. Normalmente, deleções causam danos ao organismo e muitas delas estão relacionadas com vários tipos de câncer.

Duplicação

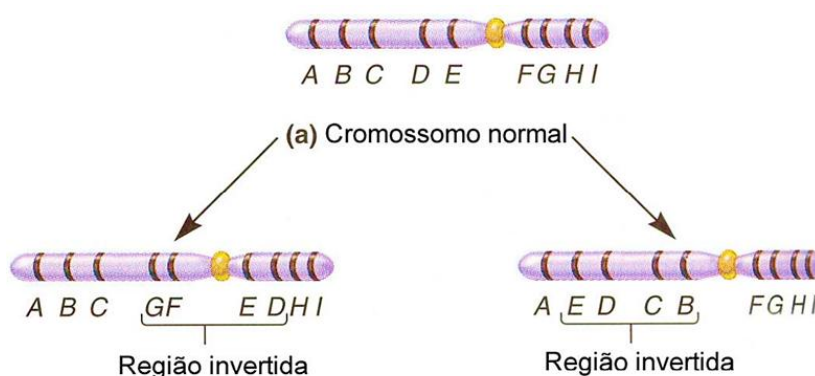
A duplicação é uma alteração cromossômica estrutural em que há uma repetição do material genético. Essa alteração ocorre, normalmente, após uma deleção. O fragmento que foi perdido liga-se à cromátide irmã, formando uma porção extra (duplicada).



Poucas síndromes conhecidas, pois a maioria das pequenas duplicações não tem efeito fenotípico. Um exemplo é a síndrome de Charcot-Marie-Tooth, decorrente da duplicação de um pequeno fragmento na cromátide pequena do cromossomo 17, gerando um indivíduo com perda de sensibilidade nas mãos e nos pés.

Inversão

Na inversão, há a separação de uma parte do cromossomo e a posterior união dessa porção, mas de forma invertida. Nesse caso, nada se perde, porém, a ordem dos genes é alterada.

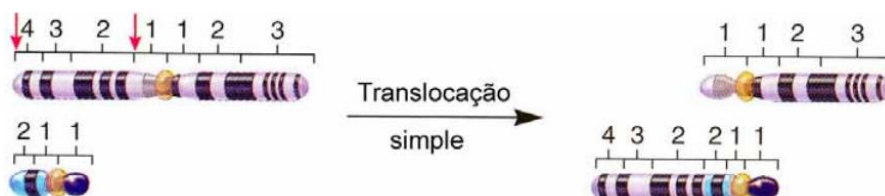


Considerando-se que não há alteração na quantidade de material genético, a maioria das inversões não tem efeito fenotípico, com raras exceções, caso a inversão ocorra dentro de um gene vital. Um exemplo é a hemofilia tipo A, na qual ocorre uma inversão no cromossomo X que inativa o fator VIII de coagulação.

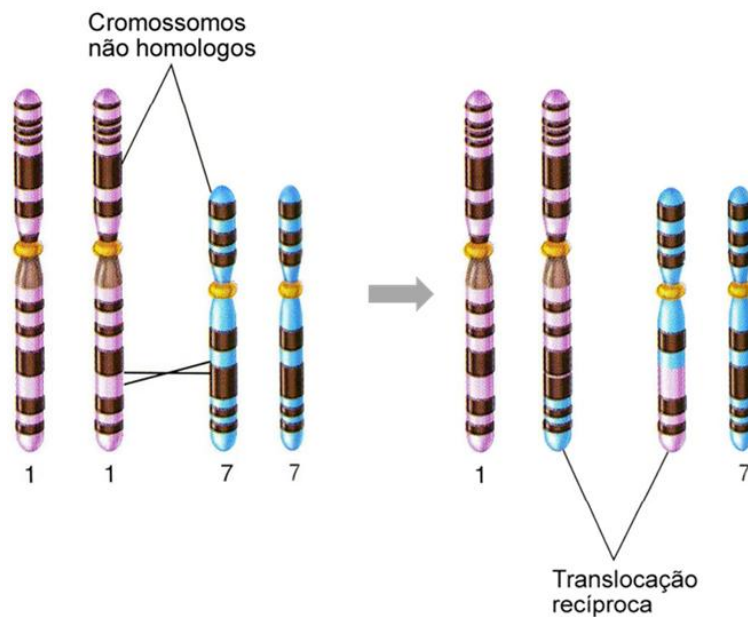
Translocação

As translocações ocorrem quando uma alteração cromossômica estrutural em que ocorre a incorporação de uma porção cromossômica a um cromossomo não homólogo. Pode ser de dois tipos:

- **Translocação simples (desequilibrada):** quando só um cromossomo "perde" uma parte para um outro não homólogo.



- **Translocação recíproca (equilibrada):** os segmentos são trocados entre dois cromossomos não homólogos.



- **Translocação Robertsoniana (equilibrada):** acontece entre cromossomos acrocêntricos (onde se observa um braço muito maior que o outro em razão da proximidade do centrômero com a extremidade de um dos braços). Nesse caso, um cromossomo perde seu braço longo, e outro, seu braço curto. Após ocorrer a troca, dá-se origem a um cromossomo formado por braços longos e a outro formado por braços curtos.

Questões

1. INEP 2024/2025

Um avião caiu em uma mata fechada no Acre. Com a explosão da aeronave, todas as 12 pessoas a bordo morreram carbonizadas. As vítimas do acidente não tiveram condições de ser identificadas por meio de exames de papiloscopia nem de arcada dentária. Por conseguinte, amostras de células e de tecidos dos corpos das vítimas e de seus familiares foram colhidas para identificação.

Disponível em: <https://g1.globo.com>. Acesso em: 29 maio 2025 (adaptado).

Um professor de Biologia apresentou essa reportagem para os estudantes em sala de aula e, em seguida, propôs uma investigação sobre como o DNA mitocondrial pode ser utilizado para identificar as vítimas, apesar das condições extremas desse acidente aéreo. O objetivo é que os estudantes compreendam tanto o conteúdo biológico quanto a aplicação desse conhecimento em situações concretas.

Considerando a situação descrita, qual alternativa relaciona a estratégia didática ao objetivo pedagógico do professor?

- A. Jogo de perguntas e respostas na exploração de dados sobre acidentes aéreos no país, focalizando os aspectos físicos, químicos e biológicos no contexto das investigações sobre suas causas.
- B. Análise das características e aplicações forenses do DNA mitocondrial, elaborando hipóteses sobre sua utilização na identificação de vítimas em desastres aéreos.
- C. Pesquisa sobre a herança mendeliana do DNA mitocondrial para construir apresentações de um seminário sobre suas características, suas funções e suas aplicações forenses.
- D. Investigação da variabilidade genética do DNA mitocondrial entre populações humanas para compreender a identificação forense de vítimas em acidentes aéreos.

2. INEP 2024/2025

Diante da necessidade de ensinar sobre organelas celulares, um professor de Biologia da 1ª série do Ensino Médio enfrentou dificuldades para selecionar um recurso didático para essa finalidade. A dificuldade residiu no fato de o conteúdo envolver estruturas microscópicas invisíveis a olho nu e conceitos complexos que demandam alto nível de abstração por parte dos estudantes.

O recurso de ensino adequado para atender ao objetivo pedagógico do professor é o uso de

- A microscópios ópticos para visualizar as organelas e demonstrar a fisiologia das estruturas celulares.
- B livros didáticos e materiais impressos de divulgação científica para demonstrar a fisiologia das estruturas celulares.
- C vídeos e imagens que representem as dimensões das organelas e das estruturas celulares em escalas de proporção.
- D infográficos com cores e elementos que facilitem a visualização e o entendimento das estruturas de cada organela celular.

3. ENADE 2021



O transplante de células e órgãos tem uma longa história, sendo a transfusão de sangue e os enxertos de pele algumas das primeiras intervenções da medicina moderna. A geração de órgãos e outras estruturas biológicas *in vitro*, ou engenharia de tecidos, têm sido uma área ativa de pesquisa.

Sobre esse assunto, é correto afirmar que

- A) os transplantes de células e órgãos correm o risco de rejeição imunológica, inclusive se forem realizados entre gêmeos idênticos.
- B) as sequências de aminoácidos das proteínas de membrana que identificam as células de um determinado indivíduo podem ser alteradas com a utilização de anticorpos, sem modificação genômica.
- C) as células-tronco têm sido utilizadas na produção de tecidos e organoides *in vitro*, diminuindo consideravelmente a necessidade de doadores de órgãos para transplantes.
- D) a utilização de órgãos retirados de porcos é comum nessa área da Medicina porque eles apresentam baixo risco de rejeição imunológica, uma vez que os antígenos porcinos induzem resposta imune em humanos.
- E) a modificação genética de órgãos ou tecidos no laboratório, levando à retirada ou alteração das proteínas imunogênicas e evitando a rejeição, é uma possibilidade para gerar órgãos compatíveis com os pacientes.

4. ENADE 2021



Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/>. Acesso em: 25 nov. 2020.

A metamorfose é um fenômeno biológico comum a muitos animais. Entre eles, destacam-se os anfíbios anuros que passam por grandes mudanças morfológicas desencadeadas pela ação hormonal, envolvendo quase todos os tecidos do seu corpo. Durante o clímax metamórfico os membros anteriores emergem e a cauda rapidamente regride.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. A vida dos vertebrados. 3. ed. São Paulo: Atheneu. 2003 (adaptado).

Considerando a metamorfose dos anfíbios anuros, avalie as afirmações a seguir.

- I. Sinais químicos são emitidos para as células da região caudal do girino e estimulam lisossomos a realizar sucessivas autólises, que culminam na regressão de cauda.
- II. Em anfíbios anuros, hormônios tireoidianos controlam todo o processo de metamorfose, marcado pelo aumento de concentração de tiroxina (T4).
- III. A regressão da cauda de anfíbios anuros é resultado da interação entre a apoptose celular e a fagocitose, no processo de autofagia da cauda do girino.

É correto o que se afirma em

- A) I, apenas.

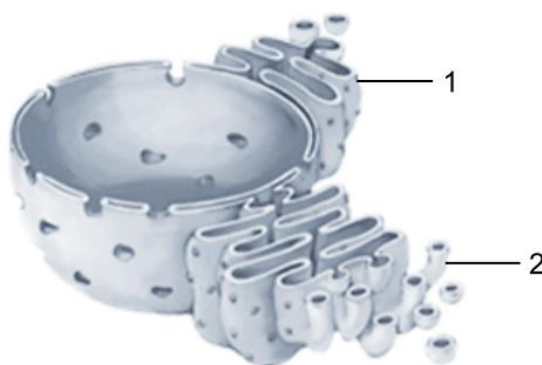


- B) III, apenas.
- C) I e II, apenas.
- D) II e III, apenas.
- E) I, II e III.

OUTRAS BANCAS

5. VUNESP 2023 | SEDUC SP

As células eucarióticas apresentam diversas organelas envolvidas por membranas e que fazem parte de um sistema de endomembranas, que inclui o envelope nuclear e o retículo endoplasmático, conforme apresentado na ilustração a seguir.



(https://es.wikipedia.org/wiki/Reticulo_endoplasmatico. Adaptado)

O retículo endoplasmático, indicado na ilustração pelos números 1 e 2, atua em diversos processos metabólicos, que variam de acordo com o tipo da célula. Assim, é correto afirmar que o retículo endoplasmático indicado em

- (A) 1 produz esteroides em células específicas das glândulas adrenais.
- (B) 2 apresenta enzimas que metabolizam o álcool nas células do fígado.
- (C) 1 armazena íons cálcio nas células musculares.
- (D) 1 fabrica hormônios sexuais em células específicas dos ovários.
- (E) 2 produz insulina nas células de Langerhans do pâncreas.

6. FGV 2023 | Prefeitura São Paulo

Todas as células são envolvidas por uma membrana. A membrana plasmática circunda a célula, define seus limites e mantém as diferenças essenciais entre o citosol e o ambiente extracelular. Já no interior das células eucarióticas, as membranas das organelas mantêm as diferenças características entre o conteúdo de cada organela e o citosol.

Em relação a composição, estrutura e funcionamento das membranas biológicas, é correto afirmar que

- A. os fosfolípidios componentes da membrana plasmática são hidrofóbicos.
- B. o colesterol está presente em todas as membranas plasmáticas e participa do reconhecimento entre células.
- C. as monocamadas, interna e externa, da membrana plasmática podem apresentar diferentes tipos de lipídios.



- D. moléculas polares, como a glicose, atravessam livremente a bicamada lipídica da membrana.
E. as membranas plasmáticas de todos os tipos celulares de um organismo apresentam composição lipídica e proteica idênticas.

7. FUNDATEC 2023 | Prefeitura Santa Rosa

As estruturas fundamentais das células procarióticas são a membrana plasmática, o material genético, a parede celular e os ribossomos, enquanto o flagelo, pili, cápsula e outras, são acessórias, conferindo características adicionais às células.

Nessas células, a membrana plasmática participa de diversos processos e exerce diferentes funções, EXCETO:

- A. Proteção contra a lise osmótica.
B. Transporte ativo de substâncias.
C. Respiração celular.
D. Transporte passivo de substâncias.
E. Barreira de permeabilidade da célula que separa o citoplasma do ambiente.

8. OBJETIVA CONCURSOS 2023 | Prefeitura Butiá

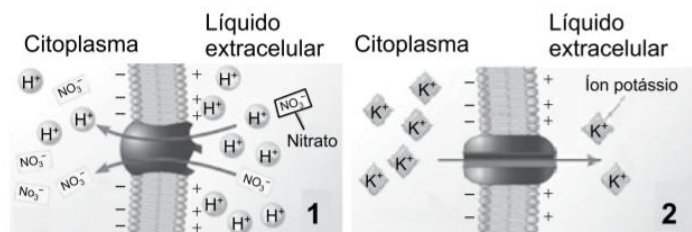
Assinalar a alternativa que preenche as lacunas do texto CORRETAMENTE:

Os lipídeos das membranas celulares combinam duas propriedades bastante distintas em uma única molécula: cada lipídeo possui uma cabeça _____ e uma cauda _____, sendo considerados desta forma moléculas _____.

- A. anfifílica | anfipática | hidrofílica
B. hidrofílica | hidrofóbica | anfipáticas
C. hidrofóbica | hidrofílica | anfipáticas
D. anfipáticas | hidrofóbica | anfifílica

9. VUNESP 2023 | SEDUC SP

Assim como em outras células, a membrana plasmática das células vegetais controla o transporte de substâncias para dentro e para fora das células, por mecanismos de transporte passivo e ativo, e apresenta bombas e proteínas de transporte similares àquelas que ocorrem em outros organismos. Na ilustração, são apresentados dois tipos de transporte de solutos realizados pela membrana plasmática da célula vegetal.



(URRY, Lisa A. et al. *Biologia de Campbell*. Adaptado)

De acordo com a ilustração, é correto afirmar que

- A. 2 representa um transporte passivo, com auxílio de aquaporina.

- B. 1 e 2 correspondem ao transporte do tipo difusão facilitada.
- C. em 2, o soluto é transportado a favor de gradiente de concentração.
- D. 1 representa um tipo de transporte ativo que ocorre em células da raiz.
- E. em 2, a proteína envolvida no transporte é do tipo carreadora.

10. IBFC 2023 | SEC BA

Nas células (___), o citoplasma ocupa todo o seu interior. Ele é constituído por um fluido de aspecto gelatinoso chamado (___). Nas células (___), o citoplasma corresponde a toda a região situada entre a membrana plasmática e o núcleo, além disso, nessas células existem, espalhadas no citoplasma, diversas organelas delimitadas por membranas. As organelas membranosas estão ausentes nas células (___). O (___) é responsável pela forma e sustentação interna da célula, pelo movimento do citoplasma, pela contração das fibras musculares e pela organização dos (___). O (___) é responsável pela formação de duas estruturas celulares: os cílios e os flagelos.

Assinale a alternativa que preencha correta e respectivamente as lacunas.

- a) procarióticas / citosol / eucarióticas / eucariontes / citoesqueleto / centríolos / citoesqueleto
- b) eucarióticas / ciclose / eucarióticas / procariontes / centríolos / citoesqueleto / citoesqueleto
- c) procarióticas / citosol / eucarióticas / procariontes / citoesqueleto / centríolos / centríolos
- d) eucarióticas / citosol / procarióticas / eucariontes / citoesqueleto / centríolos / citoesqueleto
- e) procarióticas / citosol / procarióticas / procariontes / centríolos / citoesqueleto / centríolos

11. IBFC 2023 | SEC BA

Há no citoplasma celular uma porção de organelas membranosas com diferentes funções. Analise o esquema a seguir e assinale a alternativa que corresponde a correlação correta entre organela e sua respectiva função.

- a) (1) Centrossomo: degradação de água oxigenada, álcool e outras substâncias; (2) Retículo Endoplasmático Rugoso: transporte de substâncias dentro da célula e síntese de esteroides e colesterol; (3) Peroxissomo: digestão intracelular; (4) Lisossomo: síntese proteica (5) Retículo Endoplasmático Liso: modificação, acúmulo e liberação de secreções proteicas
- b) (1) Peroxissomo: degradação de água oxigenada, álcool e outras substâncias; (2) Retículo Endoplasmático Liso: transporte de substâncias dentro da célula e síntese de esteroides e colesterol; (3) Lisossomo: digestão intracelular; (4) Ribossomo: síntese proteica (5) Complexo de Golgi: modificação, acúmulo e liberação de secreções proteicas
- c) (1) Lisossomo: degradação de água oxigenada, álcool e outras substâncias; (2) Retículo Endoplasmático Liso: transporte de substâncias dentro da célula e síntese de esteroides e colesterol; (3) Digestossomo: digestão intracelular; (4) Complexo de Golgi: síntese proteica (5) Mitocôndria: modificação, acúmulo e liberação de secreções proteicas
- d) (1) Lisossomo: degradação de água oxigenada, álcool e outras substâncias; (2) Retículo Endoplasmático Rugoso: transporte de substâncias dentro da célula e síntese de esteroides e colesterol; (3) Retículo Endoplasmático Não granuloso: digestão intracelular; (4) Retículo Endoplasmático Liso: síntese proteica (5) Complexo de Golgi: modificação, acúmulo e liberação de secreções proteicas



e) (1) Peroxissomo: degradação de água oxigenada, álcool e outras substâncias; (2) Retículo Endoplasmático Liso: transporte de substâncias dentro da célula e síntese de esteroides e colesterol; (3) Lisossomo: digestão intracelular; (4) Complexo de Golgi: síntese proteica (5) Ribossomo: modificação, acúmulo e liberação de secreções proteicas

12. IBFC 2023 | SEC BA

No citosol ficam localizadas as organelas, com diferentes funções celulares. Diante do exposto, assinale a alternativa correta.

- a) O complexo golgiense é um sistema de finas membranas duplas, lipoproteicas com ribossomos aderidos ao lado.
- b) Os peroxissomos são pequenas vesículas lipoproteicas com enzimas digestivas originários do complexo golgiense.
- c) Mitocôndrias e cloroplastos são organelas não membranosas.
- d) Microtúbulos são responsáveis pela formação dos vacúolos contráteis (ou pulsáteis).
- e) Os ribossomos são pequenos grânulos constituídos por moléculas de RNA (RNAr) conjugadas a moléculas de proteínas.

13. ADM&TEC 2023 | Prefeitura Ipojuca

Analise as afirmativas a seguir:

I. O núcleo é uma estrutura presente nas células eucarióticas que coordena e comanda todas as funções celulares. O núcleo também contém a maquinaria para replicar o DNA, que é responsável pela síntese e processamento de todos os tipos de ácidos ribonucleicos (RNAs: mRNA, rRNA e tRNA). Já o nucléolo é um corpúsculo denso, delimitado por membrana, presente no interior do núcleo, sendo uma região de intensa síntese do ácido ribonucleico ribossômico (rRNA).

II. A Cromatina é caracterizada como heterocromatina (grânulos grosseiros e bem visíveis ao microscópio, quando a dupla hélice de DNA está inativa e muito compactada) ou eucromatina (granulosa e clara, quando o DNA não está condensado e pode transcrever seus genes. Já o nucleoplasma é constituído de substâncias, ions, vários tipos de enzimas, moléculas de ATP, dissolvidas em água e nele estão imersos os filamentos de cromatina e nucléolo. O nucleoplasma proporciona consistência ao núcleo.

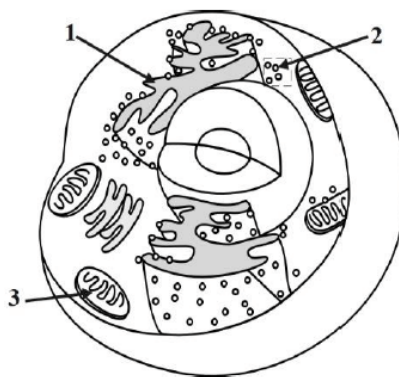
Marque a alternativa CORRETA:

- A. As duas afirmativas são verdadeiras.
- B. A afirmativa I é verdadeira, e a II é falsa.
- C. A afirmativa II é verdadeira, e a I é falsa.
- D. As duas afirmativas são falsas.

14. AVANÇASP 2023 | Prefeitura Morungaba

Considere a imagem, bem como suas indicações 1; 2; e, 3:





Compreender os princípios básicos que regem as funções vitais dos seres humanos requer o conhecimento da estrutura das células. Acerca do tema e das informações contidas na imagem, assinale a alternativa correta.

- A. A imagem apresenta uma célula procariótica.
- B. A indicação 3 aponta para um ribossomo.
- C. A indicação 2 aponta para o complexo de Golgi.
- D. A indicação 1 aponta para o retículo endoplasmático rugoso.
- E. A célula é eucariótica, e a marcação 3 aponta para um centríolo.

15. AVANÇASP 2023 | Prefeitura Morungaba

O metabolismo de primeira passagem representa um meio importante de atenuar a concentração dos fármacos ingeridos pela via oral, inativando-os. Esse processo ocorre no fígado, cujas células apresentam uma rede de membranas interconectadas e ramificadas abundante, nomeadas (___). No interior desta organela ocorre a modificação química de pequenas moléculas, especialmente fármacos.

A lacuna é corretamente preenchida por:

- A. mitocôndria.
- B. retículo endoplasmático liso.
- C. ribossomos.
- D. peroxissomos.
- E. centríolos.

16. ADM&TEC 2023 | Prefeitura Ipojuca

Analise as informações a seguir:

I. A membrana plasmática pode ser encontrada em células eucariontes e procariontes, nos dois casos apresenta uma bicamada fosfolipídica, correspondendo ao modelo estrutural proposto por E. Gorter e R. Grendel em 1925. É correto ainda afirmar que essa dupla camada de fosfolípidos também se encontra associada a proteínas, que formam canais por onde passam determinadas substâncias, o que confere à membrana uma permeabilidade seletiva: é impermeável a certos gases (O_2 e CO_2) e permeável a muitas substâncias (Zaha, 2003).

II. O citoesqueleto é constituído, sobretudo, por dois tipos de filamento proteico, a saber, os microtúbulos e os microfilamentos. Os microtúbulos são formados por várias moléculas de uma proteína globular denominada actina e compõe juntamente com outra proteína, a miosina, as principais estruturas do mecanismo contrátil da célula, responsáveis pela contração e distensão das células. Ademais, os microtúbulos participam de outros processos, tais como movimentos citoplasmáticos — ciclos — e movimento ameboide.

III. O complexo golgiense produz alguns tipos de polissacarídeos, como a hemicelulose presente na parede celular de plantas e os carboidratos das glicoproteínas. As proteínas produzidas no retículo endoplasmático granuloso são levadas até o complexo golgiense por meio de vesículas que se destacam do retículo. Ademais, é formado por vários conjuntos de sáculos lameliformes interligados denominados dictiossomos ou golgiossomos e localiza-se geralmente próximo ao núcleo e ao retículo endoplasmático granuloso.

Marque a alternativa CORRETA:

- A. Nenhuma afirmativa está correta.
- B. Todas as afirmativas estão corretas.
- C. Apenas uma afirmativa está correta.
- D. Apenas duas afirmativas estão corretas.

17. AOCP 2022 | SED MS

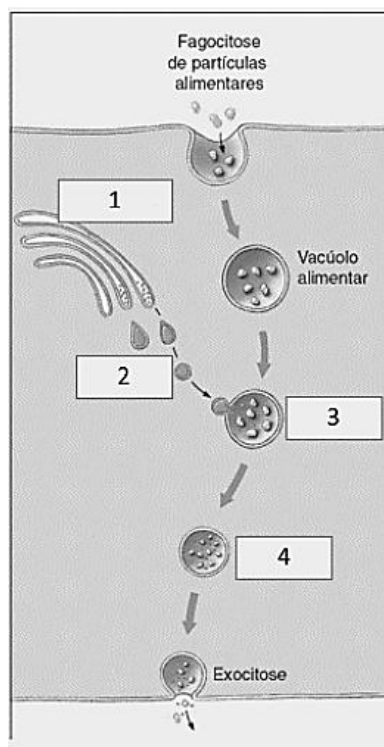
O tipo de retículo e a quantidade presente na célula se diferem entre os vários tipos celulares e de acordo com a atividade de síntese da célula. Nesse sentido, é correto afirmar que o retículo rugoso participa da síntese de proteínas enquanto o liso está envolvido no metabolismo de

- A. enzimas digestivas.
- B. carboidratos.
- C. lipídios.
- D. leucinas.
- E. glicídios.

18. AOCP 2022 | SED MS

A figura a seguir apresenta o esquema da digestão intracelular.





Considerando a figura e o tema, assinale a alternativa correta.

- A. Em 4, há peroxissomo contendo lisozimas e lipossomas.
- B. Em 2, há vesículas digestivas fundidas ao alimento encapsulado.
- C. Em 3, o endossomo transporta e digere partículas na endocitose.
- D. Em 1, há lisossomos contendo enzimas digestivas.
- E. Em 3, os produtos úteis da digestão são absorvidos no citoplasma.

19. IADES 2022 | SEDUC GO

Dentro da célula, existem pequenas estruturas semelhantes a órgãos, que são chamadas de organelas celulares. Elas possuem uma composição estrutural particular e desempenham funções específicas. No que se refere à localização, à estrutura e à função das organelas, assinale a alternativa correta.

- A. Algumas organelas são limitadas por uma única membrana, como as mitocôndrias.
- B. Algumas organelas celulares, como os ribossomos, não são delimitadas por nenhuma membrana e estão presentes em organismos procarióticos e eucarióticos.
- C. Organelas celulares com membrana dupla são encontradas em ribossomos.
- D. As organelas chamadas de lisossomos são o local de síntese de proteínas.
- E. O retículo endoplasmático rugoso é encontrado em organismos eucarióticos e também nos procariotos.

20. INSTITUTO MAIS 2022 | Prefeitura S Parnaíba

Há algum tempo no Brasil, utiliza-se uma técnica para produção de plantas transgênicas com a inserção de transgenes nos cloroplastos, substituindo a técnica clássica de inserção no núcleo da célula hospedeira. Com essa metodologia, houve um aumento significativo da produção de proteínas a partir de transgenes com diversas aplicações e finalidades biotecnológicas (ex.: eucalipto).

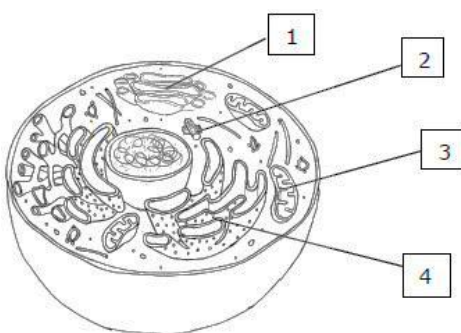


Para usar o mesmo tipo de estratégia em eucarioto não fotossintetizante, como uma levedura, por exemplo, a organela que deveria ser escolhida é o(a)

- A. mitocôndria.
- B. retículo endoplasmático.
- C. lisossomo.
- D. peroxissomo.

21. FUNDATEC 2022 | Prefeitura Morro Reuter

A imagem abaixo é uma representação de uma célula animal e seus componentes.



A estrutura indicada por 2 e a função da estrutura indicada por 3 são, respectivamente:

- A. Centríolos – respiração celular.
- B. Centríolos – síntese proteica.
- C. Mitocôndria – secreção celular.
- D. Mitocôndria – síntese de lipídios.
- E. Complexo Golgiense – respiração celular.

22. CONSULPLAN 2022 | Prefeitura Volta Grande

Considerando as funções das organelas subcelulares e os sistemas de membranas em células eucarióticas, assinale afirmativa INCORRETA.

- A. Nos lisossomos, ocorre a digestão celular por meio da formação de proteínas, carboidratos, lipídeos e ácidos nucleicos.
- B. As vesículas contendo material externo se fundem com lisossomos primários para formar lisossomos secundários ou vacúolos digestivos.
- C. O retículo endoplasmático e o complexo de Golgi estão envolvidos na formação de outras organelas celulares, como lisossomos e peroxissomos.
- D. O citoplasma de células eucarióticas contém uma extensa rede de membranas interconectadas chamadas de retículo endoplasmático, que se estende do envelope nuclear até a membrana plasmática.

23. MS CONCURSOS 2022 | Prefeitura Uberlândia

Um estudante de Ciências Biológicas preparou uma lâmina, via procedimento histológico, para analisar no microscópio. Ao começar suas análises, deparou-se com estruturas que divergem entre uma célula animal e

uma vegetal, logo conseguiu compreender com auxílio bibliográfico, que era uma célula vegetal. Qual alternativa condiz com componentes de uma célula vegetal apenas?

- A. Parede celular sem celulose; Peroxissomos; Membrana citoplasmática e Plastos.
- B. Citoplasma; Centríolos; Reserva em Glicogênio e Plasmodesmos.
- C. Nucleoide; Citoplasma; Membrana Plasmática e Cápsula.
- D. Parede celular com celulose; Glioxissomos; Vacúolos grandes e Plastos.

24. IBADE 2022 | Prefeitura Sooretama

A parede celular das plantas é composta principalmente de:

- A. proteínas.
- B. celulose.
- C. quitina.
- D. frutose.
- E. galactose.

25. FCC 2022 | SEDU ES

A célula apresenta um núcleo na região basal, que é rica em retículo endoplasmático rugoso. Acima do núcleo podem-se observar o complexo golgiense bastante desenvolvido e vesículas arredondadas na região apical.

A descrição acima corresponde a

- A. uma hemácia humana.
- B. um neurônio cerebral.
- C. um espermatozoide maduro.
- D. uma célula procarionte.
- E. uma célula secretora.

26. FCC 2022 | SEDU ES

Em alguns organismos de água doce, como algas, por exemplo, podem ser encontrados, dentro das células, diversos íons em concentrações maiores do que no meio aquático. Essas concentrações são mantidas

- A. pela parede celular impermeável.
- B. pela difusão simples através da membrana.
- C. por processos de difusão facilitada.
- D. por osmose e transporte passivo.
- E. por processos de transporte ativo.

27. OBJETIVA CONCURSOS 2021 | Prefeitura Venâncio Aires

A principal função desta organela é liberar energia gradualmente das moléculas de ácidos graxos e glicose, provenientes dos alimentos, produzindo calor e moléculas de ATP (adenosina-trifosfato). O exposto anteriormente refere-se à organela denominada:

- A. Complexo golgiense.
- B. Lisossomo.



- C. Mitocôndria.
- D. Retículo endoplasmático liso.
- E. Retículo endoplasmático rugoso.

28. CEV URCA 2021 | Prefeitura Crato

Os carboidratos dos glicolípídios e das glicoproteínas localizados na face externa da membrana plasmática formam um revestimento denominado glicocálice. Assinale, dentre as alternativas abaixo, aquela que não corresponde a uma de suas funções:

- A. O glicocálice das células situadas na superfície da mucosa intestinal, protege essas células do contato com os alimentos e dos efeitos destrutivos das enzimas digestivas.
- B. A especificidade do sistema ABO de grupos sanguíneos é determinada por certos oligossacarídios de cadeia muito curta e parecidos entre si, que são encontrados na membrana plasmática dos eritrócitos. Esses oligossacarídios só diferem por seus monômeros terminais e estão ligados a uma proteína transmembrana ou a uma ceramida.
- C. Nas células tumorais malignas, foram observadas trocas em alguns oligossacarídios da membrana e isso levou à especulação de que influem na conduta anômala dessas células. Acredita-se que haja alteração da recepção dos sinais que controlam as divisões celulares.
- D. Para iniciar suas ações patogênicas, algumas toxinas (como as elaboradas pelas bactérias do cólera, do tétano do botulismo e da difteria) conectam-se a manoses de oligossacarídios da membrana plasmática na superfície celular.
- E. Diversas glicoproteínas encontradas no glicocálice das células de revestimento do intestino são peptidases e glicosidases cuja função é completar a degradação das proteínas e dos carboidratos ingeridos que foi iniciada por outras enzimas digestivas.

29. IDECAN 2021 | IF CE

O citoplasma das células eucarióticas é tudo aquilo que se encontra entre a membrana plasmática e o envoltório nuclear. O citoplasma é constituído pelo citosol, citoesqueleto, ribossomos e organelas membranosas. Ele é a região onde ocorre a maior parte das reações metabólicas da célula. Baseado nessas informações, leia as afirmativas abaixo e depois marque a alternativa correta.

- I. O citoplasma está presente em todos os tipos celulares e nas células procariontes, como não há a presença do núcleo celular, o citoplasma compreende toda a região interna da célula.
 - II. O citosol apresenta uma consistência coloidal que varia entre um sol e um gel. Essa consistência é adquirida em função da sua composição, formada por uma vasta quantidade de moléculas grandes e pequenas, principalmente, água e outras substâncias como proteínas, aminoácidos, carboidratos, lipídios e íons.
 - III. O citosol de uma célula eucarionte, quando visto ao microscópio eletrônico, apresenta uma série de filamentos que formam o citoesqueleto, que é constituído por filamentos de actina, microtúbulos e filamentos intermediários, cuja função é garantir o suporte mecânico à célula, auxiliando na movimentação, na divisão celular e, também, na ancoragem das organelas.
- A. Apenas a afirmativa II está correta.
 - B. As afirmativas I e II estão corretas.



- C. As afirmativas I e III estão corretas.
D. Todas as afirmativas estão corretas.

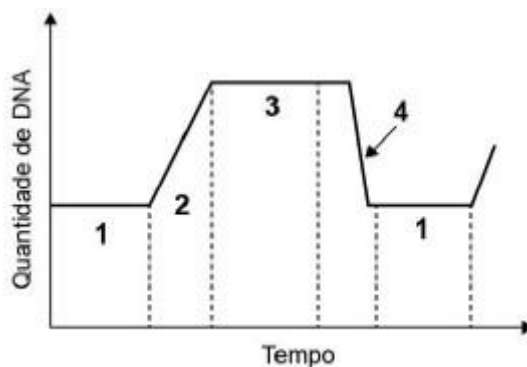
30. AOCP 2021 | Prefeitura Belém

Considerando a função da mitocôndria, assinale o tipo celular que possui grande quantidade dessa organela em seu citoplasma.

- A. Células do tecido muscular estriado cardíaco.
B. Células do tecido epitelial.
C. Células do músculo liso.
D. Neurônios e células da glia.
E. Células do epitélio pseudoestratificado cilíndrico ciliado.

31. FGV 2023

O processo da divisão celular é parte integrante do ciclo celular – tempo de vida de uma célula desde a formação pela divisão da célula parental até a sua própria divisão em duas células. O gráfico a seguir mostra a quantidade total de DNA presente em uma célula durante os vários estágios do ciclo celular.



Com relação ao gráfico, assinale V para a afirmativa verdadeira e F para a falsa.

- () A interfase é a fase do ciclo celular em que a célula absorve nutrientes, produz proteínas e outras substâncias, aumenta de tamanho e duplica seu DNA.
() A interfase é composta por duas fases, chamadas G1 e S. Essas fases estão representadas, respectivamente, pelos números 1 e 2.
() Na fase S, ocorre a duplicação dos cromossomos e a célula passa a apresentar o dobro do número de cromossomos que é típico da espécie.

As afirmativas são, respectivamente,

- A. F, V e F.
B. F, V e V.
C. V, F e F.
D. V, V e F.
E. F, F e V.

32. SUSTENTE 2023



Assinale em qual fase ocorre a separação dos cromossomos homólogos em direção a polos opostos.

- A. Telófase I.
- B. Prófase I.
- C. Prófase II.
- D. Anáfase I.
- E. Anáfase II.

33. OBJETIVA CONCURSOS 2023

A estabilidade no número de cromossomos é mantida por um tipo de divisão denominada mitose. A respeito desse processo, é INCORRETO afirmar que:

- A. A mitose compreende uma série consecutiva de fases conhecidas como prófase, prometáfase, metáfase, anáfase e telófase.
- B. No decorrer da anáfase, as cromátides-irmãs se separam e cada uma se dirige para polos opostos da célula. Comumente, essa fase é dividida em anáfase A e anáfase B.
- C. Na mitose, o núcleo passa por uma série de alterações complexas. Entre as mais importantes está o desaparecimento do envoltório nuclear e a recombinação gênica.
- D. A mitose mantém o número diploide de cromossomos no núcleo das células somáticas durante toda vida do indivíduo.

34. FUNDATEC 2023

A mitose e a meiose são dois tipos de divisão celular. Analise as assertivas abaixo sobre esses processos e suas fases:

- I. Na mitose, a desintegração do fuso, reorganização do nucléolo e reconstituição da carioteca ocorrem durante a metáfase.
- II. Durante a anáfase I da meiose ocorre o desaparecimento da membrana celular.
- III. No período de interfase, as células não estão em processo de divisão.
- IV. Ao término da telófase II da meiose, terão sido geradas células filhas com metade do número de cromossomos da célula original.

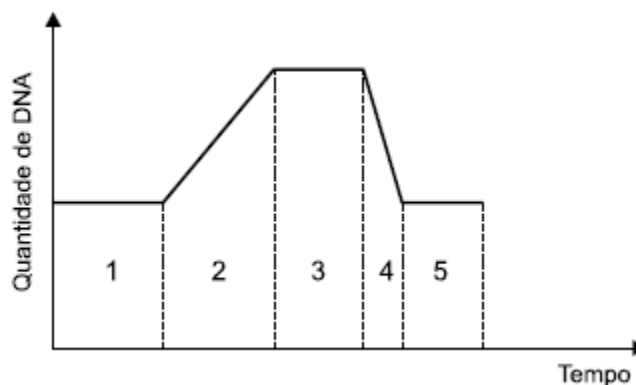
Quais estão corretas?

- A. Apenas I e II.
- B. Apenas I e III.
- C. Apenas II e IV.
- D. Apenas III e IV.
- E. Apenas I, II e III.

35. VUNESP 2023

Em uma cultura, as células de uma população normalmente apresentam-se em diferentes fases de ciclo celular. O estudo do ciclo celular de linhagens cultivadas in vitro tem se mostrado muito eficiente em testes de tratamento de células tumorais e em avaliações toxicológicas de substâncias e fármacos. Para facilitar esses estudos, o uso de uma metodologia de sincronização celular permite que sejam analisados os efeitos dos fármacos em fases específicas do ciclo celular. Uma variedade de técnicas e substâncias podem sincronizar células em fases específicas do ciclo celular, representado a seguir.





Na sincronização de uma cultura celular, quando se utiliza o nocodazol, um inibidor da formação de microtúbulos, as células são mantidas na fase indicada pelo número

- A. 1.
- B. 2.
- C. 3.
- D. 4.
- E. 5.

36. FCC 2022 - SEDU ES

Considere as sequências hipotéticas de DNA abaixo, em que uma delas é a original e a outra sofreu uma mutação.

T TAGACTACTTA GCATGAACTAG Molécula original
AAT CTGATGAATCGTACTTT GATC

T TAGACTACTTGTACGAAAAGTAG Molécula mutante
AATCTGAT GAACATGCTTTT GATC

A sequência mutante originou-se a partir de uma

- A. duplicação.
- B. deleção.
- C. translocação.
- D. inversão.
- E. substituição.

37. FCM CEFETMINAS 2022

Associe, corretamente, as alterações da estrutura cromossômica às suas respectivas definições.

ALTERAÇÕES CROMOSSÔMICAS

- (1) Deleção
- (2) Inversão
- (3) Duplicação
- (4) Translocação



DEFINIÇÕES

- ☐ oposição de um segmento cromossômico
- ☐ repetição de um segmento cromossômico
- ☐ supressão de um segmento cromossômico
- ☐ movimentação de um segmento cromossômico para um cromossomo não homólogo

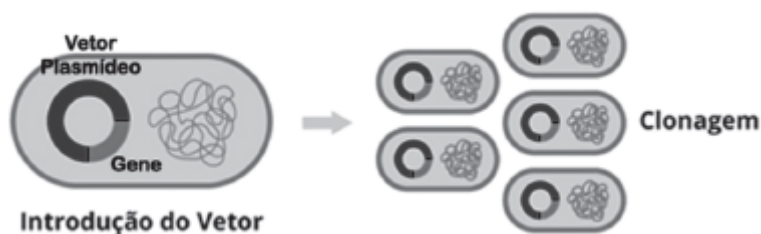
A sequência correta é

- A. 1, 2, 3, 4.
- B. 2, 3, 4, 1.
- C. 2, 3, 1, 4.
- D. 4, 1, 3, 2.
- E. 3, 4, 1, 2.

38. IDECAN 2021

A clonagem molecular é uma técnica da engenharia genética conhecida também por DNA recombinante. Essa tecnologia permite utilizar um fragmento de DNA e combiná-lo com outro, produzindo muitas cópias de diferentes combinações genéticas. A clonagem molecular pode fazer com que genes estranhos sejam expressos em bactérias e leveduras ou mesmo em outras células superiores. Com isso, é uma ferramenta que auxilia no estudo dos genes e os seus produtos e, também, proporciona a obtenção de organismos transgênicos para uso na terapia gênica. A clonagem molecular ou DNA recombinante é um método que permite fazer várias cópias idênticas (clones) de um pedaço específico de DNA. Para que isso seja possível, a técnica requer a execução de alguns procedimentos tecnológicos.

Observe a figura a seguir.



A figura acima mostra molécula de DNA recombinante que é introduzida em um organismo hospedeiro, podendo então ser replicadas. Esse processo é conhecido como transformação e tem como principal característica:

- A. O uso de um marcador de antibiótico, assim uma célula hospedeira sem o vetor morre quando exposta a um determinado antibiótico, enquanto o hospedeiro com o vetor sobrevive e se multiplica, porque é resistente.
- B. A união do fragmento do gene alvo ao vetor, através da DNA ligase, formando o plasmídeo recombinante contendo o gene de interesse.
- C. As células com o plasmídeo recombinante serem identificadas e, assim, crescerem em grande escala, replicando o fragmento de DNA.
- D. As células hospedeiras copiarem o DNA do vetor juntamente com o próprio DNA, criando, dessa maneira, múltiplas cópias do DNA inserido.

39. IDECAN 2019

A biotecnologia abrange diferentes áreas do conhecimento, incluindo a ciência básica (biologia molecular e microbiologia), a ciência aplicada (técnicas imunológicas) e, também, as tecnologias diversas (informática de sistemas, robótica e controle de processos). Dentre essas áreas, o DNA recombinante, aparece diretamente associado ao melhoramento genético de organismos. Essas técnicas de melhoramento, consistem na inserção de porções do DNA de interesse de uma espécie em outra. Tendo em vista os princípios básicos de biotecnologia, relacionados ao DNA recombinante, sobre os protocolos comumente utilizados pode-se afirmar corretamente que

- A. as enzimas de restrição são utilizadas para cortar a molécula de DNA.
- B. as enzimas de restrição reconhecem o fragmento de DNA inserido na célula alvo.
- C. o uso de plasmídeos diminui a eficiência das técnicas de melhoramento genético.
- D. os plasmídeos são enzimas que unem as moléculas de DNA.
- E. a enzima DNA-ligase insere o DNA de interesse na célula alvo.

40. FUNCERN 2018

Biotecnologia é um ramo de estudo das técnicas que manipulam organismos ou moléculas orgânicas para a obtenção de produtos de interesse, bens e serviços. No contexto das técnicas da biotecnologia,

- A. enzimas de restrição cortam fragmentos de DNA em sítios aleatórios da molécula.
- B. PCR ou reação de polimerização em cadeia baseia-se na produção de muitas cópias de uma região específica do DNA.
- C. DNA recombinante são trechos determinados do DNA de um organismo inseridos no RNA de outro ser vivo.
- D. a técnica de eletroforese permite separar somente moléculas de DNA.



Gabarito

01.	B	11.	B	21.	A	31.	C
02.	C	12.	E	22.	A	32.	D
03.	E	13.	C	23.	D	33.	C
04.	D	14.	D	24.	B	34.	D
05.	B	15.	B	25.	E	35.	C
06.	C	16.	C	26.	E	36.	D
07.	A	17.	C	27.	C	37.	C
08.	B	18.	C	28.	D	38.	D
09.	C	19.	B	29.	D	39.	A
10.	C	20.	A	30.	A	40.	B



Questões comentadas

Observe o padrão bastante característico das provas do INEP no contexto da PND para Licenciatura em Biologia: as questões não se limitam ao conteúdo conceitual da disciplina, mas avaliam principalmente a capacidade do futuro professor de articular conhecimento biológico com situações de ensino e aprendizagem, isto é, a chamada dimensão pedagógico-didática do saber docente.

1. INEP 2024/2025

Um avião caiu em uma mata fechada no Acre. Com a explosão da aeronave, todas as 12 pessoas a bordo morreram carbonizadas. As vítimas do acidente não tiveram condições de ser identificadas por meio de exames de papiloscopia nem de arcada dentária. Por conseguinte, amostras de células e de tecidos dos corpos das vítimas e de seus familiares foram colhidas para identificação.

Disponível em: <https://g1.globo.com>. Acesso em: 29 maio 2025 (adaptado).

Um professor de Biologia apresentou essa reportagem para os estudantes em sala de aula e, em seguida, propôs uma investigação sobre como o DNA mitocondrial pode ser utilizado para identificar as vítimas, apesar das condições extremas desse acidente aéreo. O objetivo é que os estudantes compreendam tanto o conteúdo biológico quanto a aplicação desse conhecimento em situações concretas.

Considerando a situação descrita, qual alternativa relaciona a estratégia didática ao objetivo pedagógico do professor?

- A. Jogo de perguntas e respostas na exploração de dados sobre acidentes aéreos no país, focalizando os aspectos físicos, químicos e biológicos no contexto das investigações sobre suas causas.
- B. Análise das características e aplicações forenses do DNA mitocondrial, elaborando hipóteses sobre sua utilização na identificação de vítimas em desastres aéreos.
- C. Pesquisa sobre a herança mendeliana do DNA mitocondrial para construir apresentações de um seminário sobre suas características, suas funções e suas aplicações forenses.
- D. Investigação da variabilidade genética do DNA mitocondrial entre populações humanas para compreender a identificação forense de vítimas em acidentes aéreos.

Comentários

A. Errada, porque propõe uma dinâmica de jogo de perguntas e respostas centrada na análise de acidentes aéreos sob uma perspectiva ampla de fatores físicos, químicos e biológicos, o que desloca o foco do problema central apresentado no enunciado. A situação-problema envolve identificação humana por meio de DNA mitocondrial, e não a investigação das causas dos acidentes.

B. Certa, porque direciona a atividade para a análise das características do DNA mitocondrial e de suas aplicações forenses, articulando diretamente o conteúdo biológico com sua utilização prática na identificação de vítimas em condições extremas. Além disso, estimula a elaboração de hipóteses sobre seu uso em desastres aéreos, o que está de acordo com o objetivo pedagógico de integrar teoria e aplicação.



C. Errada, porque associa o DNA mitocondrial à herança mendeliana, o que é conceitualmente incorreto, já que esse tipo de DNA apresenta herança materna e não segue os padrões mendelianos clássicos. Embora mencione aplicações forenses, a base conceitual proposta compromete a coerência científica da estratégia.

D. Errada, porque foca na variabilidade genética do DNA mitocondrial entre populações humanas, o que pode até ter relação indireta com estudos forenses, mas não atende ao objetivo central da situação apresentada, que é compreender como esse material genético pode ser usado na identificação de vítimas em condições de difícil reconhecimento, como no caso descrito.

Gabarito: B.

2. INEP 2024/2025

Diante da necessidade de ensinar sobre organelas celulares, um professor de Biologia da 1ª série do Ensino Médio enfrentou dificuldades para selecionar um recurso didático para essa finalidade. A dificuldade residia no fato de o conteúdo envolver estruturas microscópicas invisíveis a olho nu e conceitos complexos que demandam alto nível de abstração por parte dos estudantes.

O recurso de ensino adequado para atender ao objetivo pedagógico do professor é o uso de

A microscópios ópticos para visualizar as organelas e demonstrar a fisiologia das estruturas celulares.

B livros didáticos e materiais impressos de divulgação científica para demonstrar a fisiologia das estruturas celulares.

C vídeos e imagens que representem as dimensões das organelas e das estruturas celulares em escalas de proporção.

D infográficos com cores e elementos que facilitem a visualização e o entendimento das estruturas de cada organela celular.

Comentários

A. Errada, porque o microscópio óptico permite observar células e algumas estruturas maiores, mas não resolve adequadamente a visualização detalhada de todas as organelas celulares nem permite demonstrar diretamente sua fisiologia. Além disso, o uso isolado do microscópio não garante compreensão conceitual de estruturas microscópicas complexas e dinâmicas.

B. Errada, porque livros didáticos e materiais impressos podem contribuir para a sistematização teórica, mas não são suficientes, por si só, para lidar com a dificuldade de abstração envolvida na compreensão de estruturas microscópicas. Eles ajudam na explicação, mas não favorecem diretamente a visualização espacial e dinâmica das organelas.

C. Certa, porque vídeos e imagens com representação em escalas adequadas permitem ao estudante compreender a dimensão real das organelas e visualizar estruturas celulares que não são acessíveis a olho nu. Esse tipo de recurso reduz o nível de abstração exigido e facilita a construção de modelos mentais mais precisos sobre a organização celular.

D. Errada, porque infográficos podem facilitar a organização visual das informações e apoiar o estudo, mas não são os recursos mais adequados quando o objetivo é lidar com a dificuldade de visualização de estruturas



microscópicas e sua escala real. Eles tendem a simplificar demais as relações espaciais e não substituem representações mais dinâmicas e fiéis, como vídeos e simulações.

Gabarito: C.

3. ENADE 2021

O transplante de células e órgãos tem uma longa história, sendo a transfusão de sangue e os enxertos de pele algumas das primeiras intervenções da medicina moderna. A geração de órgãos e outras estruturas biológicas *in vitro*, ou engenharia de tecidos, têm sido uma área ativa de pesquisa.

Sobre esse assunto, é correto afirmar que

- A) os transplantes de células e órgãos correm o risco de rejeição imunológica, inclusive se forem realizados entre gêmeos idênticos.
- B) as sequências de aminoácidos das proteínas de membrana que identificam as células de um determinado indivíduo podem ser alteradas com a utilização de anticorpos, sem modificação genômica.
- C) as células-tronco têm sido utilizadas na produção de tecidos e organoides *in vitro*, diminuindo consideravelmente a necessidade de doadores de órgãos para transplantes.
- D) a utilização de órgãos retirados de porcos é comum nessa área da Medicina porque eles apresentam baixo risco de rejeição imunológica, uma vez que os antígenos porcinos induzem resposta imune em humanos.
- E) a modificação genética de órgãos ou tecidos no laboratório, levando à retirada ou alteração das proteínas imunogênicas e evitando a rejeição, é uma possibilidade para gerar órgãos compatíveis com os pacientes.

Comentários

Essa é a tendência observada nas provas do INEP: privilegiar conteúdos celulares e moleculares contextualizados em problemas médicos, éticos e biotecnológicos, em vez de exigir mera memorização de estruturas ou definições.

- a) Errada, porque transplantes entre gêmeos monozigóticos apresentam histocompatibilidade praticamente completa. Como possuem os mesmos antígenos HLA, o risco de rejeição é mínimo e, em geral, não requerem imunossupressão intensa.
- b) Errada, porque anticorpos podem bloquear ou se ligar a proteínas de membrana, mas não alteram suas sequências de aminoácidos. Para modificar essas proteínas seria necessária uma alteração genética ou outra intervenção molecular sobre a expressão gênica.
- c) Errada, porque células-tronco e organoides representam uma área promissora da engenharia de tecidos, mas ainda não reduziram consideravelmente a necessidade de doadores. A produção de órgãos funcionais completos para transplante ainda é um desafio.
- d) Errada, porque órgãos de porcos apresentam elevado risco de rejeição imunológica. Justamente por isso, os xenotransplantes exigem modificações genéticas nos animais doadores e terapias imunossupressoras. A indução de resposta imune pelos antígenos porcinos é uma dificuldade, e não uma vantagem.



e) Certa, porque a engenharia genética permite modificar tecidos e órgãos, removendo ou alterando proteínas imunogênicas, especialmente moléculas responsáveis pelo reconhecimento pelo sistema imune. Essa estratégia constitui uma das principais linhas de pesquisa para obtenção de órgãos mais compatíveis com os receptores.

Gabarito: E.

4. ENADE 2021



Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/>. Acesso em: 25 nov. 2020.

A metamorfose é um fenômeno biológico comum a muitos animais. Entre eles, destacam-se os anfíbios anuros que passam por grandes mudanças morfológicas desencadeadas pela ação hormonal, envolvendo quase todos os tecidos do seu corpo. Durante o clímax metamórfico os membros anteriores emergem e a cauda rapidamente regride.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. A vida dos vertebrados. 3. ed. São Paulo: Atheneu. 2003 (adaptado).

Considerando a metamorfose dos anfíbios anuros, avalie as afirmações a seguir.

- I. Sinais químicos são emitidos para as células da região caudal do girino e estimulam lisossomos a realizar sucessivas autólitese, que culminam na regressão de cauda.
- II. Em anfíbios anuros, hormônios tireoidianos controlam todo o processo de metamorfose, marcado pelo aumento de concentração de tiroxina (T4).
- III. A regressão da cauda de anfíbios anuros é resultado da interação entre a apoptose celular e a fagocitose, no processo de autofagia da cauda do girino.

É correto o que se afirma em

- A) I, apenas.
- B) III, apenas.
- C) I e II, apenas.
- D) II e III, apenas.
- E) I, II e III.

Comentários

I. Errada, porque a regressão da cauda não é explicada por autólitese lisossômica sucessiva. Embora lisossomos e autofagia participem da degradação celular, o mecanismo central é a apoptose, um processo

geneticamente programado de morte celular. A expressão "sucessivas autólices" remete a uma digestão indiscriminada do tecido, o que não corresponde ao mecanismo fisiológico da metamorfose.

II. Certa, porque os hormônios tireoidianos, especialmente a tiroxina (T4) e a triiodotironina (T3), são os principais reguladores da metamorfose. O aumento de sua concentração desencadeia profundas alterações morfológicas e fisiológicas, incluindo reabsorção da cauda, remodelação do intestino, desenvolvimento dos membros e modificações do sistema respiratório.

III. Certa. Durante a reabsorção da cauda, ocorre morte celular programada (apoptose), seguida da remoção dos restos celulares por macrófagos e outras células fagocíticas. Além disso, mecanismos autofágicos contribuem para a degradação intracelular e reciclagem dos componentes. Assim, a regressão da cauda resulta da ação coordenada desses processos.

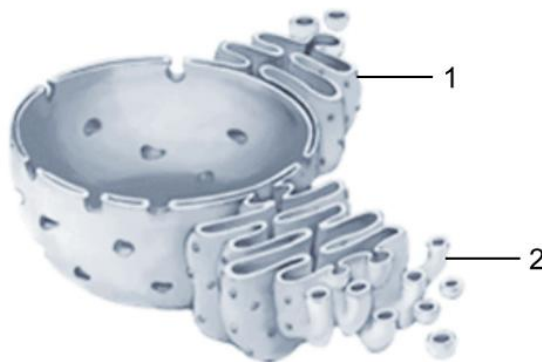
Esta questão ilustra uma tendência importante da PND: integrar diferentes áreas da Biologia em torno de um fenômeno biológico. Em vez de cobrar "apoptose" isoladamente ou "hormônios tireoidianos" isoladamente, a banca constrói um problema em que fisiologia, desenvolvimento e biologia celular aparecem articulados. A Biologia Celular deve ser estudada sempre conectada à fisiologia, à genética, ao desenvolvimento e à evolução, e não como um conjunto de tópicos independentes.

Gabarito: D.

OUTRAS BANCAS

5. VUNESP 2023 | SEDUC SP

As células eucarióticas apresentam diversas organelas envolvidas por membranas e que fazem parte de um sistema de endomembranas, que inclui o envelope nuclear e o retículo endoplasmático, conforme apresentado na ilustração a seguir.



(https://es.wikipedia.org/wiki/Reticulo_endoplasmatico. Adaptado)

O retículo endoplasmático, indicado na ilustração pelos números 1 e 2, atua em diversos processos metabólicos, que variam de acordo com o tipo da célula. Assim, é correto afirmar que o retículo endoplasmático indicado em

- (A) 1 produz esteroides em células específicas das glândulas adrenais.
- (B) 2 apresenta enzimas que metabolizam o álcool nas células do fígado.
- (C) 1 armazena íons cálcio nas células musculares.

- (D) 1 fabrica hormônios sexuais em células específicas dos ovários.
(E) 2 produz insulina nas células de Langerhans do pâncreas.

Comentários

A. Errada. O retículo endoplasmático rugoso (indicado por 1) está principalmente envolvido na síntese de proteínas, devido à presença de ribossomos em sua superfície. Mas a síntese de esteroides não é uma função atribuída ao retículo endoplasmático rugoso. A síntese de esteroides, como os hormônios adrenais, ocorre no retículo endoplasmático liso (2).

B. Certa. O retículo endoplasmático liso (indicado por 2) está associado ao metabolismo de lipídios e, mais especificamente, à desintoxicação de substâncias, como drogas e álcool. Portanto, a alternativa está correta. Este retículo endoplasmático está envolvido na síntese de lipídios, no metabolismo de carboidratos e na desintoxicação, sendo importante para o fígado.

C. Errada. O retículo endoplasmático rugoso (indicado por 1) não está associado ao armazenamento de íons cálcio nas células musculares. O armazenamento de cálcio é uma função do retículo endoplasmático liso (2), não do rugoso.

D. Errada. A síntese de hormônios sexuais, como estrogênio e progesterona, está relacionada ao retículo endoplasmático liso (2) nas células dos ovários, não ao retículo endoplasmático rugoso (1).

E. Errada. A síntese de insulina ocorre nas células de Langerhans no pâncreas, mas não está diretamente associada ao retículo endoplasmático liso. As vesículas secretoras de insulina são processadas e transportadas através do retículo endoplasmático rugoso (1).

Gabarito: B.

6. FGV 2023 | Prefeitura São Paulo

Todas as células são envolvidas por uma membrana. A membrana plasmática circunda a célula, define seus limites e mantém as diferenças essenciais entre o citosol e o ambiente extracelular. Já no interior das células eucarióticas, as membranas das organelas mantêm as diferenças características entre o conteúdo de cada organela e o citosol.

Em relação a composição, estrutura e funcionamento das membranas biológicas, é correto afirmar que

- A. os fosfolipídios componentes da membrana plasmática são hidrofóbicos.
B. o colesterol está presente em todas as membranas plasmáticas e participa do reconhecimento entre células.
C. as monocamadas, interna e externa, da membrana plasmática podem apresentar diferentes tipos de lipídios.
D. moléculas polares, como a glicose, atravessam livremente a bicamada lipídica da membrana.
E. as membranas plasmáticas de todos os tipos celulares de um organismo apresentam composição lipídica e proteica idênticas.

Comentários



- A. Errada. Nos fosfolipídios, a cauda é hidrofóbica e a cabeça é hidrofílica.
- B. Errada. O colesterol ajuda a estabilizar a bicamada lipídica nas membranas de células animais, e não está presente nas células vegetais, fúngicas ou bacterianas.
- C. Certa. A natureza da membrana plasmática é lipoproteica, contudo, a composição lipídica e proteica pode diferir, dependendo das funções específicas de cada célula.
- D. Errada. Moléculas polares, como a glicose, não atravessam livremente a bicamada lipídica da membrana, e precisam de proteínas transportadoras ou canais iônicos.
- E. Errada. A natureza da membrana plasmática é lipoproteica, contudo, a composição lipídica e proteica pode diferir, dependendo das funções específicas de cada célula.

Gabarito: C.

7. FUNDATEC 2023 | Prefeitura Santa Rosa

As estruturas fundamentais das células procarióticas são a membrana plasmática, o material genético, a parede celular e os ribossomos, enquanto o flagelo, pili, cápsula e outras, são acessórias, conferindo características adicionais às células.

Nessas células, a membrana plasmática participa de diversos processos e exerce diferentes funções, EXCETO:

- A. Proteção contra a lise osmótica.
- B. Transporte ativo de substâncias.
- C. Respiração celular.
- D. Transporte passivo de substâncias.
- E. Barreira de permeabilidade da célula que separa o citoplasma do ambiente.

Comentários

- A. Errada. Tal função é exercida pela parede celular.

Gabarito: A.

8. OBJETIVA CONCURSOS 2023 | Prefeitura Butiá

Assinalar a alternativa que preenche as lacunas do texto CORRETAMENTE:

Os lipídeos das membranas celulares combinam duas propriedades bastante distintas em uma única molécula: cada lipídeo possui uma cabeça _____ e uma cauda _____, sendo considerados desta forma moléculas _____.

- A. anfifílica | anfipática | hidrofílica
- B. hidrofílica | hidrofóbica | anfipáticas
- C. hidrofóbica | hidrofílica | anfipáticas
- D. anfipáticas | hidrofóbica | anfifílica



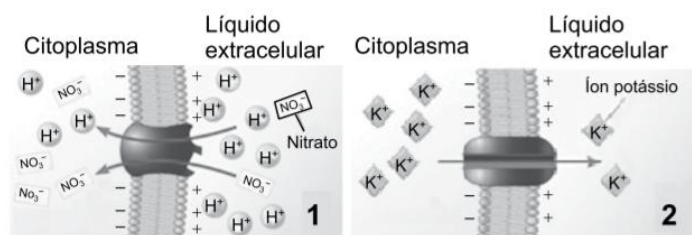
Comentários

A região hidrofílica é a cabeça do lipídeo, que é atraída pela água. Essa parte possui grupos funcionais polares, como grupos fosfato ou grupos carboxila, que interagem facilmente com as moléculas de água ao seu redor. A região hidrofóbica é a cauda do lipídeo, que é repelente à água. Essa parte é formada por cadeias de hidrocarbonetos, que são compostos principalmente por átomos de carbono e hidrogênio. Esses hidrocarbonetos não interagem bem com a água, resultando em uma região hidrofóbica. A combinação de uma cabeça hidrofílica e uma cauda hidrofóbica torna as moléculas de lipídeos anfipáticas ou anfifílicas.

Gabarito: B.

9. VUNESP 2023 | SEDUC SP

Assim como em outras células, a membrana plasmática das células vegetais controla o transporte de substâncias para dentro e para fora das células, por mecanismos de transporte passivo e ativo, e apresenta bombas e proteínas de transporte similares às aquelas que ocorrem em outros organismos. Na ilustração, são apresentados dois tipos de transporte de solutos realizados pela membrana plasmática da célula vegetal.



(URRY, Lisa A. et al. *Biologia de Campbell*. Adaptado)

De acordo com a ilustração, é correto afirmar que

- A. 2 representa um transporte passivo, com auxílio de aquaporina.
- B. 1 e 2 correspondem ao transporte do tipo difusão facilitada.
- C. em 2, o soluto é transportado a favor de gradiente de concentração.
- D. 1 representa um tipo de transporte ativo que ocorre em células da raiz.
- E. em 2, a proteína envolvida no transporte é do tipo carreadora.

Comentários

A. Errada. Na ilustração, o esquema 2 representa o transporte de íons potássio para fora da célula através de um transporte iônico. Este tipo de transporte é passivo, porém não é feito por proteínas aquaporina, essas auxiliam na entrada de moléculas hidrofílicas e água. No esquema está apresentado uma proteína canal, que auxilia na passagem de íons, como o potássio a favor do gradiente de concentração.

B. Errada. Na ilustração, 1 corresponde a um transporte ativo, onde proteínas carreadoras auxiliam na passagem de ânions, com gasto de energia. Já em 2, ocorre um exemplo de transporte passivo, com difusão facilitada do potássio por canais iônicos.

C. Errada. No esquema 2 ocorre o transporte facilitado do soluto a favor do gradiente de concentração, logo é um transporte passivo, sem uso de energia.

D. Errada. Em 1 ocorre um transporte ativo, porém não se assemelha ao que ocorre em raízes. Nas células da raiz, ocorre transporte passivo, osmose e difusão facilitada.

E. Errada. No esquema 2, a passagem do soluto ocorre por canais iônicos, formados por proteínas auxiliam no transporte de difusão facilitada. As proteínas do tipo carreadoras são aquelas que atuam auxiliando no transporte contra o gradiente de concentração, por isso há consumo de energia no transporte pela membrana.

Gabarito: C.

10. IBFC 2023 | SEC BA

Nas células (___), o citoplasma ocupa todo o seu interior. Ele é constituído por um fluido de aspecto gelatinoso chamado (___). Nas células (___), o citoplasma corresponde a toda a região situada entre a membrana plasmática e o núcleo, além disso, nessas células existem, espalhadas no citoplasma, diversas organelas delimitadas por membranas. As organelas membranosas estão ausentes nas células (___). O (___) é responsável pela forma e sustentação interna da célula, pelo movimento do citoplasma, pela contração das fibras musculares e pela organização dos (___). O (___) é responsável pela formação de duas estruturas celulares: os cílios e os flagelos.

Assinale a alternativa que preencha correta e respectivamente as lacunas.

- a) procarióticas / citosol / eucarióticas / eucariontes / citoesqueleto / centríolos / citoesqueleto
- b) eucarióticas / ciclose / eucarióticas / procariontes / centríolos / citoesqueleto / citoesqueleto
- c) procarióticas / citosol / eucarióticas / procariontes / citoesqueleto / centríolos / centríolos
- d) eucarióticas / citosol / procarióticas / eucariontes / citoesqueleto / centríolos / citoesqueleto
- e) procarióticas / citosol / procarióticas / procariontes / centríolos / citoesqueleto / centríolos

Comentários

Nas células procarióticas, o citoplasma ocupa todo o seu interior, constituído por um fluido de aspecto gelatinoso chamado citosol. As organelas membranosas estão ausentes nas células procariontes.

Nas células eucarióticas, o citoplasma corresponde a toda a região situada entre a membrana plasmática e o núcleo, além disso, nessas células existem, espalhadas no citoplasma, diversas organelas delimitadas por membranas. O citoesqueleto é responsável pela forma e sustentação interna da célula, pelo movimento do citoplasma, pela contração das fibras musculares e pela organização das organelas. Os centríolos são organelas celulares encontradas apenas em células eucarióticas e são responsáveis pela formação do fuso mitótico durante a divisão celular.

Gabarito: C.

11. IBFC 2023 | SEC BA



Há no citoplasma celular uma porção de organelas membranosas com diferentes funções. Analise o esquema a seguir e assinale a alternativa que corresponde a correlação correta entre organela e sua respectiva função.

a) (1) Centrossomo: degradação de água oxigenada, álcool e outras substâncias; (2) Retículo Endoplasmático Rugoso: transporte de substâncias dentro da célula e síntese de esteroides e colesterol; (3) Peroxissomo: digestão intracelular; (4) Lisossomo: síntese proteica (5) Retículo Endoplasmático Liso: modificação, acúmulo e liberação de secreções proteicas

b) (1) Peroxissomo: degradação de água oxigenada, álcool e outras substâncias; (2) Retículo Endoplasmático Liso: transporte de substâncias dentro da célula e síntese de esteroides e colesterol; (3) Lisossomo: digestão intracelular; (4) Ribossomo: síntese proteica (5) Complexo de Golgi: modificação, acúmulo e liberação de secreções proteicas

c) (1) Lisossomo: degradação de água oxigenada, álcool e outras substâncias; (2) Retículo Endoplasmático Liso: transporte de substâncias dentro da célula e síntese de esteroides e colesterol; (3) Digestossomo: digestão intracelular; (4) Complexo de Golgi: síntese proteica (5) Mitocôndria: modificação, acúmulo e liberação de secreções proteicas

d) (1) Lisossomo: degradação de água oxigenada, álcool e outras substâncias; (2) Retículo Endoplasmático Rugoso: transporte de substâncias dentro da célula e síntese de esteroides e colesterol; (3) Retículo Endoplasmático Não granuloso: digestão intracelular; (4) Retículo Endoplasmático Liso: síntese proteica (5) Complexo de Golgi: modificação, acúmulo e liberação de secreções proteicas

e) (1) Peroxissomo: degradação de água oxigenada, álcool e outras substâncias; (2) Retículo Endoplasmático Liso: transporte de substâncias dentro da célula e síntese de esteroides e colesterol; (3) Lisossomo: digestão intracelular; (4) Complexo de Golgi: síntese proteica (5) Ribossomo: modificação, acúmulo e liberação de secreções proteicas

Comentários

Considerando que o peroxissomo é responsável pela degradação de água oxigenada, álcool e outras substâncias tóxicas para a célula. O retículo endoplasmático liso está envolvido na síntese de lipídios, transporte de substâncias dentro da célula e síntese de esteroides e colesterol. O lisossomo é responsável pela digestão intracelular de moléculas, organelas e substâncias estranhas. Os ribossomos são responsáveis pela síntese proteica, enquanto o complexo de Golgi é responsável pela modificação, armazenamento e liberação de proteínas e lipídios sintetizados na célula.

Gabarito: B.

12. IBFC 2023 | SEC BA

No citosol ficam localizadas as organelas, com diferentes funções celulares. Diante do exposto, assinale a alternativa correta.

a) O complexo golgiense é um sistema de finas membranas duplas, lipoproteicas com ribossomos aderidos ao lado.



- b) Os peroxissomos são pequenas vesículas lipoproteicas com enzimas digestivas originários do complexo golgiense.
- c) Mitocôndrias e cloroplastos são organelas não membranosas.
- d) Microtúbulos são responsáveis pela formação dos vacúolos contráteis (ou pulsáteis).
- e) Os ribossomos são pequenos grânulos constituídos por moléculas de RNA (RNAr) conjugadas a moléculas de proteínas.

Comentários

A. Errada. O complexo golgiense é um sistema de finas membranas duplas, lipoproteicas que atua na modificação, transporte e secreção de proteínas. Não apresenta ribossomos aderidos ao lado.

B. Errada. Os peroxissomos são pequenas vesículas membranosas que contêm enzimas oxidativas e que atuam na degradação de ácidos graxos, aminoácidos e outras moléculas. Eles não são originados do complexo golgiense.

C. Errada. Mitocôndrias e cloroplastos são organelas membranosas, com estruturas internas complexas, que atuam na respiração celular e na fotossíntese, respectivamente.

D. Errada. Microtúbulos são estruturas celulares cilíndricas formadas por proteínas chamadas tubulinas. Eles estão envolvidos na organização e manutenção da forma da célula, no movimento de organelas e na divisão celular, mas não estão relacionados à formação de vacúolos contráteis.

E. Certa. Os ribossomos são organelas celulares responsáveis pela síntese de proteínas e são formados por duas subunidades, uma grande e outra pequena, compostas por RNA ribossômico e proteínas.

Gabarito: E.

13. ADM&TEC 2023 | Prefeitura Ipojuca

Analise as afirmativas a seguir:

I. O núcleo é uma estrutura presente nas células eucarióticas que coordena e comanda todas as funções celulares. O núcleo também contém a maquinaria para replicar o DNA, que é responsável pela síntese e processamento de todos os tipos de ácidos ribonucleicos (RNAs: mRNA, rRNA e tRNA). Já o nucléolo é um corpúsculo denso, delimitado por membrana, presente no interior do núcleo, sendo uma região de intensa síntese do ácido ribonucleico ribossômico (rRNA).

II. A Cromatina é caracterizada como heterocromatina (grânulos grosseiros e bem visíveis ao microscópio, quando a dupla hélice de DNA está inativa e muito compactada) ou eucromatina (granulosa e clara, quando o DNA não está condensado e pode transcrever seus genes. Já o nucleoplasma é constituído de substâncias, ions, vários tipos de enzimas, moléculas de ATP, dissolvidas em água e nele estão imersos os filamentos de cromatina e nucléolo. O nucleoplasma proporciona consistência ao núcleo.

Marque a alternativa CORRETA:

- A. As duas afirmativas são verdadeiras.



- B. A afirmativa I é verdadeira, e a II é falsa.
- C. A afirmativa II é verdadeira, e a I é falsa.
- D. As duas afirmativas são falsas.

Comentários

I. Errada. Não é correto afirmar que o DNA é responsável pela síntese e processamento dos RNAs. Na verdade, o DNA guarda a informação para isso, mas uma série de enzimas realiza a síntese e processamento dos RNAs. Além disso, o nucléolo não é delimitado por membrana.

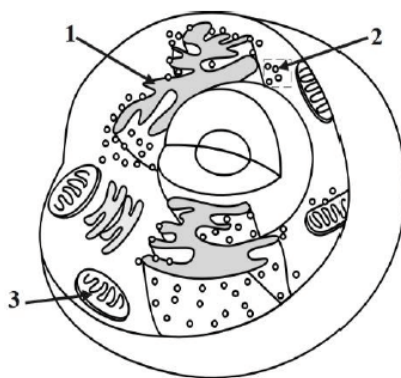
II. Certa. Não há incorreções na afirmativa. Ela descreve bem as formas da cromatina, o núcleo celular e o seu nucleoplasma, o qual é constituído por água e substâncias solubilizadas. No interior do nucleoplasma, uma rede de proteínas aparentemente estruturais denominada de matriz nuclear, organiza a cromatina.

Gabarito:

Gabarito: C.

14. AVANÇASP 2023 | Prefeitura Morungaba

Considere a imagem, bem como suas indicações 1; 2; e, 3:



Compreender os princípios básicos que regem as funções vitais dos seres humanos requer o conhecimento da estrutura das células. Acerca do tema e das informações contidas na imagem, assinale a alternativa correta.

- A. A imagem apresenta uma célula procariótica.
- B. A indicação 3 aponta para um ribossomo.
- C. A indicação 2 aponta para o complexo de Golgi.
- D. A indicação 1 aponta para o retículo endoplasmático rugoso.
- E. A célula é eucariótica, e a marcação 3 aponta para um centríolo.

Comentários

A figura representa uma célula eucariótica, pois possui núcleo e organelas citoplasmáticas. Dentre as organelas, 1 representa os ribossomos, 2 representa o retículo endoplasmático rugoso e 3, as mitocôndrias.

Gabarito: D.

15. AVANÇASP 2023 | Prefeitura Morungaba

O metabolismo de primeira passagem representa um meio importante de atenuar a concentração dos fármacos ingeridos pela via oral, inativando-os. Esse processo ocorre no fígado, cujas células apresentam uma rede de membranas interconectadas e ramificadas abundante, nomeadas (___). No interior desta organela ocorre a modificação química de pequenas moléculas, especialmente fármacos.

A lacuna é corretamente preenchida por:

- A. mitocôndria.
- B. retículo endoplasmático liso.
- C. ribossomos.
- D. peroxissomos.
- E. centríolos.

Comentários

A organela que preenche a lacuna corresponde ao retículo endoplasmático liso. Corresponde a uma organela membranosa, composta por uma série de túbulos e cisternas interligadas que percorrem todo o citoplasma da célula, realizando função de síntese e transporte de substâncias. Se difere do retículo endoplasmático rugoso pela ausência de ribossomos aderidos a sua membrana, além de apresentar papel principal na síntese de hormônios. Também participa do metabolismo de carboidratos, importante na formação da glicose através de glicogênio, importante no metabolismo energético da célula.

Gabarito: B.

16. ADM&TEC 2023 | Prefeitura Ipojuca

Analise as informações a seguir:

I. A membrana plasmática pode ser encontrada em células eucariontes e procariontes, nos dois casos apresenta uma bicamada fosfolipídica, correspondendo ao modelo estrutural proposto por E. Gorter e R. Grendel em 1925. É correto ainda afirmar que essa dupla camada de fosfolípidos também se encontra associada a proteínas, que formam canais por onde passam determinadas substâncias, o que confere à membrana uma permeabilidade seletiva: é impermeável a certos gases (O_2 e CO_2) e permeável a muitas substâncias (Zaha, 2003).

II. O citoesqueleto é constituído, sobretudo, por dois tipos de filamento proteico, a saber, os microtúbulos e os microfilamentos. Os microtúbulos são formados por várias moléculas de uma proteína globular denominada actina e compõe juntamente com outra proteína, a miosina, as principais estruturas do mecanismo contrátil da célula, responsáveis pela contração e distensão das células. Ademais, os microtúbulos participam de outros processos, tais como movimentos citoplasmáticos — ciclosos — e movimento ameboide.

III. O complexo golgiense produz alguns tipos de polissacarídeos, como a hemicelulose presente na parede celular de plantas e os carboidratos das glicoproteínas. As proteínas produzidas no retículo endoplasmático



granuloso são levadas até o complexo golgiense por meio de vesículas que se destacam do retículo. Ademais, é formado por vários conjuntos de sáculos lameliformes interligados denominados dictiossomos ou golgiossomos e localiza-se geralmente próximo ao núcleo e ao retículo endoplasmático granuloso.

Marque a alternativa CORRETA:

- A. Nenhuma afirmativa está correta.
- B. Todas as afirmativas estão corretas.
- C. Apenas uma afirmativa está correta.
- D. Apenas duas afirmativas estão corretas.

Comentários

I. Errada. Moléculas apolares, como hidrocarbonos, CO_2 e O_2 , são hidrofóbicas e atravessam a membrana sem o auxílio das proteínas de membrana.

II. Errada. A descrição se refere aos microfilamentos ou filamentos de actina.

III. Certa. No aparelho de Golgi os produtos do retículo endoplasmático são modificados, armazenados e então enviados a outros destinos. As vesículas de transporte movimentam material a partir do retículo para o aparelho de Golgi. Nas plantas, glicoproteínas formadas no retículo endoplasmático têm seus carboidratos modificados, primeiro no próprio retículo e, depois, à medida em que passam pelo Golgi, que remove alguns monômeros de açúcar e substitui outros, produzindo uma ampla variedade de carboidratos.

Gabarito: C.

17. AOCP 2022 | SED MS

O tipo de retículo e a quantidade presente na célula se diferem entre os vários tipos celulares e de acordo com a atividade de síntese da célula. Nesse sentido, é correto afirmar que o retículo rugoso participa da síntese de proteínas enquanto o liso está envolvido no metabolismo de

- A. enzimas digestivas.
- B. carboidratos.
- C. lipídios.
- D. leucinas.
- E. glicídios.

Comentários

A. Errada. Enzimas são uma classe de proteínas, que são sintetizadas no retículo endoplasmático rugoso (RER).

B. Errada. A organela diretamente responsável por muitas etapas do metabolismo de carboidratos é a mitocôndria.

C. Certa. O retículo liso é especializado na síntese de lipídios, incluindo fosfolipídios e triglicerídeos. O processo de síntese de lipídios no retículo endoplasmático liso envolve várias enzimas que catalisam as reações de formação de ligações entre ácidos graxos e glicerol para produzir triglicerídeos, que são uma forma de armazenamento de energia.



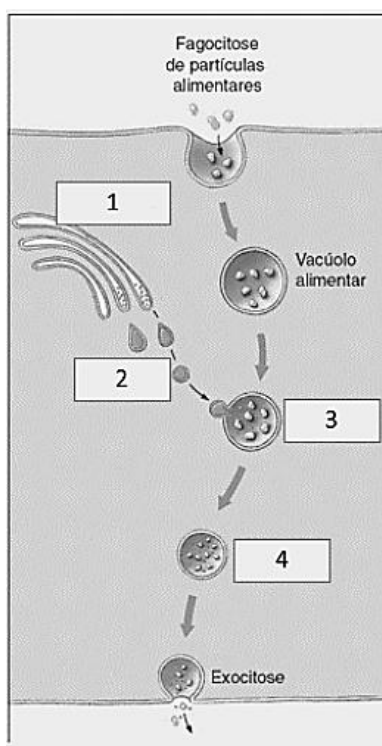
D. Errada. A síntese de aminoácidos, como a leucina, ocorre no citoplasma das células, não em uma organela específica. As organelas celulares, como o retículo endoplasmático e o complexo de Golgi, desempenham papéis importantes no processamento e transporte de proteínas, incluindo enzimas envolvidas na síntese de aminoácidos, mas a síntese real dos aminoácidos ocorre em várias etapas no citoplasma.

E. Errada. A síntese de carboidratos, como glicogênio, geralmente ocorre no citoplasma.

Gabarito: C.

18. AOC P 2022 | SED MS

A figura a seguir apresenta o esquema da digestão intracelular.



Considerando a figura e o tema, assinale a alternativa correta.

- A. Em 4, há peroxissomo contendo lisozimas e lipossomas.
- B. Em 2, há vesículas digestivas fundidas ao alimento encapsulado.
- C. Em 3, o endossomo transporta e digere partículas na endocitose.
- D. Em 1, há lisossomos contendo enzimas digestivas.
- E. Em 3, os produtos úteis da digestão são absorvidos no citoplasma.

Comentários

1 representa o complexo golgiense, 2 representa as vesículas golgienses que carregam enzimas produzidas no RER, 3 representa um fagossomo (vesícula formada na fagocitose de partículas externa) se fundindo à vesícula golgiense e 4 representa o vacúolo digestivo ou lisossomo.

A. Errada. Trata-se de um vacúolo digestivo (lisossomo secundário).

- B. Errada. 2 representa as vesículas golgienses que carregam enzimas produzidas no RER.
- C. Certa. Em 3 ocorre a formação do lisossomo a partir da fusão do fagossomo com a vesícula golgiense. A partir desse ponto forma-se o lisossomo, que realiza a digestão intracelular.
- D. Errada. 1 representa o complexo golgiense.
- E. Errada. Em 3 ocorre a formação do lisossomo a partir da fusão do fagossomo com a vesícula golgiense.

Gabarito: C.

19. IADES 2022 | SEDUC GO

Dentro da célula, existem pequenas estruturas semelhantes a órgãos, que são chamadas de organelas celulares. Elas possuem uma composição estrutural particular e desempenham funções específicas. No que se refere à localização, à estrutura e à função das organelas, assinale a alternativa correta.

- A. Algumas organelas são limitadas por uma única membrana, como as mitocôndrias.
- B. Algumas organelas celulares, como os ribossomos, não são delimitadas por nenhuma membrana e estão presentes em organismos procarióticos e eucarióticos.
- C. Organelas celulares com membrana dupla são encontradas em ribossomos.
- D. As organelas chamadas de lisossomos são o local de síntese de proteínas.
- E. O retículo endoplasmático rugoso é encontrado em organismos eucarióticos e também nos procariotos.

Comentários

- A. Errada. Mitocôndrias têm dupla camada de membrana.
- B. Certa. Ribossomos são estruturas formadas por proteínas e RNA ribossômico, presentes em todos os tipos celulares.
- C. Errada. Ribossomos são estruturas formadas por proteínas e RNA ribossômico, presentes em todos os tipos celulares.
- D. Errada. Lisossomos realizam digestão intracelular; as proteínas são sintetizadas pelos ribossomos e no retículo endoplasmático rugoso.
- E. Errada. Somente nos eucariotos.

Gabarito: B.

20. INSTITUTO MAIS 2022 | Prefeitura S Parnaíba

Há algum tempo no Brasil, utiliza-se uma técnica para produção de plantas transgênicas com a inserção de transgenes nos cloroplastos, substituindo a técnica clássica de inserção no núcleo da célula hospedeira. Com essa metodologia, houve um aumento significativo da produção de proteínas a partir de transgenes com diversas aplicações e finalidades biotecnológicas (ex.: eucalipto).

Para usar o mesmo tipo de estratégia em eucarioto não fotossintetizante, como uma levedura, por exemplo, a organela que deveria ser escolhida é o(a)

- A. mitocôndria.
- B. retículo endoplasmático.
- C. lisossomo.
- D. peroxissomo.



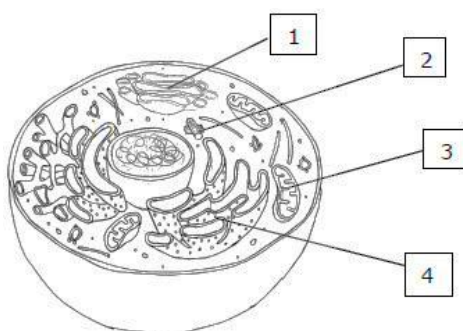
Comentários

Somente mitocôndrias e cloroplastos apresentam material genético, que possa ser modificado com a inserção de genes. Dado que leveduras não possuem cloroplastos, pois são organismos heterótrofos, a organela que deveria ser utilizada é a mitocôndria.

Gabarito: A.

21. FUNDATEC 2022 | Prefeitura Morro Reuter

A imagem abaixo é uma representação de uma célula animal e seus componentes.



A estrutura indicada por 2 e a função da estrutura indicada por 3 são, respectivamente:

- A. Centríolos – respiração celular.
- B. Centríolos – síntese proteica.
- C. Mitocôndria – secreção celular.
- D. Mitocôndria – síntese de lipídios.
- E. Complexo Golgiense – respiração celular.

Comentários

- 1 representa o complexo golgiense, cuja função é a secreção celular.
- 2 representa os centríolos, cuja função é a divisão celular.
- 3 representa a mitocôndria, cuja função é a respiração celular.
- 4 representa o retículo endoplasmático, cuja função é a síntese proteica.

Assim, o gabarito da questão é a letra A.

Gabarito: A.

22. CONSULPLAN 2022 | Prefeitura Volta Grande

Considerando as funções das organelas subcelulares e os sistemas de membranas em células eucarióticas, assinale afirmativa INCORRETA.

- A. Nos lisossomos, ocorre a digestão celular por meio da formação de proteínas, carboidratos, lipídeos e ácidos nucleicos.
- B. As vesículas contendo material externo se fundem com lisossomos primários para formar lisossomos secundários ou vacúolos digestivos.
- C. O retículo endoplasmático e o complexo de Golgi estão envolvidos na formação de outras organelas celulares, como lisossomos e peroxissomos.
- D. O citoplasma de células eucarióticas contém uma extensa rede de membranas interconectadas chamadas de retículo endoplasmático, que se estende do envelope nuclear até a membrana plasmática.

Comentários

A. Errada. As enzimas lisossômicas incluem peptidases, nucleases, proteases e lipases.

Gabarito: A.

23. MS CONCURSOS 2022 | Prefeitura Uberlândia

Um estudante de Ciências Biológicas preparou uma lâmina, via procedimento histológico, para analisar no microscópio. Ao começar suas análises, deparou-se com estruturas que divergem entre uma célula animal e uma vegetal, logo conseguiu compreender com auxílio bibliográfico, que era uma célula vegetal. Qual alternativa condiz com componentes de uma célula vegetal apenas?

- A. Parede celular sem celulose; Peroxissomos; Membrana citoplasmática e Plastos.
- B. Citoplasma; Centríolos; Reserva em Glicogênio e Plasmodesmos.
- C. Nucleoide; Citoplasma; Membrana Plasmática e Cápsula.
- D. Parede celular com celulose; Glioxissomos; Vacúolos grandes e Plastos.

Comentários

- A. Errada. A parede celular sem celulose não é característica de células vegetais. Além disso, os peroxissomos são encontrados em células animais também, não são exclusivos de células vegetais.
- B. Errada. Citoplasma e plasmodesmos estão presentes em células vegetais, mas centríolos e reserva em glicogênio são características mais relacionadas a células animais. Centríolos, por exemplo, estão envolvidos na divisão celular animal e não são encontrados em células vegetais.
- C. Errada. Nucleoide é mais relacionado a células procarióticas, como bactérias, não é uma característica de células vegetais. Membrana plasmática está correta, mas a cápsula não é uma característica de células vegetais. Citoplasma está correto, mas a combinação das características torna essa alternativa inviável.
- D. Certa. Esses são componentes típicos de células vegetais. A parede celular é composta principalmente de celulose, os glioxissomos são organelas relacionadas ao metabolismo de lipídios em sementes germinantes, os vacúolos grandes são importantes para o armazenamento de água e nutrientes, e os plastos são organelas envolvidas na fotossíntese, como os cloroplastos.

Gabarito: D.

24. IBADE 2022 | Prefeitura Sooretama

A parede celular das plantas é composta principalmente de:



- A. proteínas.
- B. celulose.
- C. quitina.
- D. frutose.
- E. galactose.

Comentários

Células eucarióticas vegetais apresentam parede celular celulósica.

Gabarito: B.

25. FCC 2022 | SEDU ES

A célula apresenta um núcleo na região basal, que é rica em retículo endoplasmático rugoso. Acima do núcleo podem-se observar o complexo golgiense bastante desenvolvido e vesículas arredondadas na região apical.

A descrição acima corresponde a

- A. uma hemácia humana.
- B. um neurônio cerebral.
- C. um espermatozoide maduro.
- D. uma célula procarionte.
- E. uma célula secretora.

Comentários

Uma célula secretora apresenta tais características. Veja bem, há larga produção de proteínas para exportação (por exemplo, para compor um hormônio). Tais proteínas devem ser carregadas para complexo golgiense, onde serão modificadas e armazenadas em vesículas. Tais vesículas irão encaminhar as proteínas para seu destino, fundindo-se à membrana plasmática e liberando as proteínas externamente, ou seja, secretando este produto.

Gabarito: E.

26. FCC 2022 | SEDU ES

Em alguns organismos de água doce, como algas, por exemplo, podem ser encontrados, dentro das células, diversos íons em concentrações maiores do que no meio aquático. Essas concentrações são mantidas

- A. pela parede celular impermeável.
- B. pela difusão simples através da membrana.
- C. por processos de difusão facilitada.
- D. por osmose e transporte passivo.
- E. por processos de transporte ativo.

Comentários



A concentração de íons em organismos de água doce é geralmente maior em relação ao meio aquático circundante. Essas concentrações são mantidas por meio de processos de transporte ativo, uma vez que a difusão simples através da membrana ou a difusão facilitada não são suficientes para manter concentrações intracelulares elevadas. O processo de transporte ativo requer gasto de energia para mover os íons contra o gradiente de concentração, o que permite que as células mantenham concentrações intracelulares elevadas de íons, como potássio e sódio, por exemplo.

Gabarito: E.

27. OBJETIVA CONCURSOS 2021 | Prefeitura Venâncio Aires

A principal função desta organela é liberar energia gradualmente das moléculas de ácidos graxos e glicose, provenientes dos alimentos, produzindo calor e moléculas de ATP (adenosina-trifosfato). O exposto anteriormente refere-se à organela denominada:

- A. Complexo golgiense.
- B. Lisossomo.
- C. Mitocôndria.
- D. Retículo endoplasmático liso.
- E. Retículo endoplasmático rugoso.

Comentários

A. Errada. O complexo golgiense atua na produção de polissacarídeos, no processamento de macromoléculas como lipídios e proteínas, produzidas no retículo endoplasmático, atuando na formação e no endereçamento de vesículas transportadoras, definindo o direcionamento de moléculas sintetizadas, para outras organelas, membrana plasmática ou para fora da célula, mediante sinalização específica nas proteínas que formam essas vesículas.

B. Errada. Os lisossomos são as organelas responsáveis pela digestão intracelular, sendo constituídas enzimas que digerem macromoléculas como ácidos nucleicos, proteínas, glicose, lipídios, fosfolipídeos.

C. Certa. As mitocôndrias são as organelas responsáveis pela respiração celular, mediante a quebra das moléculas orgânicas para produção de ATP.

D. Errada. O retículo endoplasmático liso é responsável principalmente pela síntese de lipídios, sendo a porção do retículo endoplasmático que não está associada aos ribossomos.

E. Errada. O retículo endoplasmático rugoso é uma porção do retículo endoplasmático que possui ribossomos aderidos à sua membrana, de modo que sua função principal é a síntese de proteínas.

Gabarito: C.

28. CEV URCA 2021 | Prefeitura Crato

Os carboidratos dos glicolipídios e das glicoproteínas localizados na face externa da membrana plasmática formam um revestimento denominado glicocálice. Assinale, dentre as alternativas abaixo, aquela que não corresponde a uma de suas funções:



- A. O glicocálice das células situadas na superfície da mucosa intestinal, protege essas células do contato com os alimentos e dos efeitos destrutivos das enzimas digestivas.
- B. A especificidade do sistema ABO de grupos sanguíneos é determinada por certos oligossacarídeos de cadeia muito curta e parecidos entre si, que são encontrados na membrana plasmática dos eritrócitos. Esses oligossacarídeos só diferem por seus monômeros terminais e estão ligados a uma proteína transmembrana ou a uma ceramida.
- C. Nas células tumorais malignas, foram observadas trocas em alguns oligossacarídeos da membrana e isso levou à especulação de que influem na conduta anômala dessas células. Acredita-se que haja alteração da recepção dos sinais que controlam as divisões celulares.
- D. Para iniciar suas ações patogênicas, algumas toxinas (como as elaboradas pelas bactérias do cólera, do tétano do botulismo e da difteria) conectam-se a manoses de oligossacarídeos da membrana plasmática na superfície celular.
- E. Diversas glicoproteínas encontradas no glicocálice das células de revestimento do intestino são peptidases e glicosidases cuja função é completar a degradação das proteínas e dos carboidratos ingeridos que foi iniciada por outras enzimas digestivas.

Comentários

- A. Certa. O glicocálice tem função de proteção da superfície da célula de agressões mecânicas e químicas.
- B. Certa. O glicocálice determina a especificidade do sistema ABO de grupos sanguíneos.
- C. Certa. Nas células tumorais malignas, o glicocálice pode alterar a recepção dos sinais que controlam as divisões celulares.
- D. Errada. Para iniciar suas ações patogênicas, algumas conectam-se seletivamente a oligossacarídeos de gangliosídeos existentes na superfície celular.
- E. Certa. Diversas glicoproteínas encontradas no glicocálice das células de revestimento do intestino são peptidases e glicosidases cuja função é completar a degradação das proteínas e dos carboidratos ingeridos que foi iniciada por outras enzimas digestivas.

Gabarito: D.

29. IDECAN 2021 | IF CE

O citoplasma das células eucarióticas é tudo aquilo que se encontra entre a membrana plasmática e o envoltório nuclear. O citoplasma é constituído pelo citosol, citoesqueleto, ribossomos e organelas membranosas. Ele é a região onde ocorre a maior parte das reações metabólicas da célula. Baseado nessas informações, leia as afirmativas abaixo e depois marque a alternativa correta.

- I. O citoplasma está presente em todos os tipos celulares e nas células procariontes, como não há a presença do núcleo celular, o citoplasma compreende toda a região interna da célula.
- II. O citosol apresenta uma consistência coloidal que varia entre um sol e um gel. Essa consistência é adquirida em função da sua composição, formada por uma vasta quantidade de moléculas grandes e pequenas, principalmente, água e outras substâncias como proteínas, aminoácidos, carboidratos, lipídios e íons.



III. O citosol de uma célula eucarionte, quando visto ao microscópio eletrônico, apresenta uma série de filamentos que formam o citoesqueleto, que é constituído por filamentos de actina, microtúbulos e filamentos intermediários, cuja função é garantir o suporte mecânico à célula, auxiliando na movimentação, na divisão celular e, também, na ancoragem das organelas.

- A. Apenas a afirmativa II está correta.
- B. As afirmativas I e II estão corretas.
- C. As afirmativas I e III estão corretas.
- D. Todas as afirmativas estão corretas.

Comentários

Todas as afirmativas estão corretas.

Gabarito: D.

30. AOCP 2021 | Prefeitura Belém

Considerando a função da mitocôndria, assinale o tipo celular que possui grande quantidade dessa organela em seu citoplasma.

- A. Células do tecido muscular estriado cardíaco.
- B. Células do tecido epitelial.
- C. Células do músculo liso.
- D. Neurônios e células da glia.
- E. Células do epitélio pseudoestratificado cilíndrico ciliado.

Comentários

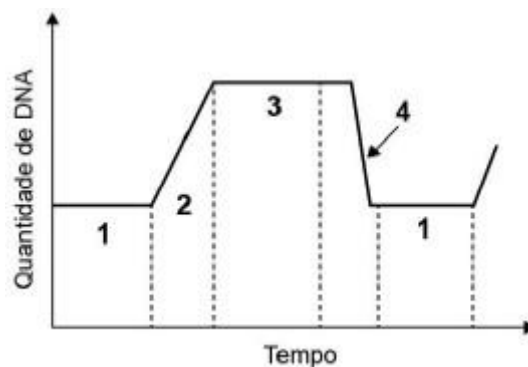
Como a mitocôndria realiza a respiração celular, ela deve aparecer em grande quantidade nas células que necessitam de grandes quantidades de energia. Assim, a alternativa lógica é a célula muscular cardíaca, que não pode parar de contrair para manter o coração funcionando.

Gabarito: A.

31. FGV 2023

O processo da divisão celular é parte integrante do ciclo celular – tempo de vida de uma célula desde a formação pela divisão da célula parental até a sua própria divisão em duas células. O gráfico a seguir mostra a quantidade total de DNA presente em uma célula durante os vários estágios do ciclo celular.





Com relação ao gráfico, assinale V para a afirmativa verdadeira e F para a falsa.

- () A interfase é a fase do ciclo celular em que a célula absorve nutrientes, produz proteínas e outras substâncias, aumenta de tamanho e duplica seu DNA.
- () A interfase é composta por duas fases, chamadas G1 e S. Essas fases estão representadas, respectivamente, pelos números 1 e 2.
- () Na fase S, ocorre a duplicação dos cromossomos e a célula passa a apresentar o dobro do número de cromossomos que é típico da espécie.

As afirmativas são, respectivamente,

- A. F, V e F.
B. F, V e V.
C. V, F e F.
D. V, V e F.
E. F, F e V.

Comentários

(V) A interfase é a fase do ciclo celular em que a célula se prepara para a divisão celular, absorvendo nutrientes, produzindo proteínas e outras substâncias e aumentando de tamanho. Durante a interfase, o DNA também é replicado para que haja material genético suficiente para as duas células filhas resultantes da divisão celular, e está representado como o número 1.

(F) A interfase é composta por três fases: G1 (fase de crescimento e preparação), S (síntese de DNA) e G2 (segunda fase de crescimento e preparação). É importante lembrar que a fase S é uma das três fases da interfase, e não uma fase separada. É representada pelo número 2.

(F) Na fase S, ocorre a replicação do DNA, mas não ocorre aumento no número de cromossomos. Cada cromossomo duplica-se, formando duas cópias idênticas, que se separam posteriormente durante a divisão celular para dar origem às duas células filhas. Assim, o número de cromossomos permanece o mesmo em ambas as células filhas, em relação à célula mãe.

Gabarito: C.

32. SUSTENTE 2023



Assinale em qual fase ocorre a separação dos cromossomos homólogos em direção a polos opostos.

- A. Telófase I.
- B. Prófase I.
- C. Prófase II.
- D. Anáfase I.
- E. Anáfase II.

Comentários

Durante a meiose ocorrem duas divisões celulares consecutivas: a meiose I e a meiose II. Na prófase I da meiose I, ocorre a formação dos chamados bivalentes ou tétrades, que são pares de cromossomos homólogos emparelhados. Nessa fase, ocorre a troca de material genético entre os cromossomos homólogos, em um processo chamado crossing-over. Na anáfase I, que é a fase em questão, ocorre a separação dos cromossomos homólogos. Os microtúbulos do fuso meiótico encurtam, puxando os cromossomos homólogos para polos opostos da célula. Isso garante que cada célula resultante da divisão receba apenas um dos cromossomos homólogos de cada par.

Gabarito: D.

33. OBJETIVA CONCURSOS 2023

A estabilidade no número de cromossomos é mantida por um tipo de divisão denominada mitose. A respeito desse processo, é INCORRETO afirmar que:

- A. A mitose compreende uma série consecutiva de fases conhecidas como prófase, prometáfase, metáfase, anáfase e telófase.
- B. No decorrer da anáfase, as cromátides-irmãs se separam e cada uma se dirige para polos opostos da célula. Comumente, essa fase é dividida em anáfase A e anáfase B.
- C. Na mitose, o núcleo passa por uma série de alterações complexas. Entre as mais importantes está o desaparecimento do envoltório nuclear e a recombinação gênica.
- D. A mitose mantém o número diploide de cromossomos no núcleo das células somáticas durante toda vida do indivíduo.

Comentários

C. Errada. Na mitose, não ocorre recombinação gênica, que é um processo associado à meiose, que ocorre na formação de células reprodutivas (gametas). Além disso, embora o envoltório nuclear desapareça durante a mitose, ele é reconstituído na telófase, não ocorrendo uma alteração permanente em relação à presença do envoltório nuclear durante toda a vida do indivíduo.

Gabarito: C.

34. FUNDATEC 2023

A mitose e a meiose são dois tipos de divisão celular. Analise as assertivas abaixo sobre esses processos e suas fases:



- I. Na mitose, a desintegração do fuso, reorganização do nucléolo e reconstituição da carioteca ocorrem durante a metáfase.
- II. Durante a anáfase I da meiose ocorre o desaparecimento da membrana celular.
- III. No período de interfase, as células não estão em processo de divisão.
- IV. Ao término da telófase II da meiose, terão sido geradas células filhas com metade do número de cromossomos da célula original.

Quais estão corretas?

- A. Apenas I e II.
- B. Apenas I e III.
- C. Apenas II e IV.
- D. Apenas III e IV.
- E. Apenas I, II e III.

Comentários

I. Errada. Na mitose, a metáfase é o estágio em que os cromossomos se alinham no plano equatorial da célula e o fuso mitótico está completamente formado. No entanto, a desintegração do fuso, reorganização do nucléolo e reconstituição da carioteca ocorrem durante a telófase, não durante a metáfase.

II. Errada. O desaparecimento da membrana celular ocorre na telófase I da meiose. Durante a anáfase I da meiose, ocorre a separação dos cromossomos homólogos, mas a membrana celular permanece intacta.

III. Certa. A interfase é o período entre as divisões celulares (mitose ou meiose) em que a célula se prepara para a divisão. Durante a interfase, ocorre a replicação do DNA, o crescimento celular e a preparação geral para a divisão.

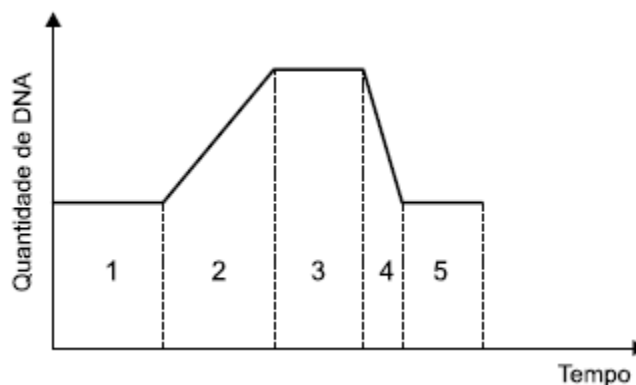
IV. Certa. A telófase II da meiose é o estágio final da divisão meiótica, e as células filhas resultantes possuem metade do número de cromossomos da célula original. Isso ocorre devido à segregação dos cromossomos homólogos durante a meiose I e à segregação das cromátides-irmãs durante a meiose II.

Gabarito: D.

35. VUNESP 2023

Em uma cultura, as células de uma população normalmente apresentam-se em diferentes fases de ciclo celular. O estudo do ciclo celular de linhagens cultivadas in vitro tem se mostrado muito eficiente em testes de tratamento de células tumorais e em avaliações toxicológicas de substâncias e fármacos. Para facilitar esses estudos, o uso de uma metodologia de sincronização celular permite que sejam analisados os efeitos dos fármacos em fases específicas do ciclo celular. Uma variedade de técnicas e substâncias podem sincronizar células em fases específicas do ciclo celular, representado a seguir.





Na sincronização de uma cultura celular, quando se utiliza o nocodazol, um inibidor da formação de microtúbulos, as células são mantidas na fase indicada pelo número

- A. 1.
- B. 2.
- C. 3.
- D. 4.
- E. 5.

Comentários

A questão diz que o nocodazol inibe a formação de microtúbulos, polímeros que formam as fibras do fuso e são responsáveis pela separação dos cromossomos. Logo, sem a atuação deles, a célula não é capaz de se dividir e "estaciona" na fase 3, a metáfase, sem conseguir separar seus cromossomos. Após a lavagem do fármaco, as células continuam a progressão do ciclo celular de forma sincronizada.

Gabarito: C.

36. FCC 2022 - SEDU ES

Considere as sequências hipotéticas de DNA abaixo, em que uma delas é a original e a outra sofreu uma mutação.

T TAGACTACTTA GCATGAACTAG Molécula original
AAT CTGATGAATCGTACTTT GATC

T TAGACTACTTGTACGAAAAGTAG Molécula mutante
AATCTGAT GAACATGCTTTT GATC
A sequência mutante originou-se a partir de uma

- A. duplicação.
- B. deleção.
- C. translocação.
- D. inversão.
- E. substituição.



Comentários

Houve uma mutação por inversão. Observe:

Molécula original TTAGACTACTT **AGCATG** AAAC TAG
 AATCTGATGAA TCGTAC TTTGATC

↻ **AGCATG**

Molécula mutante TTAGACTACTT **GTACGA** AAAC TAG
 AATCTGATGAA CATGCT TTTGATC

A molécula mutante tem a orientação de um trecho do gene invertida.

Gabarito: D.

37. FCM CEFETMINAS 2022

Associe, corretamente, as alterações da estrutura cromossômica às suas respectivas definições.

ALTERAÇÕES CROMOSSÔMICAS

- (1) Deleção
- (2) Inversão
- (3) Duplicação
- (4) Translocação

DEFINIÇÕES

- () oposição de um segmento cromossômico
- () repetição de um segmento cromossômico
- () supressão de um segmento cromossômico
- () movimentação de um segmento cromossômico para um cromossomo não homólogo

A sequência correta é

- A. 1, 2, 3, 4.
- B. 2, 3, 4, 1.
- C. 2, 3, 1, 4.
- D. 4, 1, 3, 2.
- E. 3, 4, 1, 2.

Comentários

(2) oposição de um segmento cromossômico

Inversão trata da troca na disposição dos genes, apresentando-se no sentido inverso.

(3) repetição de um segmento cromossômico

Duplicação trata da perda de uma porção de um cromossomo, no qual se liga a uma cromátide-irmã, ocasionando um segmento extra. Nesse caso, o cromossomo apresenta uma porção repetida.



(1) supressão de um segmento cromossômico

Deleção trata da perda de parte de cromossomo, ocasionando na perda de material genético.

(4) movimentação de um segmento cromossômico para um cromossomo não homólogo

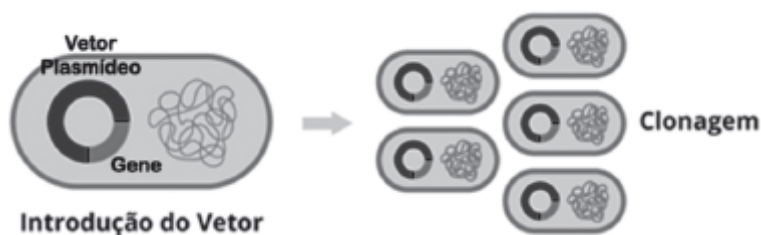
Translocação ocorre quando uma porção do cromossomo é transferida a um outro cromossomo não homólogo, ocasionando a sua incorporação em outro cromossomo.

Gabarito: C.

38. IDECAN 2021

A clonagem molecular é uma técnica da engenharia genética conhecida também por DNA recombinante. Essa tecnologia permite utilizar um fragmento de DNA e combiná-lo com outro, produzindo muitas cópias de diferentes combinações genéticas. A clonagem molecular pode fazer com que genes estranhos sejam expressos em bactérias e leveduras ou mesmo em outras células superiores. Com isso, é uma ferramenta que auxilia no estudo dos genes e os seus produtos e, também, proporciona a obtenção de organismos transgênicos para uso na terapia gênica. A clonagem molecular ou DNA recombinante é um método que permite fazer várias cópias idênticas (clones) de um pedaço específico de DNA. Para que isso seja possível, a técnica requer a execução de alguns procedimentos tecnológicos.

Observe a figura a seguir.



A figura acima mostra molécula de DNA recombinante que é introduzida em um organismo hospedeiro, podendo então ser replicadas. Esse processo é conhecido como transformação e tem como principal característica:

- A. O uso de um marcador de antibiótico, assim uma célula hospedeira sem o vetor morre quando exposta a um determinado antibiótico, enquanto o hospedeiro com o vetor sobrevive e se multiplica, porque é resistente.
- B. A união do fragmento do gene alvo ao vetor, através da DNA ligase, formando o plasmídeo recombinante contendo o gene de interesse.
- C. As células com o plasmídeo recombinante serem identificadas e, assim, crescerem em grande escala, replicando o fragmento de DNA.
- D. As células hospedeiras copiarem o DNA do vetor juntamente com o próprio DNA, criando, dessa maneira, múltiplas cópias do DNA inserido.

Comentários

A. Errada. Embora o uso de um marcador de antibiótico (como o gene de resistência) seja uma prática comum no processo de seleção das bactérias transformadas, isso faz parte da etapa de seleção, e não define a

característica principal da transformação em si. A transformação é o processo de introdução do DNA recombinante no organismo hospedeiro, e não o processo de seleção.

B. Errada, porque a união do gene de interesse ao vetor por meio da DNA ligase é um passo anterior ao processo de transformação.

C. Errada, porque a multiplicação das células com plasmídeo recombinante ocorre após a transformação e a seleção, como consequência do sucesso do processo.

D. Certa. A transformação é o processo em que DNA exógeno é inserido em uma célula hospedeira, e essa célula passa a copiar o DNA inserido juntamente com seu próprio DNA.

Gabarito: D

39. IDECAN 2019

A biotecnologia abrange diferentes áreas do conhecimento, incluindo a ciência básica (biologia molecular e microbiologia), a ciência aplicada (técnicas imunológicas) e, também, as tecnologias diversas (informática de sistemas, robótica e controle de processos). Dentre essas áreas, o DNA recombinante, aparece diretamente associado ao melhoramento genético de organismos. Essas técnicas de melhoramento, consistem na inserção de porções do DNA de interesse de uma espécie em outra. Tendo em vista os princípios básicos de biotecnologia, relacionados ao DNA recombinante, sobre os protocolos comumente utilizados pode-se afirmar corretamente que

A. as enzimas de restrição são utilizadas para cortar a molécula de DNA.

B. as enzimas de restrição reconhecem o fragmento de DNA inserido na célula alvo.

C. o uso de plasmídeos diminui a eficiência das técnicas de melhoramento genético.

D. os plasmídeos são enzimas que unem as moléculas de DNA.

E. a enzima DNA-ligase insere o DNA de interesse na célula alvo.

Comentários

A. Certa, porque as enzimas de restrição, também chamadas de endonucleases de restrição, reconhecem sequências específicas de nucleotídeos no DNA e fazem cortes precisos nessas regiões. Elas são ferramentas essenciais na tecnologia do DNA recombinante, pois permitem "abrir" o vetor (como um plasmídeo) e recortar o gene de interesse, possibilitando a inserção do DNA de uma espécie em outra.

B. Errada, porque as enzimas de restrição não reconhecem o fragmento de DNA inserido, mas sim sequências específicas de bases nitrogenadas, geralmente palindrômicas. Elas agem antes da inserção, no preparo do DNA e do vetor, e não têm a função de identificar o fragmento após a inserção.

C. Errada, porque os plasmídeos aumentam (e não diminuem) a eficiência das técnicas de melhoramento genético, atuando como vetores de clonagem e expressão gênica. Eles são amplamente utilizados justamente por sua eficiência em replicar-se dentro das células hospedeiras.



D. Errada, porque os plasmídeos não são enzimas, mas sim moléculas circulares de DNA bacteriano que funcionam como vetores para transportar genes de interesse. Quem une moléculas de DNA é a enzima DNA-ligase.

E. Errada, porque a DNA-ligase não insere o DNA de interesse na célula-alvo. Essa enzima é usada para unir as extremidades do DNA de interesse ao vetor, formando o DNA recombinante. A inserção na célula-alvo ocorre por outro processo, como transformação, eletroporação ou microinjeção, dependendo do organismo.

Gabarito: A

40. FUNCERN 2018

Biotecnologia é um ramo de estudo das técnicas que manipulam organismos ou moléculas orgânicas para a obtenção de produtos de interesse, bens e serviços. No contexto das técnicas da biotecnologia,

- A. enzimas de restrição cortam fragmentos de DNA em sítios aleatórios da molécula.
- B. PCR ou reação de polimerização em cadeia baseia-se na produção de muitas cópias de uma região específica do DNA.
- C. DNA recombinante são trechos determinados do DNA de um organismo inseridos no RNA de outro ser vivo.
- D. a técnica de eletroforese permite separar somente moléculas de DNA.

Comentários

A PCR (Polymerase Chain Reaction) é uma técnica que permite amplificar uma região específica do DNA, produzindo muitas cópias dessa região em um curto período de tempo. Ela é amplamente utilizada em biologia molecular e em várias aplicações da biotecnologia, como sequenciamento de DNA, diagnóstico de doenças genéticas, análise forense e estudo de genes específicos.

Gabarito: B.



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.