

Aula 00 (Somente PDF)
*SEMED-Maricá (Docente I - Ciências
Físicas e Biológicas) Conhecimentos
Específicos (Parte de Biologia) - 2024
(Pós-Edital)*

Autor:
Bruna Klassa

08 de Abril de 2024

Sumário

1. Tipos celulares.....	3
1.1 Célula procariótica.....	5
1.2 Célula eucariótica.....	6
2. A química da célula.....	8
2.1 Água.....	8
2.2 Sais minerais.....	10
2.3 Vitaminas.....	12
2.4 Carboidratos.....	17
2.5 Lipídios.....	19
2.6 Proteínas.....	23
2.7 Ácidos nucleicos.....	27
3. Membrana plasmática.....	32
3.1 Lipídios.....	32
3.2 Proteínas.....	33
3.3 Glicocálice ou glicocálix.....	34
3.4 Funções da membrana.....	36
4. Citoplasma.....	45
4.1 Estruturas citoplasmáticas nos eucariontes.....	46
4.2 Organelas membranosas.....	50
4.3 Processos energéticos.....	62
5. Núcleo.....	78
6. Atividades nucleares.....	86



6.1 Transcrição	87
6.2 Código genético	89
6.3 Tradução.....	91
7. Divisão celular	94
7.1 Duplicação do DNA.....	96
7.2 Mitose.....	103
7.3 Meiose	110
7.4 Morte celular	116
8. Reprodução e Desenvolvimento.....	117
8.1 Reprodução assexuada	117
8.2 Reprodução sexuada.....	119
8.3 Fecundação	121
8.4 Desenvolvimento embrionário.....	123
6. Lista de questões.....	128
7. Gabarito	141
8. Questões Comentadas.....	142



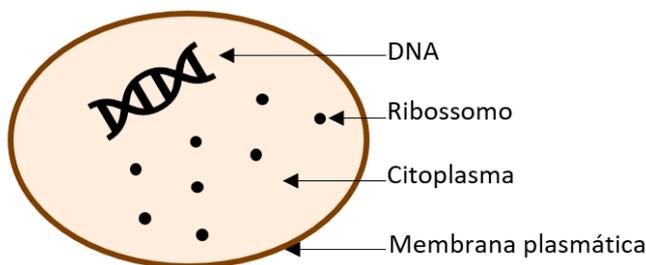
1. TIPOS CELULARES

A **teoria celular** é um princípio fundamental da biologia que afirma que todos os seres vivos são compostos por células, que são as unidades básicas da vida. Essa teoria estabelece três princípios principais:

1. Todos os organismos são compostos por uma ou mais células.
2. A célula é a unidade básica de estrutura e função em organismos vivos.
3. Todas as células vêm de células preexistentes por meio da divisão celular.

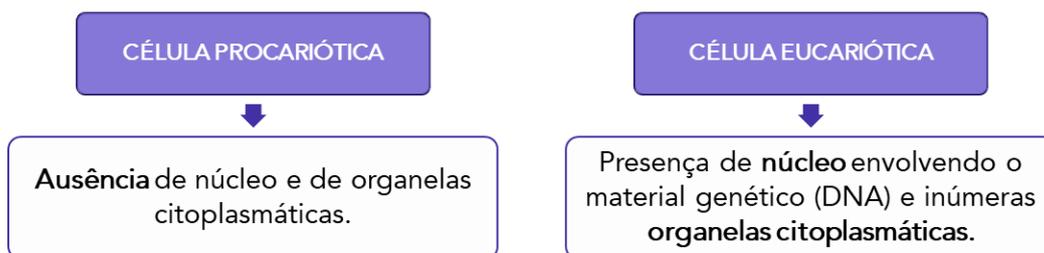
Essa teoria foi formulada por Matthias Schleiden, Theodor Schwann e Rudolf Virchow no século XIX, e é essencial para o entendimento da biologia celular e molecular. Ela serve como base para muitos estudos e descobertas na área da biologia.

Toda célula é constituída por uma membrana plasmática, citoplasma, ribossomos e DNA.



A **membrana plasmática** é a película que delimita a célula, individualizando-a do meio exterior. O **citoplasma** é a região interna da célula, preenchida por uma solução aquosa espessa, chamada **citossol**, na qual ficam imersos o material genético e os ribossomos. Os **ribossomos** são estruturas formadas por RNA ribossômico e proteínas e que produzem proteínas a partir de aminoácidos durante um processo denominado *tradução* (o qual estudaremos na aula sobre Núcleo). O processo de síntese de proteínas é uma função primária, executada por todas as células vivas.

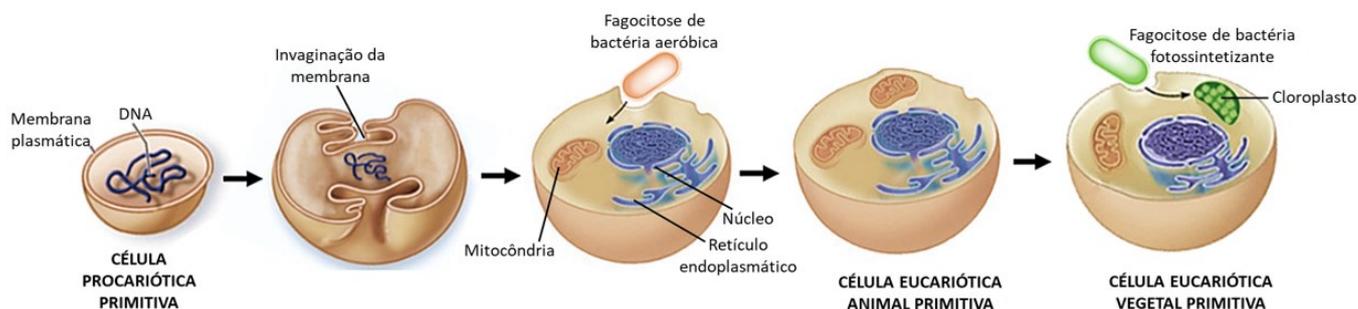
Mas hoje sabemos que existem dois modelos básicos de células: as **células procarióticas** e as **células eucarióticas**. As células procarióticas são mais simples e correspondem, em essência, à estrutura que vimos sendo construída nesse capítulo (representada acima). As células eucarióticas são mais complexas e contêm um núcleo, além de uma variedade de organelas citoplasmáticas e um **citoesqueleto**.



Vamos entender como elas surgiram?

Uma etapa crítica na evolução das células eucarióticas foi a aquisição do núcleo e das organelas envolvidas por membrana. Acredita-se que o núcleo tenha surgido a partir de “dobras” (ou invaginações) da membrana plasmática das células procarióticas, que passaram a envolver o DNA, assim como as organelas membranosas, exceto as mitocôndrias (organela especializada na respiração celular) e os cloroplastos (organela especializada na fotossíntese). Para a origem dessas duas organelas existe a teoria da endossimbiose, formulada na década de 1960, a bióloga americana Lynn Margulis.

Um endossimbionte é uma célula que vive dentro de outra célula com benefício mútuo. A teoria da endossimbiose afirma as células eucarióticas tenham evoluído a partir de procariotos precoces que foram engolfados por fagocitose. A célula procariótica engolfada permaneceu não digerida, pois contribuiu com uma nova funcionalidade para a célula hospedeira. Ao longo das gerações, a célula engolfada perdeu parte de sua utilidade independente e se tornou uma organela suplementar.



Teoria Endossimbiótica. O primeiro eucarioto pode ter se originado de um procarioto ancestral que sofreu invaginações da membrana, formando um núcleo e várias organelas membranosas, e do posterior estabelecimento de relações endossimbióticas com um procarioto aeróbio e, em alguns casos, um procarioto fotossintético, para formar mitocôndrias e cloroplastos, respectivamente.

Evidências a favor da teoria da endossimbiose

Mitocôndrias e cloroplastos apresentam membrana dupla, diferente das demais organelas membranosas, como resultado da possível fagocitose sofrida no passado

Mitocôndrias e cloroplastos contêm DNA circular próprio, assim como nas bactérias

Mitocôndrias e cloroplastos contêm seus próprios ribossomos, assim como nas bactérias

Mitocôndrias e cloroplastos reproduzem de maneira independente e o processo de divisão dessas organelas assemelha-se ao processo de reprodução das bactérias

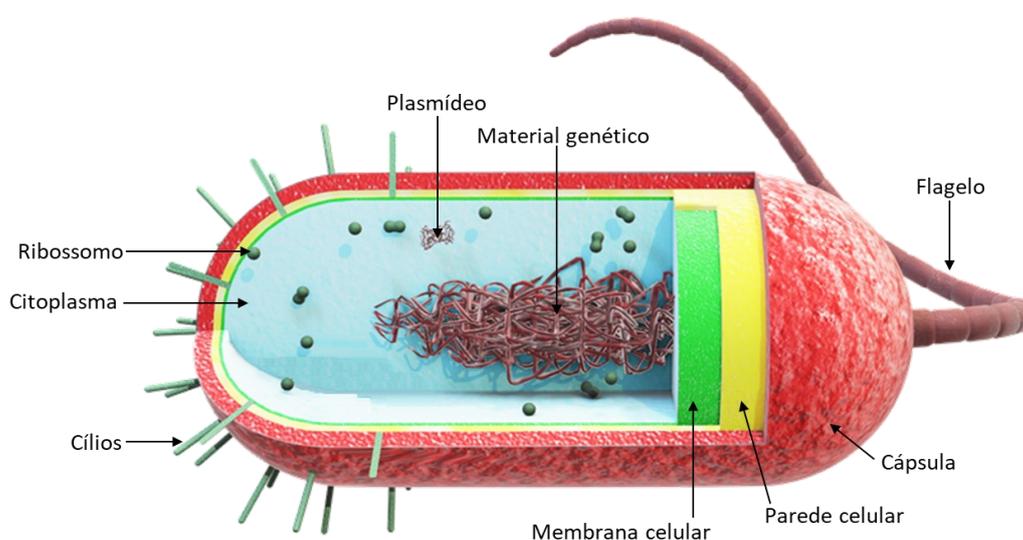
São esses dois modelos celulares (células procarióticas e eucarióticas) que organizam todos os seres vivos em uma grande árvore da vida.

1.1 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.

Houve um tempo em que as arqueobactérias e bactérias se agrupavam sob o reino Monera. Contudo, estudos do pesquisador Carl Woese mostraram que existem muitas diferenças entre elas. Estudaremos detalhadamente essas diferenças mais adiante no curso. Aqui, vamos retratar as características básicas das bactérias.

Isto é uma bactéria:



Células procarióticas compõem as bactérias, são estruturas simples e não possuem núcleo nem organelas internas citoplasmáticas.

Bactérias possuem a **membrana plasmática** envolta por uma **parede celular**, constituída por uma composição de polissacarídeos e aminoácidos chamada **peptidoglicano** (também referido como **mucopeptídeo** ou **mureína**), cujas funções são conferir forma à célula, proteção ao citoplasma frente às diferenças de pressão osmótica entre os meios externo e interno, e rigidez ao corpo bacteriano.

Externamente à parede celular, pode existir uma **capícula de polissacarídeos** que tem função de proteção (impedindo que a célula seja fagocitada), adesão em diferentes substratos e proteção contra desidratação e choques mecânicos.

Internamente, o **citoplasma** bacteriano é preenchido por uma solução chamada **hialoplasma** ou **citossol**, cuja composição consiste em 80% de água e 20% de substâncias dissolvidas ou em suspensão (proteínas, carboidratos, lipídios, íons, etc.). Nele estão imersos o **DNA**, os **plasmídeos** (pequenas porções de DNA circular) e os **ribossomos** (que realizam a síntese proteica).

A característica mais marcante das bactérias é a **ausência de núcleo celular**. O **DNA** consiste em uma **única molécula circular** que fica agrupada em uma região específica chamada **nucleoide**, que não é delimitada por membrana.

Os **plasmídeos**, pequenos segmentos de DNA circular também estão presentes e desempenham funções importantes: seus genes não codificam características essenciais, porém muitas vezes conferem vantagens seletivas à bactéria que os possuem, especialmente por serem capazes de autoduplicação independente da duplicação do cromossomo. Suas funções são apresentar genes de resistência a diversos antibióticos, sintetizar toxinas e enzimas de degradação de carboidratos e outras substâncias.

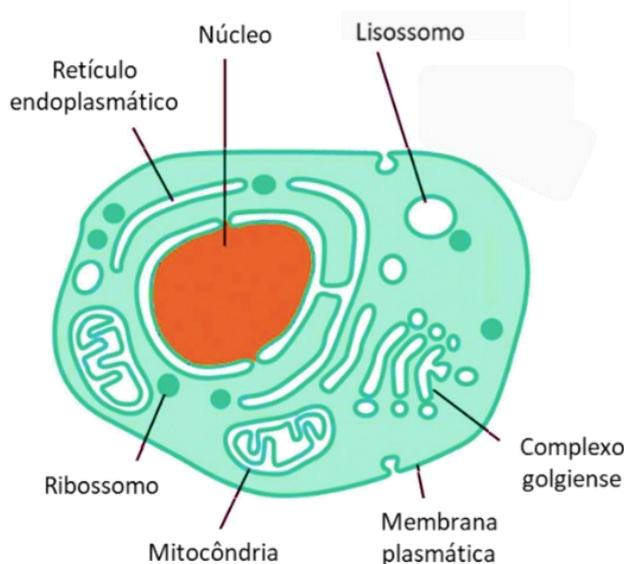
Outra característica marcante é a **ausência de organelas** intracelulares, exceto pelos **ribossomos**, responsável pela síntese de proteínas. Ocorrem ainda estruturas locomotoras como os **cílios** e **flagelos**, e, em algumas bactérias, existem estruturas proteicas em forma de pelos que se projetam da superfície em direção ao meio externo chamadas **fímbrias**, que também tem função de adesão ao meio externo ou outras células procariontes.

1.2 Célula eucariótica

Os organismos eucariontes podem ser **uni** ou **pluricelulares**, e suas principais características são a presença do DNA envolto por uma membrana, formando o **núcleo celular**, além da presença de diversos compartimentos internos envolvidos por membrana e especializados em diferentes funções, formando as **organelas citoplasmáticas**.

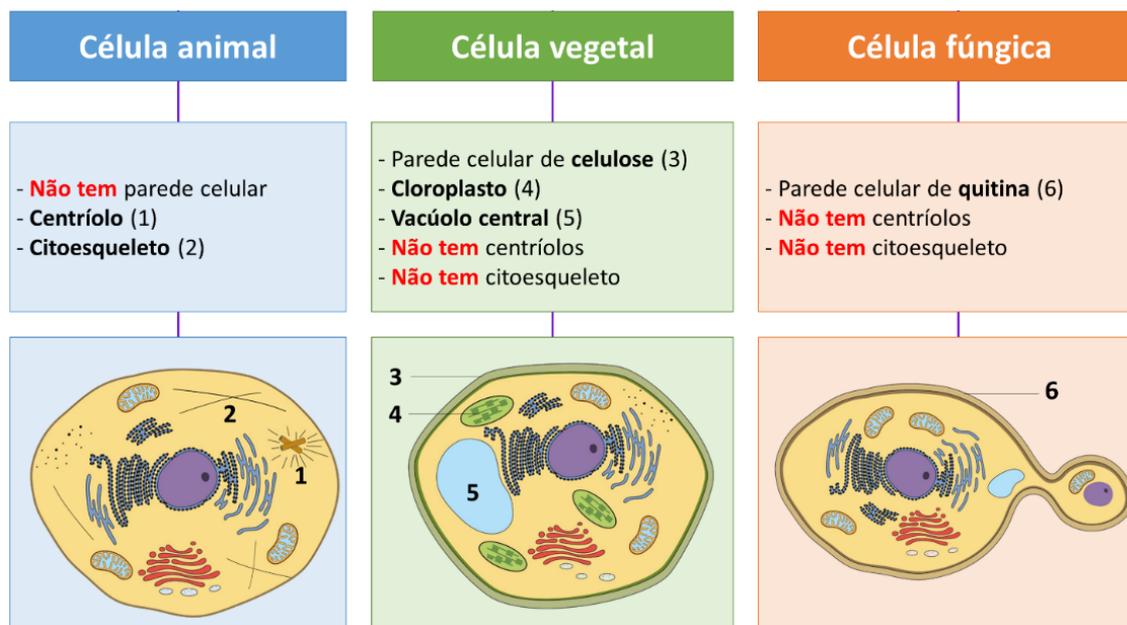
Como sempre, a **membrana plasmática** delimita, confere forma e proteção às células eucarióticas. Elas apresentam **DNA linear** guardado no interior do **núcleo**, além de várias **organelas membranosas especializadas** em diferentes funções para a manutenção da atividade da célula.

Sucintamente, em **todas as células eucariontes** e suas respectivas funções principais:



- **Ribossomo**: realiza a síntese proteica;
- **Retículo endoplasmático rugoso**: realiza a síntese proteica;
- **Retículo endoplasmático liso**: realiza a síntese lipídica;
- **Complexo golgiense**: realiza a secreção celular;
- **Lisossomo**: realiza a digestão celular;
- **Mitocôndria**: realiza a respiração celular.

Mas existem três tipos de células eucariontes: a **célula animal**, a **célula vegetal** e a **célula fúngica**. Todas compartilham as estruturas citadas acima, mas cada uma apresenta importantes particularidades.



Células animais diferenciam-se por não apresentarem parede celular e manter em seu interior uma rede de fibras proteicas conhecida como **citoesqueleto**, que mantém sua forma e auxilia em diversas atividades.

Células vegetais apresentam **parede celular** externa à membrana, com composição **celulósica**, organelas fotossintéticas chamadas **cloroplastos** e um enorme **vacúolo central**.

Células fúngicas apresentam parede celular externa à membrana, com composição de **quitina**.

Questão para memorização

(FUNDATEC/2019 – 1182809369)

Qual das alternativas abaixo NÃO representa uma estrutura que compõe uma célula?

- A. Fibras Colágenas.
- B. Mitocôndria.
- C. Ribossomo
- D. Complexo de Golgi.
- E. Núcleo



Comentários

Fibras colágenas são fibras do tecido conjuntivo, sendo assim, não são organelas como a mitocôndria, o ribossomo, o complexo de Golgi e o núcleo.

Gabarito: A.

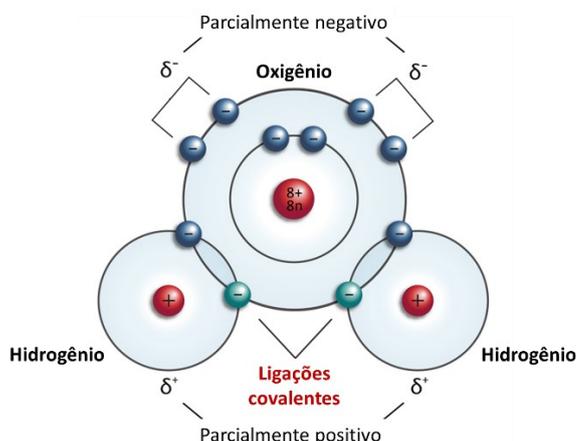
2. A QUÍMICA DA CÉLULA

Os componentes inorgânicos que compõem a vida são a água e os micronutrientes conhecidos como sais minerais.

2.1 Água

A água, classificada como inorgânica, é a **molécula mais abundante nas células**, representando entre 70-85% ou mais da massa celular total. Conseqüentemente, as interações entre a água e os outros constituintes das células são de importância central na química biológica. Essa porcentagem, no entanto, diminui com o envelhecimento do organismo.

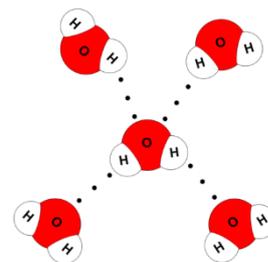
A molécula de água é formada por dois átomos de hidrogênio que se ligam ao oxigênio por **ligações covalentes**, conferindo uma distribuição desigual de elétrons: uma carga negativa está presente no oxigênio e uma positiva nos hidrogênios, tornando a molécula polar.



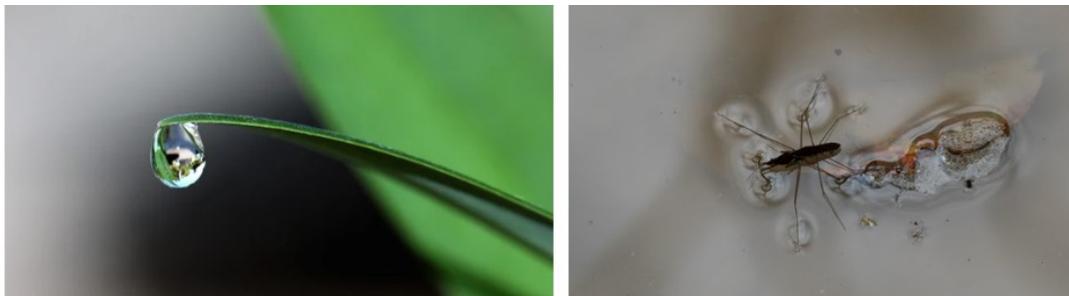
Por ser polar, a água pode se associar tanto às moléculas de carga elétrica positiva, quanto às moléculas de carga elétrica negativa, formando os fluidos celulares, como o citosol e o sangue.

Por causa dessa polaridade, as moléculas de água permanecem unidas entre si, formando **ligações (ou pontes) de hidrogênio** - em pontilhadas na figura ao lado.

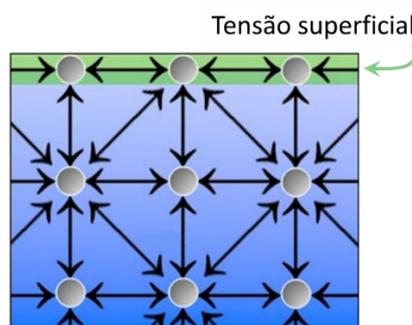
Como resultado, íons e moléculas polares são facilmente solúveis em água (**hidrofílicos**). Em contraste, moléculas não polares não podem interagir com a água e são pouco solúveis em um ambiente aquoso (**hidrofóbicas**).



As pontes de hidrogênio mantêm as moléculas de água unidas umas às outras pela **coesão**. A natureza coesiva da água fica evidente quando observamos a superfície de uma gota de água: as moléculas fortemente unidas formam uma espécie de película relativamente resistente. Esse comportamento da água chama-se **tensão superficial**.



O que acontece na tensão superficial é que as moléculas localizadas no interior de um líquido sofrem atrações intermoleculares em todas as direções, o que não ocorre com as moléculas encontradas na superfície desse líquido, que são atraídas somente pelas moléculas situadas abaixo ou ao lado delas. Este fenômeno é bastante acentuado em líquidos cujas atrações moleculares sejam intensas, como a água, pois as moléculas irão atrair-se mutuamente em todas as direções com a mesma força.



A coesão da água explica também o porquê dos pontos de fusão e ebulição da água serem tão elevados. A água possui um **alto calor específico**, ou seja, **necessita de grande quantidade de energia** (calor) **para aumentar sua temperatura e suas moléculas se separarem**. Isso também vale para a diminuição da temperatura, onde é necessária grande perda de calor. Este é um dos pontos que explica a manutenção da temperatura corpórea nos animais endotérmicos mesmo quando a amplitude térmica de um dia é altamente oscilante.

Ainda, as moléculas de água, por serem polares, tendem a se aderir às superfícies igualmente polarizadas. Esta propriedade chama-se **adesão**. Juntas, a coesão e a adesão são responsáveis pela tendência que a água tem de subir por vasos ou tubos finos, ou de se deslocar por espaços estreitos em materiais porosos, como esponjas. Quando a extremidade de um tubo fino de parede hidrofílica é mergulhada na água, as moléculas de água sobem essas paredes internas. Essa característica chama-se **capilaridade**, e um exemplo desse fenômeno ocorre no **transporte de substâncias** contra a gravidade nas plantas (da raiz para as folhas).

Por fim, a água é um excelente **lubrificante** e está presente em grande quantidade nas secreções corporais e atua reduzindo o atrito nas articulações, tendões e ligamentos.

Questão para memorização

Estratégia Educação - 2024 - Profª Bruna Klassa

Qual é a molécula que está presente em maior quantidade nas células, apresenta propriedades como tensão superficial e alto calor específico e é considerada um solvente universal?

- A. Colágeno.
- B. Colesterol.
- C. Água.
- D. Gás carbônico.
- E. Oxigênio.

Comentários

A molécula que apresenta tais propriedades é a da água.

Gabarito: C.

2.2 Sais minerais

Os sais minerais, ou íons inorgânicos, constituem 1% ou menos da massa celular e são essenciais em vários aspectos do metabolismo, como a produção de enzimas e hormônios. Suas concentrações variam de acordo com a espécie e eles apresentam variadas funções.

De acordo com a concentração de sais minerais necessária para o consumo diário, temos a seguinte divisão:

- **Macrominerais:** componentes que precisam ser ingeridos em maior quantidade diariamente, acima de 100 miligramas. Nesse grupo temos o **cálcio**, **fósforo** e o **potássio**, elementos importantes para fortalecimento e formação dos ossos, regulação e produção de secreções, entre outras.
- **Microminerais:** indicando um consumo inferior a 100 miligramas por dia, temos outro grupo de minerais essenciais, que incluem o **ferro**, **zinco** e **selênio**, úteis para fornecer ao organismo materiais para metabolização bioquímica, manutenção do sistema imune e preservação da estrutura celular por meio de ação antioxidante.



Sais minerais	Função	Fontes
Ca Cálcio	<ul style="list-style-type: none">Auxilia na calcificação e formação de ossos e dentesCoagulação do sangueContração muscular	Leite e derivados, ovos, couve, espinafre, rúcula, brócolis, cereais.
Cl Cloro	<ul style="list-style-type: none">O cloro age juntamente com o sódio para equilibrar a quantidade de líquidos em nosso corpoAlém disso, atua também no funcionamento dos nervos e da membrana celular	O cloro é encontrado combinado com o sódio no sal de cozinha, assim como na água tratada.
Fe Ferro	<ul style="list-style-type: none">Auxilia na absorção e transporte de oxigênio no corpoConstituição de enzimas da respiração celular.	Vegetais verdes, leite, ovos, carnes, fígado, gema de ovo, aveia, feijão, pinhão, aspargos.
F Flúor	<ul style="list-style-type: none">Auxilia na remineralização dos dentes, protegendo da formação de cáries	Verduras, carnes, peixes, arroz e feijão. É acrescentado na água encanada.
P Fósforo	<ul style="list-style-type: none">Componente das moléculas de DNA e RNA, presente nas moléculas que realizam a transferência de energia dentro da célula (ATP e ADP)Auxilia na formação dos ossos e dos dentes	Encontrado no leite e derivados, ovos, carnes, peixe, repolho, ervilha, feijão e cereais.
I Iodo	<ul style="list-style-type: none">Faz parte dos hormônios da tireoide que controlam o metabolismo	Frutos do mar, peixes, sal de cozinha iodado.
Mg Magnésio	<ul style="list-style-type: none">O magnésio compõe a clorofila e atua em inúmeras reações químicas juntamente com as enzimas	Legumes, hortaliças de folhas verdes, nozes, maçã, banana, figo, soja, gérmen de trigo, aveia, cereais, peixes, carnes, ovos, feijão.
K Potássio	<ul style="list-style-type: none">Auxilia na contração muscular e transmissão dos impulsos nervososAge juntamente com o sódio no equilíbrio osmótico	Carne, leite, ovos, cereais, banana, melão, batata, feijão, ervilha, tomate, frutas cítricas.
Na Sódio	<ul style="list-style-type: none">Age no equilíbrio osmótico do organismo e no funcionamento dos nervos e membranas celulares	Sal de cozinha, ovos, carnes, verduras, algas marinhas.
Zn Zinco	<ul style="list-style-type: none">Auxilia no metabolismo da insulina	Carne, fígado, frango, peixe, mariscos, ovos, germe de trigo, ervilha, castanha do Pará.

Questão para memorização

Estratégia Educação - 2020 - Profª Bruna Klassa

Os sais minerais são substâncias inorgânicas essenciais para o funcionamento adequado do nosso organismo. Um importante elemento que atua como constituinte dos ossos e dos dentes e, nestes, impede o desgaste causados pelas substâncias ácidas presentes na alimentação é o

- A. cálcio.
- B. fósforo.
- C. flúor.
- D. magnésio.
- E. selênio.



Comentários

- A. Errada. O cálcio, frequentemente associado à saúde dos ossos, também é importante para estimular a contração muscular, condução de sinais nervosos, produção de energia nas células, coagulação do sangue e imunidade.
- B. Errada. O fósforo é um importante mineral para o fortalecimento da estrutura óssea, faz parte da formação de membranas celulares, aciona atividades enzimáticas e ainda é uma importante fonte de energia para o organismo.
- C. Certo. O flúor é conhecido como um mineral de grande importância para prevenir a deterioração dos dentes, mas também devemos ressaltar que ele atua na formação de diversos tecidos e estruturas celulares. De modo geral, as fontes mais comuns de flúor são cremes dentais e a água mineral.
- D. Errada. O magnésio age diretamente na síntese de enzimas e da vitamina D, auxilia também na produção de energia nas estruturas do nosso organismo, além de realizar trocas iônicas nas membranas celulares e duplicar ácidos nucleicos.
- E. Errada. O selênio é essencial para a nossa imunidade, tem ação antioxidante e ajuda a evitar problemas cardiovasculares, vários tipos de câncer e doenças degenerativas como o Alzheimer. Ele também contribui para a função hormonal na tireoide, possibilitando a perda de peso.

Gabarito: C.

Dentre os componentes orgânicos considerados micronutrientes temos as vitaminas. Os demais são **macromoléculas**, que constituem as principais unidades que formam as células e os componentes que conferem as características mais distintivas dos seres vivos. São elas os carboidratos, os lipídios, as proteínas e os ácidos nucleicos.

2.3 Vitaminas

Vitaminas são compostos orgânicos de natureza e composição variada. Embora sejam necessárias em pequenas quantidades, são essenciais para o metabolismo dos organismos vivos, especialmente porque muitas delas originam coenzimas (veremos adiante o que são), enquanto outras são precursoras de hormônios.

Vegetais, fungos e microrganismos são capazes de sintetizá-las. Nos animais, elas **não são produzidas naturalmente** e devem ser incorporadas através da dieta (exceto alguns casos em que os animais obtêm algumas vitaminas pelas suas paredes intestinais, produzidas pela flora bacteriana simbiótica).

Podemos dividir as vitaminas em **hidrossolúveis** e **lipossolúveis**. As vitaminas hidrossolúveis são solúveis em água, sendo absorvidas no sistema digestório rapidamente, por isso, necessitam ser ingeridas diariamente. Já as vitaminas lipossolúveis são solúveis em lipídios ou sais biliares.



Vitaminas HIDROSSOLÚVEIS	Função	Fontes	Hipovitaminose (carência)
<p>B1 Biotina</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Metabolismo de glicídeos e lipídeos • Funcionamento do sistema nervoso central, coração, fígado 	<ul style="list-style-type: none"> • Produzida por bactérias, leveduras e vegetais. • Abundante em cereais integrais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bériberi (degeneração de neurônios, debilidade muscular, perda de reflexos, insuficiência cardíaca, edemas, falta de apetite) • Sensação de formigamento no corpo • Falta de ar e fraqueza • Prisão de ventre • Inchaço nas pernas e nos pés • Sonolência • Falta de atenção e de memória
<p>B2 Riboflavina</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Precursora dos cofatores de flavina: FMN (flavina mononucleotídeo) e FAD (flavina adenina dinucleotídeo); estes sevem como coenzimas em reações de oxi-redução no metabolismo energético. 	<p>Produzida por bactérias, leveduras e vegetais verde escuros e com pigmentos amarelos (verduras e frutas).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Leite • Gema de ovos • Carnes • Levedo de cerveja 	<ul style="list-style-type: none"> • Dermatites • Inflamação e lesões nas mucosas (língua, lábios, córnea, boca,...) • Inflamação e lesões no nariz e virilha • Conjuntivite • Vista cansada • Aumento da sensibilidade à luz • Diminuição do crescimento • Anemia
<p>B3 Niacina</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Forma parte das coenzimas NAD⁺ e NADP⁺, as quais atuam em processos metabólicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Produzida por bactérias, leveduras e vegetais com pigmentos amarelos. • Animais podem sintetizá-la a partir do aminoácido triptofano, e por isso, boas fontes são carnes, leite e pescado, amendoim e outras leguminosas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pelagra (cujos sintomas são referidos como três D - dermatite, diarreia e demência) • Aparecimento de feridas nas costas e nas mãos • Falta de apetite • Diarreia, enjoos, vômitos • Perda de peso • Língua vermelha • Demência • Depressão.
<p>B5 Ácido pantotênico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Formação da coenzima A, que atua no metabolismo de lipídeos e no Ciclo de Krebs • Necessária para síntese de hormônios a partir do colesterol • Síntese e degradação de ácidos graxos • Formação de anticorpos • Biotransformação e detoxificação de substâncias tóxicas 	<p>Produzida por bactérias, leveduras e vegetais verdes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fígado • Ovos • Legumes • Cogumelos • Cereais em geral • Geléia real 	<ul style="list-style-type: none"> • Dores • Formigamento e queimação dos pés • Alterações nervosas e circulatórias • Alergia na pele • Mal estar • Enjoos • Dor de cabeça • Sonolência • Cãibras no abdômen • Gases



Vitaminas HIDROSSOLÚVEIS	Função	Fontes	Hipovitaminose (carência)
B6 Piridoxina	<ul style="list-style-type: none"> • Cofator de enzimas do metabolismo de aminoácidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Produzida por leveduras • Batata • Aveia • Banana • Gérmen de trigo • Aves • Pescado • Fígado • Ovos 	<ul style="list-style-type: none"> • Anemia • Depressão • Convulsões • Fadiga • Alterações na pele
B7 Biotina	<ul style="list-style-type: none"> • Coenzima na gliconeogênese • Coenzima na biossíntese de ácidos graxos de cadeia insaturada • Coenzima na oxidação de ácidos graxos. • Carreador de CO₂. • Necessária para o crescimento da pele e seus órgãos anexos • Necessária para para o desenvolvimento das glândulas sexuais 	<p>Produzida por bactérias e vegetais. Em animais é sintetizada por bactérias do trato intestinal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carnes • Ovos • Leite • Fígado 	<ul style="list-style-type: none"> • Dermatites • Dores musculares • Anemia • Aumento do colesterol e açúcar no sangue • Irritação na pele • Conjuntivite • Cansaço e Insônia • Queda de cabelo • Perda de apetite • Ressecamento dos olhos
B9 Ácido fólico	<ul style="list-style-type: none"> • Formação de algumas proteínas • Formação da hemoglobina • Formação do sistema nervoso do bebê 	<ul style="list-style-type: none"> • Espinafre • Feijão • Lentilha • Levedura de cerveja • Quiabo 	<ul style="list-style-type: none"> • Irritabilidade • Cansaço • Dor de cabeça • Falta de ar • Tontura e palidez • Diarreia e má absorção • Anemia megaloblástica • Espinha bífida
B12 Cobalamina	<ul style="list-style-type: none"> • Cofator de enzimas • Catabolismo de aminoácidos • Oxidação de ácidos graxos • Formação da metionina • Necessária para manter a reserva energética dos músculos 	<p>Produzida por bactérias, fungos e algas. Em animais é sintetizada por bactérias do trato intestinal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carnes • Aves • Leite • Pescado 	<ul style="list-style-type: none"> • Escassez e anormalidade na formação de glóbulos vermelhos • Anemia perniciosa • Psicose • Degeneração nervosa • Úlceras na língua • Excessiva pigmentação nas mãos
C Ácido ascórbico	<ul style="list-style-type: none"> • Antioxidante • Coenzima • Formação de fibras colágenas • Absorção de ferro • Síntese de hormônios • Defesa do organismo • Manutenção dos vasos sanguíneos 	<ul style="list-style-type: none"> • Frutas cítricas • Pimentão verde • Tomate • Goiaba • Salsa, couve, rabanete, brócolis • Leite • Fígado 	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de escorbuto (manifestações hemorrágicas, gengivas doloridas, dentes frouxos, inchaço nas articulações, fadiga, alterações na pele, e aumento de infecções) • Retardo na cicatrização de feridas.



Vitaminas LIPOSSOLÚVEIS	Função	Fontes	Hipovitaminose (carência)
A Retinol	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção da visão (importante para a produção de pigmentos) • Funcionamento do sistema imune • Antioxidante • Formação dos dentes • Formação do colágeno • Necessária para a renovação celular. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fígado • Gemas de ovos • Leite e derivados • Frutas e legumes amarelos e alaranjados • Vegetais verde-escuros • Óleos de dendê, buriti, pequi, pupunha, tucumã. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiência na saúde ocular • Xerofthalmia ou cegueira noturna
D Calciferol	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção do vigor e força dos ossos e dos músculos • Promove a absorção de cálcio no intestino • Permite a mineralização óssea • Ajuda a reduzir inflamações 	<p>80-90% advém da exposição à luz solar e 10% advém da dieta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peixes gordurosos (salmão, atum, sardinha) • Leite enriquecido e derivados • Cereais enriquecidos • Óleo de fígado de peixe • Gema de ovo 	<ul style="list-style-type: none"> • Raquitismo • Osteoporose • Doenças cardiovasculares • Câncer de cólon e próstata • Diabetes melito • Doença inflamatória intestinal
E Tocoferol	<ul style="list-style-type: none"> • Antioxidante • Antiinflamatório • Impede o envelhecimento precoce • Diminui o risco de doenças cardíacas • Previne o câncer de próstata, a degeneração da mácula, a doença de Alzheimer e a Esclerose Lateral Amiotrófica 	<ul style="list-style-type: none"> • Folhas verde-escuras • Oleaginosas 	<ul style="list-style-type: none"> • Fraqueza muscular • Problemas de visão • Alterações do sistema imunológico • Dormência, • Tremores • Dificuldade em andar
K Filoquinona	<ul style="list-style-type: none"> • Para a vitamina K contribuir para melhorar a densidade da massa óssea é preciso ter uma boa ingestão de cálcio na dieta. • Coagulação sanguínea • Fixação do cálcio na massa óssea • Evita hemorragias em bebês prematuros • Ajuda na saúde dos vasos sanguíneos 	<p>A vitamina K é dividida em 3 tipos: k1, k2 e k3.</p> <ul style="list-style-type: none"> • K1: responsável pela coagulação, encontrada em alimentos como brócolis, couve-flor, agrião, rúcula, repolho, alface, espinafre, nabo, azeite, abacate, ovo e fígado • K2: produzida pela flora bacteriana e auxilia na formação dos ossos e na saúde dos vasos sanguíneos • K3: produzida em laboratório 	<ul style="list-style-type: none"> • Sangramento (hemorragia) que causa manchas negras sob a pele • Sanframento nasal • Feridas no estômago ou no intestino • Vômitos com sangue • Sangue na urina ou nas fezes • Fezes podem ter uma cor negra

Questões para memorização

Estratégia Educação - 2024 - Profª Bruna Klassa

Em 1999, o medicamento chamado Xenical virou mania nacional e passou a ser comercializado no Brasil em larga escala, chegando a vender em apenas um mês cerca de 285 mil caixas. Com a promessa de emagrecimento milagroso, o princípio da atuação do medicamento é simples: ele age bloqueando a absorção de 30% das gorduras ingeridas por meio da inibição da enzima lipase. Por esse motivo, foi indicado principalmente para pacientes obesos. No entanto, em muitos casos o remédio não foi eficiente, pois embora os pacientes monitorassem a ingestão de gorduras, continuavam com uma dieta baseada em carboidratos.

Caruso, M. A febre do Xenical. Medicina & Bem-estar, Revista Isto é. 31 de março de 1999.



A partir do texto e com base em seus conhecimentos, podemos apontar como possível efeito colateral do medicamento

- a) o excesso de suco gástrico e posterior desenvolvimento de gastrite.
- b) a dependência em longo prazo, efeito comum entre medicamentos emagrecedores como a anfetamina, por exemplo.
- c) a constipação gastrointestinal.
- d) a queda nos níveis séricos das vitaminas A, D, E e K.
- e) o desenvolvimento de intolerância à lactose.

Comentários

A. Errada, porque o medicamento reduz a absorção de lipídios, que ocorre no intestino delgado por ação das lipases dos sucos entéricos e pancreáticos. O suco gástrico apresenta pepsinas, enzimas especializadas na digestão de proteínas.

B. Errada, porque o medicamento age no intestino delgado, inibindo a ação das lipases, diferentemente de outros medicamentos, como a anfetamina, que agem no sistema nervoso central e, por isso, induzem à dependência.

C. Errada, porque a constipação decorre de uma dieta pobre em fibras e líquidos e com excesso de proteínas.

D. Certa. As vitaminas citadas são lipossolúveis e, com a redução da absorção de lipídios, terão seus níveis reduzidos também.

E. Errada, porque a intolerância à lactose decorre da não produção (ou produção insuficiente) pelo intestino delgado da enzima lactase, cuja função é quebrar as moléculas de lactose e convertê-las em glucose e galactose.

Gabarito: D.

Estratégia Educação - 2024 - Profª Bruna Klassa

Vitaminas e minerais são os famosos micronutrientes, nutrientes necessários em quantidades menores pelo organismo do que os macronutrientes, como proteínas e carboidratos. Apesar disso, são de fundamental importância para o bom funcionamento das atividades metabólicas, isto é, para a saúde. Muitas são as doenças relacionadas à deficiência de um ou mais micronutrientes no organismo, e a combinação correta de alimentos consumidos ao longo do dia é essencial para que os seus níveis sejam adequados.

A esse respeito, analise as afirmações abaixo:

- I. O betacaroteno, presente em alimentos como abóbora e cenoura, é precursor da vitamina A.
- II. A vitamina C, presente em alimentos como as frutas cítricas, é importante para melhorar a absorção de ferro não heme.
- III. A vitamina C é um antioxidante natural, que previne a oxidação provocada por radicais livres.
- IV. A vitamina E afeta diretamente a absorção de cálcio, comprometendo a o desenvolvimento dos ossos e dentes de crianças malnutridas.

Está correto o que se afirma em

- a) I e III, apenas.
- b) II e III, apenas.



- c) I, II e III, apenas.
- d) II, III e IV, apenas.
- e) I, II, III e IV.

Comentários

I está correta. O betacaroteno é precursor da vitamina A.

II está correta. A vitamina C é importante para melhorar a absorção de ferro não heme, isto é, aquele presente em alimentos de origem vegetal, como a couve e o feijão. O ferro heme, presente em alimentos de origem animal são mais facilmente absorvidos.

III está correta. A vitamina C tem ação antioxidante e previne o envelhecimento.

IV está incorreta, pois é a vitamina D que afeta diretamente a absorção de cálcio.

Gabarito: C.

2.4 Carboidratos

Os carboidratos são compostos orgânicos conhecidos como açúcares. Também chamados de sacarídeos ou glicídios, são constituídos principalmente por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio. Eles constituem as macromoléculas mais abundantes no planeta Terra e são a **principal fonte de energia** para os seres vivos. Quando hidrolisados, liberam aldeídos ou cetonas.

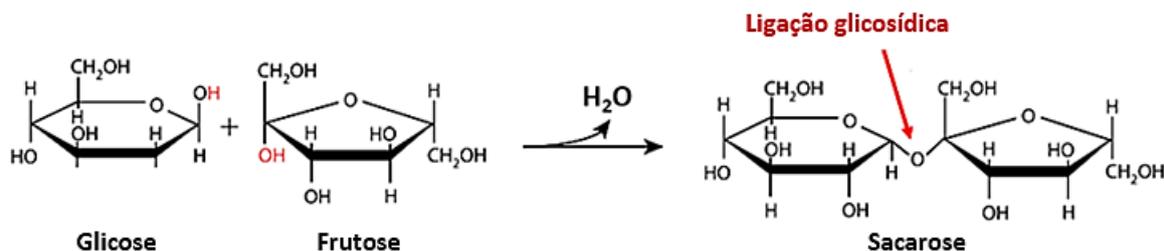
Funções Biológicas
Fornecer energia
Função estrutural (parede celular de células vegetais – celulose – e de fungos – quitina)
Exoesqueleto de artrópodes (quitina)
Composição dos ácidos nucleicos (pentose – açúcar de cinco carbonos)
Reconhecimento celular (glicocálice)

Classificamos os açúcares em relação à quantidade de carbono presente na molécula. Sendo assim, **monossacarídeos** são moléculas simples de carboidratos, com fórmula geral $(CH_2O)_n$, onde n representa o número de átomos de carbono, que varia de 3 a 7 átomos. Exemplos: glicose, frutose, galactose.

A **glicose** é a principal molécula energética dos seres vivos.

Dissacarídeos formam-se pela união de dois monossacarídeos por meio de uma reação de desidratação: um monossacarídeo perde um hidrogênio, $(-H)$, e o outro perde um grupo hidroxila, $(-OH)$. Eles se unem por uma **ligação glicosídica**, produzindo uma molécula de água. Exemplos: sacarose, principal açúcar presente na cana-de-açúcar, é formada pela união de uma glicose a uma frutose; a lactose é um dissacarídeo formado por uma glicose e uma galactose; e a maltose é um dissacarídeo de duas glicoses.





Oligossacarídeos são moléculas que apresentam até cerca de 20 monossacarídeos, presentes na porção glicídica de muitas moléculas de glicoproteínas e glicolípídios, e por fim, **polissacarídeos** são carboidratos constituídos por 21 a centenas ou milhares de açúcares simples (monossacarídeos). São exemplos de polissacarídeos o glicogênio, o amido, a quitina e a celulose.

Glicogênio e **amido** são polissacarídeos com estruturas similares e a mesma função: armazenar glicose. O glicogênio é o principal carboidrato de reserva animal e é encontrado no fígado e no músculo esquelético. O amido é o principal carboidrato de reserva vegetal.

Quitina é o polissacarídeo que constitui a parede celular dos fungos e o exoesqueleto de diversos animais, entre eles os artrópodes. Já a **celulose** é o principal componente estrutural da parede celular das plantas.

Questão para memorização

Estratégia Educação - 2021 - Profª Bruna Klassa

Os carboidratos são compostos orgânicos conhecidos como açúcares. Esses compostos são a principal fonte de energia para os seres vivos e apresentam importante função na formação de elementos estruturais. O glicogênio, quitina e celulose são carboidratos presentes em quais organismos?

- A. Glicogênio: principal carboidrato de reserva vegetal
Quitina: constitui o exoesqueleto de artrópodes
Celulose: componente estrutural da parede celular
- B. Glicogênio: componente estrutural da parede celular
Quitina: principal carboidrato de reserva dos fungos
Celulose: principal carboidrato de reserva vegetal
- C. Glicogênio: principal carboidrato de reserva animal
Quitina: constitui o exoesqueleto de artrópodes
Celulose: componente estrutural da parede celular
- D. Glicogênio: principal carboidrato de reserva vegetal
Quitina: constitui o exoesqueleto dos fungos
Celulose: componente estrutural da parede celular
- E. Glicogênio: principal carboidrato de reserva vegetal



Quitina: constitui o exoesqueleto de artrópodes
Celulose: principal carboidrato de reserva animal

Comentários

c) Certa. O glicogênio é o principal carboidrato de reserva animal e é encontrado no fígado e no músculo esquelético. A quitina é o polissacarídeo que constitui o exoesqueleto de diversos animais, entre eles os artrópodes, bem como a parede celular dos fungos. Trata-se de um carboidrato estrutural. A celulose é o principal componente estrutural da parede celular da planta.

Gabarito: C.

2.5 Lipídios

Os lipídios, ou gorduras, representam de 2 a 3% da composição química celular e são moléculas orgânicas apolares, isto é, que não possuem carga elétrica. Por isso, são insolúveis em água e suas propriedades físicas refletem essa natureza hidrofóbica. Contudo, são solúveis em solventes orgânicos como o álcool, a acetona e o éter. São formados basicamente por um álcool e ácidos graxos (composição típica de carbono, hidrogênio e oxigênio – mas pode conter nitrogênio, fósforo e enxofre). Classificam-se em glicerídeos, fosfolipídios, esteroides, carotenoides e cerídeos, sendo os dois primeiros grupos os mais relevantes para o vestibular.

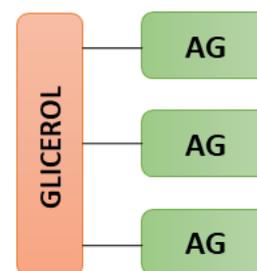
Funções Biológicas
Armazenamento energético (reserva energética nos adipócitos) e combustível celular
Papel estrutural das membranas celulares (fosfolipídios e glicolipídios)
Pigmentos fotossensíveis (absorção de luz visível na fotossíntese)
Hormônios esteroides (estrogênio, progesterona e testosterona)
Isolante e proteção de órgãos (isolante térmico e impermeabilizantes)
Agentes emulsificantes (sais biliares)
Transporte de vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K)

Glicerídeos são os lipídios mais abundantes na natureza, conhecidos popularmente como óleos e gorduras, e constituem a principal reserva de energia dos organismos animais a longo prazo. Atuam também como isolante térmico (protegendo contra baixas temperaturas, mantendo o calor no corpo), mecânico (absorve impactos) e elétrico (não conduz eletricidade).

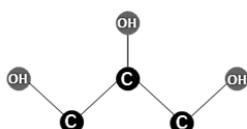
A utilização desses lipídios no metabolismo acontece secundariamente à dos carboidratos. Ou seja, na presença de carboidratos, o organismo **SEMPRE** irá preferir usá-los como fonte de energia, ainda que a hidrólise dos lipídios renda mais calorias: cada grama de gordura gera 9 Kcal, enquanto cada grama de carboidrato ou de proteína gera apenas 4 Kcal.



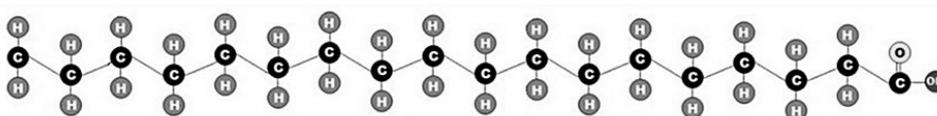
Esses lipídios são constituídos por moléculas de **glicerol** ligadas a uma, duas ou três moléculas de **ácidos graxos**. O glicerol é um álcool composto de três átomos de carbono, aos quais estão unidos átomos de hidrogênio e oxigênio. Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos com longas cadeias de hidrocarbonetos apolares e com um grupo carboxila (COO⁻) em uma extremidade. Eles podem ser compostos por cadeia saturada ou insaturada. Os ácidos graxos insaturados contêm uma ou mais ligações duplas entre os átomos de carbono; os ácidos graxos saturados não apresentam dupla ligação.



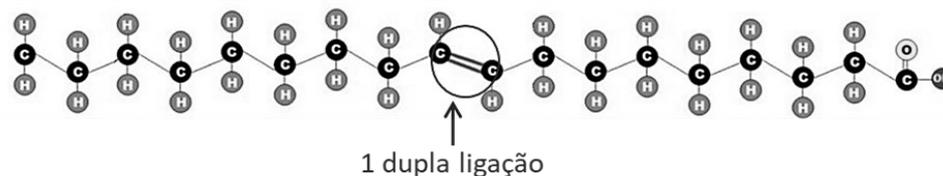
Molécula de glicerol



Molécula de ácido graxo saturado



Molécula de ácido graxo insaturado

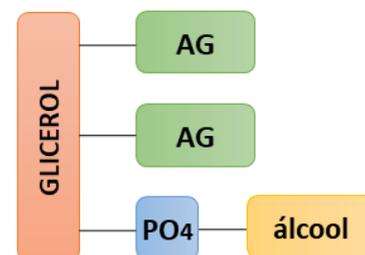


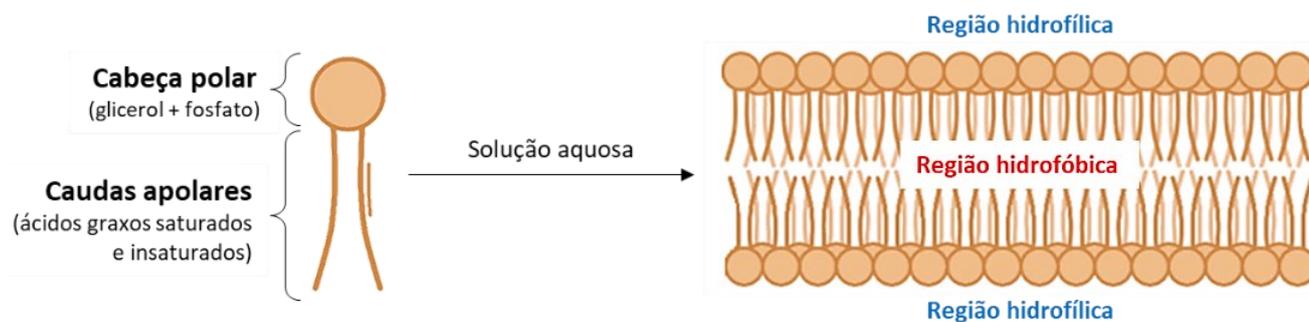
ATENÇÃO! Não confunda **glicídios** (carboidratos) com **glicerídeos** (gorduras).

A dupla ligação na cadeia de hidrocarbonetos faz com que ocorra uma “dobra” na estrutura. **Quanto maior o número de insaturações menor o ponto de fusão do lipídio**, pois estas duplas ligações diminuem as interações entre as moléculas. Por isso, os glicerídeos se dividem em:

- Gorduras: glicerídeos de ácidos saturados, sólidos à temperatura ambiente e produzidos por animais;
- Óleos: glicerídeos de ácidos insaturados, líquidos à temperatura ambiente e produzidos por plantas.

Fosfolipídios são os principais constituintes das membranas biológicas, formados por um glicerídeo combinado com um grupo fosfato. Todos os fosfolipídios têm cabeça (glicerol + fosfato) hidrofílica ou polar e caudas (ácidos graxos) hidrofóbicas ou apolares. Por serem parcialmente solúveis em água dizemos que são moléculas **anfipáticas** ou **anfifílicas**. Em solução aquosa, as caudas apolares se atraem, ficando interiorizadas e formando uma estrutura em bicamada, onde as cabeças polares ficam voltadas para o exterior e em contato com a água.





Esteroides são lipídios formados por hidrocarbonetos que se diferenciam pelas suas ramificações e grupos funcionais. O principal exemplo é o colesterol, um lipídio constituído por um álcool policíclico de cadeia longa, encontrado nas membranas celulares e transportado no plasma sanguíneo de todos os animais. Quando não é obtido na dieta, pode ser sintetizado pelos animais, sendo o fígado e o intestino delgado os principais órgãos produtores. Pequenas quantidades são também sintetizadas por fungos e certas bactérias.

Nas membranas biológicas, o colesterol constitui entre ~ 5 e 35% dos lipídios e sua função é reduzir a fluidez dessas membranas, conferindo-lhes maior estabilidade. É ainda precursor de vitamina D, dos sais biliares e de diversos hormônios sexuais (estradiol, testosterona e progesterona). Análogo ao colesterol, os vegetais apresentam o ergosterol, um tipo de lipídio que pertence ao grupo dos fitosteróis.



Carotenoides são lipídios que não possuem ácidos graxos e apresentam-se como pigmentos de cor amarela, laranja ou vermelha presentes nas células vegetais, onde desempenham importante papel no processo de fotossíntese. O mais importante carotenoide é o betacaroteno, que dá origem à vitamina A (retinol). **Cerídeos** são lipídios altamente insolúveis em água, servindo como substância impermeabilizante e protetora para as folhas das plantas, penas e pele dos animais, ajudando a reduzir a desidratação. **Esfingolipídios** são lipídios presentes nas células nervosas (esfingomielinas), funcionando como isolante elétrico, o que confere maior velocidade na condução dos impulsos nervosos.

Colesterol Bom x Colesterol Ruim

O colesterol, por ser uma gordura, não é solúvel no sangue e precisa de ajuda de proteínas para ser carregado. Assim, ele se associa a elas formando lipoproteínas. Produzidas pelo fígado, essas proteínas funcionam como transportadoras do colesterol e podem ser de dois tipos principais, o HDL e o LDL.

LDL significa *low density protein*, uma expressão que pode ser traduzida como lipoproteína de baixa densidade, cuja função é transportar o colesterol do fígado e do intestino delgado



até as células e tecidos, onde ele será utilizado na fabricação da membrana celular, da vitamina D, dos hormônios esteroides e dos ácidos biliares. Contudo, quando está em excesso, a LDL se acumula dentro das artérias, dando origem a placas endurecidas de gordura, que podem obstruir a passagem de sangue pelas artérias e levar ao desenvolvimento de uma doença vascular chamada aterosclerose. Essa doença é a principal causa do acidente vascular cerebral (AVC ou derrame) e do infarto, que acontecem quando há um bloqueio no fluxo sanguíneo para o cérebro. Por isso, o colesterol LDL é chamado de “colesterol ruim”.

HDL significa *high density lipoprotein*, que pode ser traduzida como lipoproteína de alta densidade. Essa lipoproteína faz o transporte reverso, retirando as moléculas de colesterol que estão em excesso no sangue e nos tecidos e levando-as até o fígado (sentido contrário da LDL), onde serão processadas para que o intestino possa eliminá-las. Além disso, o HDL faz uma espécie de limpeza no interior das artérias e remove o colesterol depositado ali, dificultando a formação das placas de aterosclerose e reduzindo o risco de AVC, infarto e outras complicações. Dessa forma, o colesterol HDL tem um efeito protetor do sistema cardiovascular, sendo conhecido como “colesterol bom”.

Desde que estejam dentro da normalidade, são desejáveis taxas altas de HDL e baixas de LDL. Uma taxa de colesterol total de até 200 mg/ml de sangue é aceitável. Acima de 240 mg/ml de sangue já pode ser prejudicial à saúde.

Questão para memorização

Estratégia Educação - 2024 - Profª Bruna Klassa

Lipídios são moléculas orgânicas geralmente apolares e que desempenham várias funções. O colesterol, por exemplo, um lipídio da classe dos esteroides, é:

- A. precursor de sais biliares.
- B. precursor de hormônios pancreáticos.
- C. um pigmento que participa da fotossíntese.
- D. precursor da esfingomielina que compõe a bainha de mielina dos axônios
- E. uma substância impermeabilizante para folhas, penas e pele.

Comentários

- B. Errada, pois os hormônios pancreáticos são proteicos. O colesterol é precursor de hormônios sexuais, como a testosterona.
- C. Errada, pois os pigmentos lipídios que participam da fotossíntese são os carotenoides.
- D. Errada, pois a esfingomielina é um esfingolipídio, não um esteroide.
- E. Errada, pois as ceras são impermeabilizantes de folhas, penas e pele.

Gabarito: A.



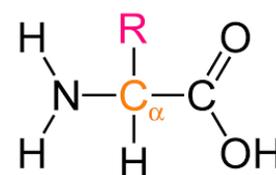
2.6 Proteínas

As proteínas são as **unidades fundamentais das células** e desempenham a maior parte dos trabalhos celulares voltados para a estrutura, função e regulação dos tecidos e órgãos do corpo.

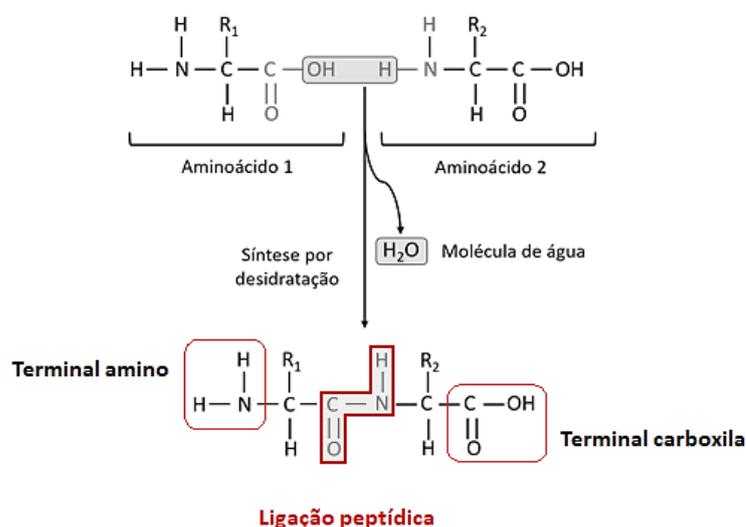
Funções Biológicas
Manutenção da arquitetura celular (filamentos proteicos – actina e miosina – do citoesqueleto)
Atuam no transporte de moléculas entre as células
Realizam atividade contrátil
Participam do metabolismo celular (hormônios insulina e glucagon)
Coordenam processos biológicos entre diferentes células (hormônio do crescimento)
Compõem os anticorpos do sistema imune
Atuam como catalisadores (enzimas), influenciando na velocidade das reações químicas

As proteínas são formadas por centenas de **aminoácidos**. Um aminoácido é uma molécula orgânica formada por átomos de carbono, oxigênio, hidrogênio, nitrogênio e, por vezes, enxofre.

Genericamente, os aminoácidos compartilham uma estrutura básica que consiste em um átomo de carbono central, também conhecido como carbono alfa (**C α**), ligado a um grupo amina (**NH₂**), a um grupo carboxila (**COOH**) e a um átomo de hidrogênio. Cada aminoácido também tem outro átomo ou grupo de átomos ligados ao átomo central, conhecido como o radical **R** (cadeia lateral), que determina a sua identidade. Por exemplo, se o radical R é um átomo de hidrogênio, o aminoácido é a glicina, mas, se o radical R for um metil (CH₃), o aminoácido então é a alanina.



Durante a síntese proteica, o grupo carboxila do aminoácido que se encontra no final da cadeia polipeptídica reage com o grupo amina de um aminoácido que entra para a cadeia em crescimento, liberando uma molécula de água (reação de síntese por desidratação). A ligação resultante entre aminoácidos é uma **ligação peptídica** e as moléculas resultantes são chamadas de **peptídeos** ou **proteínas** (quando muito extensas).

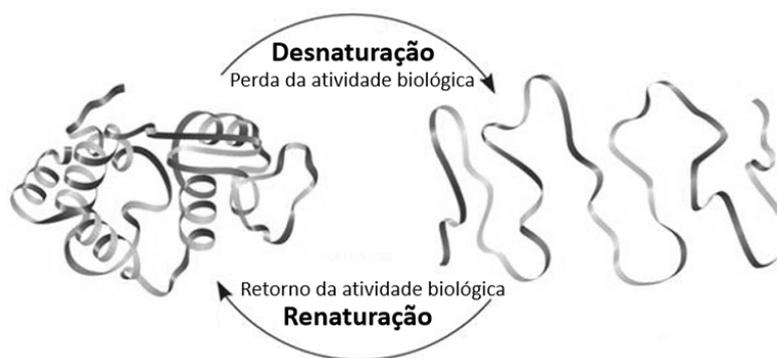


Existem apenas 20 aminoácidos na natureza que podem ser combinados de diferentes maneiras para formar proteínas. Nós, humanos, só conseguimos produzir 11 deles. Os 9 restantes são considerados essenciais, e devem ser obtidos através da alimentação. São eles: isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina. A histidina é conhecida como um aminoácido semi essencial, pois não é essencial em adultos, mas é essencial na alimentação de bebês e indivíduos com uremia, que é um distúrbio renal onde os rins não filtram mais adequadamente.

Aminoácidos Essenciais	Aminoácidos Não Essenciais
Histidina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Treonina, Triptofano, Valina	Alanina, Arginina, Asparagina, Ácido aspártico, Cisteína, Ácido glutâmico, Glutamina, Glicina, Prolina, Serina, Tirosina

Cada proteína tem sua forma única. No entanto, dois fatores conseguem alterar essa conformação altamente estável: a **temperatura** e o **pH**. Sempre que uma proteína for exposta a substâncias químicas capazes de alterar essas condições, as interações entre seus radicais podem ser interrompidas, fazendo com que ela perca sua estrutura tridimensional e volte a se transformar em uma cadeia não estruturada de aminoácidos, tornando-se **desnaturada**.

A estrutura tridimensional correta de uma proteína, para que ela exerça sua atividade, é chamada de **conformação nativa**.



Proteínas desnaturadas geralmente **não** são funcionais.

Para algumas proteínas, a desnaturação pode ser revertida. Se a estrutura primária ainda estiver intacta (isto é, com os aminoácidos ligados), ela pode ser capaz de voltar à sua forma funcional caso seja devolvida ao seu ambiente normal. Mas, normalmente, as desnaturações são irreversíveis.

Um exemplo de **desnaturação irreversível** da proteína é quando um ovo é frito. A proteína albumina presente na clara de ovo se modifica, tornando-se opaca e sólida à medida que é desnaturada pelo aumento da temperatura, e não retorna ao seu estado original de ovo cru mesmo quando resfriada.

Cabe observar que desnaturar a proteína não altera seu valor nutricional, pois seja na frigideira, fogueira ou estômago, as proteínas têm que ser quebradas em aminoácidos, que esses sim, são absorvidos pelo sistema digestivo.



Um exemplo de **desnaturação reversível** ocorre quando alisamos o cabelo com prancha. A fibra capilar é constituída por três camadas: cutícula, córtex e medula. A cutícula é a camada mais externa, responsável por regular a entrada e saída de água da fibra, e o córtex é responsável pela maior parte do fio e sua força. A prancha térmica, também chamada “chapinha”, é uma ferramenta usada para alisar cabelos por meio do aquecimento do fio. A evaporação da água que faz parte da constituição do fio capilar ocorre a 135°C, ocasionando a desnaturação da queratina. Quando a temperatura da chapinha é mantida abaixo de 230°C ela consegue remover a umidade, rompendo as pontes de hidrogênio, dando um novo formato para o fio. Acima de 350°C ocorre dano total ao fio de cabelo.

2.6.1 Enzimas

A manutenção de vida depende da ocorrência ininterrupta de uma série de reações químicas, e várias dessas reações, para acontecer, precisam de altas temperaturas e condições extremas de pH e, portanto, não ocorreriam facilmente no interior do organismo humano, por exemplo, onde a temperatura a temperatura é aproximadamente 36°C e o pH próximo da neutralidade (7). No entanto, elas acontecem. A manutenção dessas reações com condições específicas tão diferentes daquelas encontradas naturalmente nos organismos é possível graças à presença das enzimas, nossos **catalisadores biológicos**.

As enzimas são moléculas com atividade catalítica, isto é, especializadas em aumentar a velocidade das reações químicas, sem participar delas como reagentes.

Com exceção de um pequeno número de ácidos nucleicos com capacidade catalítica, todas as enzimas são proteínas e apresentam as seguintes características:

- **alta atividade catalítica** (aceleram de 10⁶ até 1.012 vezes uma reação);
- **alta especificidade** em relação aos substratos e produtos relacionados a ela;
- **não são consumidas** ou alteradas permanentemente ao participar da catálise;
- têm atividade regulada geneticamente ou por condições metabólicas.

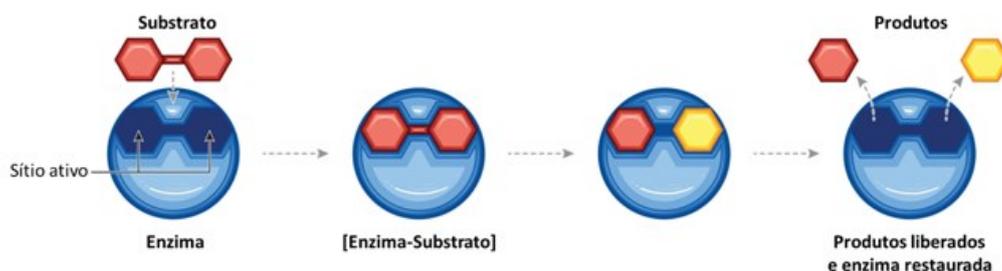
A nomenclatura das enzimas é feita pela adição do sufixo ‘ase’ ao nome do substrato sobre o qual exerce sua ação catalítica. Por exemplo, a enzima fosfatase catalisa a hidrólise de ésteres de fosfato.

E o que significa catalisar uma reação? Na Química, aprendemos que as reações modificam reagentes em produtos. Para que isso aconteça, algumas ligações nos reagentes devem ser quebradas ou modificadas, permitindo então a formação de novas ligações, as dos produtos. Para que as moléculas dos reagentes atinjam esse estado de transição, é necessária uma grande quantidade de energia, a qual chamamos de **energia de ativação**. Assim, independentemente de a reação ser de quebra ou de formação de substâncias, ela depende dessa energia de ativação para se iniciar.

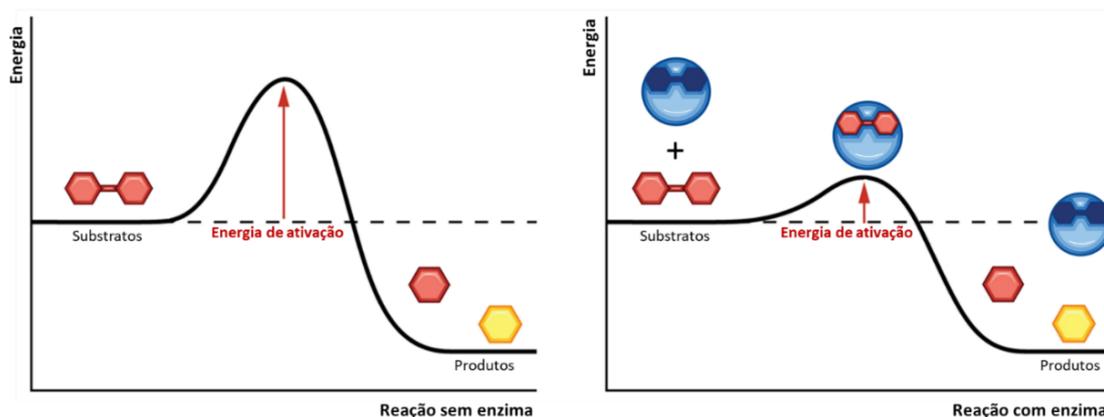
Energia de ativação é dada pela diferença energética entre o estado fundamental e o de transição. É a energia necessária para que os reagentes mudem de seu estado fundamental para o estado de transição, onde ficam suscetíveis à transformação em produtos.



Na bioquímica, as reações são catalisadas (mediadas por enzimas), e por isso chamamos a molécula na qual a enzima atua de **substrato**, que seria equivalente ao reagente. As enzimas aumentam a velocidade das reações **diminuindo a energia de ativação dos substratos**. Isso ocorre porque possuem uma região de encaixe chamada de **sítio ativo**, onde as moléculas que devem ser modificadas, os substratos, se ligam para que a reação aconteça. Os sítios ativos possuem uma configuração (estrutura) complementar ao estado de transição do substrato, sendo, portanto, extremamente específicos. Quando a ligação do substrato no sítio ativo acontece, forma-se um *complexo enzima-substrato*, que fornece um ambiente específico para tornar uma reação biológica termodinamicamente mais favorável.



Após o término da reação, o complexo se desfaz, o produto é liberado e a enzima continua íntegra em sua forma, pronta para novas atividades. Veja o funcionamento no gráfico abaixo.



Modelo chave-fechadura de Fischer (1894) utilizado para explicar a interação super específica entre substrato e enzima. O aumento da velocidade da reação ocorre pelo fato de a energia necessária para a ativação dos reagentes ser menor nas reações catalisadas por enzimas.

2.6.2 Fatores que influenciam a atividade enzimática

Quanto mais tempo a enzima estiver em contato com o substrato, mais produtos serão produzidos, enquanto houver substrato. Ainda, assim como as proteínas, a temperatura e o pH são fatores extremamente importantes para a atividade enzimática.

Cada enzima tem pH e temperatura ótimos para que sua atividade seja máxima. Alterando-se esses fatores, a enzima deixa de atuar adequadamente.



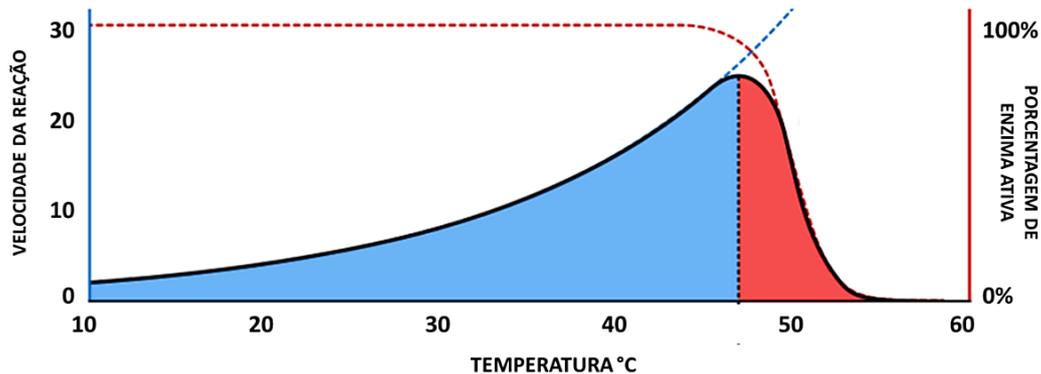


Ilustração de Thomas Shafee - Own work, CC BY 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=47436206>

2.6.3 Regulação e inibição enzimática

Para regular a atividade enzimática, existem moléculas que se ligam a alguma parte da enzima e 'modular' a sua atividade. Temos dois tipos de moduladores: os moduladores positivos e os moduladores negativos. Os moduladores positivos são aqueles que estimulam a atividade enzimática, podendo até ser responsáveis por iniciá-la.

Já os moduladores alostéricos negativos podem ser entendidos como inibidores enzimáticos, isto é, qualquer molécula que se ligue à cadeia polipeptídica de uma enzima, diminuindo a velocidade da reação, é considerada um **inibidor enzimático**. A estabilidade da ligação entre o inibidor e a enzima varia, podendo ser de dois tipos: reversível e irreversível.

Inibição enzimática reversível é aquela na qual o inibidor estabelece com a enzima uma ligação instável, que pode ser revertida, podendo acontecer de maneira competitiva ou não:

- O **inibidor competitivo** caracteriza-se pelos inibidores que competem diretamente com o substrato específico da enzima, formando um complexo enzima-inibidor muito semelhante ao complexo enzima-substrato, que inativa a catálise da enzima.
- O **inibidor não-competitivo** pode ligar-se ao complexo enzima-substrato em um sítio diferente. Neste caso, a ligação do inibidor com a enzima não atrapalha a ligação do substrato, mas gera uma alteração que impede a formação do produto da reação.

Inibição enzimática irreversível é aquela na qual a substância inibidora se une à enzima por ligações covalentes (mais estáveis), alterando o grupo funcional da enzima necessário para sua atividade catalítica, tornando-a inativa de forma permanente.

2.7 Ácidos nucleicos

Os ácidos nucleicos recebem esse nome devido ao seu caráter ácido. Eles são as moléculas orgânicas responsáveis pelo **armazenamento e transmissão das informações genéticas**, podendo ser do tipo **DNA**



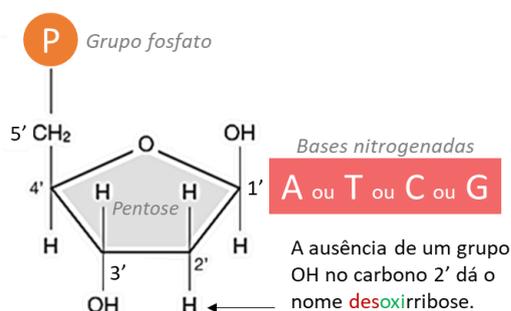
(ácido desoxirribonucleico) ou **RNA** (ácido ribonucleico). Tais moléculas são polímeros formados por monômeros chamados de **nucleotídeos**.

Os nucleotídeos são constituídos por três unidades: um **grupo fosfato**, uma **pentose** (molécula de açúcar com cinco carbonos) e uma **base nitrogenada** (que contém nitrogênio em sua fórmula). Em relação às bases nitrogenadas, existem cinco tipos: **adenina** (A), **timina** (T), **citossina** (C), **guanina** (G) e **uracila** (U). Aquelas que derivam da purina e possuem dois anéis (um hexagonal e um pentagonal) de carbono e nitrogênio chama-se **bases púricas**, das quais fazem parte a adenina (A) e a guanina (G). Já aquelas que derivam da pirimidina, são menores que as púricas e formadas por um anel (hexagonal) de carbono e nitrogênio, sendo chamadas **bases pirimídicas**, das quais fazem parte a citossina (C), a timina (T) e a uracila (U).

2.6.1 DNA – Ácido desoxirribonucleico

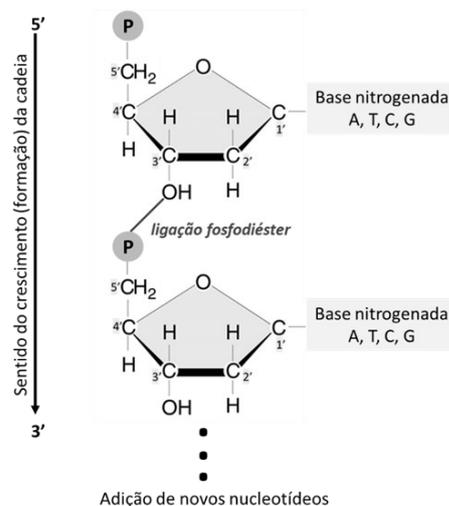
O DNA é o material genético de todas as células vivas do planeta. Ele está presente nas bactérias, disperso no citoplasma, e nas células eucarióticas, no interior do núcleo, das mitocôndrias e dos cloroplastos. Ele é o principal componente dos cromossomos e guarda os **genes** (a informação genética propriamente dita).

A molécula de DNA é constituída por duas cadeias de polinucleotídicas complementares e enroladas uma sobre a outra formando uma estrutura **helicoidal**. Os nucleotídeos que formam o DNA possuem as bases nitrogenadas **A, T, C e G** (a uracila é exclusiva do RNA). 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.

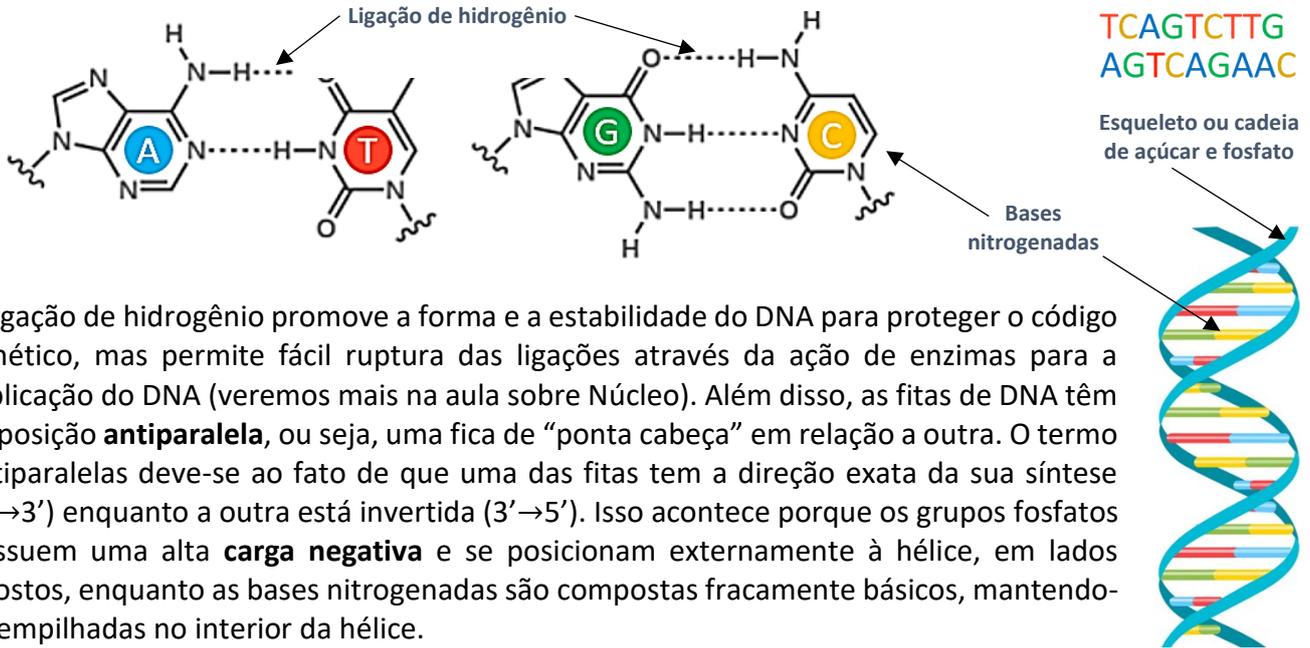


Para uma cadeia de DNA se formar, o grupo OH do carbono 3' de um açúcar se liga ao grupo fosfato do carbono 5' do açúcar vizinho. Essa ligação entre os nucleotídeos é chamada **ligação fosfodiéster**. É importante notar aqui que a adição de novos nucleotídeos à fita acontece **sempre no carbono 3'**, isto é, **sempre no sentido 5'→3'**. É dessa maneira que os nucleotídeos se unem formando uma fita de DNA.

Uma vez formadas as cadeias, elas mantêm-se unidas por **ligações de hidrogênio** entre os pares de bases nitrogenadas específicos: a adenina emparelha-se com a timina por duas ligações de hidrogênio (**A=T**), e a guanina emparelha-se com a citossina por três ligações de hidrogênio



(G≡C). Por isso, dizemos que essas cadeias são **complementares**. Suponha a seguinte sequência: TCAGTCTTG. Sua sequência complementar seria AGTCAGAAC.

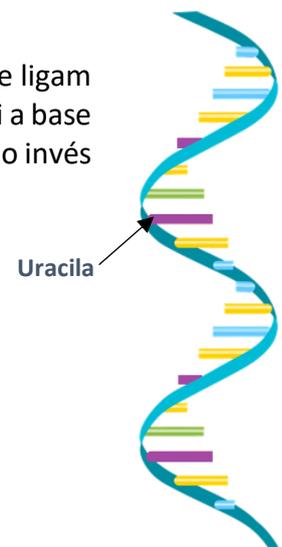
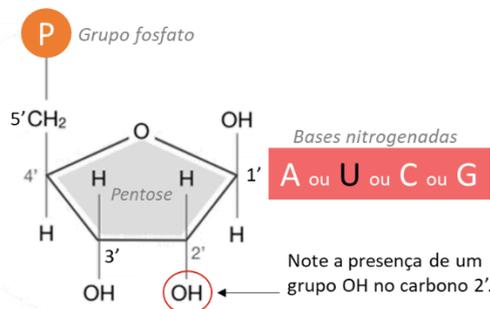


A ligação de hidrogênio promove a forma e a estabilidade do DNA para proteger o código genético, mas permite fácil ruptura das ligações através da ação de enzimas para a replicação do DNA (veremos mais na aula sobre Núcleo). Além disso, as fitas de DNA têm disposição **antiparalela**, ou seja, uma fica de “ponta cabeça” em relação a outra. O termo antiparalelas deve-se ao fato de que uma das fitas tem a direção exata da sua síntese (5'→3') enquanto a outra está invertida (3'→5'). Isso acontece porque os grupos fosfatos possuem uma alta **carga negativa** e se posicionam externamente à hélice, em lados opostos, enquanto as bases nitrogenadas são compostas fracamente básicos, mantendo-se empilhadas no interior da hélice.

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.

2.6.2 RNA – Ácido ribonucleico

Já as moléculas de RNA são formadas por uma **única cadeia** de nucleotídeos, que se ligam entre si por ligações fosfodiéster. Além disso, diferentemente do DNA, o RNA possui a base nitrogenada **uracila no lugar da timina (A=U)**, bem como seu **açúcar é uma ribose** ao invés da desoxirribose.



Embora o RNA seja constituído de uma única fileira de nucleotídeos, ele ainda assim consegue formar estruturas duplas, pareando suas bases consigo mesmo. É a molécula de RNA que interpreta e executa as informações contidas no DNA, participando primordialmente na **síntese de proteínas**.

Três tipos de moléculas de RNA podem ser produzidos:

- **RNA ribossômico (RNAr):** ocorre associado a proteínas, formando os ribossomos;
- **RNA transportador (RNAt):** é o menor RNA da célula e leva os aminoácidos até os ribossomos;
- **RNA mensageiro (RNAm):** leva a informação dos genes para a produção de proteínas no citoplasma.

Ainda, comentamos no tópico anterior que nem toda enzima é proteica, embora a maioria o seja. As **enzimas não proteicas** são as conhecidas **ribozimas**, ou seja, pequenos trechos de RNA capazes de realizar atividade catalítica. Acredita-se que o RNA foi uma molécula que surgiu antes do DNA, servindo não só como fonte do material genético dos primeiros organismos vivos, mas como molécula com atividade catalítica.

Regra de Chargaff

Em 1950, o bioquímico austríaco Erwin Chargaff analisou o DNA de diferentes espécies, determinando sua composição de bases A,T,C e G, e fez a seguinte observação:

- A quantidade de A sempre igualava a quantidade de T
- A quantidade de C sempre igualava a quantidade de G
- A soma das bases púricas equivale à soma das bases pirimídicas

$$A = T \text{ e } G \equiv C$$

$$A + G = T + C$$

Na prática, funciona da seguinte maneira: A análise de um segmento de DNA, com 3000 bases nitrogenadas, indicou que 15% eram de timina. Qual será a quantidade de guanina nesse segmento?

Resposta:

15% de 3000 bases = 450 timinas e, portanto, 450 adeninas. Logo, sobram 70% de pares de bases que devem ser divididos igualmente entre citosina e guanina, já que uma se liga a outra. Assim, 35% de 3000 bases = 1050 citosinas e, portanto, 1050 guaninas.

Questões para memorização

Estratégia Educação - 2024 - Profª Bruna Klassa

Os ácidos nucleicos são polímeros formados pela união de centenas de nucleotídeos. No entanto, a molécula de DNA adquire conformação tridimensional por apresentar duas cadeias. A especificidade entre as duas cadeias de DNA de mesmo tamanho é devida

- à relação complementar entre as bases AT e as bases CG.
- à relação entre o número de pares AG e o número de pares CT.
- à igualdade na quantidade de pares de bases, onde n° pares AT = n° pares CG.
- à carga negativa do grupo fosfato, que permite a estruturação antiparalela da molécula.
- à ausência do grupo hidroxila na pentose de uma das cadeias e sua presença na cadeia complementar.

Comentários



- A. Certa. A base nitrogenada adenina emparelha-se com a timina, enquanto a base citosina emparelha-se com a guanina. Assim, duas cadeias do mesmo tamanho só serão complementares se o número de adeninas em uma das cadeias for igual ao número de timinas na outra, bem como os números de citosina e guanina forem equivalentes.
- B. Errada, porque adenina e guanina são bases púricas que não formam par. Da mesma forma, citosina e timina são pirimidinas que não formam par.
- C. Errada, porque não há necessidade de o número de pares AT ser equivalente ao número de bases CG.
- D. Errada, porque a carga negativa do grupo fosfato não se relaciona com a complementariedade das cadeias de DNA.
- E. Errada, porque a ausência de radicais hidroxila no carbono 2 da pentose não se relaciona com a complementariedade das cadeias de DNA. Todas as pentoses de um DNA não possuem tal grupo no carbono 2, e daí vem o nome desoxirribose dado ao ácido.

Gabarito: A.

Estratégia Educação - 2024 - Profª Bruna Klassa

Sobre os componentes químicos das células, julgue as afirmações a seguir como verdadeiras (V) ou falsas (F).

- Células animais podem apresentar moléculas de colesterol na membrana plasmática, um tipo de triglicerídeo que garante a estabilidade da membrana.
- Proteínas são polímeros de aminoácidos, que são moléculas que diferem entre si apenas pelo radical ligado ao carbono central.
- Tanto o DNA quanto o RNA são moléculas de ácidos nucleicos, este último formado por uma fita simples enquanto aquele é uma molécula dupla-fita.
- Carboidratos complexos são formados por unidades de monossacarídeos que se unem através de ligações glicosídicas, reações que consomem água.

A sequência correta, de cima para baixo, é

- a) V, V, V, F.
b) V, F, V, F.
c) F, F, V, V.
d) F, V, V, F.
e) F, F, V, F.

Comentários

- A primeira afirmação é falsa (F), porque o colesterol é um lipídio do tipo esteroide, não triglicerídeo.
- A segunda afirmação é verdadeira (V). Um aminoácido é formado por um grupo amina, um grupo carboxila, um hidrogênio e um radical todos ligados a um carbono central.
- A terceira afirmação é verdadeira (V).
- A quarta afirmação é falsa (F), porque as reações glicosídicas liberam água, são reações de desidratação.

Gabarito: D.



3. MEMBRANA PLASMÁTICA

Vamos estudar agora cada um dos componentes da célula, iniciando pela membrana biológica que a reveste: a **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.

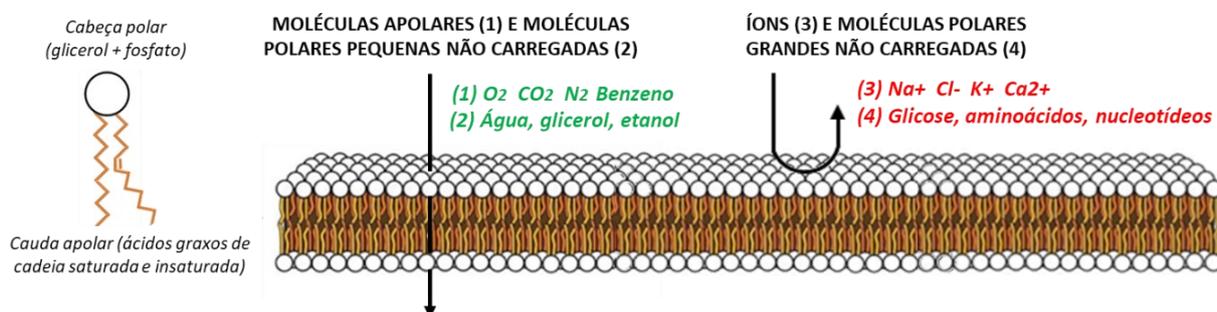
A membrana plasmática é uma membrana biológica muito fina, de aproximadamente 8nm de espessura e só é possível visualizá-la utilizando o microscópio. Ela é composta por duas camadas de lipídios, nas quais se inserem proteínas, razão pela qual dizemos que sua **natureza é lipoproteica**.

3.1 Lipídios

A membrana plasmática possui natureza lipoproteica. Dentre os lipídios, os mais comuns são os fosfolipídios. Vimos que os **fosfolipídios são moléculas anfipáticas**, ou seja, que possuem uma porção solúvel em água (polar) e uma porção insolúvel (apolar). Em solução aquosa, os fosfolipídios se organizam como uma estrutura composta por duas camadas, sendo que a porção polar (a cabeça hidrofílica) se volta para as faces externa e interna da membrana, e a porção apolar (caudas hidrofóbicas) compõem o interior da bicamada fosfolipídica.

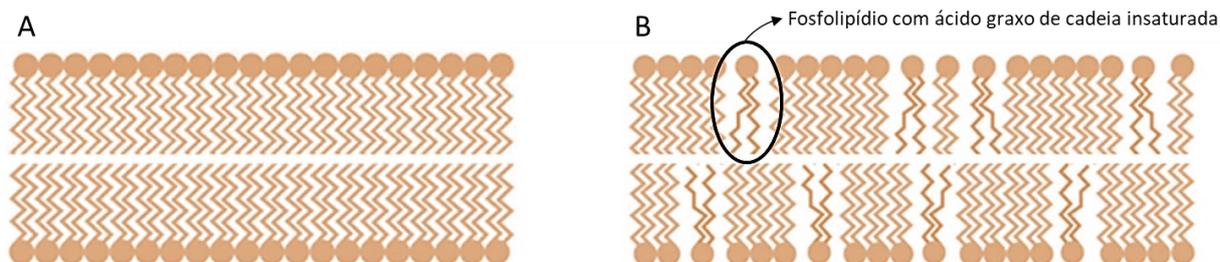
A propriedade anfipática dos fosfolipídios é responsável por selecionar as substâncias que entram e saem da célula. Para a maioria das moléculas solúveis em água, a membrana constitui uma barreira **semipermeável**, dificultando sua passagem de um meio para outro.

Então quem tem passagem livre pela membrana? Apenas pequenas moléculas apolares, como o oxigênio e gás carbônico, e moléculas polares não carregadas, desde que sejam pequenas, como água e álcool. Vale dizer que as moléculas de água, embora atravessem livremente a membrana, não o fazem de maneira rápida, pois encontram resistência ao passar pela região hidrofóbica. Para ficar mais fácil de entender, veja o esquema abaixo.



A principal característica da membrana plasmática é a **permeabilidade seletiva**.

Em sua região hidrofóbica, os fosfolipídios apresentam caudas formadas por duas cadeias de ácidos graxos, sendo pelo menos uma delas insaturada. **As diferenças na quantidade de insaturações são importantes, pois influenciam a aproximação e movimentação dos fosfolipídios.** Se a membrana fosse composta apenas por ácidos graxos saturados, ela seria densa, rígida e compacta. Por conter insaturações que alteram a compactação da bicamada lipídica, ela apresenta uma estrutura mais aberta (devido ao ângulo da ligação dupla tipo cis) e, conseqüentemente, mais fluida, sendo necessária menos energia para perturbá-la. Membranas com maiores quantidades de ácidos graxos insaturados tendem a ser mais delgadas (finas) que membranas mais saturadas.



Esquema mostrando o efeito da insaturação na membrana plasmática. Em A temos uma membrana composta por ácidos graxos completamente saturados. A presença de ácidos graxos insaturados, em B, resulta em uma estrutura membranar mais aberta e fluida, permitindo que as demais estruturas (proteínas e moléculas de colesterol, por exemplo) se movam pela bicamada lipídica.

Quanto aos demais lipídios que podem aparecer na constituição das membranas, temos o colesterol e os esfingolipídios. O **colesterol** está intimamente relacionado com a estabilidade da fluidez da membrana das células animais. Isso acontece porque ele ocupa os espaços abertos pelas insaturações dos fosfolipídios, impedindo que as cadeias carbônicas dos ácidos graxos interajam de forma potente, mas, ao mesmo tempo, impedindo que a estrutura se torne muito fluida. Ou seja, ele **regula a fluidez da membrana**, mantendo-a estável e maleável na medida ideal: em altas temperaturas estabiliza a membrana e aumenta o ponto de fusão; em baixas temperaturas intercala-se entre os fosfolipídios e evita a aglomeração.

ATENÇÃO! O colesterol só existe nas células animais. Nos vegetais, o colesterol é substituído por outros esteróis denominados coletivamente de **fitosteróis**.

Os esfingolipídios ocorrem em menor quantidade. Existem três subclasses de esfingolipídios (as esfingomielinas, os cerebrosídeos e os gangliosídeos), sendo a esfingomielina a mais importante, por formar a bainha de mielina das células nervosas, que veremos com detalhes na aula de tecido nervoso. As demais subclasses também aparecem no tecido nervoso.

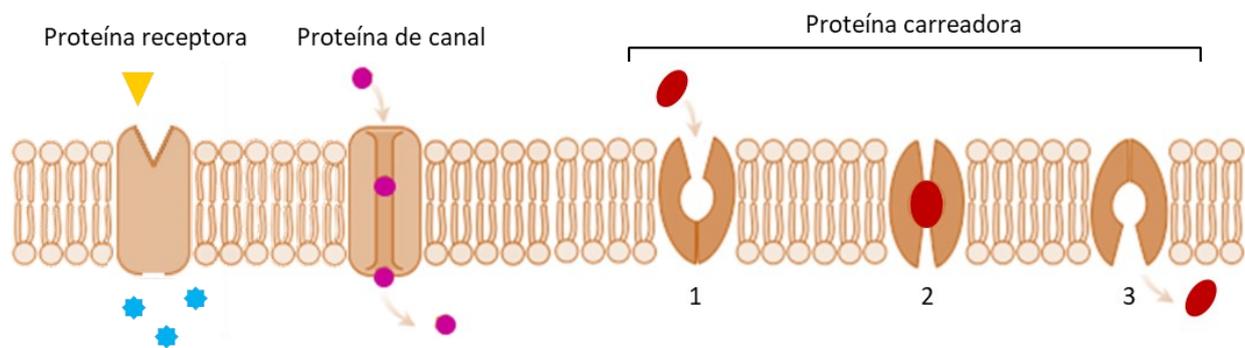
3.2 Proteínas

Na membrana plasmática, estão presentes proteínas periféricas e proteínas integrais. As **proteínas periféricas**, também chamadas de proteínas extrínsecas, localizam-se associadas às membranas, majoritariamente na face citoplasmática (interna), e incluem as proteínas do citoesqueleto, importantes na estruturação celular.

As **proteínas integrais**, também chamadas de proteínas transmembrana ou intrínsecas, se encontram imersas na bicamada de lipídios. De modo geral, elas são insolúveis em soluções aquosas e representam de 70 a 80% do total de massa proteica da membrana, nas quais se incluem enzimas, antígenos e proteínas transportadoras e receptoras para hormônios e drogas.

Assim como os fosfolipídios, as proteínas integrais têm regiões hidrofílicas e hidrofóbicas. A região hidrofílica é devida aos aminoácidos que possuem cadeias laterais polares e que estão voltados para o meio externo (extracelular) e interno (intracelular). No meio externo, eles geralmente se associam a carboidratos formando o glicocálice. Já a região hidrofóbica permanece em contato com a região hidrofóbica da bicamada lipídica.

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.

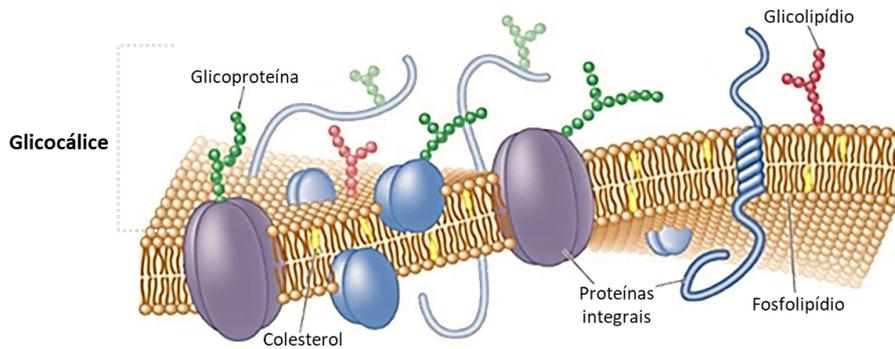


Tipos de proteínas integrais. As proteínas receptoras normalmente recebem sinalizadores que irão acarretar a liberação de alguma secreção na célula, como por exemplo hormônios e neurotransmissores. Proteínas de canal formam túneis que viabilizam a passagem de íons e substâncias polares. Proteínas carreadoras precisam se ligar a um substrato específico para modificar sua conformação estrutural e, então, liberá-lo no meio intra ou extracelular. Elas podem fazer essa mudança conformacional por meio do gasto de ATP ou não. Ao gastarem ATP, realizam o que chamamos de transporte ativo de substâncias. Se não gastarem, realizam o transporte passivo de substâncias por meio de difusão facilitada.

As proteínas, além de serem responsáveis pelo transporte de substâncias entre o meio externo e o meio interno, ainda têm função de **atividade reguladora**, atuam no **reconhecimento de substâncias** (uma função importante para selecionar o que entra e o que sai da célula e para a comunicação entre células), **favorecem a adesão entre células adjacentes** e funcionam como **pontos de apoio para o citoesqueleto**.

3.3 Glicocálice ou glicocálix

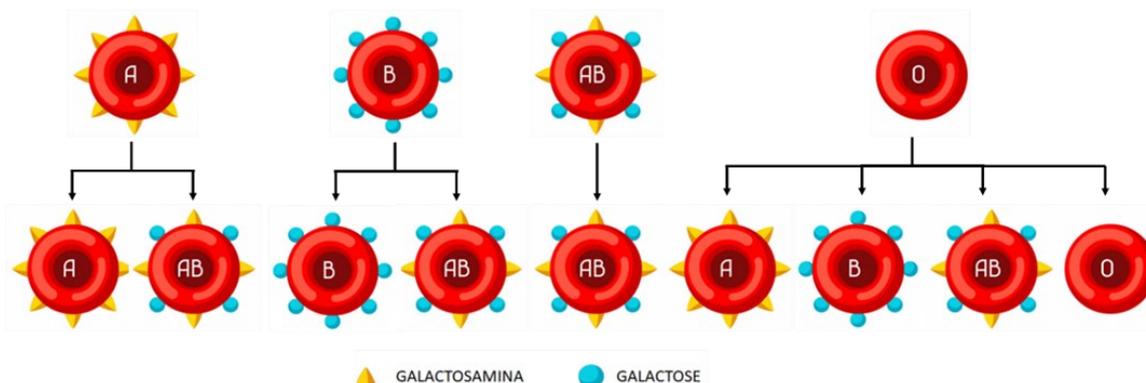
O glicocálice, também conhecido como revestimento celular, é uma camada de carboidratos externa à membrana plasmática das **células animais e de alguns protozoários**. Esses carboidratos ligam-se à superfície das proteínas ou dos fosfolipídios. Quando se ligam a uma proteína, formam uma **glicoproteína**. Quando se ligam a um fosfolipídio, formam um **glicolipídio**.



Organização da membrana plasmática.

A distribuição das moléculas de glicoproteínas e glicolípídios na superfície externa das células, e **nunca na face citoplasmática**, bem como a concentração das proteínas periféricas na face citoplasmática, faz com que a membrana plasmática seja **assimétrica**. A composição assimétrica da membrana plasmática contribui para a propriedade da permeabilidade seletiva, na qual alguns tipos específicos de partículas são reconhecidos pelo glicocálice e têm sua passagem permitida, mediante transporte por proteínas.

Uma característica importante do glicocálice é a **especificação dos grupos sanguíneos do sistema ABO**. Nós, seres humanos, possuímos quatro tipos sanguíneos: A, B, AB e O. Todos eles apresentam a mesma sequência básica de oligossacarídeos, mudando apenas o terminal. Esse carboidrato terminal diferente é justamente o que determina cada tipo de sangue. É por isso que só podemos doar sangue para pessoas que são compatíveis com o nosso tipo sanguíneo e é o glicocálice na membrana das células sanguíneas que determina essa compatibilidade.



A especificidade do glicocálice nas membranas celulares das hemácias é responsável pela especificação do tipo sanguíneo. As setas indicam os tipos de sangue que são compatíveis para doação ou transfusão.

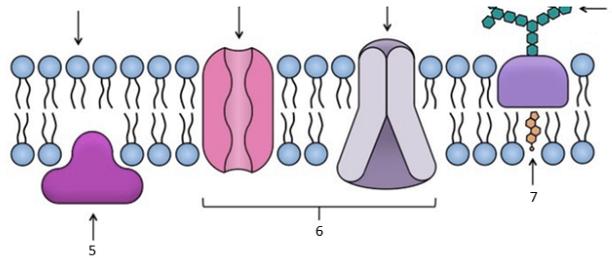
Questão para memorização

Estratégia Educação - 2024 - Profª Bruna Klassa

Enumere a coluna a seguir de acordo com a representação da membrana plasmática abaixo.

() Proteína de canal

- Glicoproteína
- Fosfolípido
- Proteínas integrais
- Colesterol
- Proteína extrínseca
- Proteína carreadora



De cima para baixo, a sequência que corresponde corretamente à coluna é

- a) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.
- b) 2, 4, 1, 6, 7, 5, 3.
- c) 3, 7, 1, 5, 4, 6, 2.
- d) 3, 4, 1, 6, 7, 5, 2.
- e) 2, 7, 1, 6, 4, 5, 3.

Comentários

b) Certa. 1 corresponde ao fosfolípido, 2 à proteína de canal, 3 à proteína carreadora, 4 é uma glicoproteína, 5 é uma proteína periférica ou extrínseca, 6 são proteínas integrais e 7 é uma molécula de colesterol.

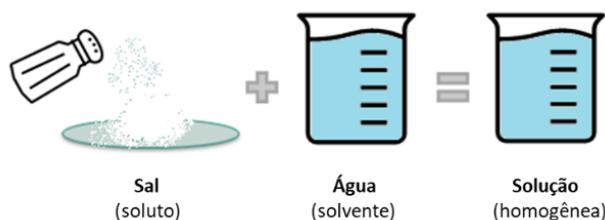
Gabarito: B.

3.4 Funções da membrana

São funções da membrana:

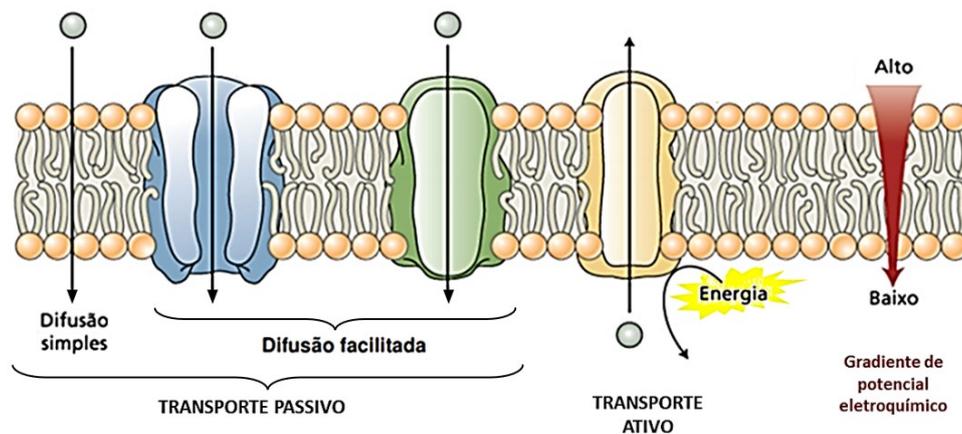
- **Proteção e delimitação.** A membrana plasmática, presente ao redor das células, é capaz de proteger as estruturas celulares e delimitar quais são intracelulares ou extracelulares.
- **Permeabilidade seletiva.** A membrana plasmática é considerada semipermeável e, portanto, é capaz de selecionar quais os fluidos que entram ou saem do interior das células. Essa é considerada sua característica mais importante.
- **Reconhecimento de substâncias.** Essa estrutura celular é capaz de reconhecer e sinalizar as diferentes substâncias presentes no organismo. Tal percepção é possível devido à presença de receptores específicos em sua composição.
- **Transporte de substâncias.** É também papel da membrana plasmática auxiliar no transporte de diferentes substâncias essenciais ao metabolismo celular.

Já conversamos sobre as três primeiras. Agora vamos nos ater ao transporte de substâncias. Mas antes de falarmos sobre isso, é importante esclarecermos alguns termos:



- **Solução** química é uma mistura formada por dois componentes, o soluto e o solvente. A solução salina é homogênea, porque não forma duas fases, isto é, o sal permanece dissolvido na água. Diferentemente, o óleo e a água formam uma solução heterogênea composta por duas fases, já que são imiscíveis.
- **Soluto** é a substância que se encontra dispersa no solvente. Corresponde a substância que será dissolvida. Geralmente, apresenta-se em menor quantidade na solução.
- **Solvente** é a substância na qual o soluto será dissolvido para formação de um novo produto. Apresenta-se em maior quantidade na solução.

Agora já sabemos que 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**. Já outras substâncias são absorvidas ou expulsas pela membrana, e para realizar esse trabalho a célula gasta energia, e por isso este transporte é chamado de **transporte ativo**.

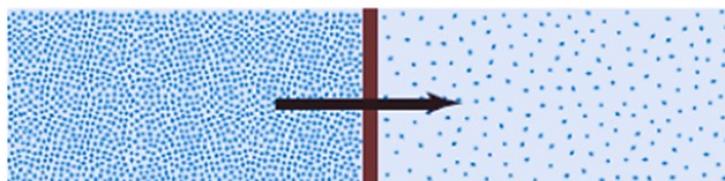


3.4.1 Transporte passivo

Existem três tipos de transporte passivo: a difusão simples, a osmose e a difusão facilitada.

Difusão simples

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**.

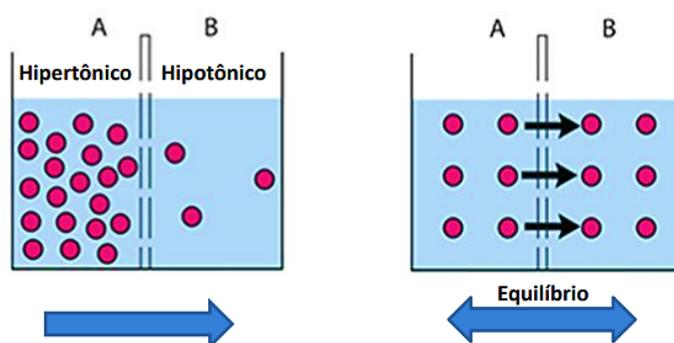


Na difusão simples, o soluto se move de um meio mais concentrado (aqui na ilustração é o meio extracelular) para o um meio menos concentrado (o interior celular), ou seja, a favor do gradiente de concentração.

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 fosfolipídios da membrana.

Uma coisa interessante de estudarmos é o comportamento das células em soluções com diferentes concentrações. Quando comparamos as soluções em relação à concentração de solutos nelas presentes, temos basicamente três tipos:

- 1) Solução isotônica:** quando duas soluções, A e B, apresentam a mesma concentração de solutos;
- 2) Solução hipertônica:** quando uma solução A é mais concentrada que uma solução B, ou seja, apresenta maior quantidade de solutos dissolvidos;
- 3) Solução hipotônica:** quando uma solução A é menos concentrada que uma solução B, ou seja, apresenta menor quantidade de solutos dissolvidos.



À direita, deslocamento do soluto a favor do gradiente de concentração. À esquerda, as concentrações se igualam e as moléculas passam a se movimentar em ambas as direções, mantendo a equilíbrio entre as soluções A e B.

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.

A difusão simples sempre ocorre do local em que as partículas estão mais concentradas (isto é, com maior quantidade) para o local onde elas estão menos concentradas (isto é, em menor quantidade).

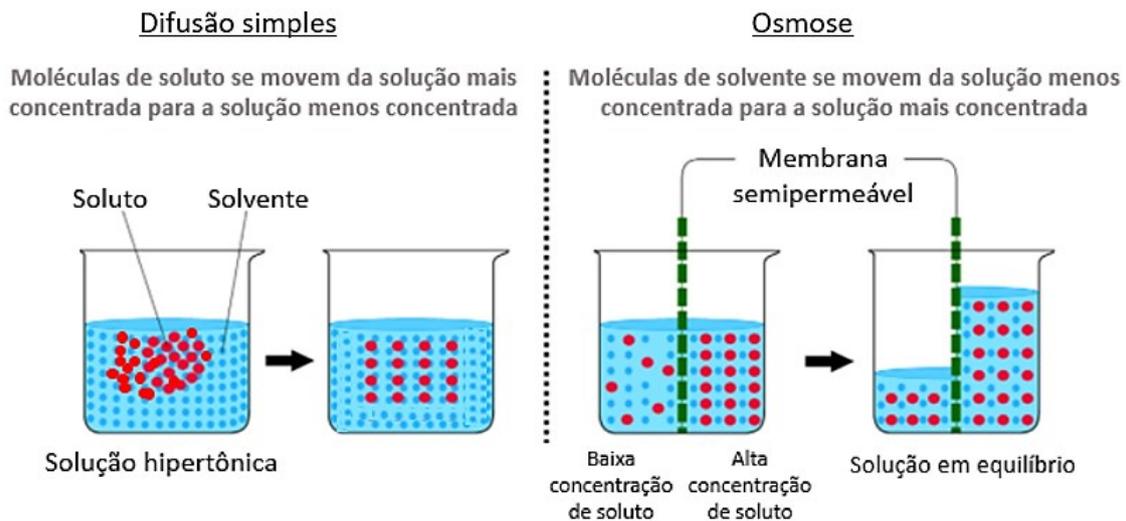
Osmose

A osmose é um caso especial de difusão simples, porque apenas a água se difunde pela membrana. Ou seja, é **o solvente que se move de um meio menos concentrado para o outro de maior concentração**, a fim de igualar as concentrações de soluto.



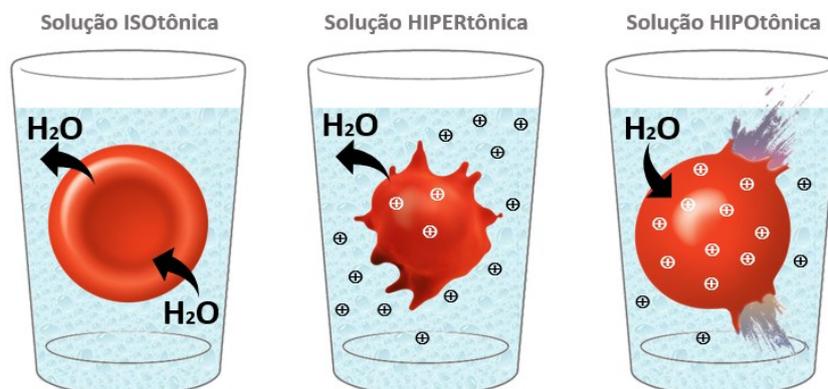
O citoplasma é uma solução aquosa, ou seja, há solutos e solvente. Quando uma célula é colocada em contato com água pura, a concentração de solutos em seu interior é maior no meio exterior. Claro! Na água pura não há solutos. A água, então, tende a difundir-se para o meio intracelular, a fim de dissolver o soluto que ela entende como excedente, fazendo a célula inchar. Isso ocorre porque a membrana plasmática é semipermeável e impede ou dificulta a passagem de solutos, mas a passagem do solvente é livre. A difusão simples de água através da membrana recebe o nome de **osmose**.

Na osmose, a difusão da água é mais intensa da solução hipotônica (menos concentrada) para a hipertônica (mais concentrada). Ou seja, 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 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**.

Agora o que acontece quando o meio extracelular se torna mais ou menos concentrado?

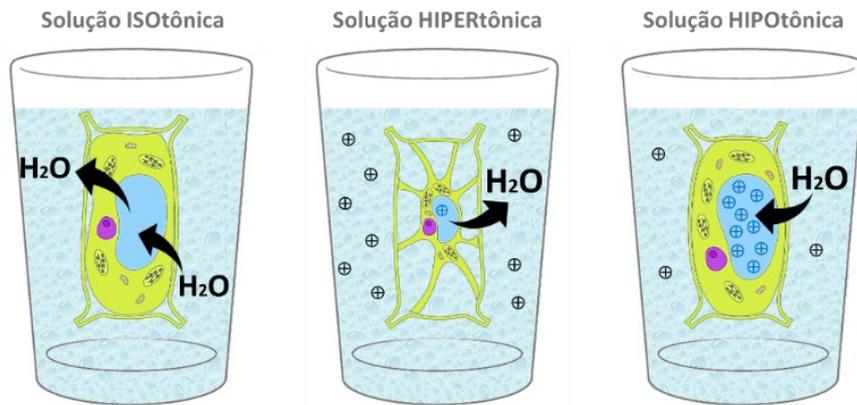


Uma célula animal, quando posta em solução hipertônica, tende a perder água (desidratar) e murchar. Dizemos que a célula foi **crenada**. Já quando em contato com uma solução hipotônica, a célula tende a



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.

O mesmo raciocínio pode ser aplicado às células vegetais.



Quando a célula vegetal se encontra em um meio **isotônico**, isto é, quando a concentração de sais ou nutrientes fora da célula é a mesma encontrada em seu interior, a célula fica em um estado chamado **flácido**. Isso significa que a força de entrada da água é igual a força de saída de água da célula, e não há diferença de pressão entre os meios externo e interno.

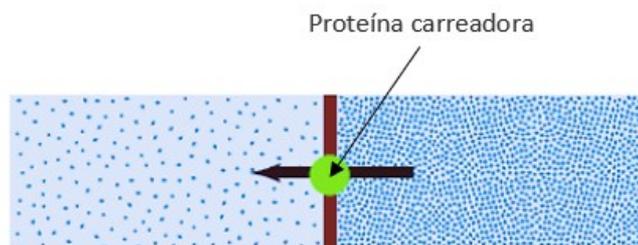
Já em solução hipertônica, a célula perde água para o meio, fazendo com que a membrana plasmática descole da parede celular e a solução do meio extracelular invade o espaço criado entre esses envoltórios, uma vez que a parede celular é permeável tanto aos solutos quanto aos solventes. Dizemos que a célula se tornou **plasmolisada**. Uma célula plasmolisada pode voltar à sua condição flácida quando volta a absorver água. Esse processo é chamado **deplasmólise**.

Quando posta em uma solução hipotônica, no entanto, a célula vegetal não corre o risco de romper a membrana como ocorre na célula animal, 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**.

Difusão facilitada

As proteínas que atuam transportando substâncias de um meio para outro são as proteínas carreadoras, e estão envolvidas tanto na difusão facilitada quanto no transporte ativo. É comum nos referirmos a tais proteínas como **permeases**.

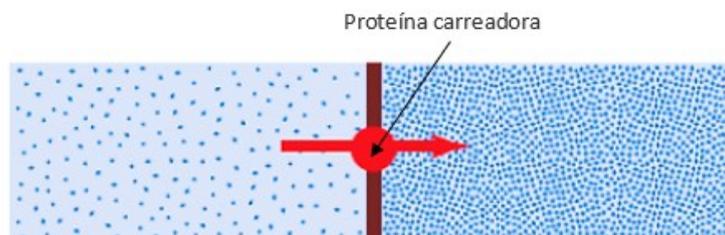
A **difusão facilitada** obedece ao mesmo princípio da difusão simples: solutos (geralmente moléculas pequenas, como glicose, aminoácidos e nucleotídeos) saem do meio mais concentrado em direção ao meio menos concentrado, porém **atravessam a membrana com ajuda das proteínas**, tornando o transporte mais rápido, sem que haja gasto de energia.



Na difusão facilitada, o soluto se move de um meio mais concentrado (aqui na ilustração é o meio extracelular) para o um meio menos concentrado (o interior celular), porém com o auxílio de uma proteína.

3.4.2 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**.



A cor vermelha indica que a movimentação está ocorrendo com gasto de energia, contra o equilíbrio das soluções.

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.

Bomba iônica de sódio-potássio

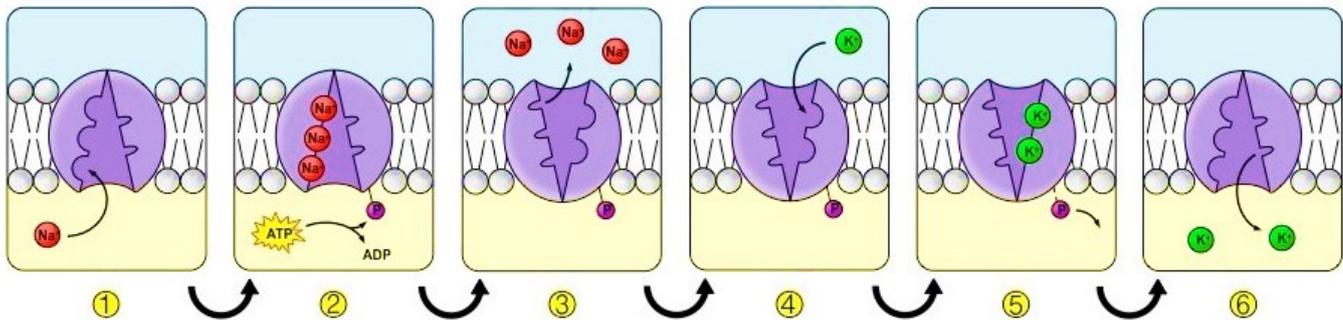
A tendência natural dos íons é manter um equilíbrio dentro e fora das células. Isso é o que acabamos de ver no transporte passivo. No entanto, **o meio ideal para o funcionamento da célula requer diferenças nas concentrações de íons e moléculas entre o meio externo e o meio interno**.

Para que a célula funcione adequadamente, é importante que tenha alta concentração de K^+ em seu interior, uma vez que ele é um recurso utilizado na respiração celular e na síntese de proteínas. No entanto, considerando tudo o que vimos até aqui sobre difusão, existe uma forte tendência de os meios tentarem se equilibrar, de modo que o K^+ tende a sair da célula e o Na^+ tende a entrar.

Para que a célula continue mantendo essa diferença de concentração iônica, a absorção de K^+ e a eliminação de Na^+ é intensa. Mas essa movimentação é contra o gradiente de concentração, ou seja, contra a tendência natural de movimentação desses íons, então a célula **gasta energia** para absorver o K^+ e liberar o Na^+ . Esse transporte iônico é mediado por proteínas carreadoras. Funciona mais ou menos como se você quisesse subir uma escada rolante que está descendo. Você estaria lutando contra o fluxo e, para vencer o motor que faz com que a escada desça, você gastaria muita energia.

A membrana celular é cheia de proteínas carreadoras que, quando gastam energia no transporte de íons, são frequentemente chamadas de **bombas iônicas**. Pensando no exemplo dos íons sódio e potássio, essas bombas possuem um sítio de ligação específico para o Na^+ e para o K^+ , e um sítio de ligação específico para o ATP (a molécula que fornece energia para a maioria dos processos metabólicos).

São necessárias quatro etapas para o transporte ocorrer:



- 1°. Três íons sódio ligam-se a sítios intracelulares na bomba sódio-potássio;
- 2°. Um grupo fosfato é transferido para a bomba através da hidrólise do ATP;
- 3°. A bomba sofre uma mudança conformacional, transportando o sódio através da membrana;
- 4°. A mudança conformacional expõe dois sítios de ligação de potássio na superfície extracelular da bomba;
- 5°. O grupo fosfato é liberado, o que faz com que a bomba retorne à sua conformação original;
- 6°. Isso transporta o potássio através da membrana, completando a troca iônica.

Por utilizar a energia do ATP para “bombear” os íons para dentro e para a fora, essas proteínas carreadoras recebem o nome de **bombas de sódio-potássio**.

Transporte por vesículas

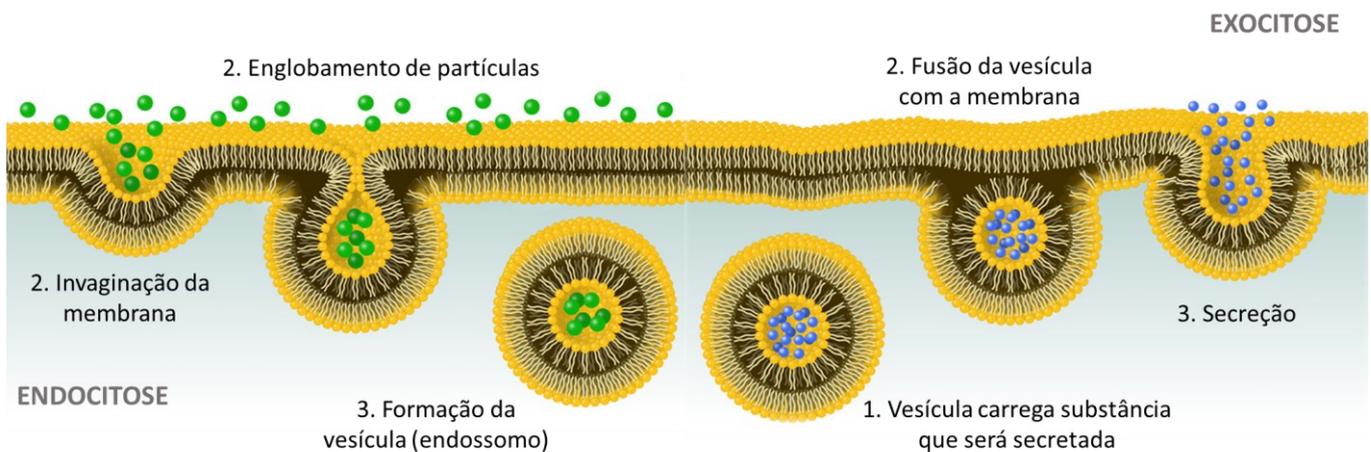
O transporte por vesículas compreende processos pelos quais a célula incorpora ativamente do meio externo partículas grandes ou macromoléculas, como proteínas e polissacarídeos. São dois os tipos de transporte por vesículas: endocitose e exocitose.

A **endocitose** é o processo de **absorção de partículas** por meio de vesículas chamadas de endossomos. Os endossomos são formados a partir da **invaginação** da membrana plasmática, englobam a partícula a ser absorvida e a liberam no interior da célula. A endocitose pode ser:

- **Fagocitose**, que é o englobamento de partículas maiores e sólidas, como bactérias ou protozoários. A célula emite projeções citoplasmáticas denominadas **pseudópodes**, que gradativamente englobam a o material externo. Este fica envolvido em uma vesícula no interior da célula chamada de fagossomo.
- **Pinocitose**, que é semelhante à fagocitose, porém as partículas que são englobadas encontram-se dissolvidas na água. Neste caso, a invaginação da membrana forma um canal por onde a partícula líquida entra. O canal então descola-se da membrana e forma uma vesícula chamada de pinossomo.

A **exocitose** é o processo inverso à endocitose e consiste na **eliminação de substâncias** para o exterior da célula. Essas substâncias podem ser resíduos provenientes do processo de digestão intracelular ou ainda substâncias por ela produzidas. No processo de exocitose, as substâncias são exportadas para fora da célula via vesículas secretoras que se fundem à membrana plasmática. Esta fusão faz com que a vesícula expulse o seu conteúdo para fora da célula, promovendo o aumento da superfície da membrana, sem causar nenhum dano ao tamanho da célula.

Quando as substâncias eliminadas são materiais residuais, chamamos o processo de eliminação de **excreção** (clasmocitose ou defecação celular). Quando são eliminados produtos celulares como hormônios e enzimas digestivas, chamamos o processo de **secreção**.



Um exemplo de endocitose é a utilização do colesterol na maioria das células dos mamíferos. O colesterol é sintetizado no fígado e transportado na corrente sanguínea associado a uma proteína, formando uma lipoproteína. Esta lipoproteína se liga a uma proteína receptora específica e forma uma vesícula, que se funde com um lisossomo (vesícula digestiva) no interior da célula. A digestão da lipoproteína permitirá a utilização do colesterol pela célula.

Já o melhor exemplo de fagocitose ocorre no nosso sistema imunológico. Quando sofremos um ferimento, abrimos as portas do nosso corpo para agentes patogênicos. Se somos atacados por uma bactéria, entram em ação os neutrófilos, células responsáveis por fagocitar a bactéria e impedir que ela contamine o restante do corpo. Uma vez que os neutrófilos fagocitam o agente patogênico, eles morrem. O resultado dessa ação é a formação de pus. A seguir, entram em ação os macrófagos: uma segunda classe de células do sistema imunológico que fagocitam os neutrófilos mortos, removendo o pus e curando a ferida.

Questões para memorização

Estratégia Educação - 2020 - Profª Bruna Klassa

Osiose Reversa na dessalinização das águas dos mares



A Osmose Reversa é uma técnica utilizada na dessalinização da água. Separando-se uma solução de água salgada e água pura por uma membrana semipermeável e se aplicando uma pressão externa muito grande sobre a solução, ocorre a passagem da água da solução para a água pura, ou seja, no caminho inverso.

Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/osmose-reversa-na-dessalinizacao-das-aguas-dos-mares.htm>. Acesso em 06 de maio de 2020.

A direção do transporte na osmose reversa encontra analogia em que processo celular?

- a) Difusão simples
- b) Difusão facilitada
- c) Osmose
- d) Transporte passivo
- e) Transporte ativo

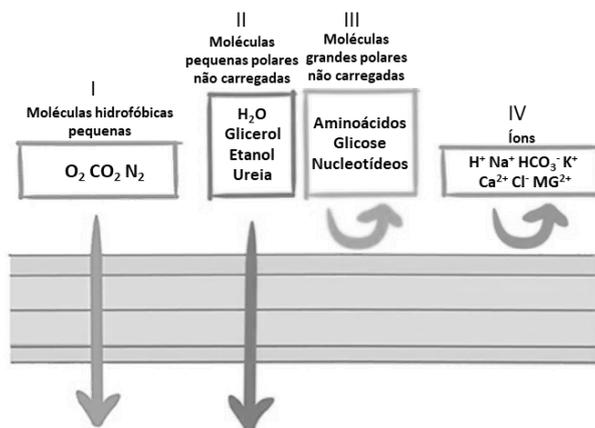
Comentários

A difusão e a osmose são tipos de transporte passivo e ocorrem a favor do gradiente de concentração e sem gasto de energia pela célula. Na osmose reversa, a água é impulsionada da solução hipertônica em direção à solução hipotônica, ou seja, contrariando o que normalmente acontece na osmose. Para isso, é necessário gastar energia, refletida na aplicação de pressão externa sobre a solução. Isso guarda analogia com o transporte ativo nas células, quando ATP é consumido para que substâncias sejam transportadas contra o gradiente de concentração.

Gabarito: E

Estratégia Educação - 2020 - Profª Bruna Klassa

A membrana plasmática é um envoltório lipoproteico constituído por duas camadas de lipídios e que tem como principal característica sua permeabilidade seletiva. Isso permite selecionar a entrada de diferentes substâncias do meio externo para o meio intracelular. O esquema a seguir mostra como ocorre o transporte através da membrana plasmática.



Os números I, II, III e IV definem o tipo de transporte que carrega as diferentes substâncias citadas. Sabendo-se disto, está correta a alternativa

- a) I-difusão simples, II-osmose, III-difusão facilitada, IV- difusão facilitada.
- b) I-difusão simples, II- difusão simples, III-difusão facilitada, IV-transporte ativo.
- c) I-difusão simples, II- difusão facilitada, III-difusão facilitada, IV-transporte ativo.



- d) I-osmose, II- osmose, III-difusão passiva simples, IV-difusão facilitada.
e) I-difusão simples, II- difusão facilitada, III- transporte ativo, IV-transporte ativo.

Comentários

- a) Errada, porque somente o transporte da água é chamado osmose e íons e moléculas carregadas são transportados ativamente, com gasto de energia.
b) Certa.
c) Errada, porque pequenas moléculas polares são capazes de atravessar livremente a bicamada lipídica da membrana plasmática.
d) Errada, porque pequenas moléculas hidrofóbicas atravessam a membrana por difusão simples. Osmose é um tipo de difusão simples no qual o solvente se move entre os meios, não o soluto, e associado ao transporte das moléculas de água.
e) Errada, porque grandes moléculas polares são transportadas mediante proteínas, de maneira facilitada.

Gabarito: B.

4. CITOPLASMA

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.

O citoplasma das bactérias é bastante simples. Elas não possuem envoltório nuclear e todos os componentes celulares estão contidos no citoplasma da célula: o material genético, o plasmídeo e os ribossomos. O material genético bacteriano é uma longa molécula de DNA circular. Se pudéssemos esticá-la, perceberíamos que suas extremidades se encontram unidas. Apesar de não existir um núcleo, esta molécula de DNA concentra-se numa região chamada de **nucleoide**. Contudo, não existe uma membrana separando o nucleoide do citoplasma; ele caracteriza apenas a concentração do material genético.

Além do nucleoide, também estão presentes os **plasmídeos**, pequenas porções circulares de DNA, característicos das bactérias, onde geralmente localizam-se os genes relacionados à resistência aos antibióticos.

Os **ribossomos** são estruturas semelhantes a pequenos grãos, sem uma membrana delimitadora e responsáveis pela síntese proteica. Eles são formados por proteínas associadas a um tipo de ácido nucleico chamado RNAr (ácido ribonucleico ribossômico). Em relação aos eucariotos, os ribossomos das bactérias são **bem menores** e apresentam **composição proteica diferente**. Veremos mais adiante a implicação dessas diferenças estruturais entre a organela nos procariontes e eucariontes.

Algumas inclusões citoplasmáticas também estão presentes nas células procarióticas, como por exemplo as **substâncias de reserva de polissacarídeos e lipídios**. E uma outra estrutura que pode aparecer nas células procarióticas, **exclusivamente nas cianobactérias** (bactérias fotossintetizantes), são as membranas (ou



lamelas) fotossintetizantes. Elas abrigam a clorofila, que também pode aparecer livre no citoplasma. Lembre-se: não existem cloroplastos nas células procarióticas.

As **células eucariotas** apresentam uma variedade muito maior de componentes e especializações fundamentais para a célula. Nos eucariotos, o citoplasma consiste em quatro componentes principais: o citosol, o citoesqueleto, os ribossomos e as organelas membranosas.

O citosol é basicamente o mesmo para células procarióticas e eucarióticas, e apresenta inclusões citoplasmáticas como moléculas de **glicogênio** nos animais e **amido** nos vegetais. Essas moléculas são polissacarídeos que funcionam como **reserva energética** e podem ficar armazenadas no citosol para serem utilizadas conforme a necessidade celular. Outro tipo de reserva que ocorre nos eucariotos são as gorduras, acumuladas em forma de gotas no citosol.

4.1 Estruturas citoplasmáticas nos eucariontes

4.1.1 Citoesqueleto

O citoesqueleto constitui uma **rede complexa de filamentos de proteínas** presente somente nos eucariotos. O citoesqueleto dá a **sustentação interna** e faz a **manutenção do formato celular**. Além disso, realiza a ancoragem das organelas e de moléculas orgânicas à célula, ou seja, funciona como um ponto de fixação para que esses materiais possam ficar sempre no mesmo lugar ou para que se locomovam. Essa locomoção acontece semelhante a um trem que mantém seus vagões no trilho.

As proteínas de filamentos que constituem o citoesqueleto dividem-se em três classes: **microtúbulos**, **filamentos intermediários** e **microfilamentos**.

Microtúbulos

Próximo ao núcleo existe um local chamado de **centrossomo**, que consiste em uma região de organização e formação dos microtúbulos, estruturas cilíndricas, ocas, longas e retilíneas, formadas pela proteína **tubulina**. Apresentam cerca de 25 nanômetros de diâmetro (25nm), sendo os **maiores filamentos do citoesqueleto**, e são bastante flexíveis. Sua quantidade e distribuição na célula varia conforme a função que desempenha em um dado momento.

Funções dos microtúbulos
Estruturação celular
Auxiliam no transporte vesicular intracelular (formação de fagossomos)
Formação das fibras do fuso na divisão celular

Microfilamentos

Os microfilamentos (ou filamentos de actina) são os menores componentes do citoesqueleto, apresentando cerca de 8nm de diâmetro, e estão presentes em todas as células eucarióticas. São estruturas sólidas, compostas pela proteína globular **actina**, cuja principal função é dar **mobilidade à célula**. Duas cadeias de

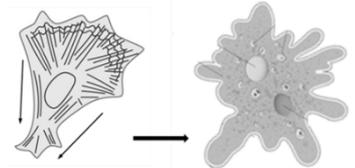


actina aparecem enroladas uma à outra, formando um filamento helicoidal. Assim como nos microtúbulos, os microfilamentos são estruturas dinâmicas, que aumentam e diminuem de comprimento conforme a conveniência.

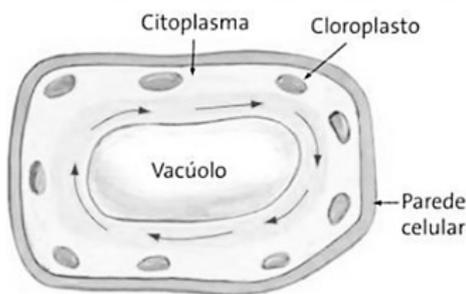
Funções dos microfilamentos de actina

Suporte de microvilosidades e junções celulares
Movimentação celular: pseudópodes e ciclose
Citocinese (separação citoplasmática das células filhas após a divisão celular)
Contração muscular

As **microvilosidades** nada mais são do que a projeção de parte da membrana repleta de filamentos de actina, cujo objetivo é aumentar a superfície de absorção das células. Elas estão presentes em abundância nas células do intestino, onde a absorção de nutrientes é alta.

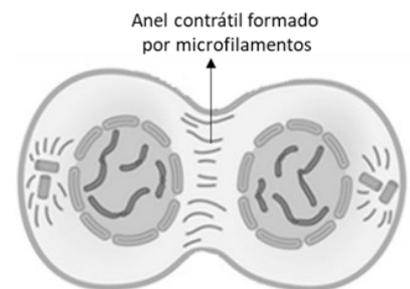


Outra consequência que decorre do fato de os microfilamentos estarem concentrados na periferia da célula é a expansão de prolongamentos celulares, chamados pseudópodes, nos processos de endocitose e exocitose. Esse processo é muito comum nas amebas, que é um protozoário conhecido pelo movimento ameboide de seus pseudópodes.



Vimos que as proteínas que compõem os filamentos de actina podem se dispersar no citosol e se reorganizar em novos filamentos (aumentando e encurtando seu tamanho). Esse processo de alteração do citoesqueleto pode gerar movimentos citoplasmáticos relacionados com o deslocamento de estruturas dentro da célula. **Ciclose é a movimentação contínua dos fluidos citoplasmáticos em consequência da contração de proteínas (actina e miosina) do citoesqueleto**, e pode ser mais bem observada nas células vegetais.

Outra função dos microfilamentos ocorre na fase final da divisão celular, quando as células se dividem após terem duplicado seu DNA. Fique tranquilo, veremos todo esse processo de divisão celular em uma aula dedicada somente a ele. Agora, o que você precisa saber é que os microfilamentos se arranjam na forma de um **anel contrátil** (junto com uma proteína chamada miosina) que se contrai e separa as duas células-filhas.



Por fim, em relação ao processo de **contração e relaxamento muscular**, quando a actina se associa à proteína motora miosina, os microfilamentos formados por elas deslizam um sobre o outro, consumindo energia e provocando contrações nas células que acarretam seu movimento. Observamos esse mesmo processo acontecer nos músculos em movimento.

Filamentos intermediários

Os filamentos intermediários são fibras que lembram uma corda naval, todas trançadas. Eles recebem esse nome por apresentarem diâmetro de 9 a 10nm, menores que os microtúbulos e maiores que os microfilamentos. Ocorrem somente em organismos multicelulares, no citoplasma e no núcleo celular.

Eles formam uma rede estrutural com grande variedade de proteínas fibrosas, entre as quais a principal é a queratina, presente nas células da pele, cabelos e unhas. Essas estruturas são **insolúveis** e **ultra resistentes a forças de tração** e, por isso, **bastante inflexíveis**. Isso porque são responsáveis pela resistência mecânica da célula. No núcleo, eles dão rigidez e participam na regulação da transcrição. Apesar de resistentes, os filamentos são dinâmicos (assim como os microtúbulos e microfilamentos), sendo constantemente rearranjados para responder às necessidades celulares.

Questão para memorização

Estratégia Educação - 2024 - Profª Bruna Klassa

Analise a tirinha abaixo.



Fonte: <http://depositodocalvin.blogspot.com/search/label/Criaturas> - Tirinha 162

No segundo quadro, Calvin faz referência a uma estrutura celular e a um processo. A esse respeito, é correto afirmar que

- os pseudópodes consistem em projeções do citoplasma, graças ao rearranjo e contração dos microtúbulos.
- apenas os protozoários ameboides são capazes de projetar pseudópodes.
- os pseudópodes consistem em projeções da membrana plasmática, graças ao rearranjo e contração dos microfilamentos.
- pseudópodes têm função de locomoção, alimentação e armazenamento.
- Calvin está simulando um processo de fagocitose.

Comentários

- Errada, porque pseudópodes são projeções citoplasmáticas ocasionadas pelos microfilamentos.
- Errada, porque outros tipos celulares também realizam fagocitose por emissão de pseudópodes, por exemplo as nossas células de defesa.
- Errada, porque pseudópodes são projeções citoplasmáticas.
- Errada, porque pseudópodes relacionam-se com função de locomoção e alimentação apenas.



E. Certa. Calvin simula o processo de fagocitose.

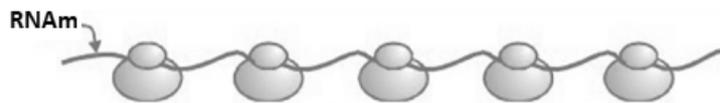
Gabarito: E.

4.1.2 Ribossomo

Os ribossomos são estruturas pequenas e complexas formadas a partir de uma molécula de RNAr (RNA ribossômico) associada a diferentes proteínas. Sua função dentro da célula é sintetizar proteínas.

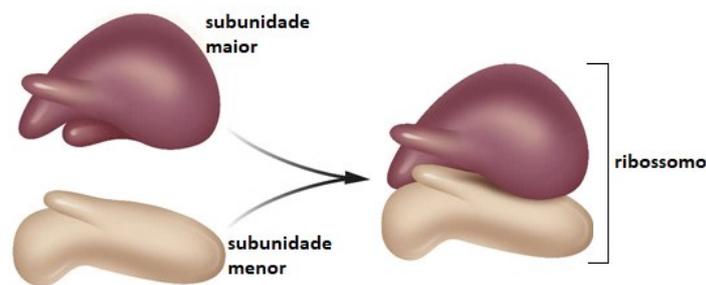
Ribossomos e centríolos são as únicas estruturas não membranosas e de origem proteica presentes no citoplasma. As demais organelas são todas membranosas. Devido à ausência de membrana, os ribossomos encontram-se i) livres e espalhados no citosol ou ii) ligados a outras estruturas.

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.



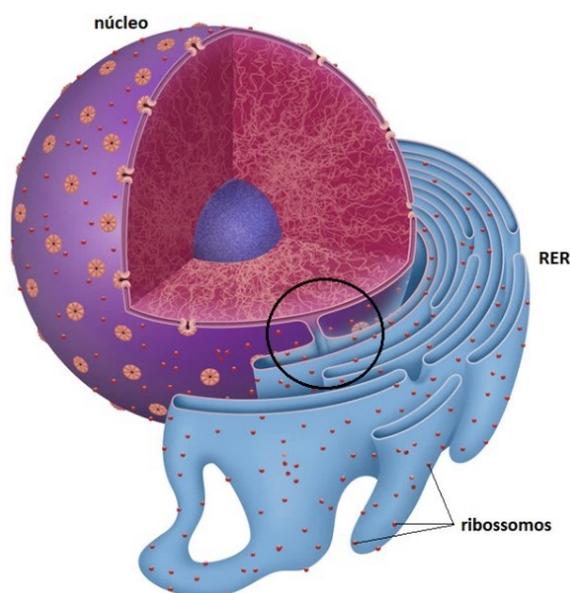
Essa diferença de tamanho e composição é importante para a produção de medicamentos específicos para os ribossomos bacterianos. Por exemplo, alguns antibióticos (como a estreptomicina, neomicina e tetraciclina) atuam nos ribossomos das bactérias impedindo a síntese de proteínas. **Graças à diferença na composição proteica entre ribossomos procariotos e eucariotos, esses antibióticos agem com efeito letal apenas na bactéria, não afetando a síntese proteica das células humanas.** Fica ligado que esse efeito prático da diferença de ribossomos entre os tipos celulares cai em prova!

4.2 Organelas membranosas

4.2.1 Retículo endoplasmático

O retículo endoplasmático é uma organela que está relacionada com a síntese de moléculas orgânicas. Ele constitui um **sistema interconectado de membranas achatadas, arredondadas e tubulares, contínuo com a membrana nuclear.**

Existem dois tipos de retículos: o rugoso e o liso. O retículo endoplasmático rugoso (ou granular) 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 não possui ribossomos em sua superfície (daí o nome “liso”) e é responsável pela síntese de lipídios.



Retículo endoplasmático rugoso (RER)

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, é no RER que as proteínas da membrana plasmática são sintetizadas. Você se lembra que as vimos na aula passada? Pois então, aquelas proteínas integrais e periféricas são sintetizadas pelos ribossomos do RER, transportadas em vesículas para o complexo de Golgi (onde são modificadas) e carregadas novamente em vesículas para a membrana plasmática.

O RER é abundante e bastante desenvolvido em células que têm função secretora.

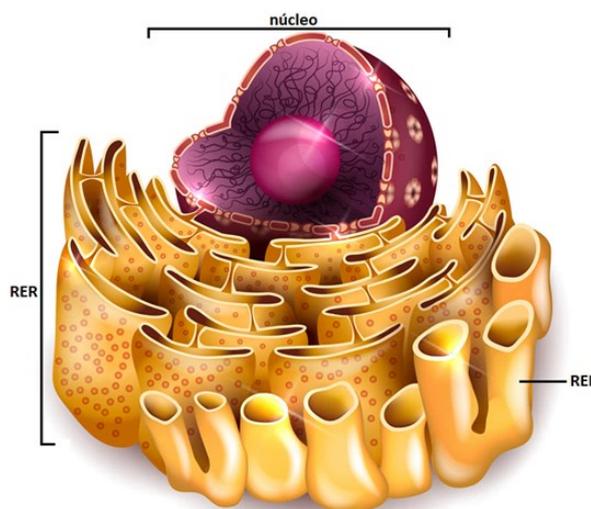
Retículo endoplasmático liso (REL)

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**.



Retículo endoplasmático liso. Sua membrana é contínua com a membrana do RER.

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.

Questão para memorização

Estratégia Educação - 2024 - Profª Bruna Klassa

Fibroblastos são células abundantes no tecido conjuntivo e com função de produzir componentes que formam a matriz extracelular. Dentre as proteínas sintetizadas por essas células está o colágeno, que formam fibras flexíveis e inextensíveis com grande força de tensão.

Assinale a alternativa que apresenta o “caminho” da proteína colágeno, desde a sua síntese até a sua liberação no meio extracelular.

- a) O colágeno é produzido por ribossomos livres no citosol, de onde seguem em direção à membrana plasmática, ligam-se a proteínas transportadoras e são enviadas para o meio extracelular.
- b) O colágeno é sintetizado no retículo endoplasmático liso, de onde partem em direção às cisternas do complexo de Golgi, onde sofrem modificação e são empacotadas em vesículas lisossomais com destino à membrana plasmática para que sejam excretadas.
- c) O colágeno é sintetizado no retículo endoplasmático rugoso, de onde partem em direção às cisternas do complexo de Golgi, onde sofrem modificação e são empacotadas em vesículas com destino à membrana plasmática para que sejam excretadas.
- d) O colágeno é produzido por ribossomos livres no citosol, de onde seguem para o complexo de Golgi, onde são empacotadas em vesículas para que sejam enviadas para o meio extracelular.
- e) O colágeno é sintetizado no retículo endoplasmático rugoso, de onde partem em direção à membrana plasmática dentro de vesículas de secreção para que sejam excretadas.

Comentários

A alternativa correta é a letra C. O colágeno é uma proteína que tem sua ação fora da célula, para onde é enviado. Dessa forma, sua produção acontece no retículo endoplasmático rugoso, de onde parte para o Golgi, onde é modificado e enviado em direção à membrana plasmática através de vesículas de secreção. As demais alternativas estão incorretas devido ao exposto acima.

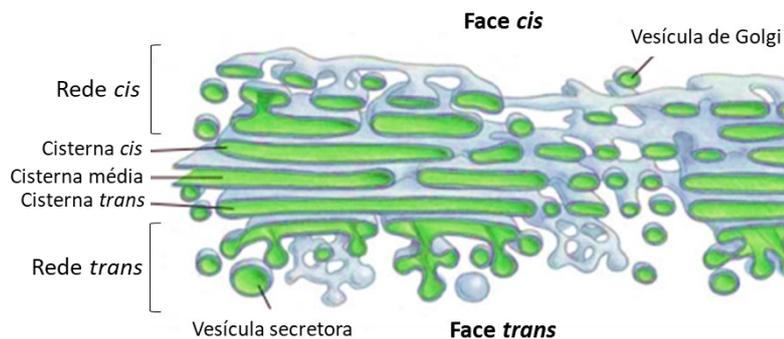
Gabarito: C.



4.2.2 Complexo de Golgi

As proteínas e lipídios sintetizados nos retículos endoplasmáticos tem como destino a superfície celular ou a liberação para o meio extracelular. Para isso, eles percorrem todo o retículo endoplasmático, e, através de vesículas de transporte, passam pelo complexo de Golgi.

O complexo de Golgi também pode ser chamado de aparelho de Golgi, complexo golgiense ou dictiossomo, embora este último seja uma nomenclatura mais antiga e pouco utilizada nos dias de hoje. Ele 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**.



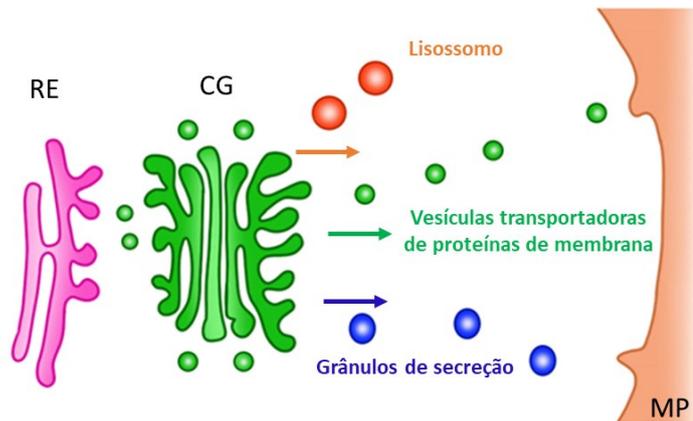
O complexo de Golgi é composto por **cisternas**, **redes** e **vesículas**. Ele possui duas faces: uma voltada para o retículo endoplasmático, de quem recebe as proteínas para modificação, armazenamento e transporte (**face cis**), e outra de onde partem as vesículas com as proteínas já modificadas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





Transporte através do complexo de Golgi. Proteínas e lipídios, sintetizados no RE, deixam essa organela em direção ao complexo de Golgi através de vesículas. A partir dele, as substâncias podem seguir três destinos diferentes: (1) lisossomos, (2) membrana plasmática e meio extracelular ou (3) grânulos de secreção.

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 que se localiza na 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.



Acrossomo de um espermatozoide.

Questão para memorização

Estratégia Educação - 2024 - Profª Bruna Klassa

O complexo de Golgi é uma organela membranosas formada por um conjunto de sacos achatados e empilhados chamados de cisternas. Sobre essa organela, a única alternativa que não corresponde a uma de suas funções é:

- a) formação do lisossomo.
- b) formação do acrossomo.



- c) produção de muco.
- d) armazenamento e secreção de proteínas.
- e) síntese e modificação de proteínas.

Comentários

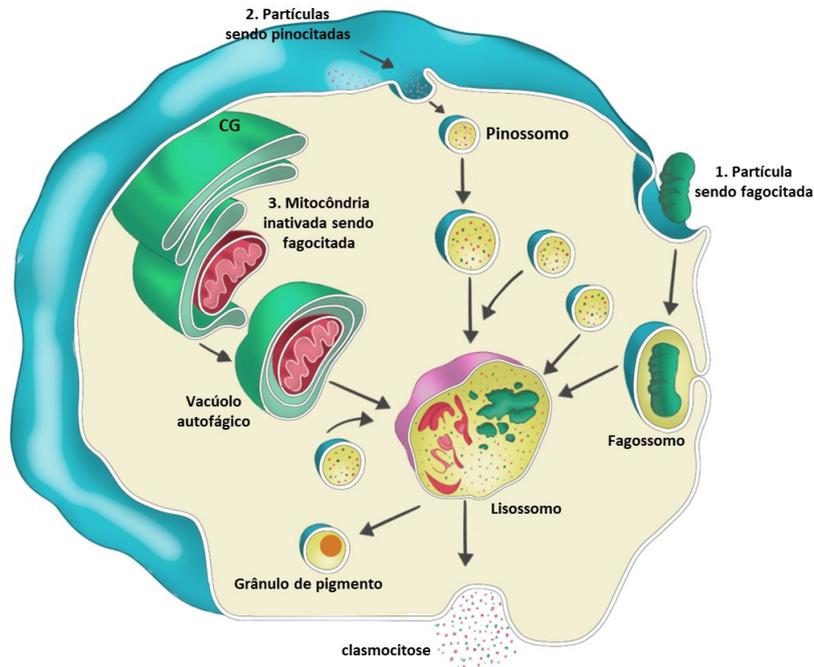
E. Certa. A síntese de proteínas é função dos ribossomos e do retículo endoplasmático rugoso.

Gabarito: E.

4.2.3 Lisossomo

Acabamos de ver que os lisossomos são produzidos no complexo de Golgi para digerir uma enorme variedade de substâncias. Eles são organelas membranosas esféricas cujo interior contém inúmeras enzimas digestivas (peptidases, nucleases, proteases e lipases) e são **responsáveis pela digestão intracelular**. Essas enzimas funcionam em ambiente ácido, de modo que a digestão só é possível dentro dos lisossomos. Caso ele se rompa e suas enzimas vazem para o citoplasma, elas não conseguirão digerir a célula ou prejudicá-la, porque o pH do citosol é neutro e gira em torno de 7,3. Exceto quando múltiplos lisossomos se rompem simultaneamente e coordenadamente, como veremos a seguir.

Quando a célula realiza a endocitose, seja por fagocitose ou pinocitose, a partícula interiorizada dentro do fagossomo funde-se ao lisossomo produzido pelo complexo de Golgi e a digestão acontece. Os lisossomos podem atuar na digestão de duas maneiras: podem exercer uma função heterofágica ou autofágica.



Processo de digestão intracelular. Nos casos 1 e 2 temos o lisossomo realizando sua função heterofágica. Após a endocitose (fagocitose ou pinocitose), as vesículas digestivas (fagossomo ou pinossomo) se fundem aos lisossomos para a degradação das partículas endocitadas. No caso 3 temos o lisossomo em sua função autofágica. Uma mitocôndria que já perdeu sua função (inativa) é absorvida pelo vacúolo autofágico. Ele se funde ao lisossomo e degrada a organela, a fim de utilizar seus nutrientes para outras funções intracelulares. Fonte: adaptada de Amabis & Martho, 2004.



Função heterofágica

Quando a célula precisa **digerir substâncias vindas do meio externo**, ela realiza sua função heterofágica. A partícula fagocitada (ou pinocitada) é envolvida pela vesícula formada a partir da invaginação da membrana plasmática, o fagossomo (ou pinossomo), 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. Veja na figura acima os casos 1 e 2.

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.

Autofagia

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. Veja o caso 3 da figura 20. 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).

Qual a diferença entre autólise e apoptose?

Apoptose ocorre quando a célula recebe um estímulo específico com sinais geneticamente programados, indicando a sua morte. Isto pode ocorrer de forma fisiológica, para fazer a manutenção e equilibrar o organismo, ou de forma patológica, quando ocorre alguma lesão no DNA, como a radiação por exemplo.

Um exemplo ocorre com a regressão da cauda durante a metamorfose dos girinos. Inicialmente, a cauda é longa em relação ao corpo. Sua diminuição ocorre de maneira gradativa pelo rompimento da parede lisossômica e início da atividade das enzimas digestivas. Elas começam a digerir a cauda do girino e, à medida que suas atividades aumentam, a cauda do girino diminui, até que atinja comprimento igual a zero. Isto significa que a metamorfose terminou e o girino tornou-se adulto. Simultaneamente a esse processo, o material proveniente da digestão é aproveitado para o crescimento de outras partes do organismo em transformação, como por exemplo as pernas do anfíbio.

Como esse processo é algo programado pelo organismo, e que faz parte de sua metamorfose para se torne adulto, também nos referimos a ele como morte celular programada.

A autólise ocorre em situações não naturais ou de lesão no DNA, como no caso da silicose, doença que afeta as vias respiratórias. A silicose, doença dos pulmões que ataca



trabalhadores de minas, é causada pela inalação de partículas de sílica ao longo dos anos. O pó de sílica, através das vias respiratórias, chega aos pulmões, e, rapidamente, os macrófagos (células fagocitárias do organismo) migram em direção aos pulmões e fagocitam o pó de sílica que, acumulado no interior do lisossomo, promove sua ruptura, iniciando o fenômeno que destruirá o macrófago. As enzimas, após atacarem os macrófagos, atacam aos alvéolos pulmonares, provocando a silicose, que compromete a capacidade respiratória.

Questões para memorização

Estratégia Educação - 2024 - Profª Bruna Klassa

Com origem no aparelho golgiense, os lisossomos estão presentes em praticamente todas as células eucariontes. Isso porque caso as enzimas digestivas responsáveis pelo processo ficassem dispersas pelo citoplasma da célula, as organelas e estruturas celulares seriam os primeiros a serem digeridos. Sobre essas organelas, foram feitas algumas afirmações:

- I. Além da digestão intracelular feita através da ingestão de partículas do meio externo, os lisossomos também atuam ativamente nos processos de autofagia e autólise.
- II. No processo de heterofagia, a membrana plasmática engloba uma partícula do meio externo e forma uma vesícula em seu interior, chamada fagossomo, que irá se fundir ao lisossomo e digerir a partícula em seu interior.
- III. A autólise é o processo responsável por renovar uma organela velha ou danificada dentro da célula ou, na falta de nutrientes, a célula pode digerir seus componentes internos como uma solução temporária para obtenção de energia.
- IV. A autofagia é uma forma de fazer a manutenção e equilibrar o organismo, mas também ocorre em situações de lesão no DNA, como a radiação por exemplo.
- V. O processo de morte celular programada consiste em uma autodestruição celular, no qual a membrana do lisossomo se rompe e libera as enzimas digestivas no citoplasma. Uma situação em que isso ocorre é a regressão da cauda dos girinos durante a metamorfose.

Estão certas as afirmações

- a) I e II.
- b) III, IV e V.
- c) I, II e V.
- d) III e IV.
- e) I, II, III e IV.

Comentários

As afirmações I, II e V estão certas.

III está errada, porque o processo descrito denomina-se autofagia.

IV está errada, porque o processo descrito denomina-se autólise. A autólise pode ser positiva (quando está ligada à manutenção evolutiva de uma espécie) ou negativa (quando decorre de instabilidade na membrana



lisossômica em virtude de uma condição não natural ou anômala). A autólise positiva é o que chamamos de apoptose e ocorre na metamorfose dos girinos, durante a regressão da cauda. A autólise negativa é o que acontece no caso da silicose, doença que afeta as vias respiratórias.

Gabarito: C.

Estratégia Educação - 2024 - Profª Bruna Klassa

A apoptose ocorre frequentemente em células que precisam ser renovadas e é muito importante durante a fase embrionária e a morfogênese. Os embriões humanos apresentam membranas entre os dedos das mãos durante a gestação, mas não nascem com essa membrana, já que ela é perdida durante o desenvolvimento embrionário por meio da apoptose. Também relacionado à gravidez humana, as glândulas mamárias dependem de apoptose para que possam se preparar para a fase de amamentação e também para o término dela.

Disponível em: <http://ead.hemocentro.fmrp.usp.br/joomla/index.php/noticias/adotepauta/607-apoptose-morte-celular>. Acesso em 22 de jun. 2020.

O texto apresentado faz referência a um processo controlado de morte celular. Nele, a célula acaba por se desintegrar em pequenos corpos apoptóticos, que são fagocitados e digeridos por macrófagos, por exemplo.

A digestão intracelular fica a cargo da organela denominada

- a) peroxissomo.
- b) lisossomo.
- c) complexo de Golgi.
- d) vacúolo.
- e) fagossomo.

Comentários

- a) Errada. O peroxissomo não tem função de digestão.
- b) Certa. Após a fagocitose, ocorre a fusão o fagossomo com o lisossomo, que promove a digestão intracelular da partícula englobada.
- c) Errada. O complexo de Golgi tem função de modificação e secreção.
- d) Errada. Os vacúolos são característicos de células vegetais.
- e) Errada. O fagossomo é a vesícula de fagocitose que se une ao lisossomo para que ocorra a digestão.

Gabarito: B.

4.2.4 Peroxissomo

Peroxissomos são organelas membranosas encontradas nas células vegetais e animais, possuem um formato de pequenas vesículas arredondadas e sua função principal é a **oxidação de substâncias orgânicas, especialmente dos ácidos graxos (lipídios), e desintoxicação do etanol, devido ao alto número de enzimas digestivas (oxidases) que possuem em seu interior**. O processo de oxidação dos ácidos graxos tem como objetivo:

- 1) a síntese de colesterol e



2) a geração de matéria-prima para a respiração celular, que será realizada pela mitocôndria.

Para realizar a oxidação, grandes quantidades de oxigênio são consumidas. No entanto, essa reação de oxidação gera um subproduto tóxico para a célula: peróxido de hidrogênio, vulgarmente conhecido como água oxigenada (H₂O₂). Daí vem o nome da organela. Para eliminar a toxicidade, o próprio peroxissomo degrada a água oxigenada em água e oxigênio, graças à enzima **catalase**.

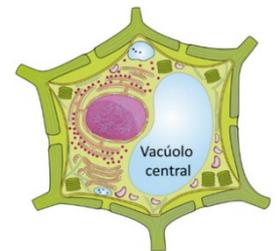


Em seu papel de desintoxicação celular, os peroxissomos auxiliam na produção de sais biliares e na neutralização de algumas substâncias tóxicas para o corpo, como o álcool e medicamentos. Por isso estão presentes no corpo humano em grandes quantidades nas células que formam os rins (células renais) e o fígado (células hepáticas). Nesses órgãos, eles chegam a constituir até 2% do volume total das células e metabolizam aproximadamente 50% do álcool etílico ingerido.

Nas células vegetais, uma organela realiza função semelhante à do peroxissomo: o **glioxissomo**. Os glioxissomos estão presentes nas folhas e sementes e atuam **convertendo ácidos graxos em açúcares**.

4.2.5 Vacúolo se suco celular

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:



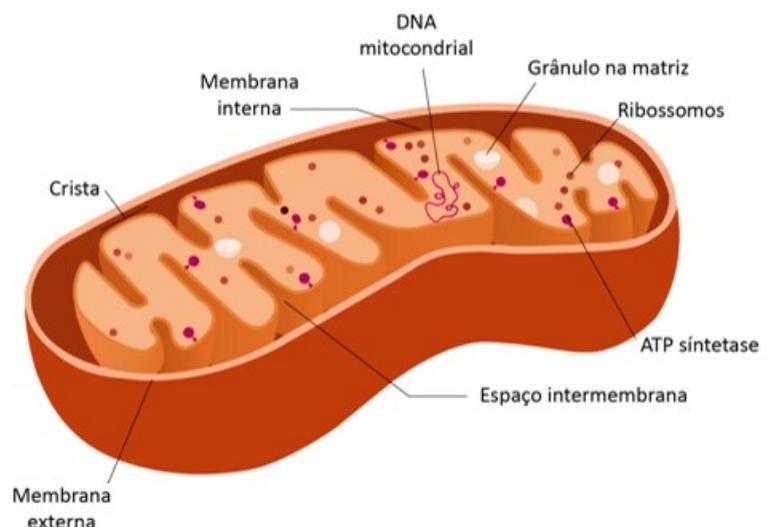
- atuar como **reserva de substâncias** (como o amido, por exemplo) e **pigmentos** (que fornecem a coloração de folhas e flores), e

- atuar na **regulação osmótica** da planta, controlando a entrada e saída de água.

4.2.6 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.

Elas 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 livremente permeável às pequenas moléculas e a **membrana interna** é menos permeável, apresentando inúmeras dobras, chamadas de **cristas mitocondriais**. Essas dobras **umentam a área da superfície** dentro da organela.

A parte interna da mitocôndria é conhecida como **matriz mitocondrial**. É nela que fica imersa 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, semelhante ao das bactérias**, e a maquinaria para fabricar seus próprios RNAs e proteínas. Outra característica importante das mitocôndrias é a sua **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 destruídas no momento da fecundação. As mitocôndrias são, portanto, um padrão conhecido como **herança materna**. Esta herança uniparental caracteriza baixíssima taxa de variação, de modo que a sequência de DNA mitocondrial é idêntica para todos os parentes por parte de mãe.

As funções mais proeminentes das mitocôndrias são **produzir a moeda energética da célula, o ATP, através da respiração, e regular o metabolismo celular**.

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:

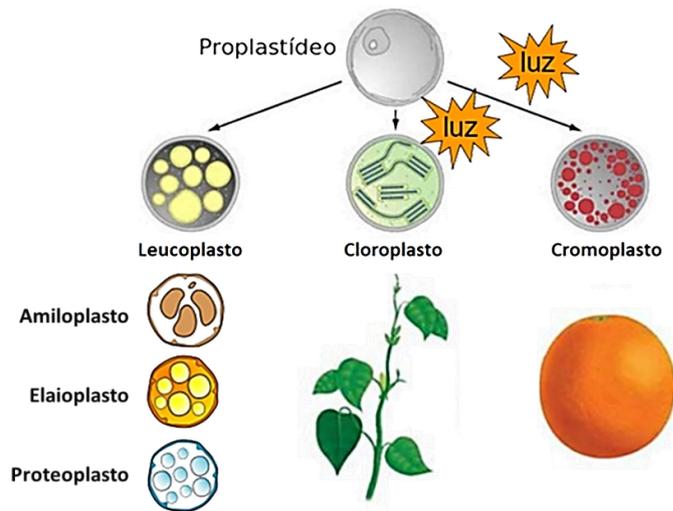


A glicose proveniente da alimentação (nos organismos autotróficos é produzida através da fotossíntese) é convertida em gás carbônico e água, produzindo moléculas de ATP para manutenção de diversas atividades celulares.

4.2.7 Plastos

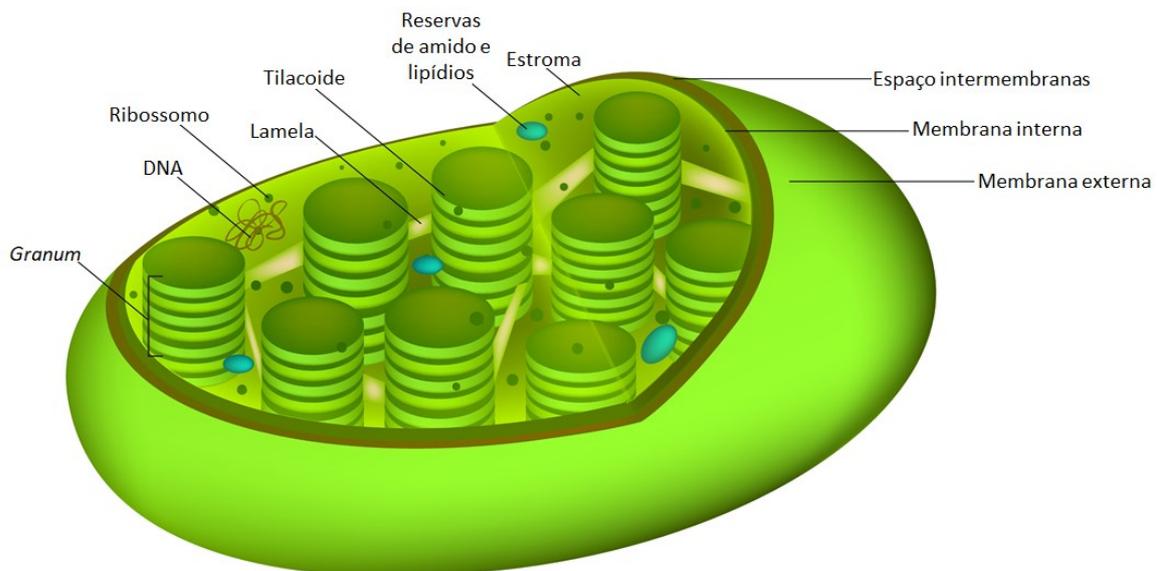
Os plastos são organelas encontradas somente nas plantas e em algumas algas. Eles podem ser classificados em três tipos:





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. Elaioplastos: para o acúmulo de lipídio. Cromoplastos: para o armazenamento de pigmentos. Leucoplastos: para a reserva de substâncias.

O **cloroplasto** é o tipo mais importante porque realiza a fotossíntese nas células vegetais. Sua coloração é verde devido à presença do pigmento **clorofila**, o qual abriga em seu interior. Além disso, assim como as mitocôndrias, **são capazes de se autoduplicar e modificar**.



Possuem em seu interior (região chamada estroma) vesículas membranosas achatadas chamadas **tilacoides**, que se organizam em estruturas semelhantes a moedas empilhadas e interligadas, moléculas de DNA circular e ribossomos. Cada “pilha” de tilacoides recebe o nome de *granum*, e o conjunto de *granum* recebe o nome de *grana*.

Questão para memorização

Estratégia Educação - 2024 - Profª Bruna Klassa



Os plastídeos são estruturas típicas da célula vegetal e que variam conforme o pigmento que apresentam. O plastídio rico em carotenoide é do tipo

- a) proteoplasto.
- b) cromoplastos.
- c) leucoplastos.
- d) cloroplastos.
- e) amiloplasto.

Comentários

- a) Errada. Proteoplastos são um tipo de leucoplasto que armazena proteínas.
- b) Certa. Os cromoplastos são plastos com pigmentação ricos em carotenoides.
- c) Errada. Leucoplastos são plastídeos incolores cuja função mais importante é armazenar substâncias de reserva.
- d) Errada. Cloroplastos são plastídeos com pigmento clorofila responsáveis pela fotossíntese.
- e) Errada. Amiloplastos são um tipo de leucoplasto que armazena amido, principal reserva energética dos vegetais.

Gabarito: B.

4.3 Processos energéticos

O funcionamento correto de todas as estruturas celulares para a manutenção da vida depende de uma série de reações químicas de síntese e degradação de moléculas orgânicas, com intuito final de **gerar, transformar** ou **degradar energia**. Essas reações caracterizam o metabolismo energético da célula.

Algumas vias metabólicas liberam energia, decompondo moléculas complexas em compostos simples, e são chamadas de **vias catabólicas**. As reações que caracterizam essas vias são **exergônicas**, ou seja, reações nas quais os reagentes têm mais energia que os produtos e, durante sua interação, eles a **liberam**. A respiração celular aeróbia e a fermentação são processos exergônicos.



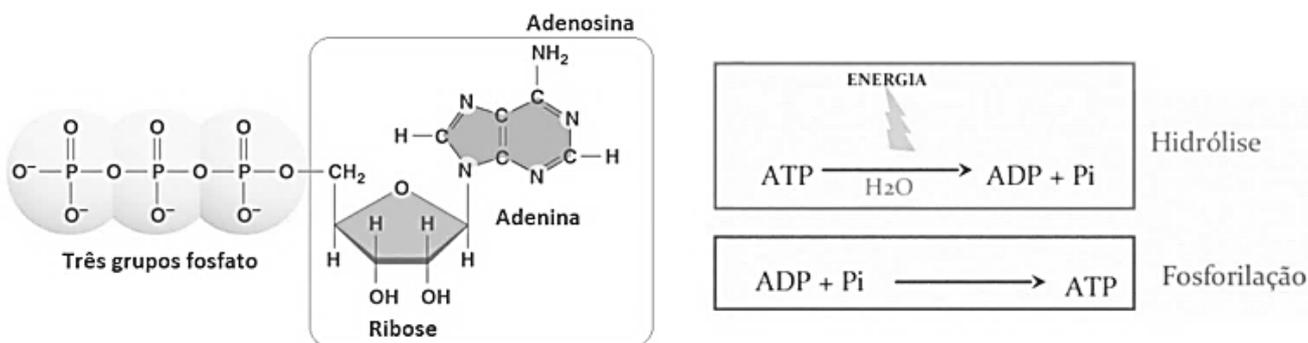
Outras vias metabólicas consomem energia para fabricar moléculas complexas a partir de compostos simples, e são chamadas de rotas anabólicas. Neste caso, as reações que caracterizam essas vias são **endergônicas**, ou seja, para que os reagentes desses processos interajam entre si é necessário **receber energia**. A fotossíntese e a quimiossíntese são processos endergônicos.

Nas células, as reações exergônicas liberam energia de duas formas: como **calor** e como energia direcionada para utilização nas reações endergônicas. Quem direciona essa energia é a molécula de **ATP**, adenosina trifosfato.

ATENÇÃO! O ATP fornece energia para o trabalho celular, acoplado a reações exergônicas com reações endergônicas. As ligações entre os grupos fosfato podem ser rompidas por hidrólise liberando grande quantidade de energia, e são refeitas, consumindo a energia liberada de volta.

O ATP é um nucleotídeo formado por uma molécula de adenina (base nitrogenada), uma molécula de ribose (carboidrato) e três grupos fosfato (representados pela letra P). O conjunto adenina + ribose compõe o nucleosídeo adenosina. A hidrólise do ATP libera uma molécula de fosfato formando um composto denominado de ADP (difosfato de adenosina), reação essa que libera aproximadamente 7,3 Kcal por molécula de ATP hidrolisado. Quando o ATP libera 2 moléculas de fosfato, forma-se o AMP (monofosfato de adenosina).

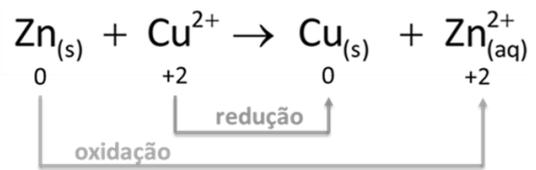
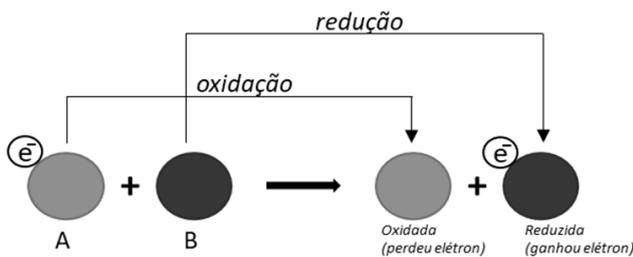
A hidrólise do ATP ocorre com ou sem a disponibilidade de oxigênio, sendo essa uma reação rápida e anaeróbica. Esse processo permite a liberação de energia rápida para uso imediato, o que não ocorreria se o processo em questão fosse dependente do oxigênio.



O ATP é armazenado em pequenas quantidades nas células e essa molécula não pode ser fornecida através do sangue, sendo que sua concentração está confinada a uma ressíntese contínua, que deverá ocorrer no mesmo ritmo com que essa molécula é utilizada.

Um conceito importante que precisamos discutir antes de iniciarmos o estudo dos processos metabólicos da célula é o de **transporte de elétrons e íons hidrogênio**. As reações de síntese e degradação nas células ocorrem a partir da transferência de elétrons de um reagente para outro. Quando o reagente perde elétrons na reação, ele é **oxidado**. Quando ele recebe elétrons, ele é **reduzido**. Essas reações são chamadas reações de oxidação-redução, ou reações do tipo redox.

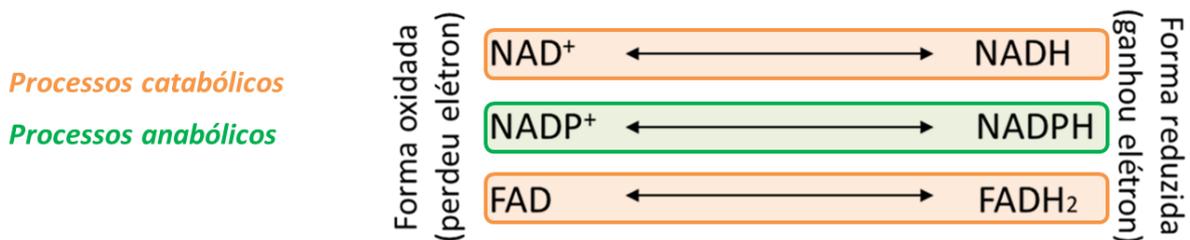




Junto da transferência de elétrons, íons H^+ também são transferidos entre os reagentes. Tanto os íons de hidrogênio quanto os elétrons são transportados por coenzimas especializadas chamadas: NAD^+ , NADP^+ e FAD .

Uma coenzima é uma molécula orgânica que está associada a uma determinada enzima, exercendo função catalítica. No entanto, ela pode se separar de sua enzima para exercer uma função específica, como por exemplo o NAD^+ , NADP^+ e FAD . Estas são coenzimas de enzimas desidrogenases, que estabelecem importante papel no Ciclo de Krebs, como veremos adiante nesta aula. Contudo, em caso de separação, a enzima fica inativa até que a sua coenzima se ligue a ela novamente.

O NAD^+ atua nos processos catabólicos (de degradação das moléculas com liberação de energia, como na respiração e fermentação) e o NADP^+ atua nos processos anabólicos (de síntese de moléculas, como na fotossíntese e quimiossíntese). Já o FAD também atua nos processos catabólicos, porém está restrito a algumas etapas.



4.3.1 Respiração celular aeróbia

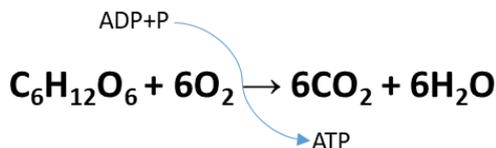
A respiração aeróbia celular (daqui para frente, somente respiração celular) é realizada por muitos procariontes, protistas e fungos e por todas as plantas e animais.

A **respiração celular aeróbia** é um processo que oxida a molécula de glicose, produzindo moléculas de gás carbônico e água como resíduos, além de acumular energia na forma de ATP.

De maneira sucinta, o gás oxigênio absorvido do meio é transportado até o interior das células, onde reage com a glicose (proveniente dos alimentos consumidos pelos animais ou da fotossíntese realizada pelas plantas). Essa reação produz uma molécula de gás carbônico e uma molécula de água, e libera a energia que estava contida na glicose. O gás carbônico é então transportado pelo sangue (nos animais) ou seiva (nas plantas) até sua eliminação.



Parte da energia é usada na formação do ATP, a partir de uma molécula de ADP e uma molécula de fosfato inorgânico (Pi). Após ser formado, o ATP acumula essa energia, que poderá ser usada nas atividades celulares que requerem gasto energético. Dessa forma, a equação química da respiração celular deve levar em conta a produção do ATP:



$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$: glicose

CO_2 : gás carbônico

O_2 : gás oxigênio

H_2O : água

É claro que esta é uma simplificação do processo. Na verdade, a respiração celular constitui-se de três etapas sequenciais: **glicólise**, **ciclo de Krebs** e **cadeia respiratória**. Nos procariontes, a glicólise e o ciclo de Krebs ocorrem no citoplasma, e a cadeia respiratória ocorre na face da membrana plasmática voltada para o citoplasma. Nos eucariontes, a glicólise ocorre no citosol e as demais etapas acontecem na mitocôndria.

Respiração celular nos organismos:	Procariontes	Eucariontes
1ª etapa: Glicólise	Ocorre no citosol	Ocorre no citosol
2ª etapa: Ciclo de Krebs	Ocorre no citosol	Ocorre na mitocôndria
3ª etapa: Cadeia respiratória	Ocorre na membrana plasmática (face citoplasmática)	Ocorre na mitocôndria

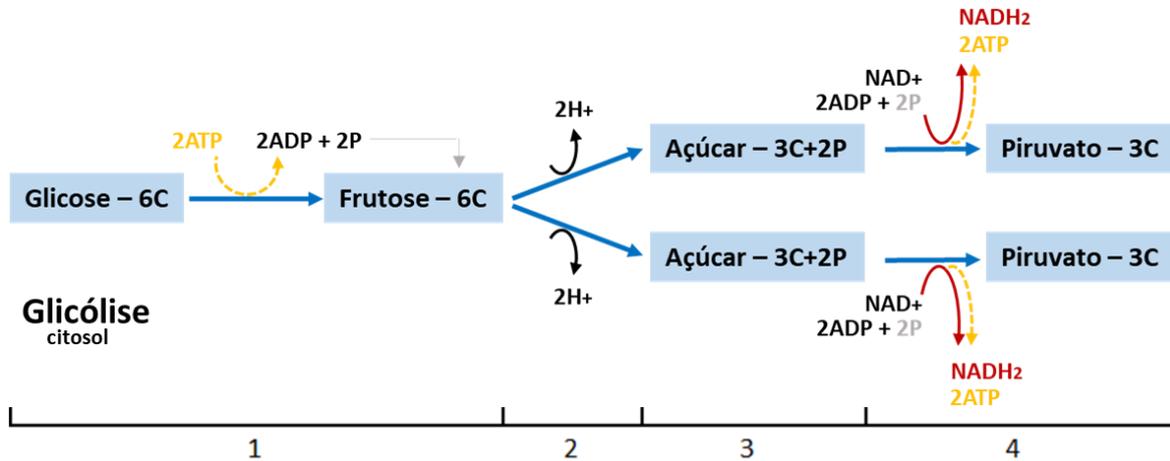
Glicólise

A glicólise (ou via glicolítica) ocorre no **citoplasma** das células e é a única etapa da respiração celular que **não depende de oxigênio** para acontecer. Ela consiste em uma via central de catabolismo (degradação) de carboidratos.

1. De maneira simplificada, a glicose (uma molécula de 6 carbonos) é convertida em frutose (também com 6 carbonos) a partir da adição de dois fosfatos (P), transferidos por duas moléculas de ATP (presentes no citosol).
2. Essa frutose-difosfato possui mais energia e é mais instável que a glicose, portanto, mais fácil de ser degradada em moléculas menores. Ela é, então, desidrogenada (perde 4 átomos de H^+), dando origem a dois açúcares menores de 3 carbonos cada (chamados gliceraldeído-3-fosfato).
3. A seguir, cada um desses açúcares recebe um fosfato inorgânico (P). Mas eles já possuem um radical fosfato em sua composição; assim, cada um deles passa a contar com dois grupos fosfato.
4. Aqueles hidrogênios liberados na etapa 2 são capturados pela coenzima NAD^+ presente no citoplasma e esse processo necessita de energia. Os ADPs (também presentes no citoplasma) incorporam os grupos



fosfato dos açúcares, formando 4 moléculas de ATP e 2 moléculas de piruvato. Essa reação permite que o NAD^+ incorpore os H^+ , transformando-se em NADH_2 .



Esquema simplificado da glicólise. O saldo energético é igual ao número de moléculas de ATP produzidas (4) menos o número de moléculas de ATP consumidas na reação (2). Portanto, a primeira etapa da respiração celular rende 2 moléculas de ATP por molécula de glicose.

O saldo energético da glicólise é de 2 ATP (4 ATP produzidos – 2 ATP gastos inicialmente = 2 ATP de rendimento) e 2 piruvatos. Olha só a ironia: a glicose precisa de ATP para iniciar sua produção de ATP! Esses **2 ATP** utilizados para dar o *start* na glicólise são chamados de **investimento energético**. Assim, a célula investe dois ATP para liberar 4 ATP no final. Além disso, os quatro hidrogênios liberados no citosol são capturados por duas coenzimas NAD^+ , formando duas moléculas de NADH_2 . Resumindo:

Saldo energético da glicólise:	
Produzidos	4 ATP + 2 piruvato + 2 NADH + H^+
Consumidos	- 2 ATP
Saldo positivo	2 ATP + 2 piruvato + 2 NADH + H^+
	<ul style="list-style-type: none"> acetil-CoA → Ciclo de Krebs lactato → Fermentação

As moléculas de piruvato produzidas podem seguir dois caminhos: ou elas são convertidas em acetil-CoA e entram no ciclo de Krebs (continuando a respiração celular), ou são convertidas em lactato (no processo de fermentação). Neste momento, vamos continuar no processo de respiração celular.

Ciclo de Krebs

Na **matriz mitocondrial** (solução aquosa no interior das mitocôndrias), o piruvato resultante da glicólise é convertido em um composto de dois carbonos (acetil), liberando gás carbônico. Este composto reage com

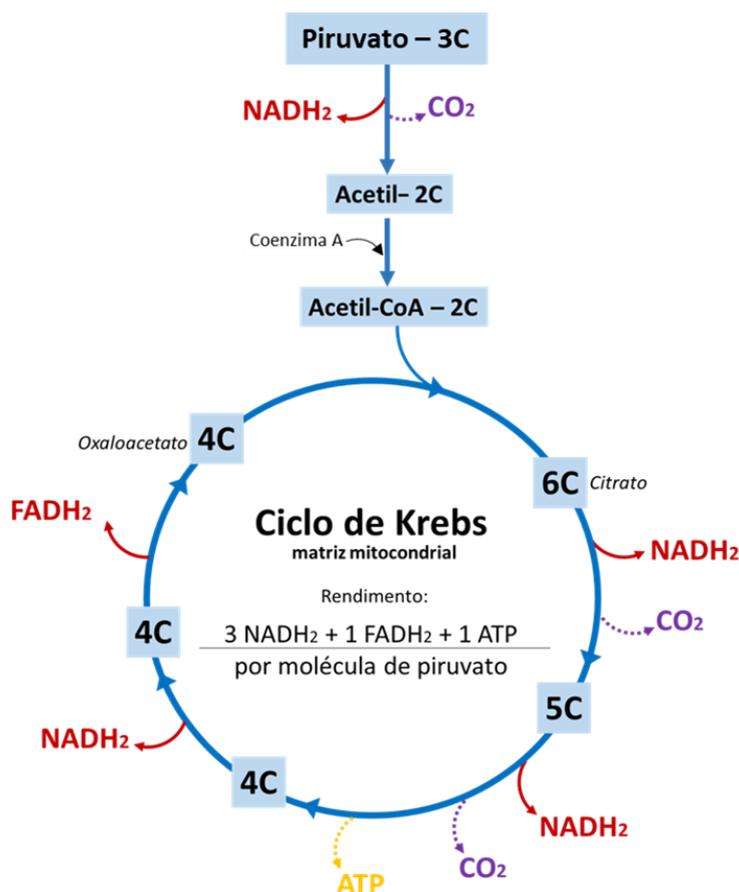


uma substância chamada coenzima A, dando origem a duas moléculas de **acetil-coenzima A** (ou somente **acetil-CoA**). **A acetil-CoA é o reagente que inicia a segunda etapa da respiração celular**, uma série de reações denominadas ciclo de Krebs ou ciclo do ácido cítrico ou ainda ciclo do ácido tricarbóxico.

O ciclo de Krebs inicia-se, portanto, quando a acetil-CoA se combina com um composto já existente na matriz mitocondrial, chamado ácido oxalacético ou oxalacetato. Da reação da acetil-CoA com o oxalacetato origina-se o citrato (ou ácido cítrico). A partir daí, uma série de oito reações de desidrogenação e descarboxilação se sucedem até que uma nova molécula de oxalacetato seja produzida e o ciclo se reinicie.

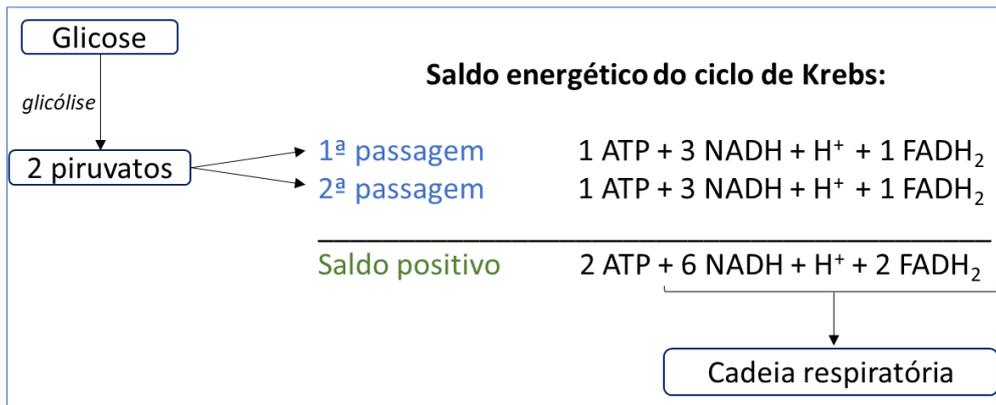
Os hidrogênios liberados nas desidrogenações são capturados pelas coenzimas NAD^+ e FAD , produzindo três moléculas de NADH_2 e uma molécula de FADH_2 . Além disso, cada acetil-CoA rende energia suficiente para a síntese de uma molécula de ATP.

Como o produto da glicólise envolve duas moléculas de piruvato, o processo de respiração celular envolve duas passagens pelo ciclo de Krebs por molécula de glicólise. Dessa forma, na passagem do primeiro piruvato há o rendimento de 1 ATP; na passagem do segundo piruvato, mais 1 ATP é produzido, gerando um saldo de 2 moléculas de ATP, 6 moléculas de NADH_2 e 2 de FADH_2 em todo o ciclo de Krebs.



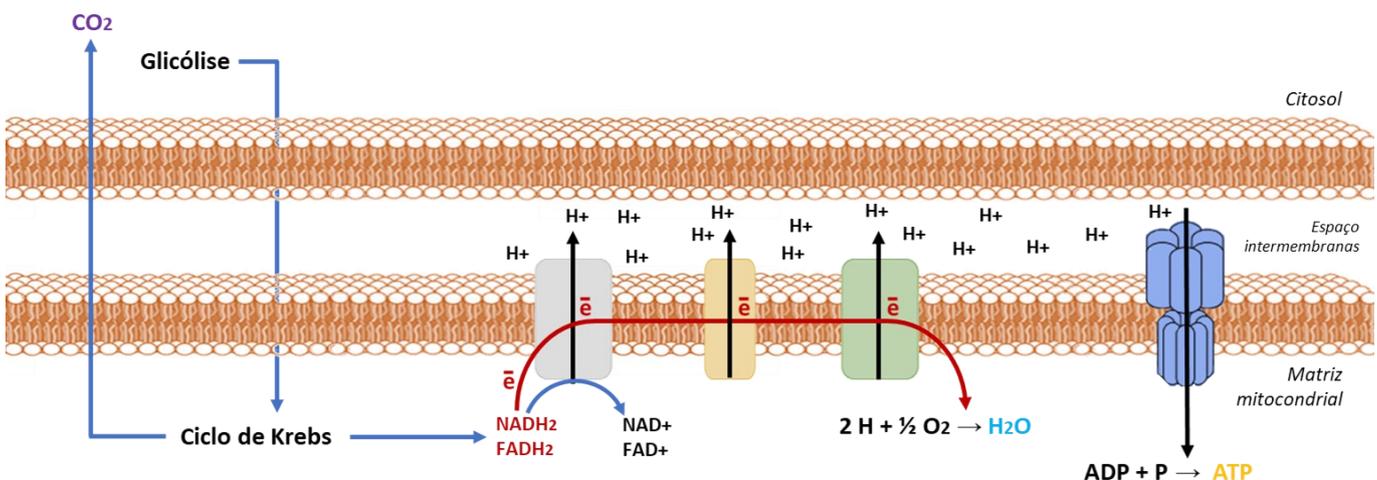
Esquema simplificado do ciclo de Krebs. A acetil-CoA combina-se com o oxalacetato e libera a coenzima A, formando o citrato. Ao longo do ciclo, o citrato perde carbonos na forma de CO_2 e hidrogênios, que são capturados pelo NAD^+ ou FAD . Ao final, forma-se o composto de oxalacetato, que novamente se une a uma acetil-CoA e reinicia o ciclo.





Cadeia respiratória

A última etapa da respiração celular é chamada de cadeia respiratória, ou cadeia transportadora de elétrons, e ocorre nas cristas mitocondriais. As três moléculas de NADH + H⁺ (ou NADH₂) e a molécula de FADH₂, provenientes da primeira passagem do piruvato no ciclo de Krebs, transferem seus elétrons e íons H⁺ para o oxigênio presente na mitocôndria, formando água. Essa transferência envolve uma série de proteínas transportadoras, chamadas de citocromos, que funcionam como bombas de H⁺.



Mitocôndria. A glicose é degradada na glicólise (citosol) e no ciclo de Krebs, gerando moléculas ricas em energias (NADH e FADH₂). Os elétrons dessas moléculas fluem a favor de um gradiente de energia, à medida que passam de um citocromo para o seguinte (a seta azul indica o caminho dos elétrons pelo complexo transportador de elétrons, na crista mitocondrial), até se combinarem com o oxigênio presente na matriz para produzir água. A energia liberada em cada citocromo é aproveitada para bombear H⁺ através da membrana, que depois retorna para a matriz ativamente, através da ATP-sintetase, fornecendo energia para a produção de ATP.

As moléculas de NADH₂ e FADH₂ transferem seus elétrons para os citocromos, gerando íons H⁺ livres que são bombeados da matriz mitocondrial para o espaço intermembranar. O acúmulo de íons H⁺ causa um desequilíbrio entre o espaço intermembranar e a matriz, o que promove o retorno desses íons à matriz através de um complexo de proteínas formadoras de ATP, as ATP-sintetases.



Durante esse retorno à matriz, os íons H^+ fornecem energia para a síntese de ATP. A fosforilação oxidativa é a reação que caracteriza essa síntese: fosfatos inorgânicos (dissolvidos na matriz) ligam-se aos ADPs (também dissolvidos na matriz), a partir da energia dos íons H^+ , produzindo ATP. Além disso, alguns íons H^+ ao invés de serem bombeados para o espaço intermembranas combinam-se com gás oxigênio e formam moléculas de água.

O oxigênio participa diretamente da respiração celular somente nesta etapa de fosforilação oxidativa. Mesmo assim, é fundamental para a ocorrência de todos os outros processos no ciclo de Krebs, pois na sua ausência, alguns organismos realizam fermentação (como veremos no próximo capítulo). Por isso dizemos que o ciclo de Krebs e a cadeia respiratória são etapas aeróbicas da respiração celular, enquanto a glicólise é uma etapa anaeróbica.

A cadeia respiratória finaliza o processo de respiração celular. Abaixo, temos um quadro que resume o balanço energético de cada etapa deste processo.

Para cada molécula de glicose que entra na cadeia respiratória, formam-se 30 ou 32 ATP. Isso porque são necessários 2 NADH para formar 5 ATP e 2 $FADH_2$ para formar 3 ATP na cadeia respiratória. Assim, cada NADH produz 2,5 ATP e cada $FADH_2$ produz 1,5 ATP.

Fontes de energia da respiração celular aeróbia

Os **carboidratos**, fontes rápidas de energia, são degradados por enzimas digestivas até que cheguem ao monossacarídeo glicose. A partir daí eles passam da luz intestinal ao sangue e, então, entram na célula, para que a glicólise aconteça. O excedente é estocado na forma de **glicogênio**. O glicogênio é nossa reserva de energia imediata, sintetizado em um processo denominado **glicogênese**.

Normalmente, possuímos cerca de 100g de glicogênio no fígado e 200g nos músculos esqueléticos, sendo esses 300g suficientes para fornecer energia por aproximadamente 10-15 horas. Contudo, a maior parte da glicose excedente é estocada nas células adiposas como triglicerídeos, em um processo denominado **lipogênese**.

Se as concentrações séricas de glicose caem, ou seja, se a concentração de açúcar no plasma é reduzida, o organismo recorre primeiramente ao glicogênio, quebrando-o em glicose no processo chamado **glicogenólise**. Se ainda assim a glicose não for suficiente para suprir as necessidades energéticas básicas, ele recorre então aos adipócitos. Para utilizar a gordura como fonte de energia, as lipases quebram os triglicerídeos em ácidos graxos e glicerol, no processo de **lipólise**. O glicerol é convertido em gliceraldeído-3-fosfato, um substrato da glicólise, e os **ácidos graxos** podem ser utilizados para a síntese de ATP.

Uma vez que os ácidos graxos sejam transportados até a matriz mitocondrial, eles serão quebrados em duas unidades de carbono por vez, até o fim da cadeia, formando inúmeras moléculas de acetil-CoA. Esse processo denomina-se **beta-oxidação**. Uma vez produzidas, as moléculas integram o ciclo de Krebs e retomam a produção de ATP. Mas se a quantidade de acetil-CoA gerada for superior à capacidade de metabolização no ciclo de Krebs, o excesso dessas moléculas será convertido em **corpos cetônicos**. No sangue, esses corpos cetônicos podem acarretar a condição de acidose metabólica, levando à desidratação, perda de eletrólitos e problemas renais.



Como é possível obter inúmeras moléculas de acetil-CoA a partir de uma longa cadeia de ácido graxo, as gorduras conseguem armazenar em 1 grama o dobro de calorias em relação a mesma quantidade de carboidratos. Em média, 1 grama de carboidrato ou proteína armazenam 4 Kcal, enquanto 1 g de lipídio armazena 8 Kcal.

As proteínas também podem ser substrato para geração de energia. O produto da degradação proteica são os **aminoácidos**, utilizados como fonte para síntese de proteínas nos ribossomos. Mas, em casos de jejum, os aminoácidos podem ser utilizados como fonte para obtenção de ATP. Isso acontece a partir da degradação das proteínas musculares até a formação de aminoácidos livres.

A primeira etapa neste processo é a **desaminação**, a qual remove o grupo amino do aminoácido, gerando amônia e ácidos orgânicos como o acetil-CoA e o ácido pirúvico. Tais ácidos entram para o ciclo de Krebs e iniciam a produção de ATP, enquanto a amônia se associa aos íons hidrogênio formando íons amônio. No fígado, esses íons serão convertidos em ureia para posterior excreção pelos rins.

A desaminação de aminoácidos no fígado para produção de ATP ou síntese de glicose denomina-se **gliconeogênese**.

Questões para memorização

Estratégia Educação/2024 – Prof. Bruna Klassa

A fonte imediata de energia que aciona a síntese de ATP pela ATP-sintetase durante a fosforilação oxidativa é:

- a) a oxidação da glicose e outros componentes orgânicos.
- b) a transferência do fosfato ao ADP.
- c) o fluxo de elétrons pela cadeia de transporte de elétrons.
- d) a redução de NAD^+ e FAD^+ a NADH e FADH_2 , respectivamente.
- e) o gradiente de concentração de H^+ através da membrana que apresenta a ATP-sintetase.

Comentários

A fosforilação oxidativa é formada por dois componentes estreitamente ligados: a cadeia de transporte de elétrons e a quimiosmose. Na cadeia de transporte de elétrons, os elétrons passam de uma molécula para outra, e a energia liberada durante essa transferência é usada para formar um gradiente eletroquímico. Na quimiosmose, a energia armazenada no gradiente é usada para formar ATP.

À medida que os elétrons se movem para níveis de energia mais baixos, os complexos capturam a energia liberada e a utilizam para bombear íons H^+ da matriz para o espaço intermembranar. Este bombeamento forma um gradiente eletroquímico através da membrana mitocondrial interna, onde podem se mover de volta à matriz (a favor de seu gradiente de concentração) somente com auxílio de proteínas de canal que formam túneis hidrofílicos através da membrana: a proteína transmembranar conhecida como ATP sintase.

Assim, a ATP sintase é acionada pelo fluxo de íons H^+ e catalisa a adição de um fosfato ao ADP, capturando a energia do gradiente de prótons na forma de ATP.



Gabarito: E.

Estratégia Educação/2024 – Prof. Bruna Klassa

A respiração celular é um dos processos do metabolismo energético. Nele ocorre a degradação de moléculas orgânicas energéticas, como a glicose, para a produção de energia para as células na forma de ATP. Assinale a alternativa correta.

- a) A respiração celular tem início com a glicólise, etapa em que a glicose é degradada e forma, ao final do processo, duas moléculas de gliceraldeído-3-fosfato.
- b) O gás carbônico liberado na respiração celular é produzido no ciclo de Krebs a partir gás oxigênio e de átomos de carbono provenientes da degradação da glicose.
- c) A maior parte do ATP é produzido na última etapa da respiração celular, que acontece da membrana mitocondrial externa.
- d) O gás oxigênio é utilizado na última etapa da respiração celular e atua como aceptor final de elétrons.

Comentários

A alternativa A está incorreta, pois, ao final da glicólise, são formadas duas moléculas de piruvato (ou ácido pirúvico) a partir da quebra de uma molécula de glicose. O gliceraldeído é um intermediária desse processo. A alternativa B está incorreta, pois, apesar do gás carbônico liberado na respiração ser formado no ciclo de Krebs, ele não é produzido a partir do gás oxigênio. Este só é utilizado na terceira etapa do processo metabólico.

A alternativa C está incorreta, pois a cadeia transportadora de elétrons acontece nas cristas mitocondriais formadas pela membrana mitocondrial interna.

Gabarito: D.

Estratégia Educação/2024 – Prof. Bruna Klassa

A respiração celular é um processo metabólico de obtenção de energia a partir da degradação de moléculas orgânicas na presença de oxigênio. Sobre esse processo, assinale a alternativa correta.

- a) A respiração celular tem início com a glicólise, etapa em que ocorre a formação de acetil-CoA a partir da quebra da molécula de glicose.
- b) A glicólise, etapa anaeróbica que ocorre no citosol, é exclusiva de processos anaeróbicos.
- c) É no ciclo de Krebs que ocorre a produção do gás carbônico liberado na respiração.
- d) A maior parte do ATP é produzido na cadeia respiratória, segunda etapa da respiração celular.
- e) É na cadeia respiratória que o oxigênio é consumido, produzindo o gás carbônico liberado no processo.

Comentários

A alternativa A está incorreta, pois a acetil-CoA é formada na segunda etapa. A glicólise forma duas moléculas de piruvato.

A alternativa B está incorreta, pois a glicólise, além de ocorrer na fermentação, que é um processo anaeróbico, ocorre na respiração, que é aeróbica.

A alternativa D está incorreta, pois a cadeia respiratória é a terceira etapa da respiração.

A alternativa E está incorreta, pois o gás carbônico é produzido no ciclo de Krebs.

Gabarito: C.



4.3.2 Fermentação

Como vimos, a glicólise consiste em uma sequência de reações enzimáticas na qual uma molécula de glicose (6C) é convertida em duas moléculas de piruvato (3C), com a produção de ATP e NADH. **Quando o oxigênio não está presente, a glicólise é a fonte principal de energia para as células.** Mas para que a produção de energia continue ocorrendo na via glicolítica, é necessário que o NADH produzido seja reoxidado pelas vias de fermentação, para que possa reiniciar esta via metabólica. Assim, após a produção do piruvato na glicólise e na ausência de oxigênio, duas são as possibilidades: as moléculas de piruvato são convertidas em lactato ou etanol, dependendo do organismo.

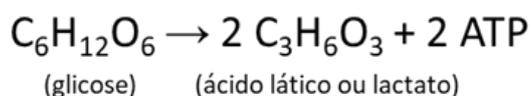
Como nessas conversões não há produção de ATP, o salto energético dos processos de fermentação é de apenas os **2 ATP produzidos na glicólise**, muito menor que na respiração celular. A fermentação, portanto, é um processo anaeróbico de síntese de ATP que não envolve a cadeia respiratória e tem como **aceptor final de hidrogênios um composto orgânico**. Ela ocorre no citosol da célula e é realizada por seres anaeróbicos, mas também pode ser uma alternativa de energia para os organismos aeróbicos em situações nas quais o gás oxigênio está ausente ou em níveis reduzidos (hipóxia).

A fermentação é uma via bastante difundida, mas não é a única maneira de conseguir energia de combustíveis anaerobicamente (na ausência de oxigênio). Alguns sistemas vivos, ao contrário, usam uma molécula inorgânica diferente do O₂, tais como o sulfato, como aceptor final da cadeia transportadora de elétrons. Esse processo, chamado respiração celular anaeróbica, é realizado por algumas bactérias e arqueobactérias.

Fermentação láctica

Na fermentação láctica, **o piruvato é transformado em lactato** (ou ácido láctico). Os NADH formados na glicólise são reoxidados, perdendo elétron para o piruvato e restaurando o NAD⁺. É essa perda de elétrons que fornece energia para a transformação do piruvato em lactato.

Assim, a equação simplificada da fermentação láctica pode ser representada da seguinte maneira:



Algumas bactérias, protozoários e fungos realizam a fermentação láctica sendo as bactérias do gênero *Lactobacillus* as mais comuns, utilizadas na fabricação de coalhadas, iogurtes e queijos. Mas o exemplo mais comum que temos são as nossas células musculares.

A atividade física demanda alto consumo de energia e a respiração celular é quem produz toda a energia necessária para sua realização. Contudo, quando prolongamos demais o tempo do exercício ou quando ele é muito intenso, o oxigênio disponível nas células pode ser insuficiente para a respiração celular e, com isso, as células degradam anaerobicamente a glicose em ácido láctico. Esse processo gera um acúmulo de ácido láctico nas células musculares, que é transportado através da corrente sanguínea para o fígado, para ser



convertido novamente em piruvato e processado normalmente nas reações restantes da respiração celular. Esse processo denomina-se **ciclo de Cori**.

Fermentação alcoólica

Na fermentação alcoólica, o piruvato produzido na glicólise sofre uma descarboxilação (perde uma molécula de CO₂) e forma um composto com dois carbonos chamado **acetaldeído**. As duas moléculas de NADH formadas na glicólise são reoxidadas, perdendo elétrons e restaurando dois NAD⁺, e o acetaldeído, sofre redução (recebe os elétrons do NADH) pela enzima *álcool desidrogenase*, originando o **etanol** (ou álcool etílico).

A equação simplificada da fermentação alcoólica pode ser representada como:



A fermentação alcoólica ocorre em algumas bactérias e leveduras, entre elas a *Saccharomyces cerevisiae*, amplamente utilizada na produção de bebidas alcoólicas e na panificação. Neste último caso, durante o cozimento o álcool se volatiliza e o CO₂ produzido fica armazenado no interior da massa, fazendo-a crescer.

Fermentação acética

A fermentação acética corresponde à transformação do álcool em ácido acético por determinadas bactérias, conferindo o gosto característico de vinagre. Nesse processo, primeiro acontece a fermentação alcoólica e, então, o etanol é transformado por bactérias da família Pseudomonaceae, como a *Acetobacter* ou *Gluconobacter*. Esses organismos **oxidam** esse álcool e, como resultado, percebemos o ácido acético (C₂H₄O₂). Essas bactérias acéticas necessitam do oxigênio do ar para realizarem a acetificação. Por isso multiplicam-se mais na parte superior do vinho que está sendo transformado em vinagre, formando um véu conhecido como "mãe do vinagre". Esse véu pode ser mais ou menos espesso de acordo com o tipo de bactéria.

Assim, deve haver oxigênio para que ela ocorra, não se enquadrando na definição de processo anaeróbico, como as demais fermentações.

Questões para memorização

Estratégia Educação/2024 - Profª Bruna Klassa

Bactérias, como as do gênero *Lactobacillus*, são muito empregadas na fabricação de coalhadas, queijos e iogurtes. Elas promovem a transformação dos açúcares do leite em ácido láctico, que, por ter pH ácido, provoca a precipitação das proteínas do leite, formando o coalho. Sobre o processo que permite a formação do ácido láctico, é correto afirmar que:

a) é realizado apenas por organismos anaeróbios.



- b) ocorre em organelas chamadas de mitocôndrias.
- c) os piruvatos formados na primeira etapa podem ser transformados em etanol ou lactato, ambas moléculas de três carbonos.
- d) são produzidas duas moléculas de ATP e duas de NADH na primeira etapa do processo, chamada de glicólise.

Comentários

A alternativa correta é a letra D. Na fermentação, tanto láctica quanto alcoólica, são produzidos 2 ATP e 2 NADH na glicólise, primeira etapa do processo.

A alternativa A está incorreta, pois organismos aeróbicos, como seres humanos, podem realizar fermentação láctica. É o que ocorre nos músculos esqueléticos em atividades físicas intensas, quando o suprimento de oxigênio não atende à demanda.

A alternativa B está incorreta, pois a fermentação ocorre no citosol, tanto nos organismos procariontes quanto nos eucariontes.

A alternativa C está incorreta, pois o exercício pede sobre o que é correto afirmar sobre o processo de fermentação láctica (que produz ácido láctico ou lactato). Além disso, mesmo que pudéssemos considerar a fermentação alcoólica, o etanol não é uma molécula de três carbonos, mas de dois.

Gabarito: D.

Estratégia Educação/2024 - Profª Bruna Klassa

Microrganismos como bactérias são conhecidos por causarem doenças, mas grande parte deles são importantes para diversos processos, inclusive industriais. Uma aplicação diz respeito ao uso de certas bactérias na fabricação de laticínios, pois

- a) produzem etanol e lactato por meio da fermentação alcoólica, um processo anaeróbico com rendimento energético de 2 ATP.
- b) produzem lactato por meio da fermentação láctica, um processo anaeróbico com rendimento energético de 2 ATP.
- c) produzem lactato e gás carbônico por meio da fermentação láctica, um processo anaeróbico com rendimento energético de 2 ATP.
- d) produzem lactato por meio da fermentação láctica, um processo anaeróbico com rendimento energético de 4 ATP.
- e) produzem lactato por meio da fermentação láctica, um processo aeróbico com rendimento energético de 2 ATP.

Comentários

A alternativa correta é a letra B.

A alternativa A está incorreta, pois o lactato é produzido na fermentação láctica e o etanol, na alcoólica.

A alternativa C está incorreta, pois a fermentação láctica não forma gás carbônico, apenas a alcoólica.

A alternativa D está incorreta, pois o rendimento da fermentação é de 2 ATP.

E a alternativa E está incorreta, pois a fermentação é um processo anaeróbico.

Gabarito: B.



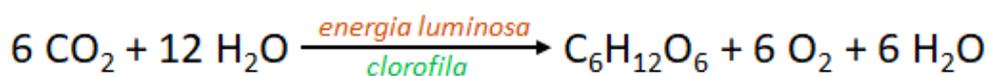
4.3.3 Fotossíntese

Até aqui, vimos dois processos metabólicos que produzem energia através da degradação de moléculas orgânicas precursoras, isto é, dois **processos catabólicos**. A partir de agora veremos o principal processo de produção de energia através da **síntese de moléculas orgânicas**, ou seja, o principal **processo anabólico** de produção de ATP: a fotossíntese.

Fotossíntese, em linhas gerais, é a conversão que os organismos fotossintetizantes fazem da energia luminosa em energia química, a partir da assimilação de gás carbônico.

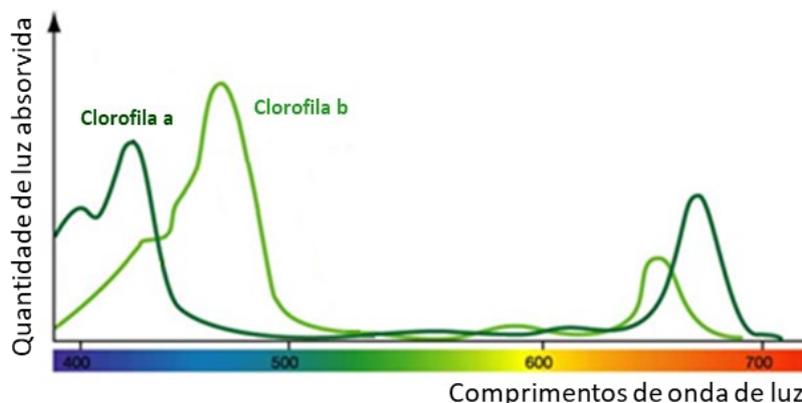
Dizemos que esses organismos fotossintetizantes são **autótrofos**, isto é, **produzem seu próprio alimento**, ao contrário dos heterótrofos que não o produzem. A fotossíntese é realizada por organismos clorofilados (que possuem clorofila) como as plantas, algas e as bactérias fotossintetizantes (cianobactérias).

A fórmula geral da fotossíntese é representada da seguinte maneira:



Nas plantas terrestres, a **água é obtida do solo**, através da absorção das raízes, e transportada até as folhas pelos vasos condutores. Já o **gás carbônico é obtido do ar atmosférico** e penetra nas folhas através de estruturas chamadas de estômatos, por difusão. Uma vez no interior da folha, o gás carbônico chega até os **cloroplastos**, onde ocorre a fotossíntese.

A **luz** é o componente fundamental, mas ela só pode ser utilizada graças aos pigmentos fotossintetizantes que conseguem capturar sua energia. Para ocorrer a fotossíntese, é necessária a presença de **clorofila**, um pigmento verde. A radiação solar (luz branca) é composta de vários comprimentos de onda que se decompõem em diferentes cores. Os pigmentos das plantas têm a característica de absorver apenas alguns comprimentos de luz refletindo os demais. A clorofila fica armazenada dentro dos **cloroplastos**, a organela onde toda a conversão de energia acontece. Quando a luz solar incide sobre a folha, o pigmento **reflete a luz verde e absorve as demais, sendo as luzes azul e vermelha absorvidas com maior eficiência**.

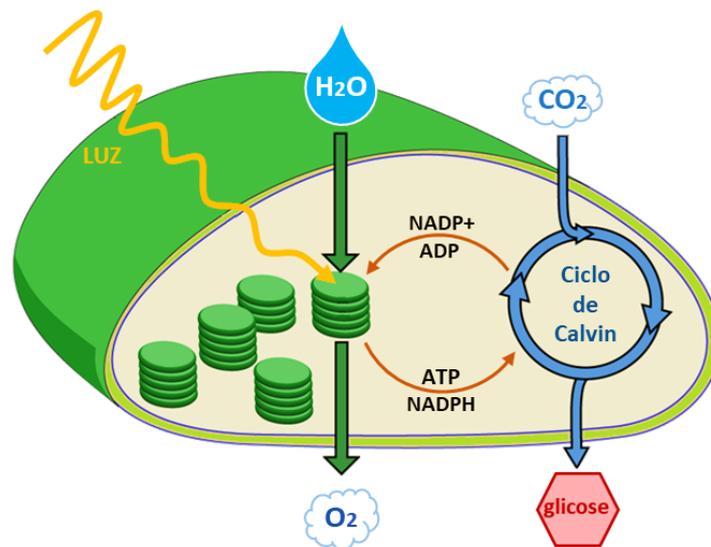


Espectros de luz absorvidos pela clorofila. A clorofila é o pigmento fotossintetizante capaz de absorver a energia luminosa e transformá-la em energia potencial química, que fica armazenada nas moléculas orgânicas produzidas.

Os pigmentos fotossintetizantes ficam nos **tilacoides dos cloroplastos**, organizados em conjuntos chamados **complexo antena**. O nome vem da função que eles exercem: captar energia luminosa.

Fase fotoquímica ou clara: 1ª etapa

As reações da etapa fotoquímica são chamadas **reações de claro** e acontecem nos **tilacoides** do cloroplasto. Esta etapa se inicia com a transferência da energia luminosa para a molécula de clorofila. A energia luminosa energiza os elétrons da clorofila, transferindo-os para moléculas da coenzima NADP^+ ali presentes, reduzindo-a a NADPH . Simultaneamente ocorre a **fotólise da água**. Essa reação libera gás oxigênio (O_2), átomos de hidrogênio (H^+) e elétrons (e^-). Todo esse processo químico é chamado de **fotofosforilação**, porque a energia utilizada na síntese de ATP (fosforilação) é proveniente da luz (foto).



Fase química ou escura: 2ª etapa

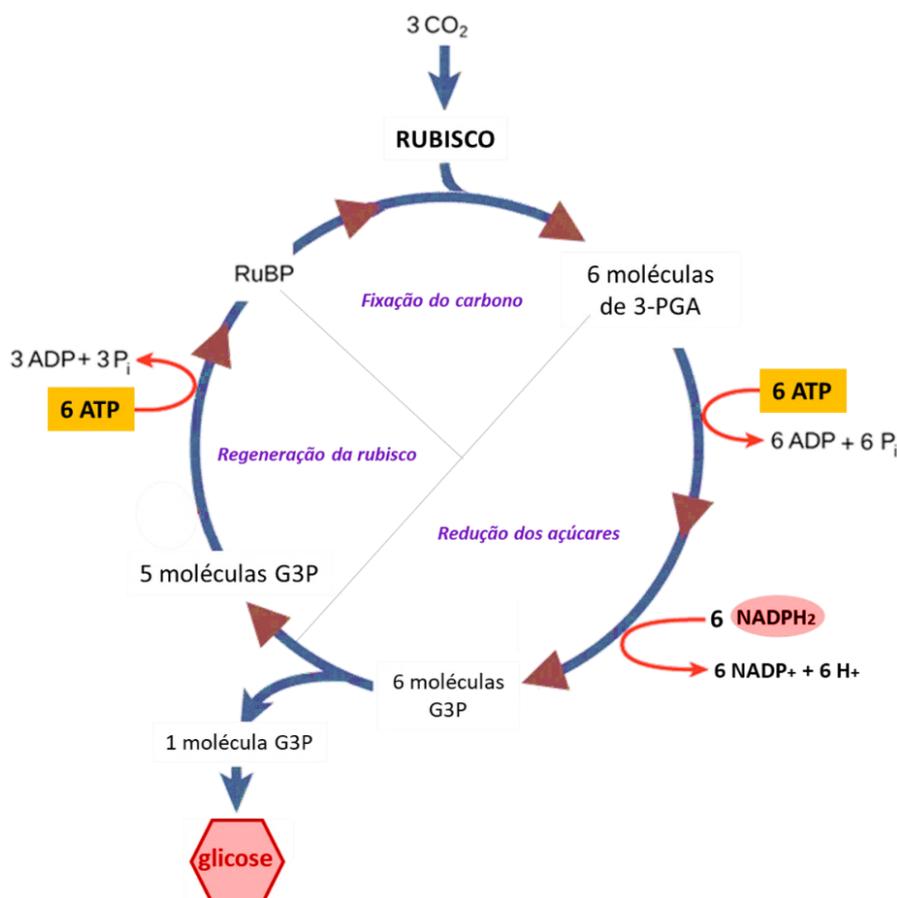
As reações da etapa química são chamadas **reações de escuro** e acontecem no **estroma** do cloroplasto. Elas levam esse nome porque **podem ser realizadas independentemente da presença de luz**. Esta etapa é bem mais lenta que a primeira e é nela que o gás carbônico é transformado em glicose. O CO_2 proveniente do ar atmosférico é reduzido pela coenzima NADPH_2 formada na etapa fotoquímica, que volta a ser NADP^+ . Ao se reduzir, **o CO_2 é fixado na planta**, ou seja, seu carbono passa a integrar o vegetal na forma de açúcar. Essa fixação demanda o ATP produzido na etapa clara.

Para que essa conversão do CO_2 em açúcar aconteça, são necessárias várias reações complexas que compõem o **ciclo de Calvin**, também conhecido como ciclo de Calvin-Benson ou ciclo das pentoses. As reações do ciclo de Calvin podem ser divididas em três etapas principais: **fixação** do carbono, **redução** de açúcares e **regeneração** da molécula inicial.

O ciclo começa com a **fixação do carbono** através da reação de uma molécula de CO_2 atmosférico (cuja entrada na planta se dá pelos poros foliares conhecidos como estômatos) com um açúcar de cinco carbonos chamado *ribulose 1,5-bifosfato (RuBP)*. Esta reação é catalisada pela enzima **rubisco** e origina duas moléculas de três carbonos (2 moléculas de *fosfoglicerato*, conhecidas como **PGA**).



Em seguida, moléculas de ATP e NADPH originadas da etapa fotoquímica são reduzidas e, em contato com as moléculas de PGA, convertem-nas em duas moléculas de gliceraldeído-3-fosfato (**G3P**). Uma das moléculas de G3P é usada para gerar a **glicose**, enquanto a outra finaliza o ciclo, restaurando a RuBP e a enzima rubisco.



Qual a importância da fotossíntese?

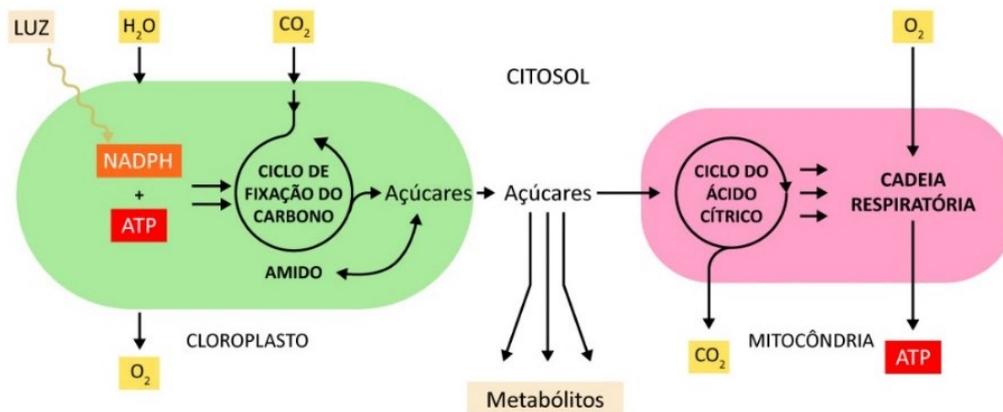
A importância da fotossíntese está no fato de que ela utiliza substâncias inorgânicas simples e pouco energéticas como matéria prima, como o CO_2 , e produz moléculas mais complexas e de alto valor energético, como a glicose e gás oxigênio. A glicose funciona como fonte de energia e precursor dos demais componentes orgânicos dos seres autótrofos. Como estes são a base das cadeias alimentares, sendo chamados de produtores, eles acabam fornecendo energia para os seres heterótrofos também, que deles se alimentam.

Já em relação ao oxigênio, além de ser utilizado na respiração dos organismos fotossintetizantes, praticamente todo o O_2 existente na atmosfera em concentração adequada à vida é resultante da fotossíntese. Além disso, grande fração dos recursos energéticos do planeta, produzidos tanto no presente (biomassa) como em tempos remotos (combustível fóssil), é resultante da atividade fotossintética.



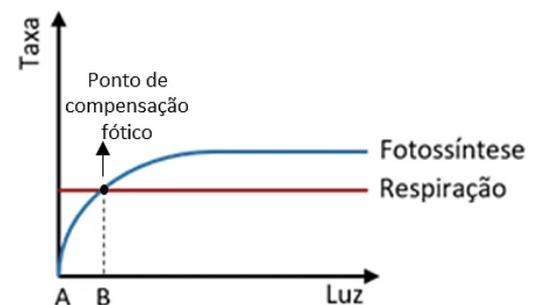
Relação respiração x Fotossíntese

As plantas, assim como os animais, respiram o tempo todo: de noite e de dia, mas só realizam fotossíntese na presença de luz. Todos os seres vivos precisam da energia vinda da respiração celular para sobreviver. Dessa forma, por meio da fotossíntese a planta produz seu alimento, e na respiração celular utiliza-o para obter energia.



O **ponto de compensação luminoso** corresponde à taxa de luz em que a atividade fotossintetizante é igual à atividade respiratória.

Isso significa que, nesse ponto, a planta consome na respiração uma quantidade de O_2 equivalente à produzida na fotossíntese, ou consome na fotossíntese uma quantidade de CO_2 equivalente à liberada pela respiração. Caso uma planta permaneça indefinidamente no ponto de compensação ou abaixo dele, a planta não sobreviverá. Nessas circunstâncias, ela não disporá de alimentos para garantir a manutenção de sua atividade nos momentos em que somente respira (ausência de luz): a planta, portanto, irá definhando até a morte.

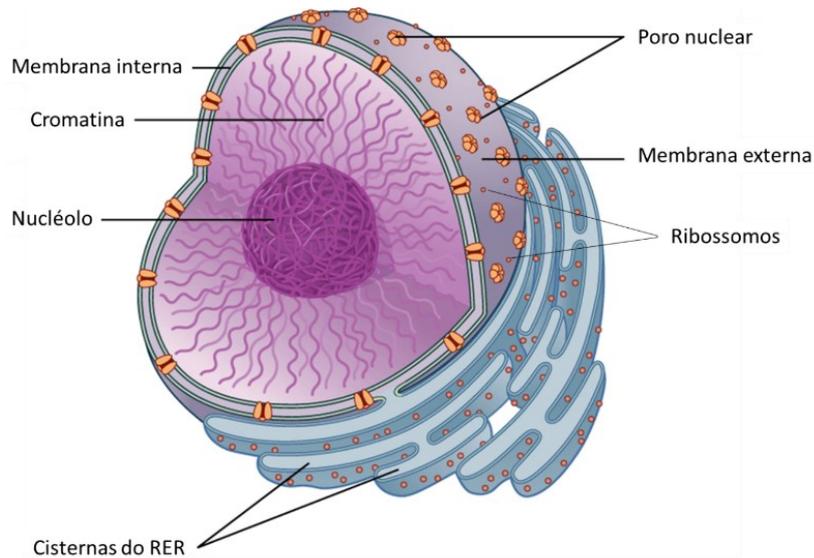


5. NÚCLEO

O núcleo de cada célula do nosso corpo contém aproximadamente 1,8 metros de DNA no total, embora cada cadeia tenha menos de um milionésimo de centímetro de espessura. Esse DNA apresenta-se associado a proteínas e organizado em longos filamentos que lembram um novelo de lã, ao qual chamamos de **cromatina**. Por conter a informação genética, **o núcleo é a região que controla as atividades metabólicas da célula**.

A estrutura nuclear varia dependendo se a célula se encontra ou não em divisão. Assim, quando ela não está se dividindo, dizemos que ela está em **intérfase**. O núcleo interfásico geralmente apresenta forma arredondada e não costuma variar entre as espécies. Ele tem um **envoltório nuclear**, um **nucleoplasma**, o **nucléolo** e a **cromatina**.





Envoltório nuclear

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**.

Nucléolo

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 RNAr se associa a proteínas simples para formar as subunidades do ribossomo e migra para o citoplasma, através dos poros nucleares, onde podem se unir para formar os ribossomos. Após a migração do RNAr, o nucléolo sintetiza novas moléculas para substituí-los, e, eventualmente, essas moléculas se unem para formando novos nucléolos. Isto acontece especialmente durante o ciclo de divisão celular. Uma célula, portanto, pode ter um ou mais nucléolos por núcleo.

ATENÇÃO! Os **procariontes não têm núcleo nem nucléolo** e constroem seus ribossomos no citosol.

Nucleoplasma

Assim como entre a membrana plasmática da célula e o núcleo existe a região do citoplasma, constituída pelo citosol, entre a membrana nuclear e o nucléolo, também há uma região chamada de nucleoplasma. O nucleoplasma é constituído por uma solução aquosa na qual diversas substâncias (íons, proteínas, enzimas e moléculas de ATP) estão dissolvidas, muito semelhante ao citosol. Nele estão suspensos o nucléolo e a cromatina.

DNA



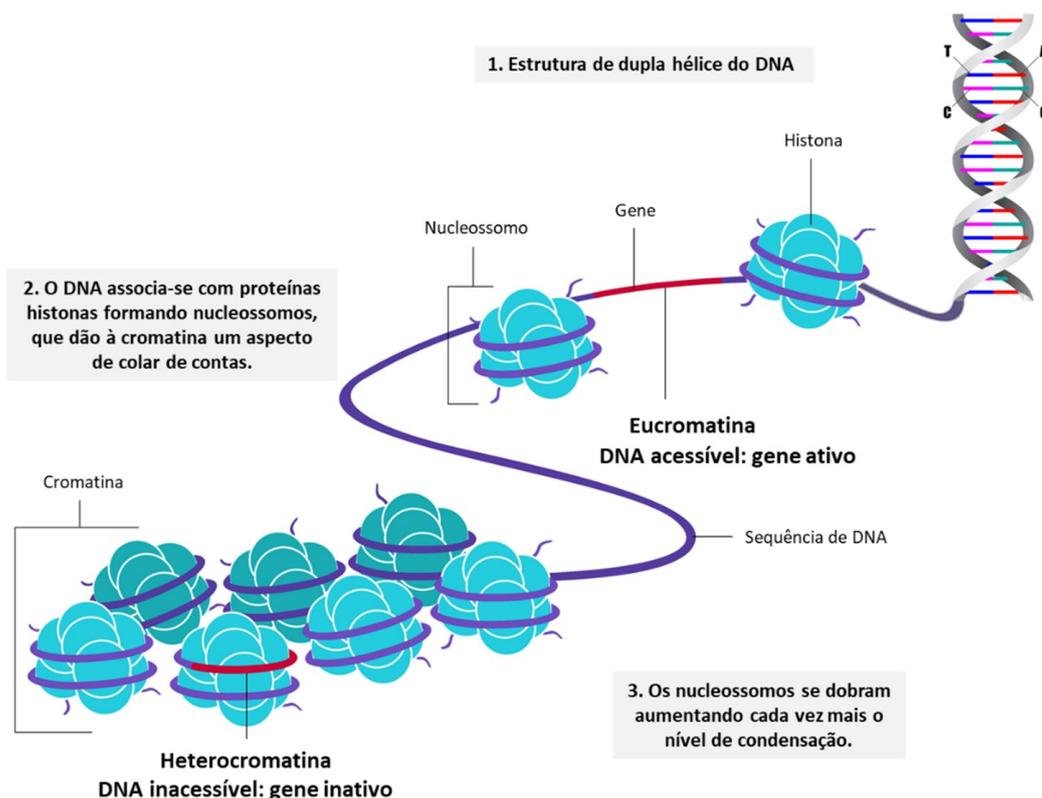
O DNA é o principal componente dos cromossomos e onde se localizam os **genes** (a informação genética propriamente dita). Nos eucariontes, ele se apresenta em **estruturas lineares** (fitas), sendo constituído por duas cadeias de polinucleotídeos que são complementares.

Conformações do DNA: Cromatina

Quando a célula está em fase de crescimento ou manutenção de seu ciclo de vida, as várias moléculas de DNA assemelham-se a um monte de fios frouxamente emaranhados (o tal novelo de lã). Nesta forma, o DNA fica acessível às enzimas, permitindo que a informação genética seja utilizada (expressa). Essa conformação é chamada **cromatina**.

Cromatina é que a molécula de DNA descompactada e associada às proteínas chamadas histonas.

Essas proteínas fornecem suporte estrutural e desempenham um papel no controle das atividades dos genes (isto é, na determinação de quais genes estão ativos ou inativos). O DNA, ao longo de seu comprimento, envolve várias histonas formando uma estrutura parecida com um colar de contas, em que cada unidade de histona envolvida por DNA é chamada de **nucleossomo**.

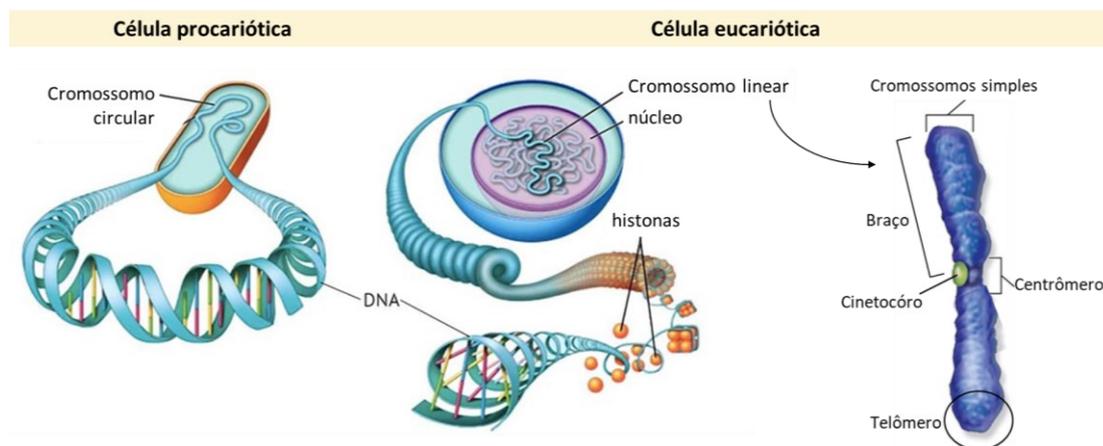


Uma quantidade enorme de cromatina apresenta-se no interior do nucleoplasma, formando regiões mais distendidas e outras mais condensadas. As regiões mais distendidas denominam-se **euromatina**; já as mais condensadas denominam-se **heterocromatina**. É na euromatina que ficam os **genes ativos**. O DNA e as histonas na heterocromatina possuem modificações específicas de **silenciamento**, ou seja, estão tão



compactados que acabam por reprimir a transcrição nessas regiões (veremos mais adiante no curso o que é transcrição!).

Quando a célula inicia sua divisão celular (mitose e meiose), a cromatina passa por um **processo de condensação**, tornando-se cada vez **mais curta** e **mais visível**. Este processo envolve uma sucessão de dobramentos da molécula de DNA sobre si mesma, que vai se tornando mais espessa, até dar, finalmente, origem a um **cromossomo**.



Conformações do DNA: Cromossomo

Vimos que os cromossomos são formados por proteínas histonas e DNA em estado de extrema compactação. De modo geral, o cromossomo possui algumas regiões de estrangulamento em seu comprimento chamadas de **constrições cromossômicas**. Essas constrições correspondem às regiões de heterocromatina (onde ficam os genes inativos).

Costumamos ver os cromossomos representados como um **X**. Na verdade, essa representação nos mostra que o cromossomo está duplicado, ou seja, que existem duas cópias desse cromossomo na célula. A **constrição primária** (a mais central) é o **centrômero**, e é nele que se inserem as fibras do fuso (estudamos tais fibras na aula 01!), especificamente em um complexo proteico chamado **cinetócoro**. As regiões não afuniladas são chamadas de **braços** do cromossomo. As **constrições secundárias** do cromossomo dão origem a outra região extremamente importante do cromossomo, os **telômeros**.

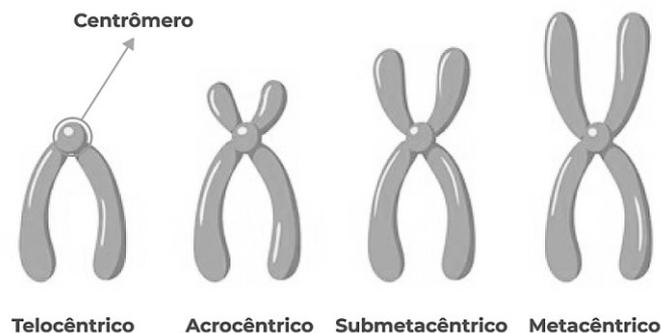
O **telômero** está relacionado ao **envelhecimento celular** da seguinte maneira: a cada divisão celular que a célula sofre, parte do telômero perde alguns nucleotídeos e, com isso, diminui de tamanho. Mas a célula repara essa perda através da atuação da enzima telomerase, que repõe os nucleotídeos perdidos e restaura o tamanho do cromossomo. Contudo, nas células em processo de envelhecimento (senescência), a ação da telomerase é alterada (ou inibida), de modo que os cromossomos não recuperam mais seu tamanho original após as divisões celulares, tornando-se cada vez mais curtos. Quando atingem seu tamanho mínimo, as células morrem.

Um outro tipo de constrição secundária está presente somente em alguns cromossomos e é chamada de constrição nucleolar ou **zona SAT**. Ela está associada à formação do nucléolo ao final da divisão celular,

durante a telófase e contém múltiplas cópias repetidas dos genes ribossômicos para a transcrição do RNA necessário pelos ribossomos.

Segundo a posição do centrômero no cromossomo, este pode ser classificado de quatro maneiras:

- **Telocêntricos:** localizados no final da extremidade do braço.
- **Acrocêntricos:** localizados quase no final da extremidade do braço. Quando o centrômero é acrocêntrico, um braço é muito maior que o outro.
- **Submetacêntricos:** próximo a uma das extremidades. Quando o centrômero é submetacêntrico, um braço é ligeiramente maior que o outro.
- **Metacêntricos:** localizados na região média. Quando o centrômero é metacêntrico, os braços superior e inferior apresentam tamanhos iguais.



Vamos agora entender o que é o nosso **genoma**? Sabemos que:

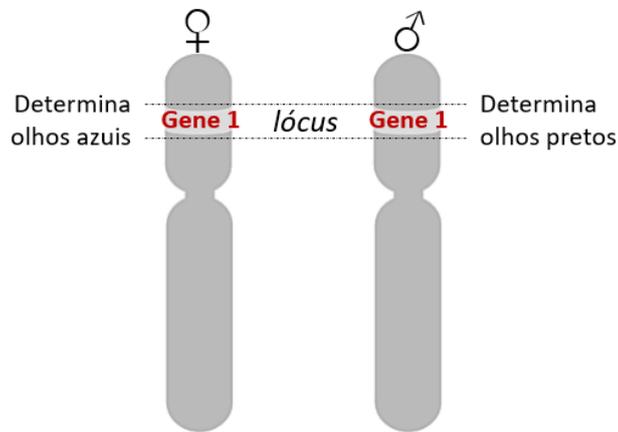
- DNA é o material genético e hereditário, formado por duas fitas de nucleotídeos (A, C, T, G).
- Genes são as unidades fundamentais da informação biológica, segmentos de DNA informativos.
- Cromossomos são pacotes organizados e compactados de DNA, que carregam genes.

Os cromossomos podem ser classificados em **autossômicos** ou **sexuais**. Os cromossomos autossômicos contêm genes ligados a maior parte das características do organismo. Estão presentes **aos pares nas células somáticas** (aquelas que formam o corpo do indivíduo) de animais e vegetais. Isso acontece porque somos organismos **diploides**, que recebem duas cópias de um mesmo cromossomo: uma cópia materna e outra paterna. Por isso dizemos que as células somáticas possuem um conjunto diploide ($2n$) de cromossomos, pois apresentam duas cópias de cada gene. Já os cromossomos sexuais são os cromossomos que possuem genes relacionados a características ligadas ao sexo. Na espécie humana, os cromossomos sexuais são o **X** e o **Y**, sendo que as células somáticas humanas apresentam dois deles: **XX no sexo feminino e XY no sexo masculino**.

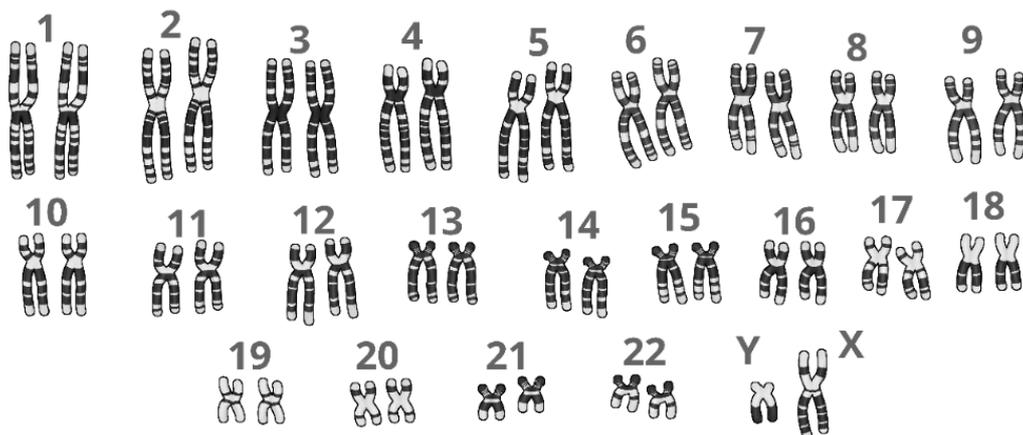
O genoma humano consiste em 23 pares de cromossomos. Representamos esse número de cromossomos como **$2n=46$** . Lê-se da seguinte maneira: a espécie humana possui 46 cromossomos, organizados aos pares; logo, existem 23 cromossomos maternos e 23 cromossomos paternos.

Cada cromossomo materno e paterno é chamado de **cromossomo homólogo**. Isso significa que esses dois cromossomos não são iguais, mas possuem **genes relacionados com as mesmas características**. Por exemplo, no cromossomo número 5 de origem materna existe um gene em uma determinada posição que

determina a cor dos olhos (*gene 1*). Esse mesmo *gene 1* ocorre na mesma posição do cromossomo número 5 de origem paterna. Ou seja, o *gene 1* possui uma posição fixa! Essa posição é chamada **lócus**. As variantes do gene 1 determinam cor de olhos azul no cromossomo materno e cor de olhos castanha no cromossomo paterno. As variantes de um gene para uma mesma característica são chamadas **alelos** e os cromossomos 5 materno e paterno são **cromossomos homólogos**.



O conjunto de informações referentes ao número, à forma, ao tamanho e às características dos cromossomos presentes nas células de uma espécie chama-se **cariótipo**, sendo que cada espécie possui um padrão único de cariótipo. O cariótipo humano, como dissemos, apresenta 23 pares de cromossomos homólogos. O 23º par difere em relação ao gênero: se o cariótipo representar uma mulher, os cromossomos sexuais serão XX; caso represente um homem, os cromossomos sexuais serão XY. Agora, observe que apesar de possuímos 46 cromossomos, sabemos que toda a informação genética é duplicada, porque os cromossomos organizam-se em pares. Então, se tivermos 300 genes (claro que é muito mais que isso!), podemos dizer que haverá em cada célula somática (constituidora do corpo humano) duas variações para cada um deles (uma de cada pai), totalizando, de fato 600 genes.

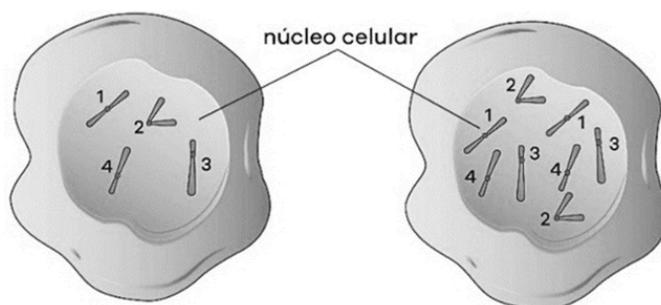


Por isso, quando vamos nos referir ao conjunto de DNA de uma célula, podemos desprezar metade dos cromossomos – eles apresentarão apenas variações dos genes. Assim, definimos que **genoma é o conjunto haploide de DNA presente em uma célula**.



Genoma

Células que possuem pares de homólogos, ou seja, que possuem dois cromossomos para cada gene, são chamadas diploides e representadas por $2n$. É o caso das células somáticas (que constituem o nosso corpo). Mas há algumas células que possuem apenas um cromossomo para cada gene, por exemplo as células sexuais (gametas). Tanto o óvulo quanto o espermatozoide possuem apenas 23 cromossomos e são chamados de células haploides, representados por n . Já o zigoto, formado na fecundação do óvulo pelo espermatozoide, é diploide ($2n$). Assim, cada gameta haploide possui um único genoma. Já as células diploides possuem dois genomas cada, o de origem materna e o de origem paterna. Observe as células abaixo.



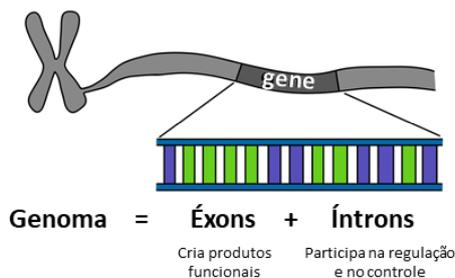
A célula à esquerda é uma célula haploide, com $n=4$ cromossomos. A célula à direita é uma célula diploide, $2n=8$ cromossomos. Dizer que o número $2n$ de uma espécie é igual a 8 significa dizer que em cada célula diploide dessa espécie, existem 8 cromossomos distribuídos aos pares. Isto é, em cada célula diploide dessa espécie, existem 4 pares de cromossomos homólogos. Do mesmo modo, quando se diz que o número haploide de uma espécie é igual a 4 ($n = 4$), significa que em cada célula haploide dessa espécie existem 4 cromossomos.

Projeto Genoma Humano

O projeto genoma foi iniciado em 1990, liderado pelo Departamento de Energia e pelo Instituto Nacional de Saúde dos Estados Unidos, com a missão de sequenciar e de mapear os genes das células humanas, bem como depositar as informações obtidas em um banco de dados mundial. Ao todo, foram sequenciados em torno de 25.000 genes, que constituem pouco mais de 10% do material genético total humano.

Os 90% de material genético restantes são regiões aparentemente não codificantes, com função ainda não conhecida ou com possíveis funções estruturais e/ou regulatórias. Essas porções são conhecidas como **DNA não-codificante ou íntrons**. Os íntrons são inicialmente transcritos em RNA no núcleo, mas não estão presentes no RNAm final no citoplasma, não sendo representada no produto proteico final. **As regiões codificantes são chamadas éxons**.





Questões para memorização

Estratégia Educação - 2024 - Profª Bruna Klassa

Correlacione a coluna da esquerda com a coluna da direita e assinale a alternativa correta.

- | | |
|----------------------|---|
| I. Cromossomo | <input type="checkbox"/> Região inativa da cromatina |
| II. Cromatina | <input type="checkbox"/> Material genético com menor nível de empacotamento |
| III. Heterocromatina | <input type="checkbox"/> Conjunto cromossômico da espécie |
| IV. Eucromatina | <input type="checkbox"/> Material genético com maior nível de empacotamento |
| V. Cariótipo | <input type="checkbox"/> Região ativa da cromatina |

- a) IV, I, V, II, III.
b) IV, II, I, V, III.
c) IV, II, V, I, III.
d) III, I, V, II, IV.
e) III, II, V, I, IV.

Comentários

A região inativa da cromatina é chamada de heterocromatina (III).
Ao material genético com menor nível de empacotamento damos o nome de cromatina (II).
Ao conjunto cromossômico de uma espécie damos o nome de cariótipo (V).
Ao material genético com maior nível de empacotamento damos o nome de cromossomo (I).
A região ativa da cromatina recebe o nome de eucromatina (IV).
Portanto, a alternativa correta é a letra E.

Gabarito: E.

Estratégia Educação - 2024 - Profª Bruna Klassa

Podemos caracterizar um cromossomo como

- a) uma molécula de DNA com informação genética para codificação de algumas proteínas.
b) um conjunto de moléculas de DNA com informação genética para codificação de algumas proteínas.
c) um conjunto de moléculas de DNA com a informação genética de todo um indivíduo.
d) um conjunto de moléculas de DNA com a informação genética da espécie.
e) um segmento de molécula de DNA com informação para a codificação de uma proteína.



Comentários

Um cromossomo é uma estrutura composta por uma molécula de DNA extremamente condensada, associada à proteína, que contém genes arranjados em sequência e é visível ao microscópio durante a divisão celular. A alternativa A está certa.

Gabarito: A.

Estratégia Educação - 2024 - Profª Bruna Klassa

Se um pedaço de ácido nucleico apresentar 1500 pares de bases, das quais 1200 são guaninas, espera-se que haja, no transcrito primário,

- a) 300 uracilas.
- b) 600 adeninas.
- c) 150 uracilas.
- d) 750 adeninas.

Comentários

A alternativa A está certa. Se houver 1500 pares de bases, então haverá 3000 bases. Dessas, 1200 são guaninas, logo 1200 serão citosinas. Restarão 600 bases distribuídas igualmente entre timinas e adeninas. Na transcrição, as timinas serão substituídas por uracilas.

Gabarito: A.

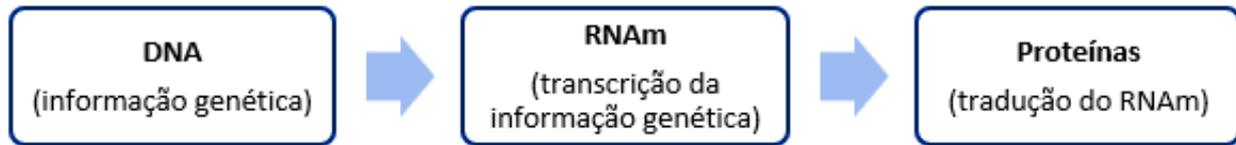
6. ATIVIDADES NUCLEARES

Os **genes no DNA codificam moléculas de proteínas** que realizam todas as funções necessárias à vida. Elas metabolizam nutrientes, sintetizam novos constituintes celulares, produzem cópias de DNA durante a divisão celular, entre outras funções importantes. Mas, para sintetizá-las, o ribossomo necessita **interpretar a informação genética** contida nos genes do DNA.

No sentido mais simples, **expressar um gene significa fabricar sua proteína correspondente**, e esse processo tem dois passos principais. No primeiro passo, a informação no DNA é transferida para uma molécula de RNA mensageiro (RNAm) por meio de um processo chamado **transcrição gênica**. No segundo passo, o RNAm é lido de acordo com o código genético e traduzido em aminoácidos que vão montar uma proteína específica, em um processo chamado **tradução gênica**.

Esse fluxo de informação é conhecido como o **dogma central da biologia molecular**. Assim, expressão gênica é o nome dado ao processo pelo qual a informação contida nos genes gera em um primeiro momento as moléculas de RNA (na etapa de transcrição gênica) e depois as proteínas (na etapa de tradução gênica).



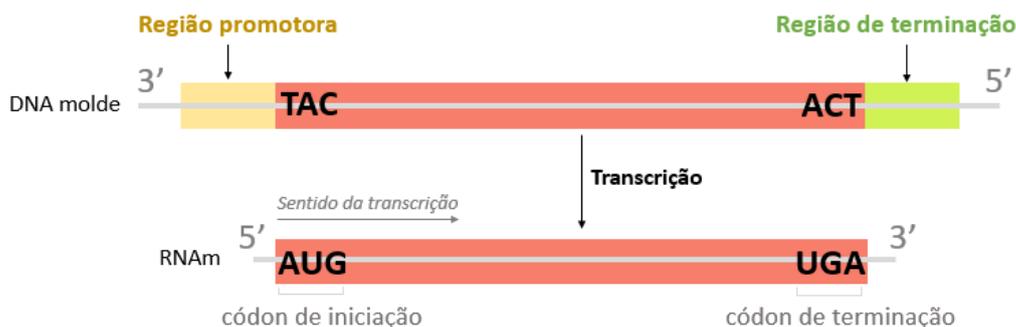


6.1 Transcrição

Transcrever é organizar uma informação de uma nova maneira, é reescrever uma informação.

Em Biologia, **transcrição é o processo de cópia da sequência do DNA de um gene para um alfabeto semelhante do RNA**. Todo RNA é produzido a partir de uma molécula de DNA. A diferença entre eles, como vimos, está no fato de o RNA utilizar nucleotídeos que contêm uma ribose no lugar da desoxirribose presente no DNA.

A transcrição de um gene ocorre **dentro do núcleo** e em três estágios: **iniciação**, **alongamento** e **término**.



Na **iniciação**, ocorre a separação das duas cadeias de DNA no trecho onde está inserido o gene que será transcrito. Quem faz isso é a enzima **RNA polimerase**. Ela se liga a uma sequência de DNA chamada **promotor**, encontrada próximo ao início de um gene, e separa as fitas de DNA rompendo as ligações de hidrogênio entre as bases nitrogenadas. Uma das fitas de DNA é usada como **molde para a produção do RNA**, enquanto a outra fita permanece inativada. Cada gene (ou grupo de genes co-transcritos, nas bactérias) tem seu próprio promotor.

O segundo estágio é o **alongamento**. A RNA polimerase orienta a inserção de ribonucleotídeos (nucleotídeos que possuem a ribose no lugar da desoxirribose) complementares à fita molde de DNA, movendo-se sobre ela na direção 5'→3'. Conforme a enzima lê a fita molde, base por base, vai construindo uma molécula de RNA que carrega exatamente a mesma informação que o filamento não molde (codificador) de DNA, exceto pela presença da base uracila (U) em vez de timina (T).

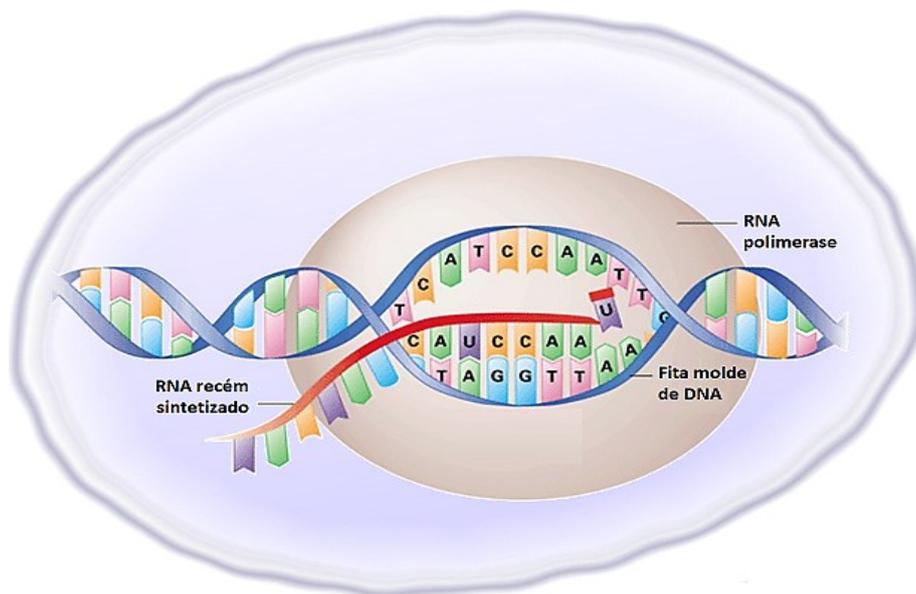
Lembre-se que o emparelhamento dos ribonucleotídeos à cadeia molde ocorre respeitando a complementariedade das bases nitrogenadas: a base uracila se emparelha à adenina da cadeia molde (**U=A**), a adenina se emparelha à timina (**A=T**), a citosina se emparelha à guanina (**C≡G**) e a guanina se emparelha às



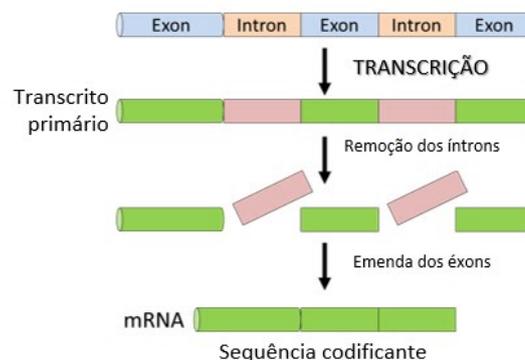
citosina ($G \equiv C$). Então, suponha que a seguinte sequência gênica esteja presente na cadeia modelo do DNA: ATCGGCATGCCTATTACG. A transcrição ficaria da seguinte maneira:



O alongamento da fita continua até que a RNA polimerase encontre um sinal de **término**, ou seja, uma sequência de nucleotídeos que promove o seu desligamento da RNA polimerase, chamada **finalizador**. O RNA recém-sintetizado é chamado de **transcrito primário** ou **pré-RNAm**.



Após a liberação da fita de pré-RNAm, ocorre um processo conhecido como **processamento** ou **splicing**. Como já comentamos, nos genes humanos existem grandes sequências nucleotídicas não-codificantes, os íntrons. Após o término da transcrição, os íntrons devem ser removidos do pré-RNAm, já que eles não têm informações relevantes para serem expressas. Chamamos de RNAm a fita de RNA já madura, somente com os éxons.



O *splicing*, portanto, é o processo que remove os íntrons e emenda os éxons depois da transcrição, e é exclusivo das células eucarióticas. Para que o *splicing* ocorra, o pré-RNA_m deve ter suas extremidades modificadas pela adição de um quepe 5' (no começo) e uma cauda poli A 3' (no final). Essas modificações aumentam a estabilidade do RNA_m para remoção dos íntrons. Caso eles não sejam removidos e acabem traduzidos juntamente com os éxons, a proteína sintetizada será “sem nexo”.

Genoma

Nas bactérias, o transcrito pode servir diretamente como um RNA mensageiro ou RNA_m, porque bactérias não possuem regiões de íntrons. A localização da transcrição também é diferente entre procariontes e eucariontes. Enquanto a transcrição eucariótica acontece no núcleo, onde o DNA é guardado, a transcrição procariótica (e a síntese proteica como um todo) ocorre no citoplasma.

Essa excisão (remoção) dos íntrons do pré-RNA_m é um evento muito importante e requer uma extrema precisão das moléculas envolvidas no processo. A análise das sequências de milhares de genes dos eucariotos permitiu a definição de íntrons comuns a várias espécies: a maioria deles começa com uma sequência “GU” e termina com “AG”, recebendo, por essa razão, o nome consenso. O próximo passo é a tradução dessa molécula de RNA_m.

6.2 Código genético

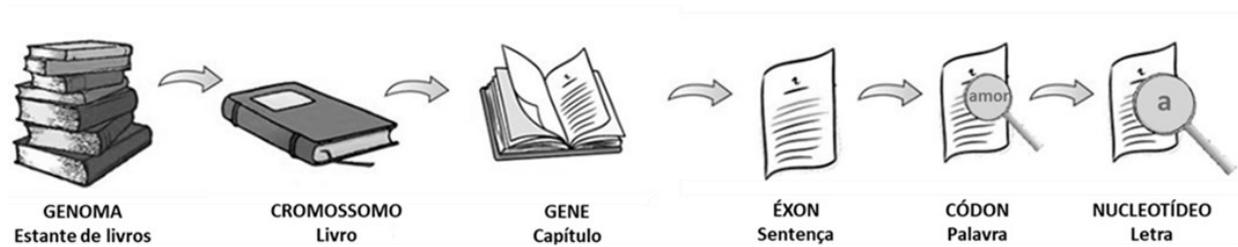
A linguagem da vida baseia-se em um sistema de codificação bioquímica em que cada três bases nitrogenadas correspondem a um aminoácido. Pense da seguinte maneira: o nosso genoma funciona como uma estante cheia de livros sobre diversos assuntos. Cada livro dessa estante corresponde a um cromossomo, e cada capítulo de livro corresponde a um gene.

Agora, pense que em um capítulo inteiro de um livro, nem tudo o que está escrito ali é relevante para o desfecho da história. Muitos parágrafos funcionam apenas como uma contextualização para os personagens. Assim, as sentenças que são importantes para o desfecho da história correspondem aos nossos éxons, isto é, às sequências gênicas que contêm informação para a síntese proteica.

Dentro destas sentenças, cada palavra corresponde a um códon (um conjunto de três bases nitrogenadas) e cada letra corresponde a uma base nitrogenada (que especifica um nucleotídeo). A linguagem da vida baseia-se nesses códons.

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





Quando a fita molde de DNA é transcrita em RNAm, **cada trinca de bases no RNAm constitui um códon, e cada códon determina um aminoácido**. No nosso exemplo, os códons são:



Existem 64 códons possíveis a partir do arranjo das quatro bases nitrogenadas (A, U, C, G). Os códons são dados pelo arranjo entre as posições da primeira, segunda e terceira base nitrogenada no RNAm.

$$A(n, p) = n^p, \text{ sendo } n \text{ o número de bases nitrogenadas e } p \text{ o número de bases em cada códon.}$$
$$A(4, 3) = n^p = 4^3 = 64$$

Portanto, o RNAm é usado como um modelo para montar – **ordenadamente** – a cadeia de aminoácidos que formam uma proteína. Mas vimos na primeira aula do curso que existem apenas 20 aminoácidos na natureza. Como temos 64 arranjos de bases e apenas 20 aminoácidos, devemos entender que **cada aminoácido pode ser codificado por mais de um códon**. Além disso, os códons são lidos sempre no sentido 5'→3', conforme aparecem no RNAm. Observe a tabela de códons abaixo.



		Segunda base do códon				
		U	C	A	G	
Primeira base do códon	U	UUU Fenilalanina	UCU Serina	UAU Tirosina	UGU Cisteína	U
		UUC Fenilalanina	UCC Serina	UAC Tirosina	UGC Cisteína	C
		UUA Leucina	UCA Serina	UAA stop códon	UGA stop códon	A
		UUG Leucina	UCG Serina	UAG stop códon	UGG Triptofano	G
	C	CUU Leucina	CCU Prolina	CAU Histidina	CGU Arginina	U
		CUC Leucina	CCC Prolina	CAC Histidina	CGC Arginina	C
		CUA Leucina	CCA Prolina	CAA Glutamina	CGA Arginina	A
		CUG Leucina	CCG Prolina	CAG Glutamina	CGG Arginina	G
	A	AUU Isoleucina	ACU Treonina	AAU Asparagina	AGU Serina	U
		AUC Isoleucina	ACC Treonina	AAC Asparagina	AGC Serina	C
		AUA Isoleucina	ACA Treonina	AAA Lisina	AGA Arginina	A
		AUG Metionina	ACG Treonina	AAG Lisina	AGG Arginina	G
	G	GUU Valina	GCU Alanina	GAU Ácido aspártico	GGU Glicina	U
		GUC Valina	GCC Alanina	GAC Ácido aspártico	GGC Glicina	C
		GUA Valina	GCA Alanina	GAA Ácido glutâmico	GGA Glicina	A
		GUG Valina	GCG Alanina	GAG Ácido glutâmico	GGG Glicina	G

Características do código genético

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

Nem todos os códons da tabela são codificantes. Você deve ter reparado que três deles possuem a legenda **PARADA**. Estes três códons são usados como ponto final da tradução, indicando que a proteína termina quando um deles aparece no RNAm. São eles: UAA, UAG e UGA. Além desses códons de parada, o códon do aminoácido **metionina (AUG)**, destacado em azul na tabela) funciona como **códon de iniciação**, sinalizando a região a partir da qual a transcrição deve iniciar.

Bom, agora que já sabemos ler o RNAm, vamos conhecer toda a maquinaria que realiza a tradução dessa informação.

6.3 Tradução

Nos procaríotos, transcrição e tradução ocorrem no citoplasma. Nos eucaríotos, as moléculas de RNAm deixam o núcleo e viajam para o **citoplasma**, onde os ribossomos estão localizados. Um ribossomo, como já



sabemos, é composto de duas subunidades, que diferem entre procariotos e eucariotos em tamanho e composição.

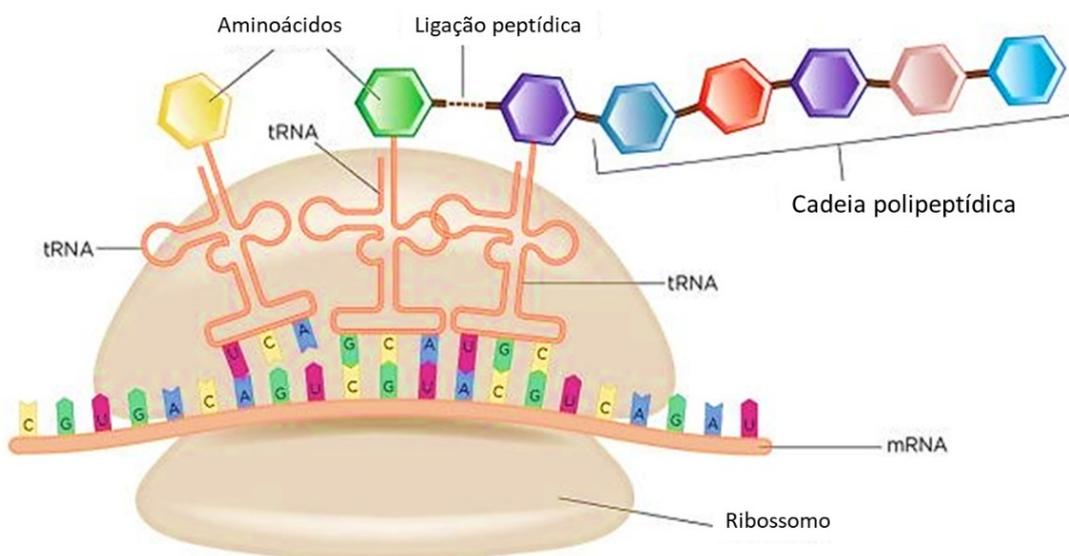
As subunidades ribossômicas contêm **proteínas**, **RNA_t** e **RNA_r**. O RNA_t localiza-se no acoplado à subunidade menor. Ele possui uma extremidade que pode ler o códon no RNA_m por complementariedade de bases (**anticódon**) e outra extremidade na qual se liga o aminoácido correspondente. Já o RNA_r catalisa a ligação de cada novo aminoácido à cadeia polipeptídica crescente.

Cada subunidade existe separadamente no citoplasma. O processo de síntese de proteínas é comparável a uma linha de montagem, na qual o ribossomo vai deslizando sobre o RNA_m e os aminoácidos são trazidos pelo RNA_t e vão sendo encaixados em seus respectivos lugares, de acordo com a sequência de bases do RNA_m.

A tradução se inicia quando o **RNA_t** carregando a **metionina** liga seu **anticódon** ao códon de iniciação **AUG** no RNA_m. Quando as bases se emparelham, a subunidade maior se liga à menor, envolvendo o RNA_m, e a metionina é liberada. Ela se torna o primeiro aminoácido da cadeia polipeptídica em crescimento. A partir daí, o ribossomo se move ao longo do RNA_m na direção 5'→3', em um processo chamado **translocação**, que requer energia.

O RNA_t, livre do aminoácido metionina, deixa o complexo para buscar os próximos aminoácidos que serão incorporados. Assim, como uma esteira, o ribossomo percorre o RNA_m e os RNA_t entram e saem nesse complexo, depositando as moléculas de aminoácidos. Este processo é repetido até que todos os códons no RNA_m tenham sido lidos pelo RNA_t, e os aminoácidos por ele carregado tenham sido incorporados à cadeia polipeptídica em ordem apropriada.

Esse ciclo finaliza quando um dos três códons de parada aparece no RNA_m. Como o RNA_t não reconhece nenhum desses códons, ele não busca o aminoácido correspondente e o processo termina. O complexo se desfaz com a separação das subunidades do ribossomo. Neste ponto, a tradução termina e a cadeia polipeptídica (proteína) é liberada do RNA_m e do ribossomo.



Comparando a tradução eucariótica e procariótica

O processo de tradução é muito semelhante entre os procariotos e eucariotos e o código genético é geralmente idêntico. Nos eucariotos, no entanto, os RNAm estão sujeitos a modificações e devem sair do núcleo para serem traduzidos. Essas múltiplas etapas oferecem oportunidades adicionais para regular os níveis de produção de proteína e, assim, ajustar a expressão gênica, que acaba sendo mais complexa.

Agora que vimos a estrutura e atividade do núcleo durante a **intérfase**, o período entre duas divisões celulares sucessivas, sabemos que as células apresentam **intensa atividade metabólica**, especialmente **intensa síntese proteica**.

Questões para memorização

Estratégia Educação/2024 | Prof^a. Bruna Klassa

Um dos dogmas da biologia celular e molecular é a expressão gênica, isto é, o processo pelo qual a informação contida em um gene gera, em um primeiro momento, uma molécula de RNAm e, depois, uma proteína. No entanto, é possível que um único gene forme mais de um RNAm e, dessa forma, dê origem a mais de uma proteína, como ilustrado abaixo.

Fonte: National Human Genome Research Institute (domínio público).

A alternativa que apresenta o nome do processo que permite a produção de diferentes proteínas a partir do mesmo gene e o local onde ele ocorre é

- a) Transcrição gênica, no núcleo celular.
- b) Splicing alternativo, no núcleo celular.
- c) Tradução gênica, no citoplasma.
- d) Splicing, no núcleo celular.
- e) Duplicação gênica, no citoplasma.

Comentários

O processo que permite a formação de diferentes proteínas a partir de um mesmo gene é chamado de splicing alternativo, no qual o pré-RNA formado na transcrição é processado e seus éxons são unidos de várias maneiras diferentes. O splicing é um fenômeno que acontece no interior do núcleo celular.

Gabarito: B.

Estratégia Educação/2024 | Prof^a. Bruna Klassa

Uma sequência de RNAm apresenta 150 códons. Sabendo-se que o 10º codon é o codon de iniciação e que o 145º codon é o codon de terminação, o número de aminoácidos codificados na proteína resultante desta sequência é



- a) 135 aminoácidos.
- b) 145 aminoácidos.
- c) 150 aminoácidos.
- d) 405 aminoácidos.
- e) 435 aminoácidos.

Comentários

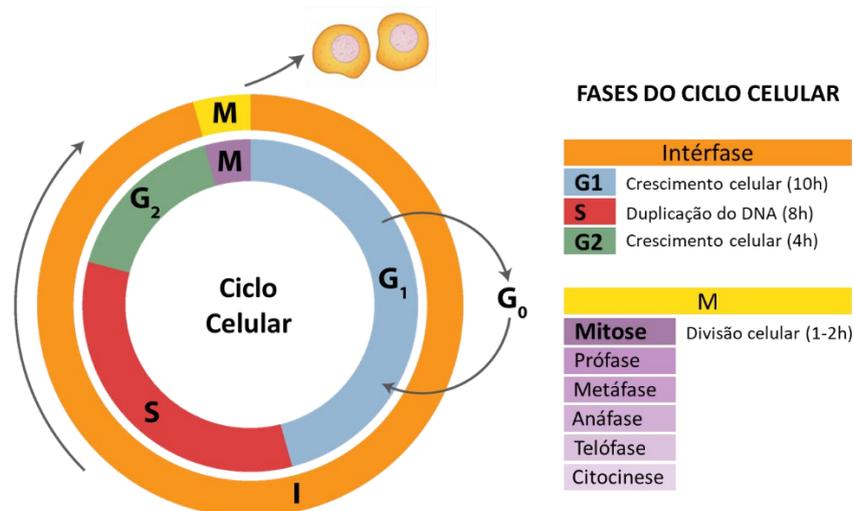
Temos que o 10º códon consiste no códon de iniciação, AUG, que codifica o aminoácido metionina. Sendo assim, desconsideramos os códons de 1 a 9. O 145º códon é um códon de terminação e não codifica aminoácido algum, portanto, consideraremos apenas até o 144º códon. Logo, podemos pensar que existem $144 - 9 = 135$ códons. Como cada códon determina um aminoácido, temos 135 aminoácidos na proteína sintetizada.

Gabarito: A.

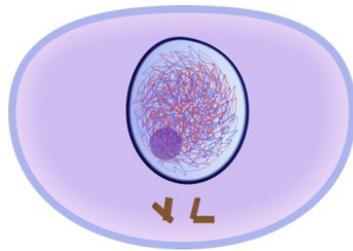
7. DIVISÃO CELULAR

A maior parte do tempo a célula se encontra em **intérfase**, realizando intensa síntese proteica. Nesse período, a célula se encontra em crescimento. Lembre-se do que falamos na primeira aula do curso: organismos multicelulares crescem em número de células, até que possam se reproduzir; já os organismos procariontes ou eucariontes unicelulares crescem apenas em tamanho, já que suas divisões correspondem à própria reprodução.

A **intérfase** é apenas uma das fases que compõem o que chamamos de **ciclo celular**, isto é, o tempo de vida de uma célula desde a sua formação, pela divisão da célula parental, até a sua própria divisão em duas novas células. Nesse processo de divisão celular, **a célula parental copia todo o seu genoma para que cada cópia do DNA seja cedida para cada uma das células-filhas**. Isso acontece por meio do processo de duplicação do DNA. Assim, uma célula alterna seu período de crescimento (**Intérfase**) com a sua fase de divisão celular (**fase M – mitótica**). Veja abaixo um esquema do ciclo celular:



Durante a intérfase, a célula apresenta algumas características que já estudamos e que serão importantes para diferenciá-las do período de divisão. São elas:

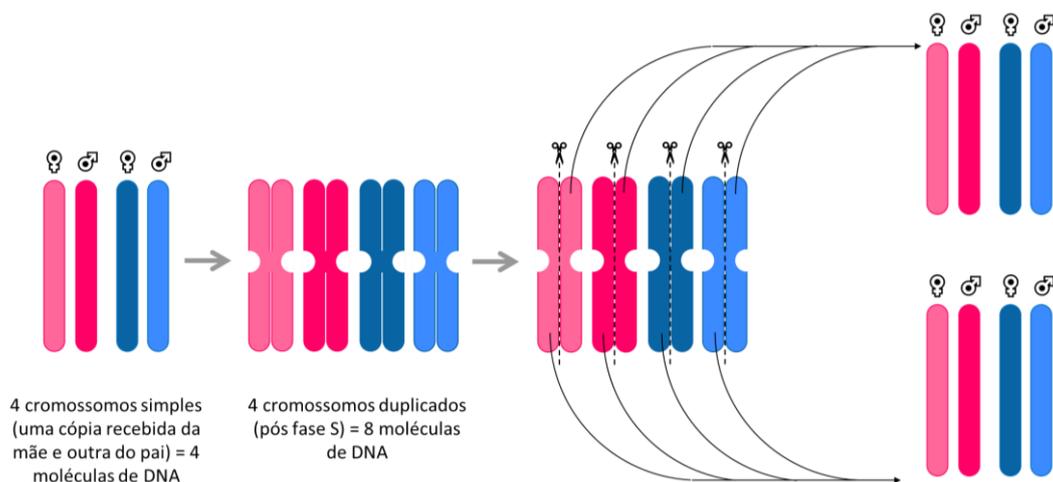


1. Envoltório nuclear visível
2. Nucléolo visível
3. Cromatina organizada em filamentos que intercalam eucromatina e heterocromatina
4. Centríolos duplicados

A intérfase possui três subfases bem definidas:

- **G1:** a subfase G1 recebe esse nome porque deriva do inglês *gap*, que significa primeiro intervalo. Neste período que antecede a duplicação do material genético cada cromossomo apresenta apenas uma molécula de DNA, a qual chamamos de cromátide. Não há atividades relacionadas à divisão celular propriamente dita acontecendo, porém ocorre a duplicação dos centríolos (quando presentes). A intensidade das atividades metabólicas é alta e a célula leva cerca de 10 hora nesta fase. Em um certo momento, a célula decide se vai entrar ou não para a divisão celular. Não se sabe o que determina este momento, mas ele é conhecido como ponto de restrição. Caso ela decida entrar na divisão celular, segue para a próxima fase, a fase S.
- **S:** na subfase S ocorre a duplicação do DNA, e cada cromossomo passa a apresentar duas cromátides, unidas pela região do centrômero. Elas são chamadas cromátides-irmãs. O período S recebe esse nome porque deriva do inglês *synthesis*, que significa síntese, no caso, de uma nova molécula de DNA.
- **G2:** duplicação dos centríolos e checagem (verificação para checar se a célula está, de fato, pronta para prosseguir para a divisão).

Na fase G1, a célula possui X moléculas de DNA. Durante a fase S, as moléculas de DNA duplicam-se, justificando a quantidade de 2X observada ao final desse período. Na fase G2, a quantidade de 2X de moléculas de DNA se mantém e a célula já está pronta para a divisão (fase M). A célula-mãe se divide em duas células-filhas, cedendo metade de seu DNA para cada uma delas e reestabelecendo assim a quantidade normal de DNA nas células.

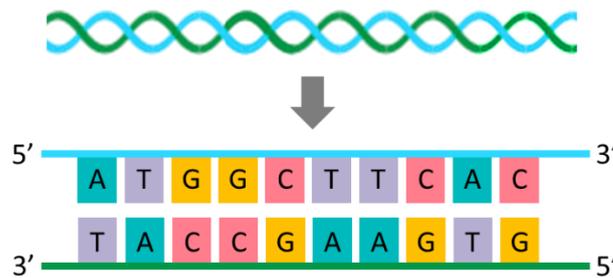


7.1 Duplicação do DNA

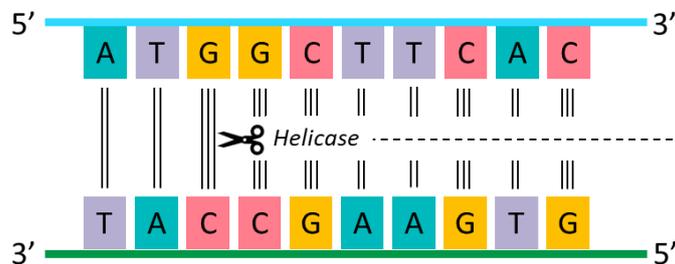
A **duplicação** dos cromossomos ocorre durante a **fase S da intérfase**.

Inicialmente, **duplicar** ou **replicar** o DNA significa **copiá-lo**. São sinônimos. A dupla hélice do DNA explica uma das propriedades mais importantes da molécula: ela pode ser copiada, pois **cada fita pode atuar como um modelo para a síntese de uma fita complementar**.

Na fase S, o DNA se desenrola (deselicoidização) para dar início à duplicação.



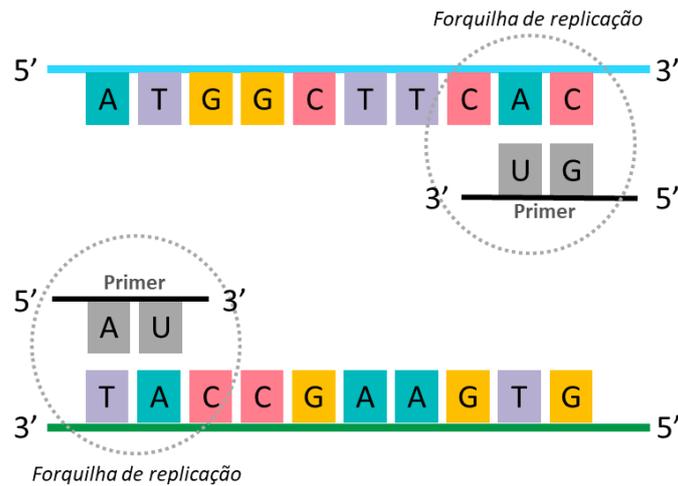
A duplicação sempre começa em locais específicos no DNA, que são chamados de **origens de replicação** e são reconhecidos pela sua sequência. **Helicases** são as enzimas que reconhecem esta origem, ligam-se a ela, desenrolam a hélice e quebram as ligações de hidrogênio que mantêm as duas fitas unidas, separando-as e abrindo o DNA, como se abrisse um zíper.



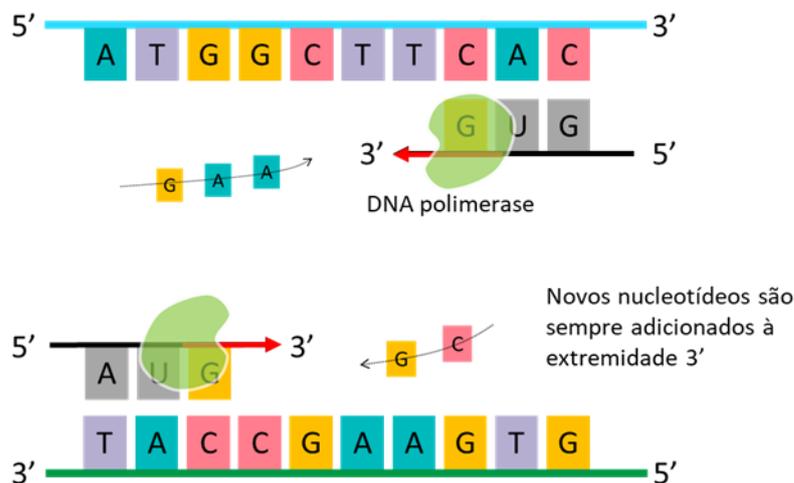
Após abrir o DNA, as extremidades das fitas originais formam estruturas em Y chamadas **forquilhas de replicação**. As forquilhas de replicação movem-se em direções opostas à medida que a duplicação acontece.

A seguir, a enzima **DNA polimerase** irá polimerizar (montar) as novas fitas a partir da adição dos nucleotídeos complementares às fitas moldes. Mas para iniciar seu trabalho, ela precisa se ligar a um **primer**, isto é, um segmento curto de RNA, cerca de 10 nucleotídeos, complementar a um trechinho de cada fita de DNA. Quem sintetiza esse primer é a enzima **primase**.





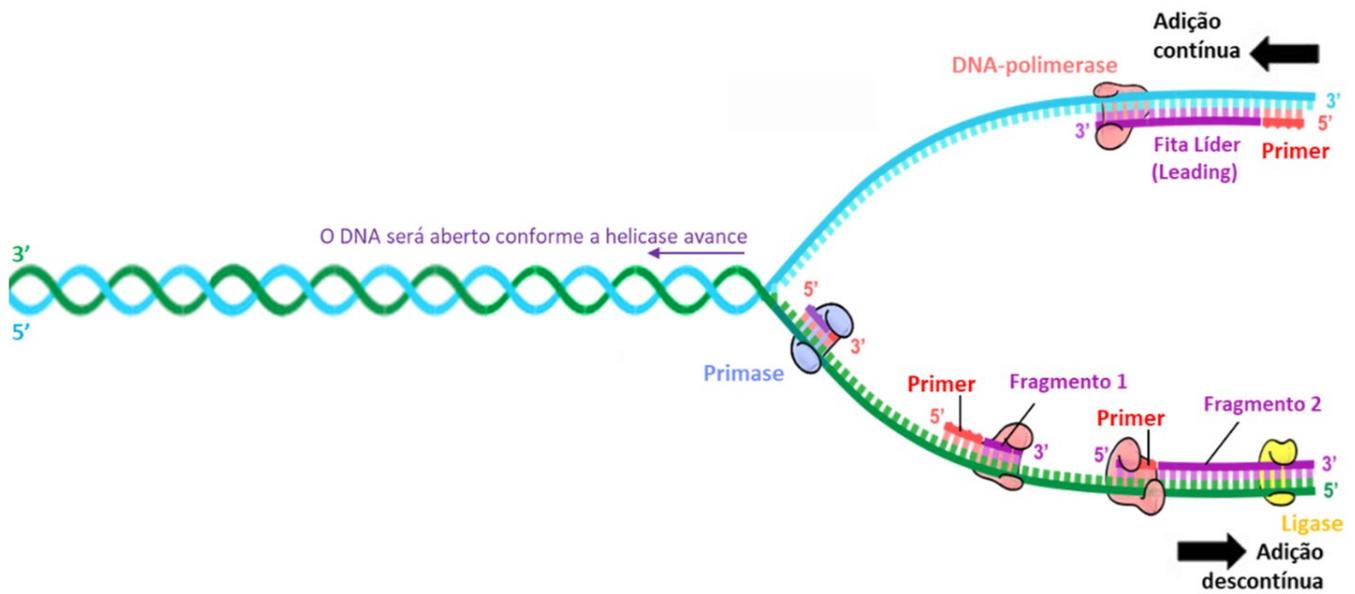
Após ligar-se ao primer, a DNA polimerase começa seu trabalho. A adição de novos nucleotídeos sempre ocorre na extremidade 3', pois seu grupo OH livre funciona como um "gancho" para os nucleotídeos. Como o DNA é composto por duas fitas antiparalelas, a duplicação de cada uma das fitas ocorre em sentido oposto.



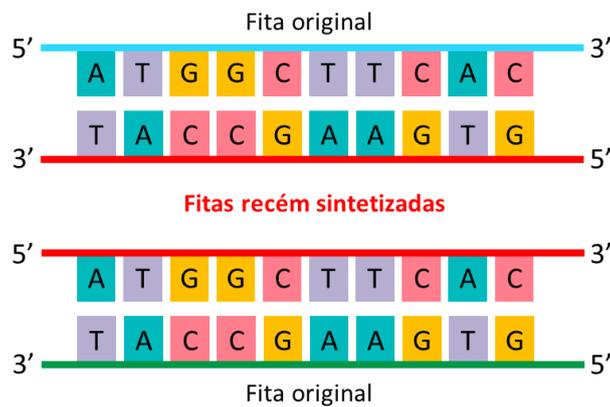
Na fita molde azul no esquema abaixo, a formação da fita complementar passará por um processo de **replicação contínua**, permitindo que a DNA polimerase siga a forquilha de replicação sem interrupção, montando a nova fita no sentido 5' → 3' (essa replicação contínua pode ser referida como replicação da fita líder ou fita leading).

Já na fita molde verde, a replicação não consegue seguir de maneira contínua. Observe que a DNA polimerase precisa parar e recomeçar a replicação repetidamente para dar tempo de a DNA helicase abrir as cadeias, e de a primase inserir o primer, o que causa interrupções periódicas no processo de polimerização da nova fita, que passa a ser construída de forma mais lenta (essa **replicação descontínua** pode ser referida como replicação da fita tardia ou fita lagging). Os pequenos fragmentos da fita recém-sintetizada são chamados de **fragmentos de Okazaki**, e, posteriormente, a enzima **DNA ligase** os conecta em uma única fita contínua.

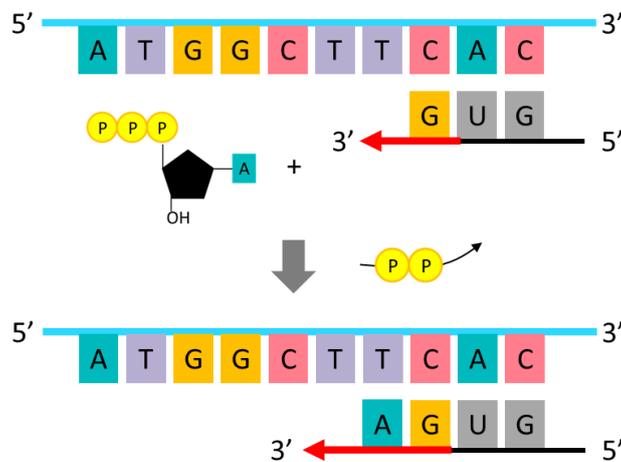




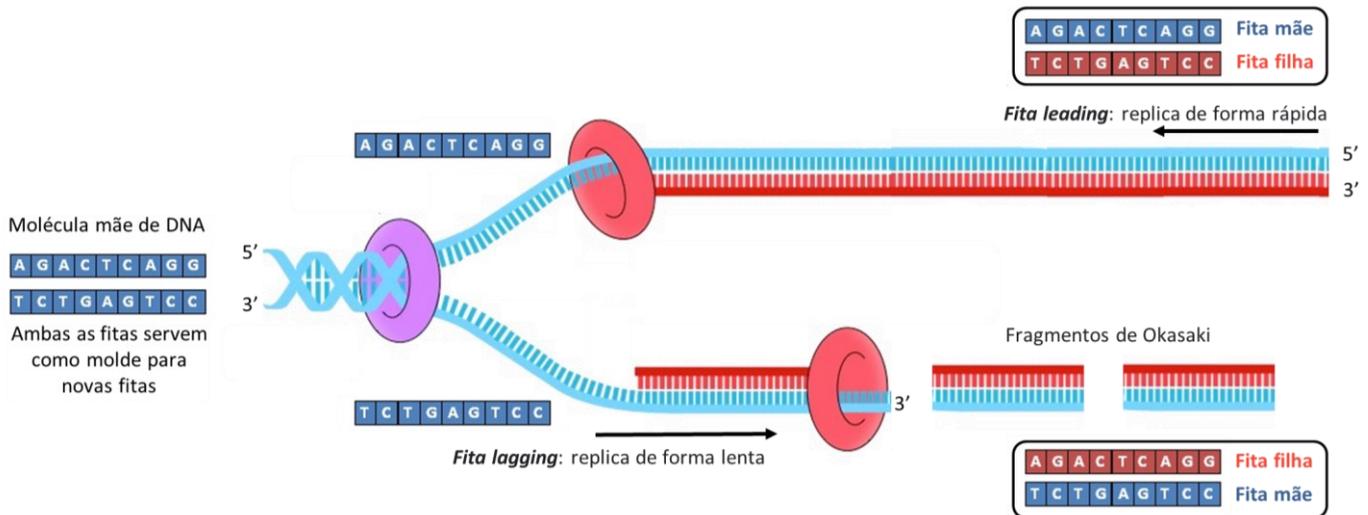
Ao final do processo, duas moléculas de DNA são geradas, cada uma contendo uma fita original e outra recém-sintetizada.



A adição de nucleotídeos requer energia. Essa energia vem dos próprios nucleotídeos, que possuem três fosfatos ligados à sua estrutura (bastante semelhante à molécula de ATP). Quando a ligação entre os fosfatos é quebrada, a energia liberada é usada para formar uma nova ligação entre o novo nucleotídeo e a cadeia crescente.



A **duplicação do DNA** é, portanto, **semiconservativa**: ela garante que as células-filhas que irão ser formadas após a divisão recebam material genético idêntico ao da célula-mãe.



7.1.1 Revisão e Reparo

O sistema de revisão e reparo na duplicação do DNA é um conjunto complexo de mecanismos moleculares projetados para corrigir erros que podem ocorrer durante o processo de replicação do DNA. Isso porque as células sempre tentam prevenir mutações ou mudanças permanentes na sequência de DNA. Esses mecanismos **garantem a precisão na transmissão da informação genética** de uma geração para a próxima.

Na **revisão** durante a replicação, existe uma verificação que identifica e corrige erros que podem ter passado despercebidos durante a duplicação do DNA. Na sequência, a depender do erro identificado, um sistema de reparo é ativado. Os principais sistemas de revisão e reparo incluem:

- **Correção de pareamento inadequado:** Durante a replicação, as enzimas podem ocasionalmente inserir bases erradas, resultando em um pareamento inadequado entre as bases no novo filamento e no molde original. O sistema corrige esses erros ao detectar e remover a base incorreta, seguida pela ressíntese do trecho corrigido.
- **Reparo por Excisão de Nucleotídeos:** Lida com danos mais extensos no DNA causados por agentes físicos ou químicos, como radiação ultravioleta. Durante esse processo, uma porção do DNA danificado é removida e a lacuna é preenchida por meio da replicação assistida por enzimas.
- **Reparo por Excisão de Base:** Lida com danos específicos em uma única base. Enzimas especializadas reconhecem e removem a base danificada, e o espaço vazio é preenchido por outras enzimas.
- **Reparo por Recombinação Homóloga:** Quando ocorre uma quebra de dupla fita no DNA, é utilizada a informação contida na cromátide irmã como modelo para reparar a ruptura.
- **Reparo por Junção de Extremidades Não Homólogas:** Este mecanismo liga as extremidades rompidas do DNA diretamente, muitas vezes resultando em pequenas deleções ou inserções.



- **Reparo por Escavação de Lesões:** Em situações em que danos no DNA bloqueiam a progressão da replicação, o TLS permite que a síntese de DNA continue, muitas vezes introduzindo bases temporárias para superar as lesões.

Todos esses mecanismos de reparo e revisão garantem a **estabilidade genômica**, minimizando erros e mutações que poderiam ter consequências prejudiciais para a célula ou organismo.

7.1.2 Mutações gênicas

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)

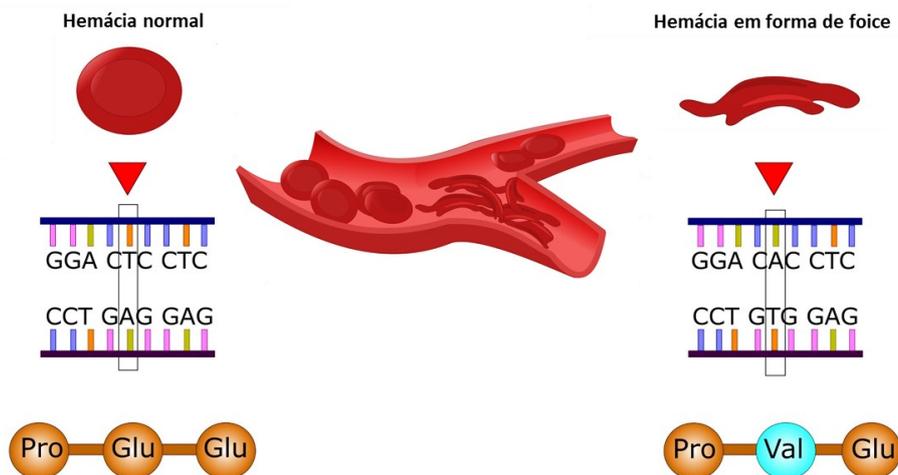
Definição: substituição de um único par de bases por outro par no DNA.

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

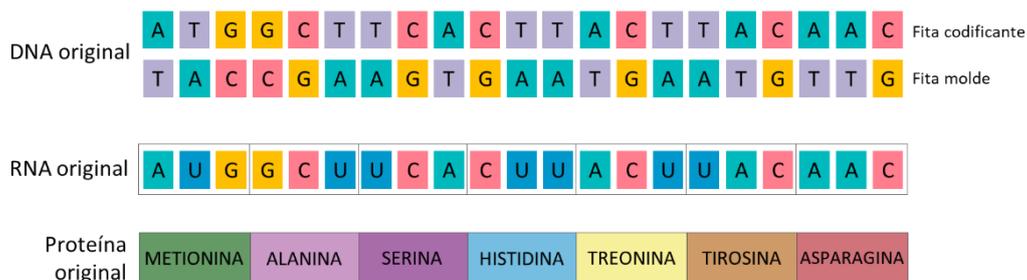
Definição: remoção de um ou mais pares de bases nucleotídicas de uma sequência de DNA.

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

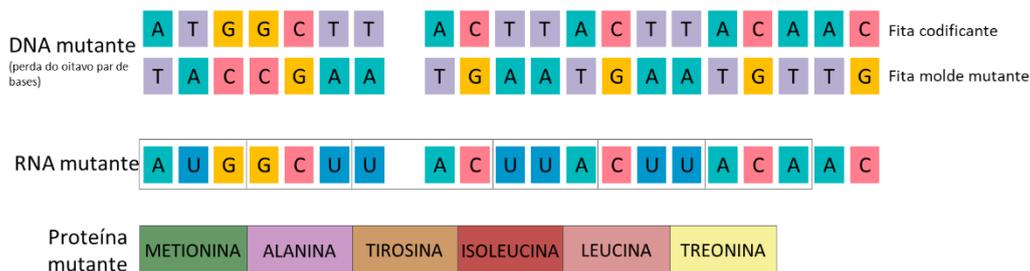
Mutação de deslocamento (Frameshift): a inserção ou deleção de um número de pares de bases não divisível por três, alterando a leitura do códon. Como consequência, podem causar uma mudança drástica na sequência de aminoácidos da proteína, afetando sua função.

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

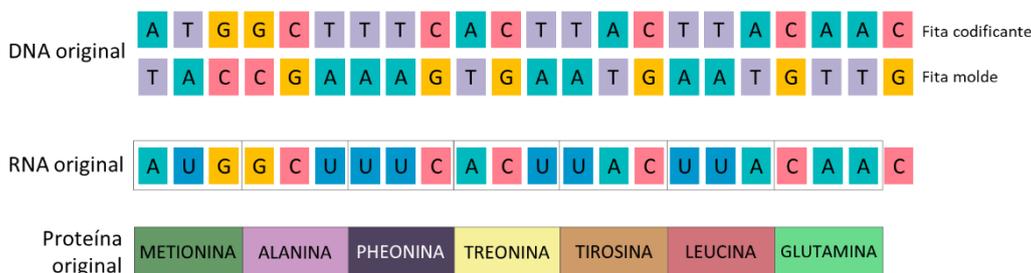




Suponha uma mutação por deleção do oitavo par de bases (C ≡ G). A fita molde, agora mutante, irá originar uma proteína diferente da proteína original, com o terceiro aminoácido sendo representado pela tirosina ao invés da serina. Consequentemente, a leitura dos próximos códons é alterada.



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.



Questão para memorização

Estratégia Educação/2024 | Prof^a. Bruna Klassa

Mutações gênicas, quando não reparadas, causam alteração da sequência de bases nitrogenadas. Caso essa alteração aconteça em uma porção codificante da molécula de DNA, pode ou não resultar na formação de uma proteína diferente. Isso ocorre porque

- o código genético é universal.
- um mesmo códon pode codificar diferentes aminoácidos.
- vários códons podem codificar a mesma proteína.
- um mesmo aminoácido pode ser codificado por diferentes códons.



e) pode não haver alteração da sequência de bases nitrogenadas do anticódon.

Comentários

A está errada, pois, apesar do código genético ser universal, não é isso o que justifica uma mutação poder ou não resultar em uma proteína diferente.

B está errada, pois um códon codifica apenas um aminoácido, é um mesmo aminoácido que pode ser codificado por diferentes códons.

C está errada, pois vários códons podem codificar o mesmo aminoácido, não a mesma proteína.

D está certa. Dizemos que o código genético é degenerado.

E está errada, pois a mutação não tem relação direta com o anticódon, que está presente no RNA transportador. Se houver alteração do códon, pode ou não haver alteração do aminoácido codificado.

Gabarito: D.

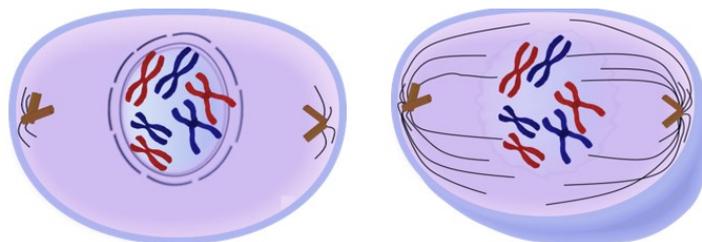
7.2 Mitose

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



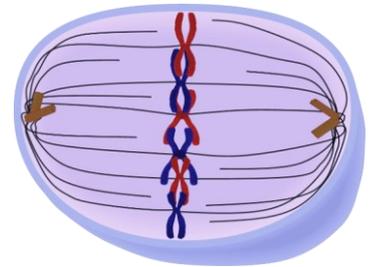
À esquerda, temos os eventos iniciais da prófase (A). À direita, os eventos finais (B). Alguns pesquisadores se referem aos eventos finais como uma nova fase, chamada **prometáfase**.



Metáfase

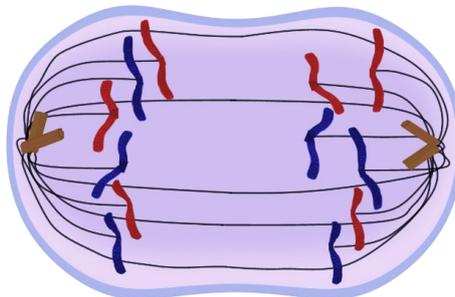
Logo em seguida inicia-se a metáfase. Neste momento, os **cromossomos**, conduzidos pelos seus centrômeros, **migram para o centro da célula** (plano equatorial) e esta região é conhecida como **placa metafásica**. As fibras do fuso puxam as cromátides-irmãs para frente e para trás até que os cromossomos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



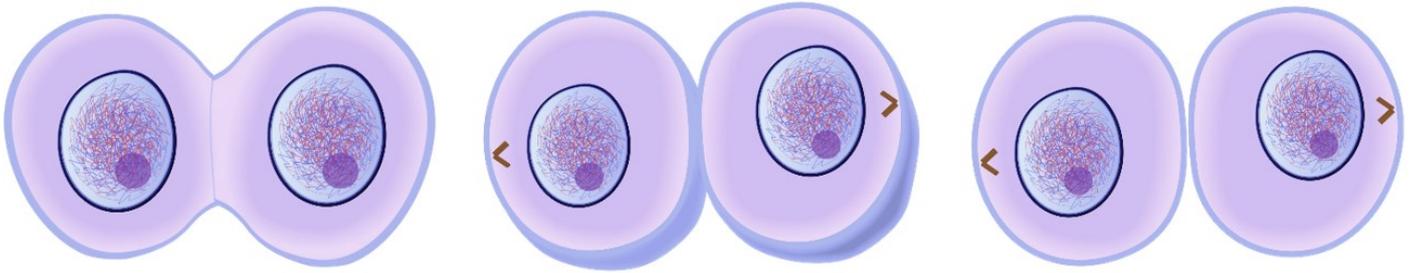
Telófase e Citocinese

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.

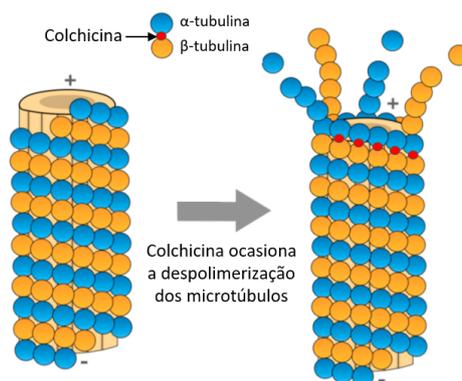


À direita, acontece a telófase, sendo possível visualizar o sulco de clivagem onde atua o anel contrátil. Ao centro e à esquerda, ocorre o processo de citocinese.

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).

Drogas antimitóticas

A colchicina é um alcaloide (alcaloide produzido pela planta *Colchicum autumnale*) muito usado para se fazer o cariótipo de uma célula devido à sua ação inibitória na formação do fuso mitótico. Quando presente na célula, ela bloqueia a polimerização das tubulinas e promove a despolimerização dos microtúbulos já constituídos. Dessa forma, ela impede que os cromossomos migrem para os polos durante a anáfase, interrompendo a mitose.



O taxol, produzido pela planta *Taxus brevifolia*, é outro alcaloide, que a exemplo a colchicina, liga-se às tubulinas, afetando a formação dos microtúbulos. Por isso, na presença de drogas antimitóticas (incluindo outras como a vimblastina e a vincristina), a mitose só prossegue até a metáfase, quando, devido à ausência de microtúbulos,

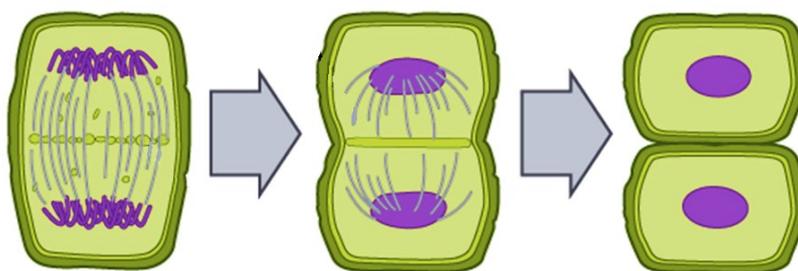
necessários para promover a migração dos cromossomos para os polos, é impedida de continuar.

A aplicação frequente dessas drogas se dá tanto na preparação de materiais para estudo do cariótipo, uma vez que em metáfase os cromossomos estão em máxima compactação, facilitando a observação ao microscópio, e no tratamento do câncer.

Citocinese das células vegetais

Nas células vegetais, que não podem ser divididas por constrição citoplasmática porque têm parede celular, a citocinese ocorre através de uma estrutura chamada **placa celular**, que se forma no equador (meio) da célula e divide-a em duas células-filhas. **Essa divisão ocorre de dentro para fora e do centro para a periferia da célula (centrífuga).**

Funciona assim: o complexo golgiense produz pequenas vesículas, chamadas de **fragmoplastos**, que migram para a linha mediana da célula e começam a se fundir, iniciando a formação da **placa celular**. Esta placa vai crescendo, do centro para a periferia, até se fundir com a parede da célula-mãe, e, durante esse processo, sofre modificações graduais para formar a lamela mediana (uma camada delicada que une células vizinhas). Ao mesmo tempo, as células-filhas começam a produzir celulose, hemicelulose e substâncias pécicas para serem depositadas sobre a placa celular, formando as suas paredes primárias. Fungos também possuem parede celular e a citocinese nesses organismos assemelha-se à encontrada nos vegetais.

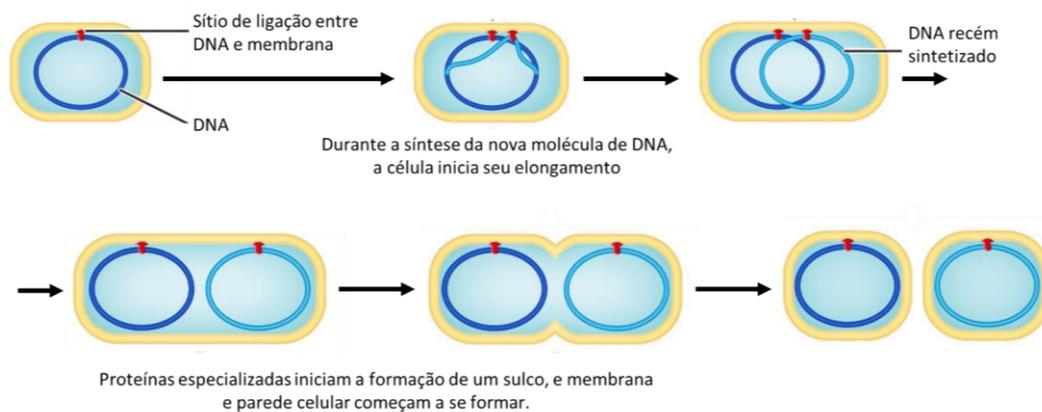


Divisão celular por fissão binária em bactérias

Nos organismos procariontes (bactérias), a célula cresce até quase o dobro de seu tamanho e então se divide formando duas novas células. Essa divisão é chamada de **fissão binária**.

Como eles possuem apenas uma molécula de DNA circular emaranhado, esse DNA começa a se replicar em um ponto específico chamado **origem da replicação**. Logo, ele se duplica, formando duas origens. Cada uma delas prossegue a replicação do DNA, formando duas novas moléculas. Ao mesmo tempo, a célula sofre alongamento, chegando a alcançar o dobro de seu tamanho inicial. A seguir, a membrana plasmática invagina-se, dividindo a célula parental em duas células-filhas, e cada uma delas herda um genoma completo.





Nos eucariontes unicelulares, como os protozoários, a fissão binária acontece da mesma forma, porém a duplicação do DNA é feita através da mitose, como nos demais eucariotos, e não pela elongação do DNA como visto nas bactérias.

Questões para memorização

Estratégia Educação/2024 | Prof^a. Bruna Klassa

Em uma lâmina microscópica contendo células da coifa de uma cebola, foi possível visualizar duas células em mitose. A célula A apresentava cromossomos condensados dirigindo-se para lados opostos da célula. A célula B sofria uma constrição, e era visível a delimitação de duas novas células.

Assinale a alternativa correta.

- A. A célula A estava na metáfase e a célula B estava na anáfase.
- B. A célula A estava na prófase e a célula B estava na citocinese.
- C. A célula A estava na anáfase e a célula B estava em telófase.
- D. A célula A estava na prófase e a célula B estava na citocinese.
- E. A célula A estava na intérfase e a célula B estava em telófase.

Comentários

Na célula A, os cromossomos condensados estavam em direção aos lados opostos da célula, na descrição típica da anáfase. A célula B sofria constrição pelo anel contrátil, em telófase, originando duas novas células.

Gabarito: C.

Estratégia Educação/2024 | Prof^a. Bruna Klassa

No microscópio, você observa uma célula com metade do conteúdo de DNA de outras células, em um tecido mitoticamente ativo. Você conclui que ela deve estar na fase

- a) G1.
- b) S.
- c) G2.



- d) metáfase.
- e) anáfase.

Comentários

O enunciado já nos avisa que o tecido está em divisão celular (mitoticamente ativo). Portanto, se a célula observada apresenta metade do conteúdo de DNA em relação às outras células, ela só pode encontrar em G1, pois seu DNA ainda não foi duplicado na fase S. Nas fases das demais alternativas (S, G2, metáfase e anáfase), o conteúdo do DNA encontra-se duplicado.

A alternativa A está certa.

Gabarito: A.

Regulação da mitose

A continuidade de uma célula no processo de mitose, ou seja, a passagem dela pelas fases G1, S, G2 e fase M, depende de fatores internos e externos. Os pontos específicos do ciclo celular em que a célula pode decidir se deve completar a divisão celular ou se deve interrompê-la chamam-se pontos de verificação.

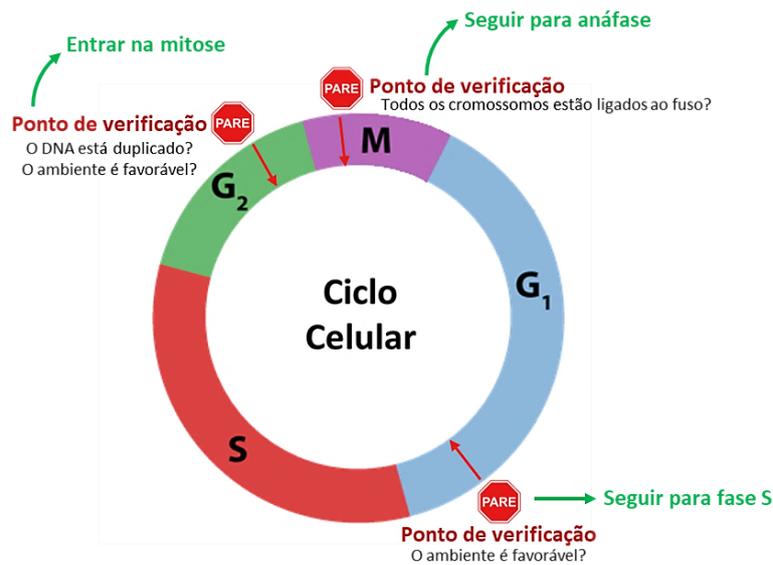
Pontos de checagem da mitose. No ponto de checagem G1, a célula checa se as condições internas e externas são favoráveis para a divisão (por exemplo, se a célula tem tamanho suficiente para se dividir, se a célula possui reserva de energia suficiente ou nutrientes disponíveis para se dividir, se a célula está recebendo sinais positivos, como fatores de crescimento, das suas vizinhas, e se há algum DNA danificado). Caso não haja sinais para seguir em frente, a célula pode sair do ciclo celular e entrar em um estado de repouso (G0). No ponto de checagem G2, a célula irá checar se há algum DNA danificado e se ele foi completamente copiado durante a fase S. Se algum desses erros for detectado, o ciclo celular é interrompido e a célula tenta completar a sua replicação de DNA ou reparar o DNA danificado. Se o dano é irreparável, a célula pode sofrer apoptose, ou morte celular programada. No ponto de checagem M, a célula examina se todas as cromátides irmãs estão corretamente ligadas às fibras do fuso. Em caso negativo, ela irá pausar a mitose, permitindo que o fuso capture o cromossomo perdido.

Existem três pontos de checagem. **O primeiro ocorre na fase G1 da intérfase.** Se até o final dessa fase não houver fatores que estimulem o crescimento celular, a célula entra em quiescência (fase G0). Por exemplo, o fibroblasto (um tipo de célula que forma nossa pele) permanece em G0 até que haja algum ferimento cutâneo que estimule a reposição de células. Neste caso, o fator de crescimento que estimula os fibroblastos é liberado pelas plaquetas durante a coagulação do sangue.

O segundo ponto de verificação ocorre ao **final da fase G2.** Para que a célula comece a se dividir, os cromossomos precisam estar duplicados. Se ao final da fase G2 tiver algum cromossomo que não passou por duplicação na fase S, a célula retarda sua divisão até que esse erro seja corrigido.

Por fim, vimos que o terceiro ponto de verificação ocorre **durante a metáfase**, onde a célula verifica se todos os cromossomos estão alinhados na linha média da célula e se as fibras do fuso estão devidamente ligadas aos cinetócoros.





Questão para memorização

Estratégia Educação/2024 | Prof^a. Bruna Klassa

A colchicina é um alcaloide extraído da planta *Colchicum autumnale* e muito utilizada para o tratamento de diversas enfermidades, como a artrite inflamatória chamada de “gota”. Além disso, muitos a utilizam em estudos de cariótipo, já que ela impede a continuação do ciclo celular. Assim, os cromossomos condensados permanecem no plano equatorial da célula.

Com base na utilização da colchicina para a cariotipagem, pode-se dizer que ela atua no(a)

- A. interrupção da formação do sulco de clivagem.
- B. interrupção da formação dos microfilamentos.
- C. inibição das proteínas responsáveis pelo fuso mitótico.
- D. degradação das histonas associadas aos cromossomos.
- E. interrupção da duplicação do centrôssomo.

Comentários

- A. Errada. O sulco de clivagem ocorre posteriormente, no fim da telófase.
- B. Errada. Os microfilamentos são responsáveis pela formação do sulco de clivagem.
- C. Certa. É dito que a colchicina é de interesse para o estudo de cariótipo pois, por alguma razão, o ciclo celular aparenta ficar em “pausa” quando os cromossomos condensados estão na região equatorial da célula. Considerando a divisão mitótica, a fase em que os cromossomos se reúnem na placa metafásica é a metáfase. A próxima fase seria a separação das cromátides-irmãs, mas ela não chega a ocorrer. É provável que a colchicina evite a formação das fibras do fuso, responsáveis pela separação das cromátides. Sem isso, o resultado seria os cromossomos permanecerem na região equatorial da célula.



D. Errada. A degradação das histonas resultaria no “descondensamento” dos próprios cromossomos. Isso não seria de interesse na cariotipagem, uma vez que, para fazer a notação dos conjuntos cromossômicos, é necessário que eles estejam bem-organizados e visíveis.

E. Errada. A duplicação dos centrossomos ocorre na fase G2 da interfase, bem antes dos próprios cromossomos estarem condensados e organizados.

Gabarito: C.

7.3 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 **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.

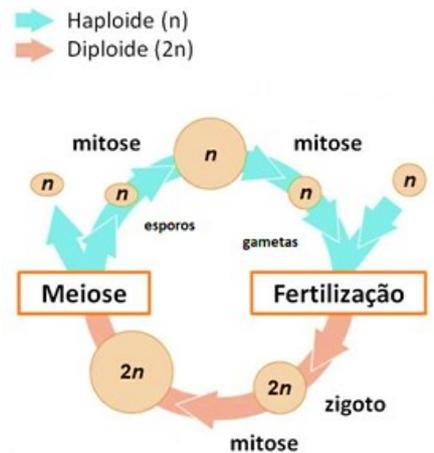
Neste capítulo trataremos com especificidade a **meiose gamética**. As demais meioses serão vistas nos capítulos direcionados ao estudo de fungos e plantas.

Questão para memorização

Estratégia Educação/2024 | Prof^a. Bruna Klassa

Com base no ciclo de vida exemplificado abaixo, assinale a alternativa correta.





Fonte: REECE, J.B.; [et al.]. Biologia de Campbell, Porto Alegre: Artmed 2015, p. 256. (adaptado.)

O ciclo de vida representado é comum em mamíferos, marcado pela formação de um zigoto diploide após a fecundação.

- A. O ciclo de vida representado é comum em plantas, marcado pela alternância de gerações com o estágio diploide multicelular chamado de gametófito.
- B. O ciclo de vida representado é comum em plantas, marcado pela alternância de gerações com o estágio diploide multicelular chamado de esporófito.
- C. O ciclo de vida representado é comum em fungos, cuja meiose ocorre sem o desenvolvimento de prole multicelular diploide.
- D. No presente esquema, os gametas são as únicas células haploides.
- E. A meiose é um processo que envolve uma única duplicação cromossômica seguida por duas divisões nucleares consecutivas. Assim como na mitose, ela é precedida pelos mesmos processos que ocorrem na intérfase, incluindo a duplicação do DNA, que converte cada cromossomo em duas cromátides. Em seguida, duas divisões nucleares e celulares acontecem sucessivamente (meiose I e meiose II).

Comentários

- A. Errada. Mamíferos, após a meiose, geram apenas células gaméticas haploides. No esquema, é mostrado a produção, também, de esporos pela mitose. Este não é o ciclo dos mamíferos.
- B. Errada. Em plantas, o estágio diploide multicelular é chamado de esporófito. A fase gametofítica é haploide e gerando esporos, que se desenvolvem e originam o gametófito. Depois, por mitose, há a produção dos gametas.
- C. Correta. O esporófito adulto (2n) realiza meiose esporica para formação de esporos haploides. Tais esporos dão origem ao gametófito(n).
- D. Errada. Em fungos, a meiose ocorre sem o desenvolvimento de uma prole multicelular diploide. Além disso, a meiose não produz gametas, mas sim células haploides.



E. Errada. Os esporos também são células haploides.

Gabarito: C.

Meiose I

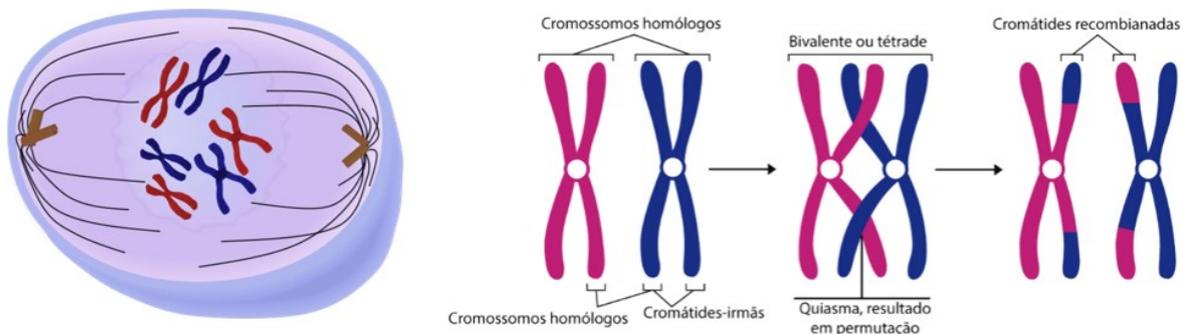
A primeira divisão meiótica é **reducional e separa os pares de cromossomos homólogos**, reduzindo uma célula diploide para uma célula haploide geneticamente distinta pelo processo de recombinação.

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 duas cromátides-irmãs 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.

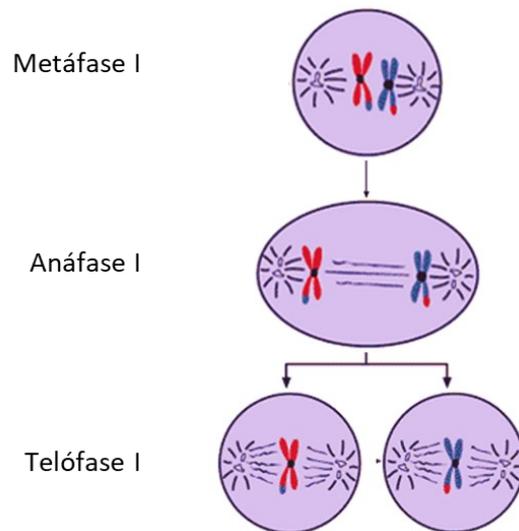


Anáfase I

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.



Meiose II

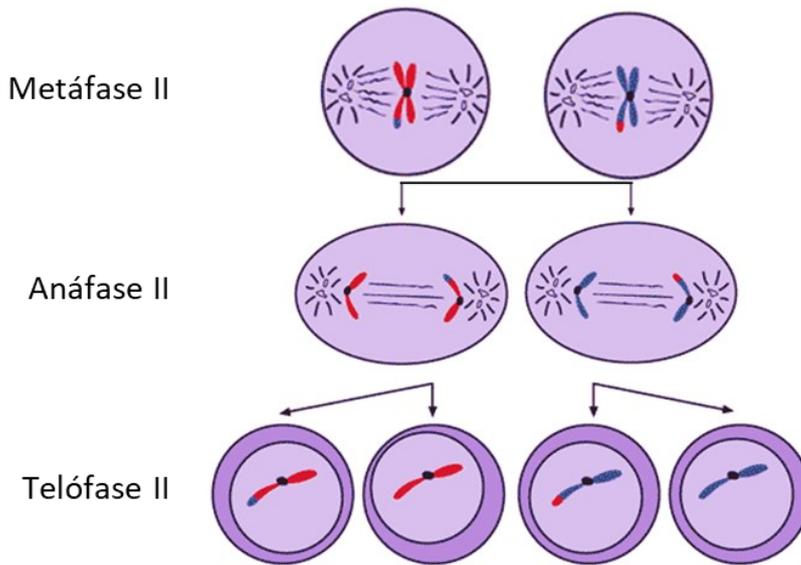
A **segunda divisão meiótica é equacional e separa cada cromossomo em duas cromátides**. Os eventos da meiose II são análogos aos de uma divisão mitótica, embora o número de cromossomos envolvidos tenha sido reduzido pela metade. A meiose II inicia-se, portanto, com as duas células-filhas resultantes 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 centrossomos 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 centrossomo se separam, e cada um age como um polo separado do fuso durante a meiose II (por exemplo, nos insetos). A seguir, os centrossomos 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.

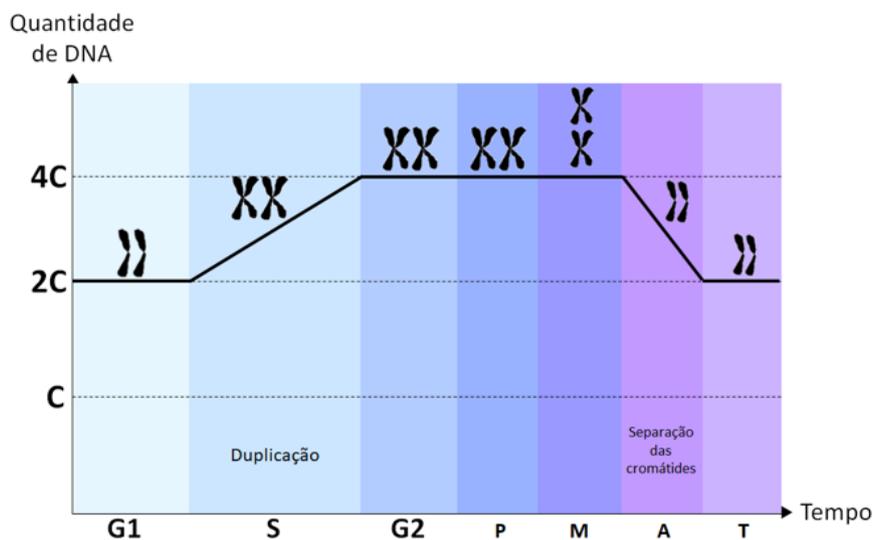
Na **metáfase II**, os cromossomos se alinham individualmente ao longo da placa metafásica. Na **anáfase II**, as cromátides-irmãs se separam e são levadas para polos opostos da célula. Na **telófase II**, as membranas nucleares formam-se novamente em torno de cada conjunto de cromossomos, e estes se descondensam. 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.





Quantidade de DNA e ploidia

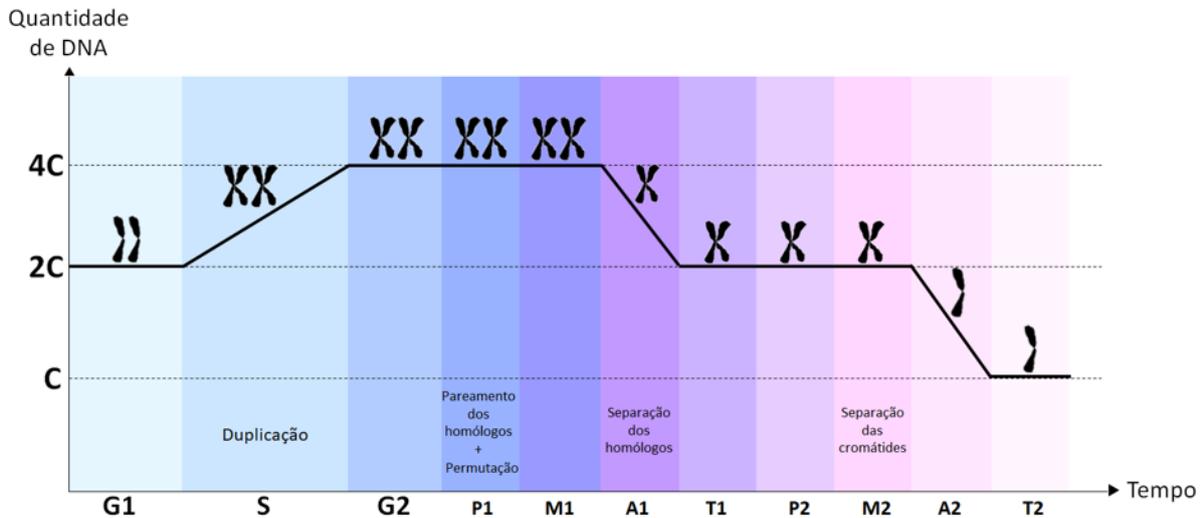
Uma coisa que é importante conversarmos neste momento é a diferença que existe entre a quantidade de DNA e a ploidia das células durante os processos de divisão celular. Sabendo-se que a espécie humana é diploide, com $2n=46$ cromossomos, suas células em intérfase apresentam 46 moléculas de DNA, ou seja, uma quantidade $2C$ de DNA. Contudo, se essa célula entrar em mitose, quando seu material genético for duplicado na intérfase, ela passará a apresentar o dobro de moléculas de DNA, ou seja, $4C$ de DNA. Sua ploidia, isto é, seu número de cromossomos, continua sendo 46. Ela ainda apresenta apenas 46 moléculas de DNA, porém elas estão duplicadas. Observe o gráfico abaixo.



Na meiose, após a primeira divisão (reducional), o número de cromossomos é reduzido à metade devido à separação dos cromossomos homólogos. Dessa forma, essas células passam a apresentar 23 cromossomos duplicados e, portanto, uma quantidade $2C$ de DNA. Ao final da meiose II (equacional), cada célula-filha receberá metade desse conteúdo de DNA, de modo que, embora elas apresentem 23 cromossomos, eles



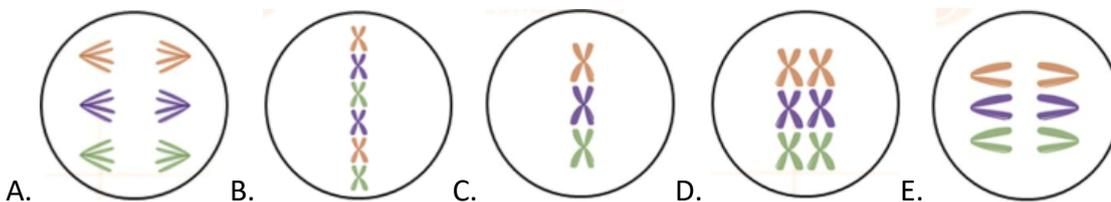
estarão em sua forma simples, não duplicada. Assim, cada uma das quatro células-filha terá 23 cromossomos e uma quantidade C de DNA. Observe:



Questões para memorização

Estratégia Educação/2024 | Prof^a. Bruna Klassa

Considere uma célula animal $2n = 6$ cromossomos. Assinale a alternativa que melhor representa a organização cromossômica de uma célula em metáfase II.



Comentários

- A alternativa A está errada, porque a célula representa a anáfase I de uma célula em meiose.
- A alternativa B está errada, porque a célula representa a metáfase de uma célula em mitose.
- A alternativa D está errada, porque a célula representa a metáfase I de uma célula em meiose.
- A alternativa E está errada, porque a célula representa a anáfase II de uma célula em meiose.

Gabarito: C.

Estratégia Educação/2024 | Prof^a. Bruna Klassa

A ideia básica da evolução biológica é que populações e espécies mudam com o tempo. Para o processo de evolução acontecer é necessário que as populações apresentem variação genética. Existem diversas fontes de variação genética, entre elas mutação e recombinação genética, esta obtida em um processo conhecido como crossing over. Em qual fase da meiose ocorre o crossing over?

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

Comentários

A. Certa. A prófase I. é a primeira etapa da meiose, e nela ocorre o pareamento dos cromossomos homólogos, podendo ou não haver permutação ou crossing over. fenômeno no qual duas cromátides irmãs trocam um pedaço de cromossomo entre si. Esse fenômeno aumenta a variação genética, levando a uma variedade de gametas.

B. Errada. Na prófase II. os cromossomos, constituídos por duas cromátides cada, condensam-se e tornam-se mais curtos e mais grossos.

C. Errada. Na metáfase I. os cromossomos homólogos, cada um formado por duas cromátides-irmãs unidas, estão pareados no equador da célula e têm seus cinetócoros ancorados às fibras de fuso.

D. Errada. Na metáfase II. os cromossomos não pareados voltam-se para o polo equatorial, com as cromátides ainda unidas pelo centrômero, que se liga às fibras do fuso, formando a placa metafásica. Nesta etapa, os homólogos já se separaram e o alinhamento ocorre os cromossomos alinhados um em cima do outro.

E. Errada. Na anáfase II ocorre a separação das cromátides irmãs dos cromossomos duplicados.

Gabarito: A.

7.4 Morte celular

Existem duas maneiras pelas quais uma célula pode morrer: necrose e apoptose.

A **necrose** ocorre quando uma célula é danificada por uma força externa, como veneno, lesão corporal, infecção ou corte do suprimento sanguíneo. A morte causa inflamação que pode causar mais sofrimento ou ferimentos no corpo. A **apoptose**, por outro lado, é quando uma célula “comete suicídio”.

Assim como na mitose, **os pontos de checagem celular também ocorrem na meiose**. Em ambos os processos, caso sejam identificados danos no DNA em um desses pontos, o ciclo celular é interrompido e a célula pode entrar em G0 ou ser levada aos estágios de apoptose, conhecida também como morte celular programada por seguir um protocolo previsível e controlado.

Por exemplo, células potencialmente cancerosas são eliminadas do organismo, mantendo o equilíbrio no corpo. O conteúdo celular é compactado em pequenos pacotes de membrana e absorvido pelas células do



sistema imune. Mas não são todas as células que passam pelo processo de apoptose, apenas aquelas que estão infectadas, danificadas ou que tenham perdido sua funcionalidade.

Apoptose vs. Necrose

Há duas maneiras pelas quais as células podem morrer em um organismo:

1. As células são estimuladas para ativar a morte celular programada – a apoptose.

A apoptose é organizada e divide o conteúdo celular em bolhas que são recolhidas pelo sistema imune, que as fagocitam e encaminham para digestão intracelular.

2. As células são mortas por coisas que podem causar danos (tais como produtos químicos tóxicos ou lesão física) em um processo chamado necrose.

A necrose é desorganizada e provoca uma resposta imune de inflamação. A membrana lesionada não consegue mais controlar a passagem de íons e água → a célula incha → seu conteúdo vaza → estabelece-se uma inflamação nos tecidos circundantes à célula morta.

8. REPRODUÇÃO E DESENVOLVIMENTO

A capacidade de passar o material genético de uma geração para outra é fundamental para a **perpetuação das espécies** e pode ocorrer de duas maneiras: pela **reprodução assexuada** ou pela **reprodução sexuada**. Ambas possuem vantagens para os organismos que as realizam, o que permitiu que vários processos fossem selecionados ao longo dos milhares de anos de evolução da vida. Vamos estudá-los agora e entender como cada um desses processos ocorrem.

8.1 Reprodução assexuada

A reprodução assexuada (ou vegetativa) é aquela em que os organismos são capazes de se reproduzirem por si só. Ela é, portanto, agâmica (não ocorre por meio de fusão de gametas). Neste tipo de reprodução, **a geração seguinte recebe exatamente os mesmos genes que seus parentais**. Logo, a maior desvantagem é a **baixa variabilidade genética**, já que os descendentes são sempre idênticos aos seus pais (clones).

Divisão binária (cissiparidade ou bipartição)

Esse tipo de reprodução assexuada é encontrado em organismos unicelulares. **Divisão binária é a divisão celular de uma célula em duas**. O conteúdo celular é replicado internamente e depois submetido à divisão, originando duas novas células totalmente desenvolvidas e com **propriedades genéticas idênticas**.

Divisão múltipla



A célula divide-se e origina três ou mais células-filhas. Inicialmente o núcleo sofre uma série de divisões, que são seguidas pela divisão do citoplasma. Esse tipo de reprodução pode ser observado, por exemplo, no protozoário causador da malária (gênero *Plasmodium*).

Esporulação

Alguns protozoários e fungos se reproduzem via esporos. **Esporos assexuados** são células especializadas que se libertam do corpo do organismo genitor e, ao encontrar um ambiente favorável, multiplica-se, originando um novo organismo.

Fragmentação

Certas algas, plantas e animais invertebrados destacam fragmentos do corpo capazes de se regenerar, originando novos indivíduos, geneticamente idênticos ao genitor.

Estaquia ou Propagação vegetativa

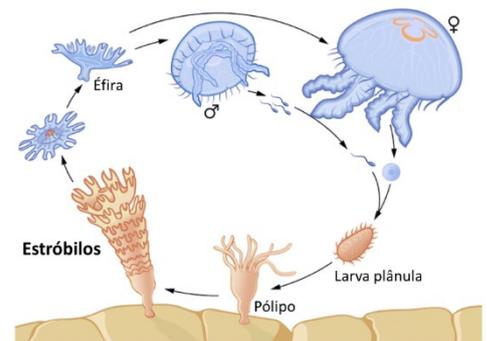
Em vegetais, quando uma planta origina outra a partir de alguma de suas partes (folhas, caule, rizomas, tubérculos...), chamamos o processo de formação de novos indivíduos de **propagação vegetativa** ou **estaquia**. No entanto, essa é uma técnica utilizada especialmente como reprodução artificial, para fins comerciais, na qual é comum a utilização de tecidos meristemáticos do caule.

Brotamento (gemulação ou gemiparidade)

Brotamento é um tipo de reprodução assexuada em que novos indivíduos se formam de brotos ou gemas no organismo genitor, podendo destacar-se ou permanecer unidos, formando colônias. Como exemplo de organismos que o fazem, podemos citar fungos como as leveduras, as hidras (cnidários) e as esponjas (poríferos).

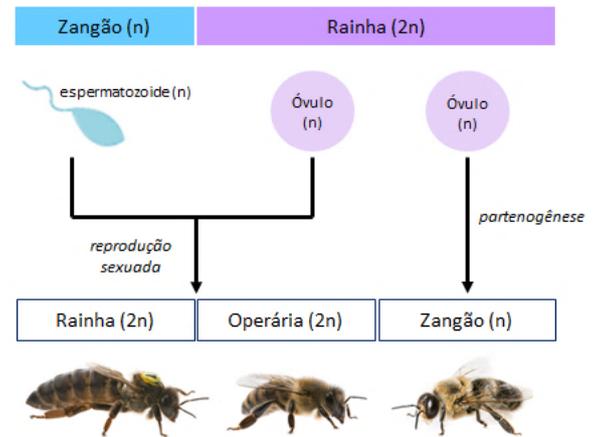
Estrobilização

Esse tipo de reprodução é característico das águas-vivas (cnidários). Esses animais possuem ciclo de vida com alternância de gerações (ou metagênese), com uma fase de pólipo se reproduzindo de maneira assexuada, e uma fase de medusa se reproduzindo sexualmente. Após a união dos gametas, há a formação do zigoto. Esse zigoto desenvolve-se em um pólipo jovem e estratificado. Cada estrato (estróbilo, camada, fragmento ou fatia) dá origem a uma medusa jovem, chamada éfira.



Partenogênese

A partenogênese é um processo de reprodução que, embora envolva um gameta, ainda é considerado assexuada, já que o indivíduo consegue produzir ovos férteis sem realizar de fusão de gametas de sexos opostos. As abelhas, por exemplo, vivem em colônias constituídas por indivíduos de três castas: a rainha (2n), os zangões e as operárias (estéreis). A rainha e as operárias possuem (32 cromossomos) originam-se por fecundação (reprodução sexuada), já os zangões são originados por partenogênese. Eles se desenvolvem em óvulos não fertilizados, sendo, assim, haploides (16 cromossomos).



8.2 Reprodução sexuada

Embora existam inúmeras formas de reprodução assexuada, a maioria dos seres vivos se reproduz sexuadamente, ou seja, **a formação de um novo indivíduo se dá a partir da fusão de duas células gaméticas**, sendo uma de origem paterna e outra de origem materna. Os gametas podem ser iguais em forma e tamanho (**isogamia**) ou diferentes (**heterogamia**).

Neste tipo de reprodução, os **descendentes são sempre distintos geneticamente** de seus pais e irmãos, o que permite que mecanismos evolutivos (como a seleção natural) atuem selecionando características que permitam a maior sobrevivência da espécie. A **alta variabilidade genética** originada da fusão dos gametas é, portanto, a maior vantagem da reprodução sexuada.

E como a reprodução sexuada produz variabilidade genética? Durante a meiose ocorre um fenômeno chamado *permutação* ou *crossing-over*, no qual cromossomos homólogos trocam fragmentos de genes entre si, originando a recombinação de cromátides. Além da permutação, outro ponto de geração de variabilidade é a formação do zigoto a partir da *combinação aleatória de um espermatozoide e de um óvulo*. Este zigoto será distinto do seu progenitor, porque receberá apenas metade do material genético de cada progenitor.

Os animais que realizam a reprodução sexuada podem apresentar **autofecundação** ou **fecundação cruzada**. Quando os dois gametas que se unem e são produzidos por indivíduos distintos, fala-se em fecundação cruzada. Mas quando são produzidos pelo mesmo indivíduo, fala-se em autofecundação.

Uma vez que a fecundação tenha ocorrido, o zigoto formado se desenvolver no interior do corpo materno (ou, algumas vezes, paterno) ou no meio externo. Os animais cujo embrião se desenvolve dentro do corpo da mãe, envoltos por uma placenta que lhe fornece nutrientes necessários ao seu desenvolvimento e que retira os produtos de excreção, são chamados de **vivíparos**. A viviparidade possui um **custo energético elevado** para a fêmea, mas, ao mesmo tempo, **minimiza a influência do ambiente no desenvolvimento do embrião**, além de permitir **maior sucesso na sobrevivência dos descendentes**.

Nos animais **ovíparos** (que botam ovos), o embrião se desenvolve no **interior de um ovo** e fora do corpo da mãe, como por exemplo nas aves. No ambiente terrestre, os ovos evoluíram para evitar a perda de água por



dessecação, de forma que protegem o embrião com uma casca permeável aos gases oxigênio e dióxido de carbono (que permite as trocas gasosas), mas impermeável à água. Outros exemplos de animais ovíparos são as anfíbios e alguns répteis, peixes e mamíferos.

Alguns animais também se desenvolvem **no interior de um ovo, porém este continua abrigado no interior do corpo materno**, recebendo nutrientes a partir das reservas nutritivas do ovo, e não da mãe. É o caso dos animais **ovovivíparos**.

Questões para memorização

Estratégia Educação/2024 - Profª Bruna Klassa

Sobre a infestação de escorpiões no Paraná em 2019, o Governo do Estado liberou uma nota, da qual foi retirado o seguinte trecho:

“No caso desta espécie, há dois fatores que contribuem para uma infestação. Trata-se de um animal com grande capacidade de adaptação aos ambientes alterados pelo homem, em especial o ambiente urbano. Isso favorece para que ele se reproduza de forma mais eficaz. Além disso, o escorpião amarelo não precisa de um casal de animais para se reproduzir, bastando uma fêmea para gerar filhotes.”

Disponível em: <http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=101402&tit=Saude-orienta-como-evitar-a-proliferacao-de-escorpioes>. Acesso em 08 de jul. 2020.

A forma de reprodução referida no texto, em que a fêmea sozinha é capaz de gerar filhotes é denominada:

- A. esporogonia.
- B. partenocarpia.
- C. estrobilização.
- D. partenogênese.
- E. brotamento.

Comentários

A. Errada, pois a esporogonia é um tipo de reprodução típica do agente causador da malária. Nela, o zigoto diploide formado sofre um encistamento e, em seguida, uma divisão meiótica, dando origem a quatro esporozoítos haploides.

B. Errada, pois a partenocarpia ocorre em alguns tipos de frutos, como a banana. Nela, ocorre o desenvolvimento do fruto sem que haja a fecundação.

C. Errada, pois a estrobilização é típica de algumas espécies de cnidários. Nela, o pólipó se divide transversalmente em discos, formando um indivíduo semelhante a um estróbilo, dos quais se originam várias medusas.

D. Certa. A partenogênese é o tipo de reprodução que permite que novos indivíduos sejam gerados a partir do desenvolvimento dos óvulos, sem que haja participação de espermatozoides.

E. Errada. O brotamento é a típica reprodução assexuada de esponjas. Nele, é formado um broto, que se desprende do corpo que o originou, fixando-se a um substrato e se desenvolve em um novo organismo.

Gabarito: D.



8.3 Fecundação

A fertilização do óvulo pelo espermatozoide é um evento complexo que ocorre em várias etapas:

1. Recepção do Espermatozoide: Após a ejaculação, os espermatozoides viajam através do colo do útero e entram na cavidade uterina. Muitos deles são eliminados ou não conseguem alcançar o óvulo, devido à sua alta taxa de mortalidade e aos obstáculos encontrados no trato reprodutivo feminino.

2. Atração e Capacitação: Alguns espermatozoides chegam à tuba uterina, onde o óvulo está localizado após a ovulação. Lá, ocorre a capacitação, um processo no qual os espermatozoides sofrem mudanças bioquímicas que os preparam para a fertilização. O óvulo, por sua vez, libera substâncias químicas que atraem os espermatozoides em direção a ele.

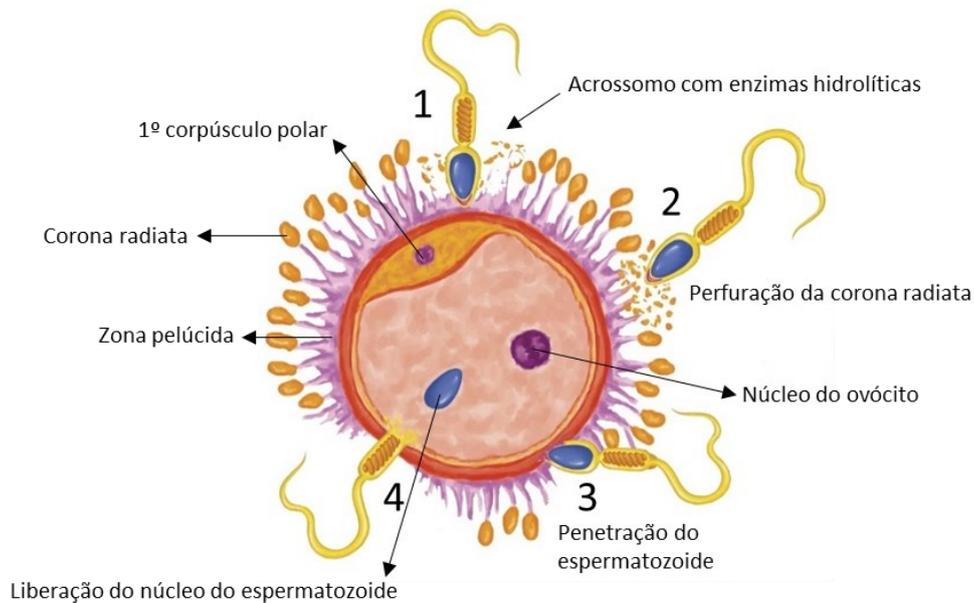
3. Penetração no Óvulo: Quando um espermatozoide alcança o óvulo, ele tem que atravessar várias camadas protetoras ao redor do óvulo, incluindo a corona radiata e a zona pelúcida. Para penetrar nessas camadas, o espermatozoide libera enzimas que ajudam a quebrar as barreiras. Finalmente, um espermatozoide consegue penetrar na zona pelúcida e alcançar a membrana plasmática do óvulo. Trata-se da reação acrossomal.

4. Fusão dos Núcleos: Após a penetração bem-sucedida, ocorre a fusão dos núcleos do espermatozoide e do óvulo. Esse evento marca o início da fertilização e resulta na formação de um zigoto, que contém uma combinação de material genético do pai e da mãe.

5. Bloqueio da Poliespermia: Após a entrada do primeiro espermatozoide, ocorre um mecanismo de bloqueio para evitar a entrada de outros espermatozoides. Isso é importante para garantir que o zigoto tenha o número correto de cromossomos e evita o desenvolvimento anormal.

6. Ativação do Desenvolvimento: Após a fertilização, o óvulo fertilizado, agora chamado de zigoto, inicia uma série de divisões celulares que eventualmente levam à formação de um embrião.





Questões para memorização

Estratégia Educação/2024 - Profª Bruna Klassa

Na reprodução sexuada, o desenvolvimento embrionário começa com a fecundação, também chamada fertilização. Neste processo, ocorre uma sequência de eventos coordenados, necessários para que o espermatozoide consiga penetrar e alcançar o citoplasma do ovócito secundário. Sobre os eventos da fecundação, é correto afirmar que

- a) o espermatozoide penetra por completo no ovócito, que finalmente termina a segunda divisão meiótica, formando um óvulo e um corpúsculo polar secundário.
- b) o espermatozoide liga sua cabeça à corona radiata e o acrossomo sofre excitose, liberando várias enzimas hidrolíticas que rompem as ligações entre as células da corona, “cavando” o folículo em direção ao citoplasma.
- c) após a penetração do espermatozoide no ovócito, a célula passa a apresentar dois núcleos independentes (um de origem materna e outro de origem paterna), formando o zigoto diploide ($2n$) binucleado.
- d) o espermatozoide introduz seu material genético no núcleo do ovócito, degenerando logo em seguida.
- e) o espermatozoide liga sua cabeça aos receptores da membrana plasmática do ovócito e o acrossomo sofre excitose, liberando várias enzimas hidrolíticas que permitem a penetração no interior do óvulo.

Comentários

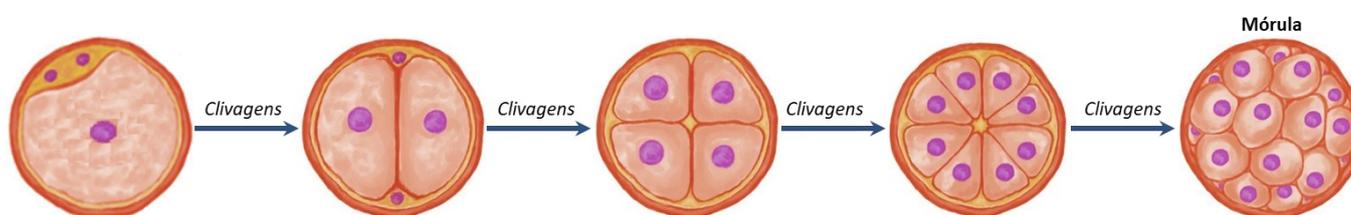
- A está errada, porque somente o núcleo do espermatozoide penetra o óvulo.
- C está errada, porque os núcleos masculino e feminino se fundem.
- D está errada, porque o núcleo masculino inteiro penetra o óvulo.
- E está errada, porque a ligação do espermatozoide se dá com as células foliculares que revestem o óvulo.

Gabarito: B.

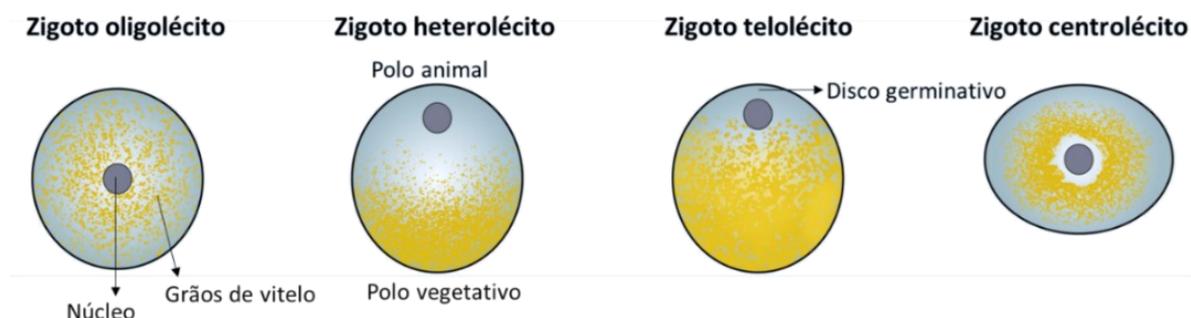
8.4 Desenvolvimento embrionário

As divisões mitóticas pelas quais o zigoto (daqui para frente chamado também de célula-ovo) passa são denominadas **segmentação** ou **clivagens**, e iniciam-se aproximadamente 30 horas após a fecundação. As células recém-formadas em cada divisão recebem o nome de **blastômeros**.

As clivagens se sucedem, **sempre dobrando o número de blastômeros em relação ao estágio anterior**. Após o estágio de oito células ocorre a **compactação do embrião**. Os blastômeros mudam sua forma e se agrupam firmemente uns com os outros. Quando já existem de **12 a 32 blastômeros**, forma-se a **mórula**, uma **massa compacta de células**. O formato da mórula depende de como ocorrem as clivagens, porque elas não são aleatórias e variam nos diferentes grupos de organismos de acordo com a quantidade de nutrientes (**vitelo**) presentes no embrião.

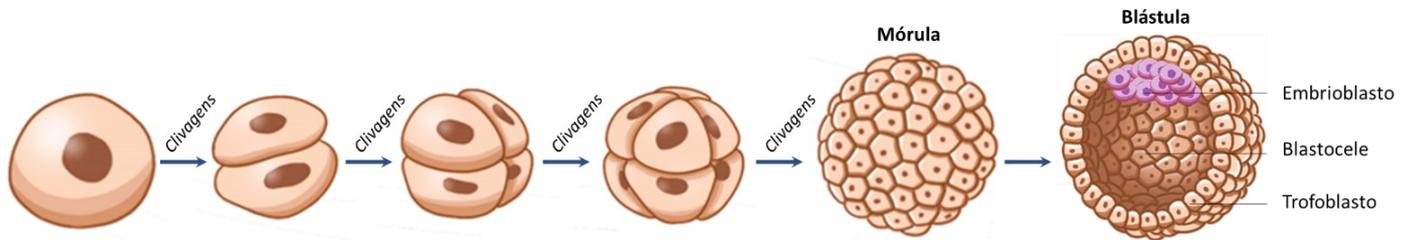


Vitelo é uma **reserva de nutrientes**, de consistência viscosa, existente nas células-ovo para alimentar o embrião enquanto ele ainda não consegue fazer isso sozinho. O vitelo pode estar distribuído por toda célula-ovo (sinônimo de zigoto) ou concentrado nos polos, e podemos utilizar a seguinte classificação:

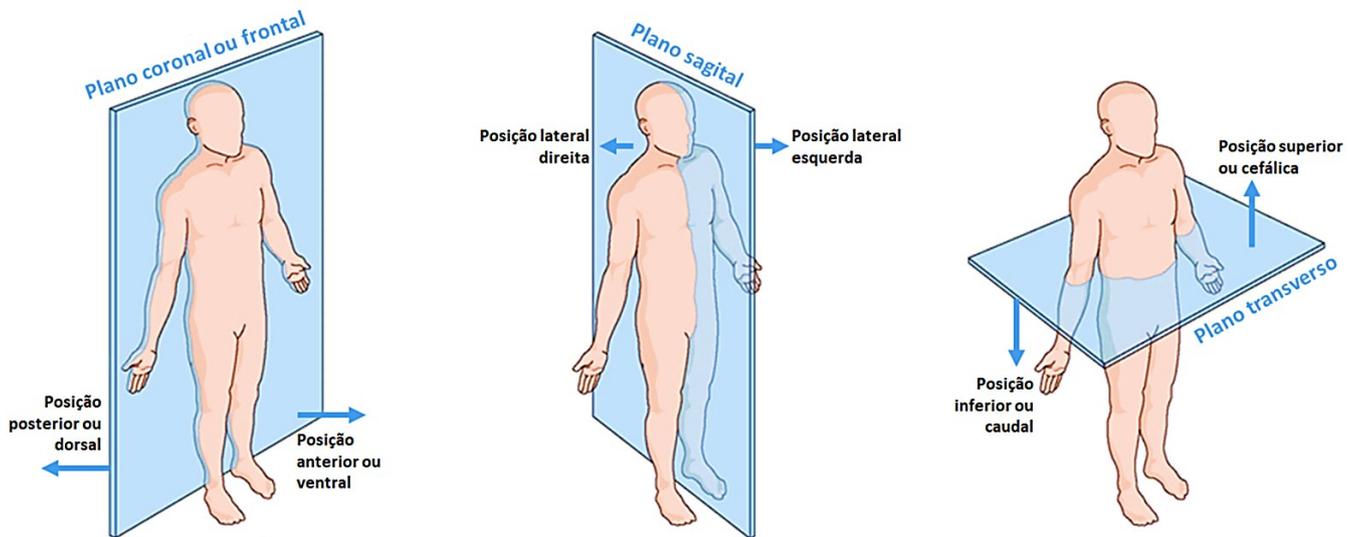


- **Zigoto oligolécito:** possui pouco vitelo no citoplasma da célula-ovo. Ocorre nos mamíferos (com exceção do ornitorrinco e do equidna), em animais invertebrados marinhos e equinodermos.
- **Zigoto heterolécito:** também chamado de mesolécito, possui quantidade intermediária de vitelo no citoplasma, ou seja, entre o zigoto oligolécito e o telolécito. Ocorre em alguns peixes, anfíbios e moluscos.
- **Zigoto telolécito:** também chamado de megalécito, possui muito vitelo no citoplasma. Ocorre nos animais que possuem longo período gestacional, como as tartarugas, aves, peixes ornitorrincos e equidnas.
- **Zigoto centrolécito:** este é um tipo especial de zigoto telolécito, pois sua grande quantidade de vitelo encontra-se centralizada na célula. Ocorre em artrópodes, especialmente nos insetos.

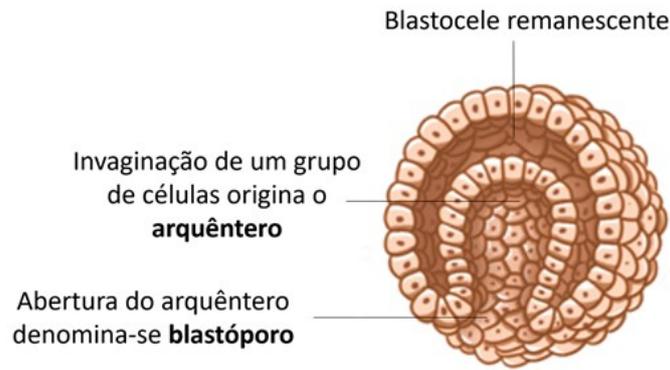
As células da mórula prosseguem em sua atividade mitótica e começam a se compactar cada vez mais. Com a compactação e o aumento de proximidade entre as células, abre-se uma cavidade cheia de um líquido produzido pelas próprias células, denominada **blastocèle**, e origina-se a estrutura chamada de **blástula**. É na fase de blástula que ocorre a implantação do embrião no útero.



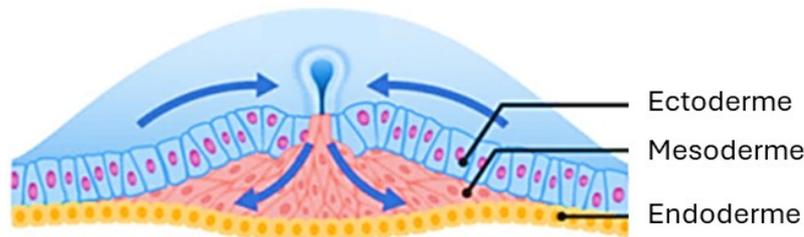
A etapa seguinte é a transformação da blástula em **gástrula**, e se denomina **gastrulação**. Nesta transformação, as células passam por grandes rearranjos e definem o plano corporal do animal, estabelecendo posições como anterior, posterior, esquerda, direita, dorsal e ventral.



Um conjunto de células da blástula é empurrado para o interior do blastocèle originando uma cavidade chamada **arquêntero**. A abertura dessa cavidade é chamada **blastóporo**. O arquêntero é o intestino primitivo do embrião e dá origem à grande parte do sistema digestório do animal, enquanto o blastóporo origina a boca em alguns animais (chamados **protostômios**) ou o ânus nos equinodermos e nos cordados (chamados de animais **deuterostômios**).

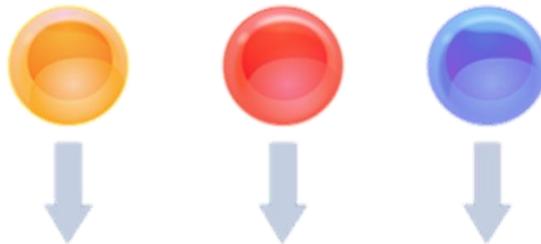


Após essa invaginação, as células da gástrula se diferenciam em diferentes folhetos germinativos. A camada celular mais interna, que foi invaginada, formará a **endoderme**. A camada externa, que reveste a endoderme, formará a **ectoderme**. Na maioria dos animais, forma-se um terceiro folheto entre a endoderme e a ectoderme, chamado **mesoderme**.



Diferenciação dos folhetos embrionários

Endoderme Mesoderme Ectoderme



Células já especializadas - unipotentes

Sistema digestório	Sistema muscular	Epiderme
Sistema respiratório	Sistema sanguíneo	Sistema nervoso
Células da tireoide	Células renais	
	Células da notocorda	
	Células ósseas	

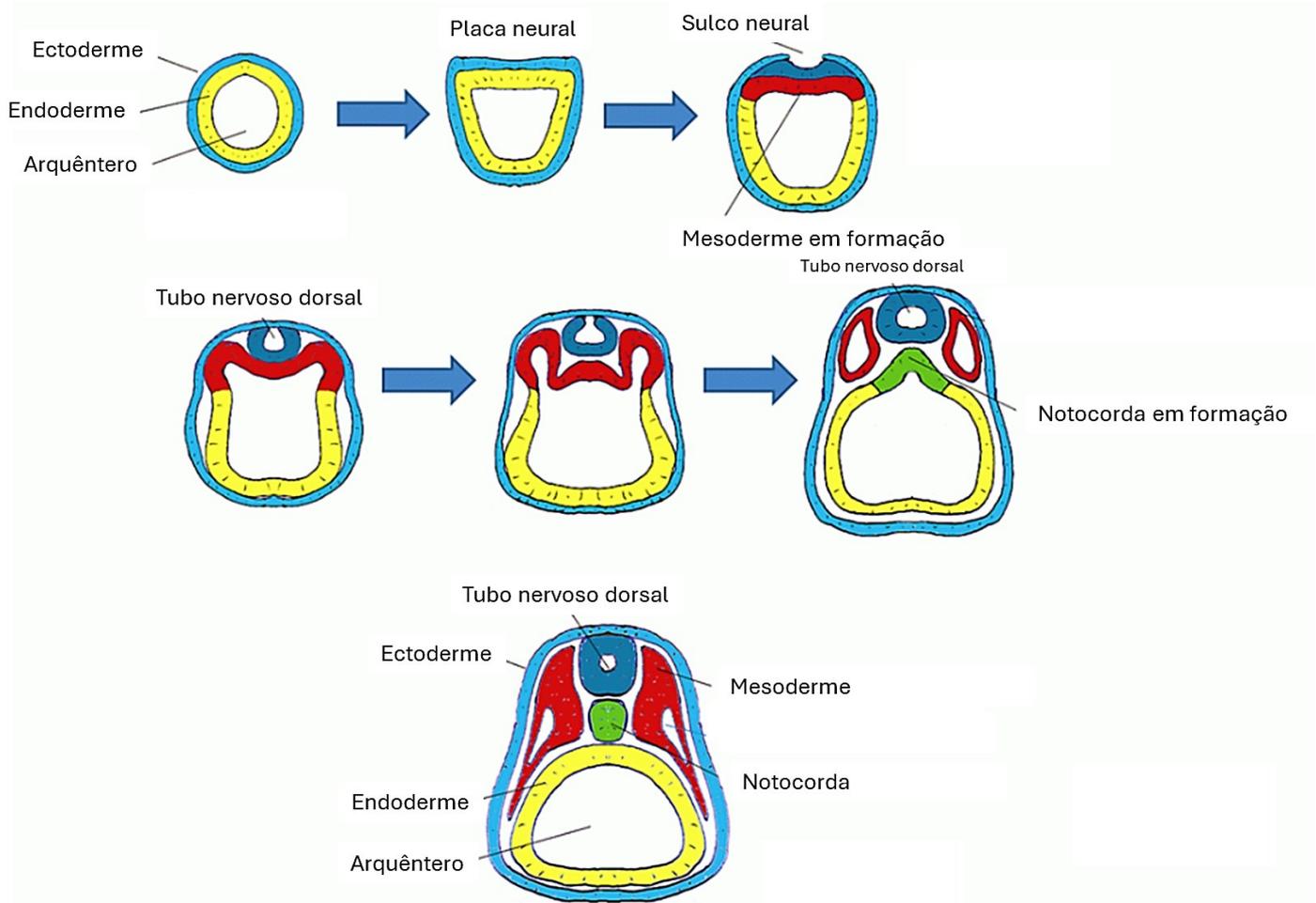
Organismos que apresentam apenas ecto e endoderme são chamados **diblásticos**. Organismos que apresentam os três folhetos germinativos são chamados **triblásticos**.

Na sequência, inicia-se a formação do sistema nervoso, denominada fase de **nêurula**. Neste momento, uma placa de células mais espessas da ectoderme sofre invaginação, formando um vale (chamado **placa neural**) e duas **cristas neurais**. A parte central da placa neural se fecha em uma estrutura chamada **tubo neural** ou



tubo nervoso dorsal, ao mesmo tempo em que as cristas se dobras para cima, unindo-se. O tubo neural dá origem ao **sistema nervoso central** e as células das cristas neurais se espalham pelo embrião e dão origem ao **sistema nervoso periférico**.

Ao mesmo tempo, um conjunto de células da mesoderme isola-se e forma um bastão consistente, a **notocorda**. A notocorda, presente em todos os animais cordados, consiste em uma estrutura de sustentação, localizada entre os tubos nervoso e digestivo, que, em muitas espécies, desaparece durante o desenvolvimento embrionário e não ocorre nos adultos. Ela persiste nos anfióxos e nos animais vertebrados (peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos) é substituída pela coluna vertebral.



O processo de formação da mesoderme pode envolver ou não a formação de uma cavidade corpórea chamada **celoma**, que posteriormente alojará os órgãos internos do animal.

Questão para memorização

Estratégia Educação/2024 - Profª Bruna Klassa

Nos organismos multicelulares, após a fecundação, tem início o desenvolvimento embrionário que dará origem ao novo indivíduo. Uma das fases desse desenvolvimento caracteriza-se pela ocorrência de diversas



divisões e o surgimento de uma estrutura chamada blastóporo. Marque a alternativa que apresenta essa etapa.

- a) Morulação.
- b) Clivagem.
- c) Blastulação.
- d) Gastrulação.
- e) Neurulação.

Comentários

- a) Errada. Não existe uma fase chamada morulação. Falamos que as sucessivas clivagens formam um aglomerado de células maciça chamado mórula.
- b) Errada. Não existe uma fase chamada blastulação. Após a formação da mórula, as células se rearranjam para abrir uma cavidade interior (blastocele) e formar a blástula.
- d) Certa. A fase do desenvolvimento embrionário que origina o blastóporo (abertura que originará a boca ou o ânus nos animais) é a gastrulação.
- e) Errada. A neurulação é uma fase posterior à formação do blastóporo.

Gabarito: D.



6. LISTA DE QUESTÕES

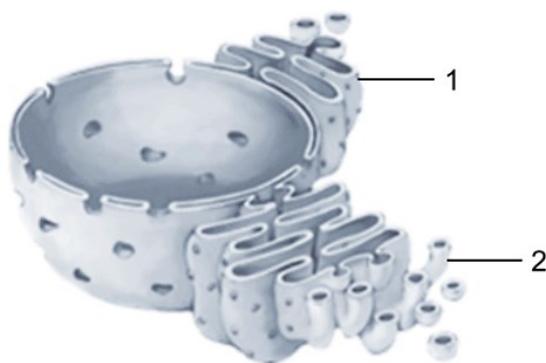
01. (FGV/2023 | SEDUC TO | Professor de Educação Básica | Ciências Biológicas)

Segundo a classificação dos seres vivos em três domínios, proposta por Carl Woese (1928-2012), organismos anteriormente classificados no Reino Protocista estão reunidos no(s) domínio(s)

- A. Archaea.
- B. Bacteria.
- C. Eukarya.
- D. Archaea e Bacteria.
- E. Bacteria e Eukarya.

02. (VUNESP/2023 | SEDUC SP | Professor de Ensino Fundamental e Médio | Biologia)

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.

03. (FGV/2023 | Prefeitura São Paulo | Professor Ensino Fundamental II e Médio | Biologia)

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.

04. (FUNDATEC/2023 | Prefeitura Santa Rosa | Professor | Ciências)

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.

05. (OBJETIVA CONCURSOS/2023 | Prefeitura Butiá | Professor | Ciências)

Assinalar a alternativa que preenche as lacunas do texto CORRETAMENTE:

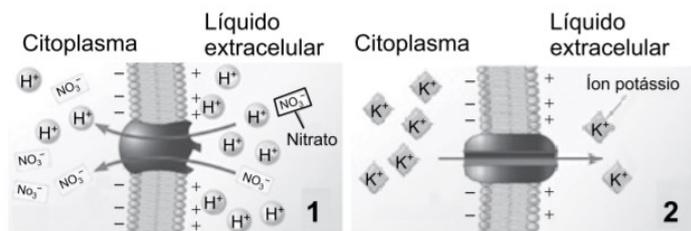
Os lipídeos das membranas celulares combinam duas propriedades bastante distintas em uma única molécula: cada lipídeo possui uma cabeça _____ e uma cauda _____, sendo considerados desta forma moléculas _____.

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

06. (VUNESP/2023 | SEDUC SP | Professor de Ensino Fundamental e Médio | Biologia 2023)

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.

07. (IBFC/2023 | SEC BA | Professor Educação Básica | Biologia)

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

08. (IBFC/2023 | SEC BA | Professor Educação Básica | Biologia)

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

09. (IBFC/2023 | SEC BA | Professor Educação Básica | Biologia)

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.

10. (ADM&TEC/2023 | Prefeitura Ipojuca | Professor | Ciências Biológicas)

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, íons, 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.

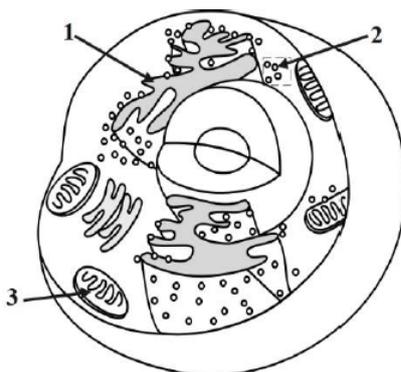


Marque a alternativa CORRETA:

- 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.

11. (AVANÇASP/2023 | Prefeitura Morungaba | Professor | Ciências)

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.

12. ADM&TEC - 2023 - Professor (Pref Ipojuca) / Ciências Biológicas

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, íons, 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.

13. Instituto CONSULPAM - 2022 - Professor (Pref Irauçuba)/Biologia/18.09.2022

Considerando as mutações e os processos de alteração do DNA, assinale com V ou F, conforme seja Verdadeiro ou Falso o que se afirmar a seguir:

- Na mutação gênica do tipo substituição ocorre a troca de um ou mais pares de bases.
- A mutação silenciosa ocorre quando a substituição de um determinado nucleotídeo do DNA não provoca alterações nos aminoácidos sintetizados.
- Na aneuploidia há perda ou acréscimo de genomas completos.
- As mutações germinativas são transmitidas aos descendentes, originando um novo indivíduo possuindo as células com a alteração.

Está CORRETA a seguinte sequência:

- A. V-V-F-V.
- B. V-V-V-V.
- C. F-V-F-F.
- D. F-F-V-V.

14. FCM - CEFETMINAS - 2022 - Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (IF BA)/Biologia

As mutações gênicas são alterações na sequência de DNA de um organismo. Considerando-se os diferentes tipos de mutações, associe corretamente o tipo à sua respectiva definição.

Tipos de mutação

- 1 - Pontual
- 2 - Missense
- 3 - Silenciosa
- 4 - Sem sentido

Definições

- Altera apenas uma base na sequência do DNA.
- Codifica um códon de parada: UAG, UAA, UGA.
- O códon mutado codifica outro aminoácido.
- Muda o sentido de um códon para um sinônimo, deixando inalterada a sequência de aminoácidos da proteína.

A sequência correta dessa associação é

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

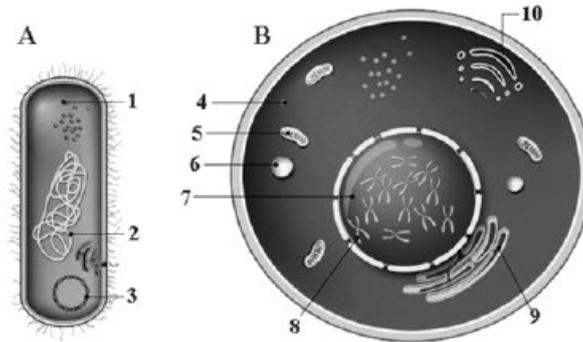


D. 4, 1, 2, 3.

E. 1, 4, 2, 3.

15. CEBRASPE (CESPE) - 2021 - Professor (SEDUC AL)/Biologia

A figura seguinte representa dois tipos de organização celular encontrados em seres vivos.



Considerando os esquemas A e B gura apresentada e as principais características das células procarióticas e eucarióticas, julgue o item a seguir.

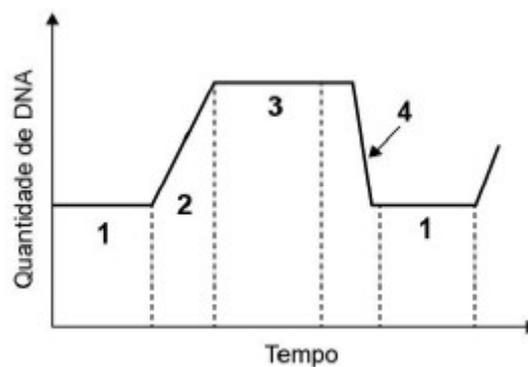
O material genético dos organismos eucariontes está armazenado no núcleo (indicado pelo número 7 na figura) e organizado na forma de cromossomos.

C. Certo.

E. Errado.

16. FGV - 2023 - Professor (Pref SP)/Ensino Fundamental II e Médio/Biologia

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.

17. SUSTENTE - 2023 - Professor (Prof Igarassu)/Ciências

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.

18. OBJETIVA CONCURSOS - 2023 - Professor (Prof Butiá)/Ciências

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.

19. FUNDATEC - 2023 - Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (IFC)/Biologia

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.

20. FGV - 2023 - Professor de Educação Básica (SEDUC TO)/Ciências Biológicas

Para organismos unicelulares e células somáticas dos metazoários, o ciclo celular mitótico pode ser compreendido como uma sucessão de etapas controladas por pontos de checagem, que irão garantir a ocorrência correta do processo.

Com relação ao ciclo celular, analise as afirmativas a seguir.

- I. Em geral, a fase mais longa do ciclo celular é a interfase. A fase G1 caracteriza-se por ser uma fase de crescimento, em que a célula sintetiza RNA e proteínas.
- II. Durante a fase S, ocorre a duplicação do DNA e dos filamentos de cromatina: cada cromossomo passa a ser formado por duas cromátides idênticas, unidas pelos centrômeros.
- III. Na fase G2 ocorre a citocinese – evento no qual os microtúbulos componentes do fuso mitótico levam os cromossomos para os polos da célula, sinalizando o início da mitose.

Está correto o que se afirma em

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

21. FUNDATEC - 2023 - Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (IFC)/Biologia

Sobre o processo de reprodução por partenogênese em animais, analise as assertivas abaixo e assinale V, se verdadeiras, ou F, se falsas.

- () A partenogênese é um processo de reprodução exclusivo de algumas espécies de invertebrados.
- () Os zangões, indivíduos machos das abelhas *Apis mellifera*, são gerados por partenogênese.
- () Os indivíduos gerados por partenogênese são inférteis.

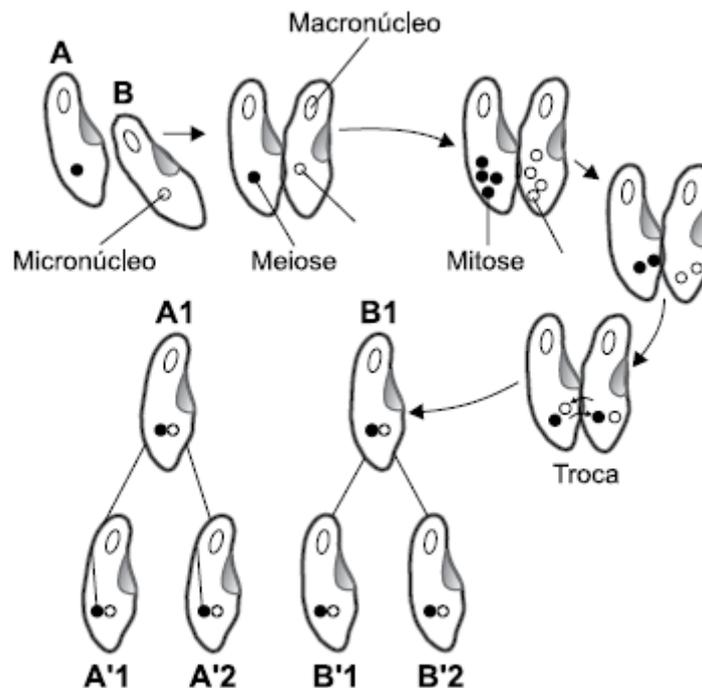
A ordem correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é:

- A. V – V – V.
- B. V – F – V.
- C. F – F – V.
- D. F – V – F.
- E. F – F – F.

22. VUNESP - 2023 - Professor de Ensino Fundamental e Médio (SEDUC SP)/Ciências

Em uma aula de Ciências, o professor apresentou o seguinte problema para que os alunos discutissem.





O protozoário ciliado paramécio apresenta conjugação, uma forma de reprodução sexuada. Nesse processo, os paramécios ligam-se pelos citóstomas, formando uma ponte entre os dois citoplasmas. O micronúcleo ($2n$) de cada célula, por meio de meiose, gera quatro novos micronúcleos haploides. Três desses micronúcleos, de cada um dos protozoários, degeneram. Cada micronúcleo restante, por mitose, gera dois novos micronúcleos. Um deles é trocado pelo micronúcleo do outro paramécio, por meio da ponte que se formou entre as células. Em cada paramécio, os dois micronúcleos fundem-se, gerando um micronúcleo ($2n$) novamente. Os paramécios separam-se e, a seguir, o micronúcleo ($2n$) de cada um sofre mitose. Cada paramécio divide-se por bipartição, cada um com um micronúcleo diploide. São gerados, ao final, quatro paramécios filhos. A ilustração representa o processo.

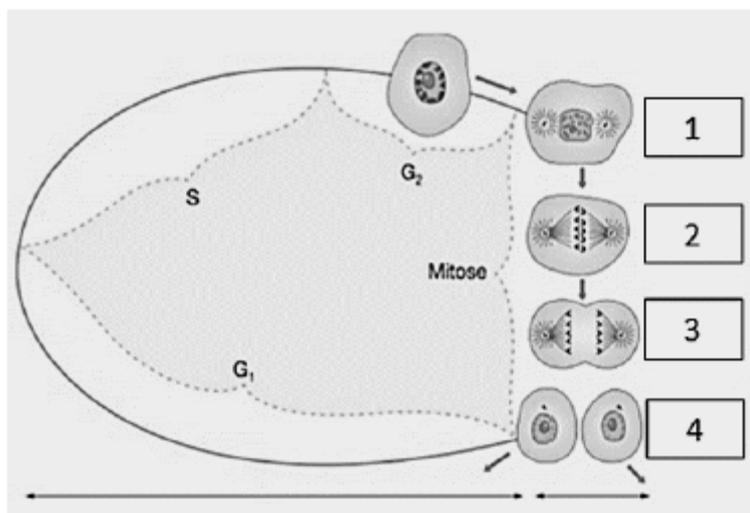
Após a conjugação, o material genético contido no núcleo do paramécio

- A. B é igual ao do B'1.
- B. B'1 é diferente do B'2.
- C. A1 é diferente do A'2.
- D. A é igual ao do A1.
- E. B é diferente do B1.

23. AOCP - 2022 - Professor (SED MS)/Biologia

A figura a seguir apresenta o esquema do ciclo celular. Observe-a.





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

- A. À esquerda, a intérfase com as fases G₁, S e G₂, com as etapas de crescimento celular, duplicação do conteúdo e preparação para nova divisão.
- B. À direita, a metáfase com as quatro etapas distintas do crescimento celular, a replicação do DNA e a divisão das membranas citoplasmáticas.
- C. Em 4, a mitose, compreendida pela divisão dos cromossomos, do citoplasma e da manutenção dos núcleos espermáticos.
- D. Em 2, a cariocinese ou separação das cromátides, seguida pela divisão do fuso mitótico.
- E. Em 3, a etapa compreendida entre duas divisões sucessivas, na qual a célula cresce e se prepara para a divisão dos núcleos espermáticos.

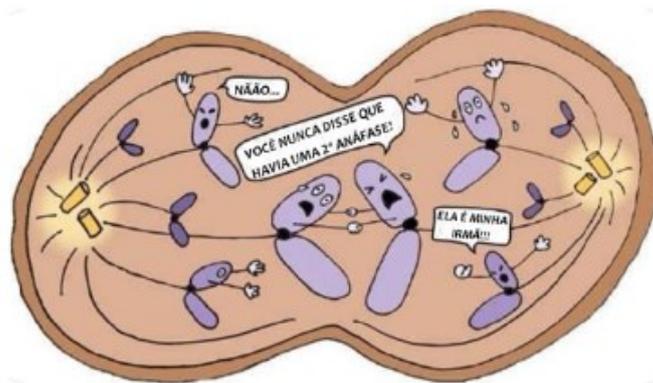
24. AOC - 2022 - Professor (SED MS)/Biologia

Considerando as características e os aspectos dos mecanismos de reprodução sexuada e assexuada nas plantas, assinale a alternativa INCORRETA.

- A. A reprodução assexuada é uma alternativa para a reprodução na ausência de cruzamento.
- B. O processo de reprodução assexuada é conhecido também como reprodução vegetativa.
- C. Um dos mecanismos fundamentais da reprodução sexuada é a fecundação: união de células haploides que dão origem ao zigoto.
- D. A reprodução sexuada resulta em uma progênie idêntica a um único parental, com a ocorrência de recombinação gênica.
- E. Os tipos de reprodução assexuada variam desde o desenvolvimento de uma oosfera não fertilizada à divisão do organismo parental em partes distinguíveis.

25. INSTITUTO MAIS - 2022 - Professor (Prof S Parnaíba)/Biologia/CP. Ed. 07-2022





As cromátides, ao que tudo indica, foram pegas de surpresa e separadas das suas irmãs na anáfase II. Sobre a anáfase II, é correto afirmar que ocorre

- A. na meiose para formação das células nervosas.
- B. na meiose para formação das células gaméticas animais.
- C. na divisão celular dos glóbulos brancos.
- D. tanto na meiose quanto na mitose.

26. CETREDE - 2021 - Professor (Prof Paraipaba)/PEB II Ciências

Durante uma investigação das células de um tumor maligno de pulmão de uma pessoa, observou-se que muitas das células estavam na fase da divisão celular onde ocorre o alinhamento dos cromossomos na região equatorial da célula.

Certamente, a fase observada pelos pesquisadores era a

- A. Prófase.
- B. Anáfase.
- C. Metáfase.
- D. Telófase.
- E. Citocinese.

27. FEPESE - 2021 - Professor (Araranguá)/IV/Ciências

Certos fungos e algas formam células especializadas que são liberadas no ambiente e germinam ao encontrar condições favoráveis. Multiplicam-se por meio de divisões celulares sucessivas, originando um novo organismo geneticamente idêntico àquele que o produziu.

Esse tipo de reprodução assexuada é chamado de:

- A. Estaquia.
- B. Esporulação.
- C. Brotamento.
- D. Cissiparidade.
- E. Divisão binária.

28. AVANÇASP - 2020 - Professor (Prof Itatiba)/Educação Básica - PEB II Ciências

No tocante à reprodução, analise os itens a seguir e, ao final, assinale a alternativa correta:

- I – A reprodução assexuada é anterior à reprodução sexuada.
- II – A esporulação e o brotamento são exemplos de reprodução sexuada.
- III – Estaquia e divisão binária são exemplos de reprodução assexuada.

- A. Apenas o item I é verdadeiro.
- B. Apenas o item II é verdadeiro.
- C. Apenas o item III é verdadeiro.
- D. Apenas os itens I e III são verdadeiros.
- E. Nenhum dos itens é verdadeiro.

29. IBADE - 2020 - Professor (SEE AC)/P2/Ciências da Natureza

O ciclo dos seres vivos compreende o nascimento, o desenvolvimento, a reprodução e a morte. Referente às características gerais dos seres vivos, a reprodução pode ser do tipo assexuada ou sexuada, esta última, é conceituada como:

- A. Exclusiva participação dos gametas com fecundação externa, somente.
- B. Dispensável a participação dos gametas com fecundação interna, somente.
- C. Exclusiva participação dos gametas com fecundação interna, somente.
- D. Exclusiva participação dos gametas com fecundação interna ou externa.
- E. Dispensável a participação dos gametas com fecundação interna ou externa.

30. CEBRASPE (CESPE) - 2011 - Professor (SEDUC AM)/Biologia

Considerando que a divisão celular é um fenômeno que envolve a separação do conteúdo celular entre as células-filhas e representa etapa básica e necessária para o desenvolvimento e a diferenciação de organismos multicelulares, julgue o próximo item.

Na reprodução sexuada, a meiose possibilita a produção de gametas haploides.

- C. Certo
- E. Errado



7. GABARITO

01.	C	11.	D	21.	D
02.	B	12.	C	22.	E
03.	C	13.	A	23.	A
04.	A	14.	E	24.	D
05.	B	15.	C	25.	B
06.	C	16.	C	26.	C
07.	C	17.	D	27.	B
08.	B	18.	C	28.	D
09.	E	19.	D	29.	D
10.	C	20.	B	30.	C



8. QUESTÕES COMENTADAS

01. (FGV/2023 | SEDUC TO | Professor de Educação Básica | Ciências Biológicas)

Segundo a classificação dos seres vivos em três domínios, proposta por Carl Woese (1928-2012), organismos anteriormente classificados no Reino Protocista estão reunidos no(s) domínio(s)

- A. Archaea.
- B. Bacteria.
- C. Eukarya.
- D. Archaea e Bacteria.
- E. Bacteria e Eukarya.

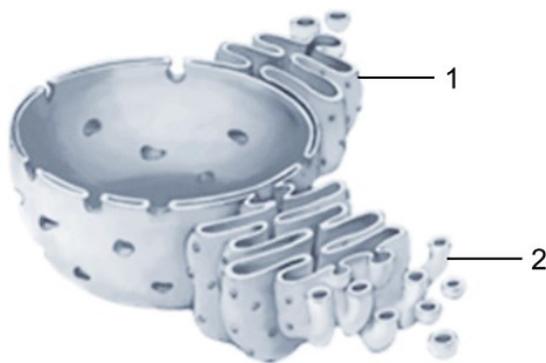
Comentários:

C. Certa. Os antigos protocistas são as algas e protozoários, grupos que se encontram dentro do domínio Eucaria.

Gabarito: C.

02. (VUNESP/2023 | SEDUC SP | Professor de Ensino Fundamental e Médio | Biologia)

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.

03. (FGV/2023 | Prefeitura São Paulo | Professor Ensino Fundamental II e Médio | Biologia)

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 fosfolípidios, 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.

04. (FUNDATEC/2023 | Prefeitura Santa Rosa | Professor | Ciências)

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.

05. (OBJETIVA CONCURSOS/2023 | Prefeitura Butiá | Professor | Ciências)

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

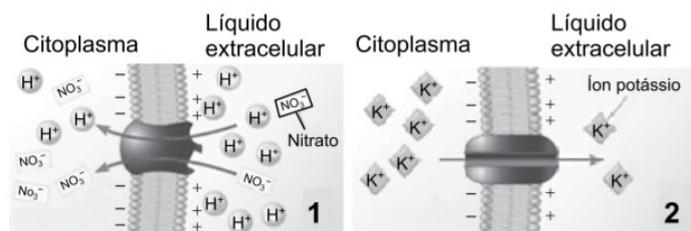
Comentários

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.

06. (VUNESP/2023 | SEDUC SP | Professor de Ensino Fundamental e Médio | Biologia 2023)

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.

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.

07. (IBFC/2023 | SEC BA | Professor Educação Básica | Biologia)

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.

08. (IBFC/2023 | SEC BA | Professor Educação Básica | Biologia)

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.

09. (IBFC/2023 | SEC BA | Professor Educação Básica | Biologia)

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.

10. (ADM&TEC/2023 | Prefeitura Ipojuca | Professor | Ciências Biológicas)

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, íons, 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.

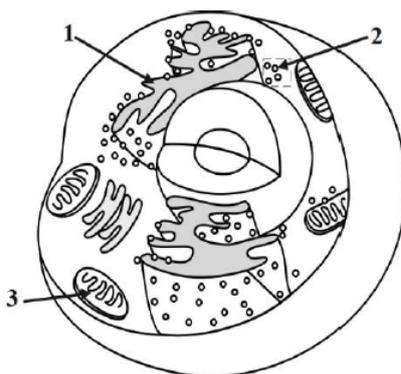
II. Certa. Não há incorreções na afirmativa. Ela descreve bem as formas da cromatina, o núcleo celular e o seu nucleoplasma, o qual é constituído por água e substâncias solubilizadas. No interior do nucleoplasma, uma rede de proteínas aparentemente estruturais denominada de matriz nuclear, organiza a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

Gabarito:

Gabarito: C.

11. (AVANÇASP/2023 | Prefeitura Morungaba | Professor | Ciências)

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.

12. ADM&TEC - 2023 - Professor (Prof Ipojuca) / Ciências Biológicas

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, íons, 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: C.

13. Instituto CONSULPAM - 2022 - Professor (Prof Irauçuba)/Biologia/18.09.2022



Considerando as mutações e os processos de alteração do DNA, assinale com V ou F, conforme seja Verdadeiro ou Falso o que se afirmar a seguir:

- Na mutação gênica do tipo substituição ocorre a troca de um ou mais pares de bases.
- A mutação silenciosa ocorre quando a substituição de um determinado nucleotídeo do DNA não provoca alterações nos aminoácidos sintetizados.
- Na aneuploidia há perda ou acréscimo de genomas completos.
- As mutações germinativas são transmitidas aos descendentes, originando um novo indivíduo possuindo as células com a alteração.

Está CORRETA a seguinte sequência:

- A. V-V-F-V.
- B. V-V-V-V.
- C. F-V-F-F.
- D. F-F-V-V.

Comentários

- (V) Neste tipo de mutação um nucleotídeo (ou mais) é substituído por outro na sequência de DNA.
- (V) Durante uma mutação silenciosa, o nucleotídeo é substituído, mas o códon alterado ainda codifica o mesmo aminoácido que o códon original.
- (F) A aneuploidia envolve uma alteração no número de cromossomos em uma célula.
- (V) Quando uma mutação ocorre em uma célula germinativa, ela afeta os genes presentes no DNA dessa célula, e essa alteração é passada para as gerações futuras.

Gabarito: A.

14. FCM - CEFETMINAS - 2022 - Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (IF BA)/Biologia

As mutações gênicas são alterações na sequência de DNA de um organismo. Considerando-se os diferentes tipos de mutações, associe corretamente o tipo à sua respectiva definição.

Tipos de mutação

- 1 - Pontual
- 2 - Missense
- 3 - Silenciosa
- 4 - Sem sentido

Definições

- Altera apenas uma base na sequência do DNA.
- Codifica um códon de parada: UAG, UAA, UGA.
- O códon mutado codifica outro aminoácido.
- Muda o sentido de um códon para um sinônimo, deixando inalterada a sequência de aminoácidos da proteína.

A sequência correta dessa associação é



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

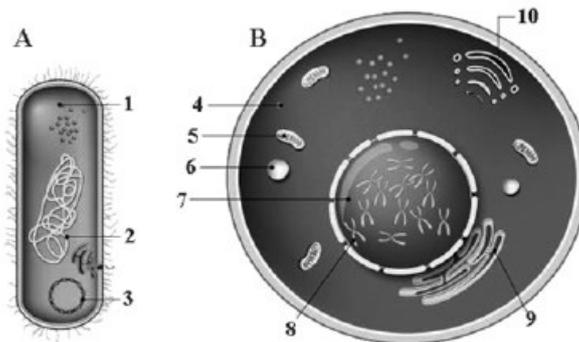
Comentários

- (1) Altera apenas uma base na sequência do DNA = Mutação pontual.
- (4) Codifica um códon de parada: UAG, UAA, UGA = Mutação sem sentido.
- (2) O códon mutado codifica outro aminoácido = Mutação missense
- (3) Muda o sentido de um códon para um sinônimo, deixando inalterada a sequência de aminoácidos da proteína = Mutação silenciosa.

Gabarito: E.

15. CEBRASPE (CESPE) - 2021 - Professor (SEDUC AL)/Biologia

A figura seguinte representa dois tipos de organização celular encontrados em seres vivos.



Considerando os esquemas A e B gura apresentada e as principais características das células procarióticas e eucarióticas, julgue o item a seguir.

O material genético dos organismos eucariontes está armazenado no núcleo (indicado pelo número 7 na figura) e organizado na forma de cromossomos.

- C. Certo.
- E. Errado.

Comentários

Temos o seguinte:

- 1. Citoplasma bacteriano
- 2. DNA circular bacteriano
- 3. Plasmídeo bacteriano
- 4. Citoplasma eucarionte

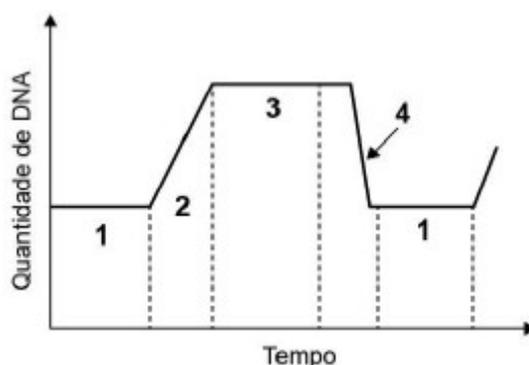
5. Mitocôndria
6. Lisossomo
7. Núcleo
8. Cromossomos
9. Retículo endoplasmático

Assim, o item está correto.

Gabarito: C.

16. FGV - 2023 - Professor (Pref SP)/Ensino Fundamental II e Médio/Biologia

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.

17. SUSTENTE - 2023 - Professor (Prof Igarassu)/Ciências

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.

18. OBJETIVA CONCURSOS - 2023 - Professor (Prof Butiá)/Ciências

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.

19. FUNDATEC - 2023 - Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (IFC)/Biologia

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.

20. FGV - 2023 - Professor de Educação Básica (SEDUC TO)/Ciências Biológicas

Para organismos unicelulares e células somáticas dos metazoários, o ciclo celular mitótico pode ser compreendido como uma sucessão de etapas controladas por pontos de checagem, que irão garantir a ocorrência correta do processo.

Com relação ao ciclo celular, analise as afirmativas a seguir.

I. Em geral, a fase mais longa do ciclo celular é a interfase. A fase G1 caracteriza-se por ser uma fase de crescimento, em que a célula sintetiza RNA e proteínas.

II. Durante a fase S, ocorre a duplicação do DNA e dos filamentos de cromatina: cada cromossomo passa a ser formado por duas cromátides idênticas, unidas pelos centrômeros.

III. Na fase G2 ocorre a citocinese – evento no qual os microtúbulos componentes do fuso mitótico levam os cromossomos para os polos da célula, sinalizando o início da mitose.

Está correto o que se afirma em

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

Comentários

I. Certa. A interfase é a fase mais longa do ciclo celular e compreende três etapas: G1 (fase de Gap 1), S (síntese) e G2 (fase de Gap 2). Durante a fase G1, a célula está em uma fase de crescimento, onde ocorre a síntese de RNA e proteínas, além do aumento do tamanho celular e da preparação para a fase S.

II. Certa. Durante a fase S do ciclo celular, ocorre a síntese do DNA, resultando na duplicação de todos os cromossomos da célula. Cada cromossomo passa a ser composto por duas cromátides irmãs, que são idênticas e estão ligadas pelo centrômero. Esse processo de duplicação do DNA é crucial para garantir que as células filhas tenham uma cópia completa e idêntica do material genético.

III. Errada. A fase G2 é uma fase de preparação para a mitose, mas não é durante a G2 que ocorre a citocinese. A citocinese é o último estágio da divisão celular e ocorre no final da mitose, não na G2. Durante a citocinese, os microtúbulos do fuso mitótico separam as cromátides irmãs, puxando-as para os polos opostos da célula e, em seguida, a membrana celular se divide, dividindo o citoplasma em duas células filhas.

Gabarito: B.



21. FUNDATEC - 2023 - Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (IFC)/Biologia

Sobre o processo de reprodução por partenogênese em animais, analise as assertivas abaixo e assinale V, se verdadeiras, ou F, se falsas.

- A partenogênese é um processo de reprodução exclusivo de algumas espécies de invertebrados.
 Os zangões, indivíduos machos das abelhas *Apis mellifera*, são gerados por partenogênese.
 Os indivíduos gerados por partenogênese são inférteis.

A ordem correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é:

- A. V – V – V.
B. V – F – V.
C. F – F – V.
D. F – V – F.
E. F – F – F.

Comentários

(F) A primeira assertiva é falsa. A partenogênese não é exclusiva de invertebrados. Alguns vertebrados também são capazes de reprodução por partenogênese, embora seja menos comum. Alguns lagartos, são conhecidos por essa reprodução, permitindo que fêmeas produzam descendentes sem a presença de machos em determinadas situações.

(V) A segunda assertiva é verdadeira. Os zangões, indivíduos machos das abelhas *Apis mellifera*, são gerados por partenogênese. Eles se desenvolvem a partir de ovos não fertilizados depositados pela rainha.

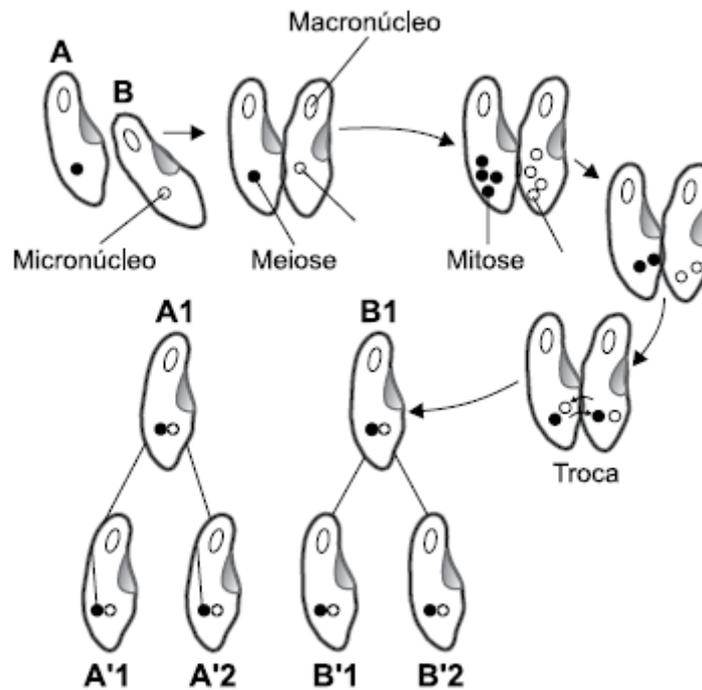
(F) A terceira assertiva é verdadeira. A partenogênese é um processo de reprodução assexuada em que um óvulo é ativado e se desenvolve sem fertilização por um espermatozoide. Os indivíduos resultantes da partenogênese podem ser tanto inférteis quanto férteis, dependendo da espécie e das circunstâncias.

Gabarito: D.

22. VUNESP - 2023 - Professor de Ensino Fundamental e Médio (SEDUC SP)/Ciências

Em uma aula de Ciências, o professor apresentou o seguinte problema para que os alunos discutissem.





O protozoário ciliado parâmicio apresenta conjugação, uma forma de reprodução sexuada. Nesse processo, os parâmicios ligam-se pelos citóstomas, formando uma ponte entre os dois citoplasmas. O micronúcleo ($2n$) de cada célula, por meio de meiose, gera quatro novos micronúcleos haploides. Três desses micronúcleos, de cada um dos protozoários, degeneram. Cada micronúcleo restante, por mitose, gera dois novos micronúcleos. Um deles é trocado pelo micronúcleo do outro parâmicio, por meio da ponte que se formou entre as células. Em cada parâmicio, os dois micronúcleos fundem-se, gerando um micronúcleo ($2n$) novamente. Os parâmicios separam-se e, a seguir, o micronúcleo ($2n$) de cada um sofre mitose. Cada parâmicio divide-se por bipartição, cada um com um micronúcleo diploide. São gerados, ao final, quatro parâmicios filhos. A ilustração representa o processo.

Após a conjugação, o material genético contido no núcleo do parâmicio

- A. B é igual ao do B'1.
- B. B'1 é diferente do B'2.
- C. A1 é diferente do A'2.
- D. A é igual ao do A1.
- E. B é diferente do B1.

Comentários

a) Errada. O material genético contido no núcleo do parâmicio B é diferente daquele contido no parâmicio B'1. Isso ocorre porque durante o processo de conjugação há troca de material genético entre os micronúcleos dos parâmicios, e ao final, após o final da mitose, os parâmicios filhos tem núcleo com mistura de genes.

b) Errada. O material genético de B'1 e B'2 são idênticos, pois estes parâmicios são resultado de mitose da mesma célula, logo a divisão genética é igual para as duas células filhas.



c) Errada. O paramécio A'2 tem o material genético igual ao do paramécio A1, pois foi originado a partir dele do processo de mitose. Não há troca de genes neste tipo de divisão.

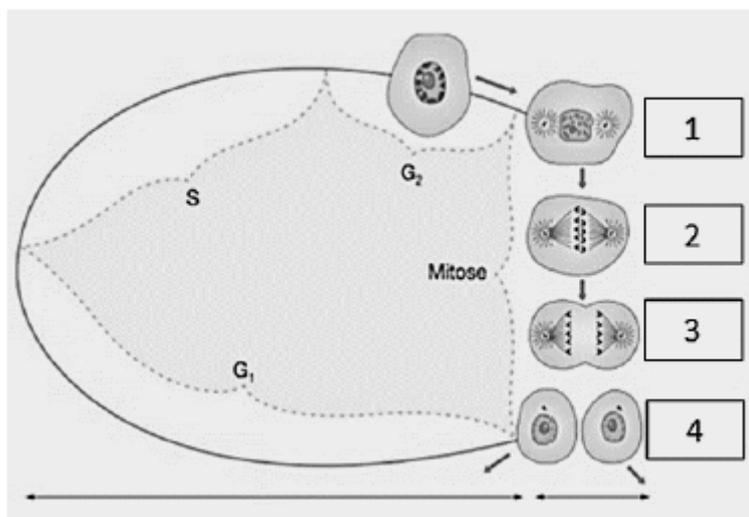
d) Errada. O paramécio A é diferente de A1, assim como é diferente de A'1 e A'2. Essa diferença é devido à troca gênica dos micronúcleos que ocorre entre os paramécios A e B. O material resultante da fusão destes micronúcleos está presente em A1 e B1, que passam a ser diferentes dos paramécios de origem.

e) Certa. Durante a conjugação, B troca material genético com o outro paramécio A. Um dos micronúcleos de B é trocado com outro de A e então os pares novos de micronúcleo de cada paramécio se fundem, resultando em um núcleo $2n$ com material genético novo que foi incorporado. Ao final da conjugação, o paramécio B1 resultante de mitose, é geneticamente diferente de B, devido à recombinação dos materiais genéticos no processo de conjugação.

Gabarito: E.

23. AOCP - 2022 - Professor (SED MS)/Biologia

A figura a seguir apresenta o esquema do ciclo celular. Observe-a.



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

- A. À esquerda, a intérfase com as fases G₁, S e G₂, com as etapas de crescimento celular, duplicação do conteúdo e preparação para nova divisão.
- B. À direita, a metáfase com as quatro etapas distintas do crescimento celular, a replicação do DNA e a divisão das membranas citoplasmáticas.
- C. Em 4, a mitose, compreendida pela divisão dos cromossomos, do citoplasma e da manutenção dos núcleos espermáticos.
- D. Em 2, a cariocinese ou separação das cromátides, seguida pela divisão do fuso mitótico.
- E. Em 3, a etapa compreendida entre duas divisões sucessivas, na qual a célula cresce e se prepara para a divisão dos núcleos espermáticos.

Comentários



A. Certa. O lado esquerdo da figura representa e indica a intérfase, que antecede as etapas de divisão celular e é compreendida em 3 fases de crescimento e preparação da célula: Fase G1, onde a célula cresce e realiza suas atividades metabólicas normais. Também ocorre a síntese de proteínas necessárias para o processo de replicação do DNA. Fase S, ocorre a replicação do DNA. O material genético é copiado para garantir que cada célula filha receba uma cópia completa do genoma. E a G2, que continua aumentando a célula de tamanho e duplicando todas as organelas para que ao dividir durante a mitose, as células tenham o mesmo número de organelas e proteínas intracelulares.

B. Errada. Na figura, o lado direito esquematiza as etapas da divisão celular, que compreende a prófase (1), a metáfase (2), a anáfase (3) e duas células filhas ao final da divisão. (4). A metáfase é uma das etapas da divisão e não compreende todas as fases indicadas na direita da figura. Além disso, o crescimento celular, a replicação e a duplicação das organelas membranosas, ocorre durante a interfase, que está representada pelo esquema ao lado esquerdo da figura.

C. Errada. O número 4 representa o fim da divisão celular. A mitose é caracterizada por todas as etapas da divisão celular em si, e não corresponde ao momento 4, onde a divisão celular já ocorreu. Além disso, a divisão dos cromossomos ocorreu muito antes, na fase 3 e não 4. A separação do citoplasma ocorreu entre as etapas 3 e 4. E os núcleos espermáticos não são representados neste esquema, porque são associados a células vegetais, e os esquemas da figura indicam células animais.

D. Errada. A fase 2 indicada na figura, é uma das etapas da cariocinese que envolve a divisão do material genético para formar duas células, mas ainda não ocorre a separação das cromátides. Em 2 está representada a metáfase, que é o alinhamento dos cromossomos na região equatorial da célula, mas ainda não houve a separação. A divisão ocorre na etapa subsequente, denominada anáfase.

E. Errada. A fase 3 compreende um momento da divisão celular, a anáfase. Durante a anáfase, as fibras do fuso puxam os cromossomos irmãos separados para os polos opostos da célula, por meio do encurtamento dos microtúbulos. O momento entre duas divisões sucessivas está representado por 4, onde as células acabaram de se dividir e estão prontas para entrar em interfase (representada pelo lado esquerdo) novamente e seguir mais uma divisão.

Gabarito: A.

24. AOCP - 2022 - Professor (SED MS)/Biologia

Considerando as características e os aspectos dos mecanismos de reprodução sexuada e assexuada nas plantas, assinale a alternativa INCORRETA.

- A. A reprodução assexuada é uma alternativa para a reprodução na ausência de cruzamento.
- B. O processo de reprodução assexuada é conhecido também como reprodução vegetativa.
- C. Um dos mecanismos fundamentais da reprodução sexuada é a fecundação: união de células haploides que dão origem ao zigoto.
- D. A reprodução sexuada resulta em uma progênie idêntica a um único parental, com a ocorrência de recombinação gênica.



E. Os tipos de reprodução assexuada variam desde o desenvolvimento de uma oosfera não fertilizada à divisão do organismo parental em partes distinguíveis.

Comentários

A. Correta. A reprodução assexuada é uma alternativa para a reprodução na ausência de cruzamento, já que não envolve a fusão de gametas de diferentes indivíduos.

B. Correta. O processo de reprodução assexuada é conhecido como reprodução vegetativa, onde novos indivíduos se originam diretamente de estruturas vegetativas, como estolhos, rizomas, tubérculos, bulbos, entre outros.

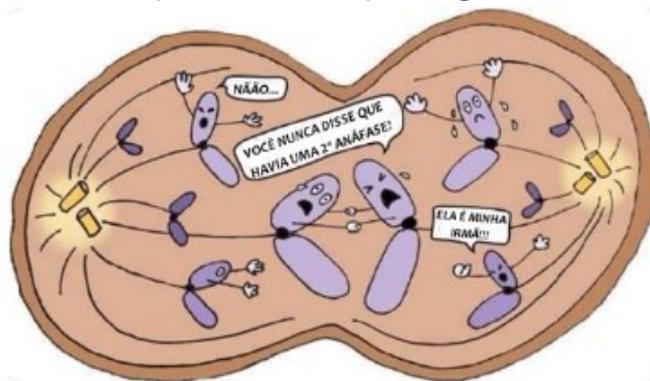
C. Correta. A fecundação é de fato um dos mecanismos fundamentais da reprodução sexuada, envolvendo a união de células haploides (gametas) para formar um zigoto diploide.

D. Incorreta. Ao contrário do que afirma a alternativa, a reprodução sexuada resulta em uma progênie que não é idêntica a um único parental, pois envolve a combinação de material genético de dois indivíduos diferentes através da fecundação. Além disso, durante a meiose, ocorre a recombinação gênica, o que aumenta ainda mais a variabilidade genética.

E. Correta. Os tipos de reprodução assexuada nas plantas incluem desde o desenvolvimento de uma oosfera não fertilizada (partenogênese) até a divisão do organismo parental em partes distinguíveis, como fragmentação, gemulação, esporulação, entre outros.

Gabarito: D.

25. INSTITUTO MAIS - 2022 - Professor (Prof S Parnaíba)/Biologia/CP. Ed. 07-2022



As cromátides, ao que tudo indica, foram pegas de surpresa e separadas das suas irmãs na anáfase II. Sobre a anáfase II, é correto afirmar que ocorre

- A. na meiose para formação das células nervosas.
- B. na meiose para formação das células gaméticas animais.
- C. na divisão celular dos glóbulos brancos.
- D. tanto na meiose quanto na mitose.

Comentários

- A. Incorreto. A anáfase II ocorre durante a meiose, mas não está diretamente relacionada à formação de células nervosas.
- B. Correto. A anáfase II ocorre durante a meiose, mais precisamente na segunda divisão meiótica, resultando na separação das cromátides irmãs para formar células gaméticas (células haploides) em animais.
- C. Incorreto. A anáfase II não está diretamente relacionada à divisão celular dos glóbulos brancos.
- D. Incorreto. A anáfase II ocorre exclusivamente na meiose, não na mitose.

Gabarito: B.

26. CETREDE - 2021 - Professor (Pref Paraipaba)/PEB II Ciências

Durante uma investigação das células de um tumor maligno de pulmão de uma pessoa, observou-se que muitas das células estavam na fase da divisão celular onde ocorre o alinhamento dos cromossomos na região equatorial da célula.

Certamente, a fase observada pelos pesquisadores era a

- A. Prófase.
- B. Anáfase.
- C. Metáfase.
- D. Telófase.
- E. Citocinese.

Comentários

Na metáfase, os cromossomos se alinham ao longo do plano equatorial da célula antes de serem separados para os polos opostos durante a anáfase. Essa disposição ordenada dos cromossomos na região central da célula é uma característica distintiva da metáfase.

Gabarito: C.

27. FEPESE - 2021 - Professor (Araranguá)/IV/Ciências

Certos fungos e algas formam células especializadas que são liberadas no ambiente e germinam ao encontrar condições favoráveis. Multiplicam-se por meio de divisões celulares sucessivas, originando um novo organismo geneticamente idêntico àquele que o produziu.

Esse tipo de reprodução assexuada é chamado de:

- A. Estaquia.
- B. Esporulação.
- C. Brotamento.
- D. Cissiparidade.
- E. Divisão binária.

Comentários



A. Errada. Estaquia é um método de reprodução vegetativa em que uma parte de uma planta, como um caule, folha ou raiz, é cortada e plantada para gerar uma nova planta.

B. Certa. Na esporulação, os organismos liberam células especiais chamadas esporos no ambiente. Esses esporos podem germinar e se desenvolver em novos organismos geneticamente idênticos ao organismo parental. Essa é uma forma comum de reprodução assexuada encontrada em diversos grupos de fungos e algas.

C. Errada. Brotamento é um tipo de reprodução assexuada em que um novo organismo se desenvolve a partir de um broto ou uma protuberância do organismo parental.

D. Errada. Cissiparidade refere-se à divisão celular assexuada em que um organismo se divide em duas partes, cada uma delas se desenvolvendo em um novo indivíduo completo.

E. Errada. Divisão binária, também conhecida como bipartição, é um processo de reprodução assexuada em que uma célula-mãe se divide em duas células-filhas geneticamente idênticas. Esse processo é comum em organismos unicelulares, como bactérias e amebas.

Gabarito: B.

28. AVANÇASP - 2020 - Professor (Prof Itatiba)/Educação Básica - PEB II Ciências

No tocante à reprodução, analise os itens a seguir e, ao final, assinale a alternativa correta:

I – A reprodução assexuada é anterior à reprodução sexuada.

II – A esporulação e o brotamento são exemplos de reprodução sexuada.

III – Estaquia e divisão binária são exemplos de reprodução assexuada.

A. Apenas o item I é verdadeiro.

B. Apenas o item II é verdadeiro.

C. Apenas o item III é verdadeiro.

D. Apenas os itens I e III são verdadeiros.

E. Nenhum dos itens é verdadeiro.

Comentários

I. Certa. Evolutivamente, a reprodução assexuada é considerada mais primitiva (anterior) que a reprodução sexuada.

II. Errada. Esporulação (presente nos fungos, por exemplo) e o brotamento (presente em cnidários, por exemplo) são formas de reprodução assexuada.

III. Certa. A estaquia (utilizada em vegetais, consiste na retirada de parte de um organismo que, colocada em condições específicas, dará origem a outro organismo geneticamente idêntico) e a divisão binária (divisão



celular simples em que uma célula dá origem a duas geneticamente idênticas à primeira. Ex: bactérias) são formas de reprodução assexuada.

Gabarito: D.

29. IBADE - 2020 - Professor (SEE AC)/P2/Ciências da Natureza

O ciclo dos seres vivos compreende o nascimento, o desenvolvimento, a reprodução e a morte. Referente às características gerais dos seres vivos, a reprodução pode ser do tipo assexuada ou sexuada, esta última, é conceituada como:

- A. Exclusiva participação dos gametas com fecundação externa, somente.
- B. Dispensável a participação dos gametas com fecundação interna, somente.
- C. Exclusiva participação dos gametas com fecundação interna, somente.
- D. Exclusiva participação dos gametas com fecundação interna ou externa.
- E. Dispensável a participação dos gametas com fecundação interna ou externa.

Comentários

A. Errada. A fecundação externa ocorre fora do corpo dos organismos reprodutores e é comum em muitos organismos aquáticos, como peixes e anfíbios, mas não é o único tipo de fecundação na reprodução sexuada.

B. Errada. A fecundação interna, onde a fertilização ocorre dentro do corpo do organismo, é essencial para muitas espécies, como mamíferos e pássaros.

C. Errada. Embora a fecundação interna seja comum em muitas espécies, como mamíferos e répteis, não é exclusiva, pois há organismos que realizam fecundação externa.

D. Certa. A reprodução sexuada pode envolver tanto a fecundação interna, como ocorre em muitos mamíferos e répteis, quanto a fecundação externa, como observado em peixes e anfíbios. Portanto, a reprodução sexuada pode ocorrer tanto com fecundação interna quanto externa, dependendo das características do organismo.

E. Errada. A participação dos gametas é essencial para a reprodução sexuada, seja por meio de fecundação interna ou externa.

Gabarito: D.

30. CEBRASPE (CESPE) - 2011 - Professor (SEDUC AM)/Biologia

Considerando que a divisão celular é um fenômeno que envolve a separação do conteúdo celular entre as células-filhas e representa etapa básica e necessária para o desenvolvimento e a diferenciação de organismos multicelulares, julgue o próximo item.

Na reprodução sexuada, a meiose possibilita a produção de gametas haploides.

C. Certo



E. Errado

Comentários

O item está correto. Na reprodução sexuada, a meiose é o processo responsável pela formação de gametas haploides. Durante a meiose, as células-mãe diploides passam por duas divisões celulares, resultando em quatro células-filhas haploides, cada uma com metade do número de cromossomos da célula-mãe. Esses gametas haploides, ao se unirem durante a fertilização, restauram o número diploide de cromossomos na célula resultante, formando um zigoto diploide.

Gabarito: C.



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.