

BIOLOGIA

MOLÉCULAS,

CÉLULAS

E TECIDOS

Unidade 1

Composição Química dos Seres Vivos

Caracterização dos seres vivos

Composição química

As estruturas químicas que compõem as células são classificadas como inorgânicas (água e sais minerais) e orgânicas (carboidratos, lipídios, proteínas, vitaminas e ácidos nucleicos). Podemos classificá-las, ainda, conforme sua função biológica.

Água

A água é a substância mais abundante de todos os seres vivos. É formada pela união de átomos de hidrogênio e oxigênio (H_2O), originando moléculas polares (propriedade da adesão) que se unem através das pontes de hidrogênio (propriedade da coesão) com outras moléculas de água.

Além destas, outras propriedades físicoquímicas da água são importantes aos seres vivos:

- ▶ possuem elevado calor específico favorecendo sua ação como regulador térmico;
- ▶ tensão superficial: manutenção da coesão entre as moléculas de água, impedindo sua miscibilidade com outras moléculas;
- ▶ solvente universal.

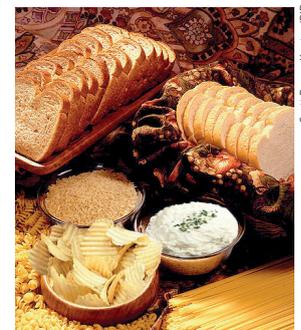
Principais sais minerais

Substância	Função	Fontes
Cálcio	Componente importante na formação de estruturas de sustentação, como conchas e esqueletos (ossos) e dentes. Essencial à coagulação do sangue; necessário para o funcionamento normal dos músculos. (contração)	Vegetais verdes, leite, laticínios e carne.
Ferro	Componente da hemoglobina, mioglobina e enzimas respiratórias.	Fígado, carnes, gema de ovo, legumes e vegetais verdes.
Fósforo	Componente importante na formação de estruturas de sustentação, como conchas e esqueletos (ossos) e dentes. Essencial para o armazenamento e transferência de energia no interior das células (ATP); nucleotídeos do DNA e RNA.	Leite, laticínios, carnes e cereais.
Iodo	Componente dos hormônios da tireoide que estimulam o metabolismo.	Frutos do mar, sal de cozinha iodado e laticínios.
Potássio	Principal íon positivo no interior das células. Influencia a contração muscular e a atividade dos nervos.	Carne, leite e muitos tipos de frutas.
Sódio	Principal íon positivo no líquido extracelular. Importante no balanço de líquidos do corpo; essencial para a condução do impulso nervoso e contração muscular.	Sal de cozinha e muitos tipos de alimentos.

Principais glicídios

Os glicídios ou carboidratos são formados por C-H-O atuando nos seres vivos como compostos energéticos ou estruturais. Possuem como principais exemplos:

Substância	Função
Glicose	Monossacarídeo que atua como principal fonte energética.
Sacarose	Dissacarídeo proveniente da cana-de-açúcar, utilizado em processos de fermentação para obtenção de álcool combustível.
Amido	Polissacarídeo de reserva energética dos vegetais.



Fontes de carboidratos: pão, massa, batata, chocolate, bolos.



Glicogênio	Polissacarídeo de reserva energética em animais (armazenado no fígado e nos músculos) e de fungos.
Quitina	Polissacarídeo estrutural presente na parede celular de fungos e no exoesqueleto de artrópodes.
Celulose	Polissacarídeo estrutural presente em vegetais; não é digerível pelo homem.

Principais lipídios

Os lipídios são formados por C-H-O atuando nos seres vivos como compostos energéticos, estruturais, isolante térmico e como proteção de estruturas corporais. São compostos apolares, portanto insolúveis em água. Possuem como principais exemplos:



Lemone/BID



Lemone/Craig Walsh/BID

Substância	Função
Óleos	Glicerídeos líquidos à temperatura ambiente por serem insaturados. Apresentam função antioxidante. De origem vegetal.
Gorduras	Glicerídeos sólidos à temperatura ambiente por serem saturados. Podem acumular-se em vasos sanguíneos, facilitando a ocorrência de doenças cardiovasculares. De origem animal.
Gordura trans	Gordura vegetal hidrogenada utilizada por indústrias alimentícias com o objetivo de aumentar o prazo de validade e intensificar o sabor dos produtos. Facilita o aumento do colesterol ruim (LDL) e diminui o bom colesterol (HDL).
Colesterol	Produzido pelo fígado e consumido em alimentos de origem animal. Está presente nas membranas celulares, participa da produção da bile, dos hormônios esteroides e da vitamina D. É transportado, no sangue, por duas lipoproteínas, HDL (bom colesterol) e LDL (mau colesterol).
Fosfolipídios	Atuam na formação das membranas celulares.

Principais proteínas

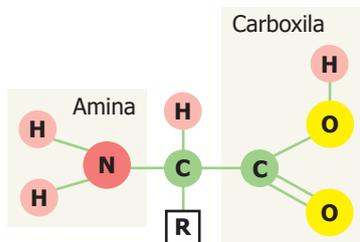
As proteínas são formadas por C-H-O-N atuando nos seres vivos como compostos estruturais, catalisadores, reguladores ou na defesa do organismo. Originam cadeias longas de aminoácidos unidos através das ligações peptídicas. Possuem como principais exemplos:

- ▶ na defesa, como anticorpos;

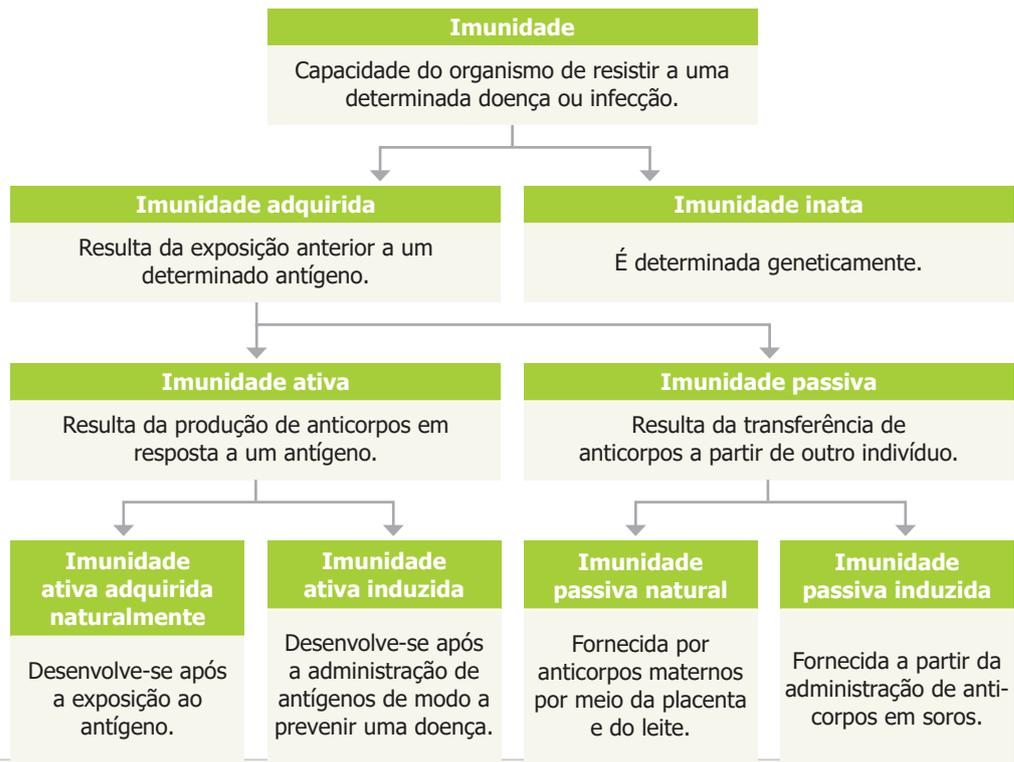


Ovo, leite e carne: algumas fontes de proteínas.

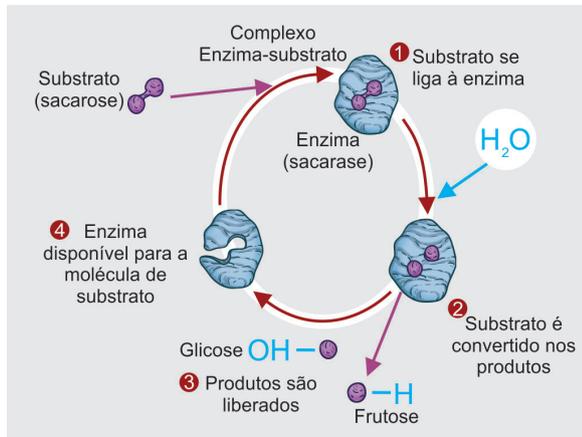
Shizhao, David Bernbenick, Stefan Kuhn/BID



Molécula de um aminoácido.



- ▶ nos tecidos, como queratina, colágeno, elastina;
- ▶ na catálise, as enzimas atuam sobre substratos específicos, transformando-os em subprodutos após a reação. É importante saber que a reação em si não afeta a estrutura nem funcionamento da enzima. Sua atividade pode ser influenciada pelo pH, temperatura e pela concentração do substrato.



Principais vitaminas

	Substância	Função
Hidrossolúveis	Vitamina C (ácido ascórbico)	Atua no fortalecimento da defesa e sua carência manifesta o escorbuto.
	Vitamina B1 (tiamina)	Atua na manutenção do sistema nervoso e na degradação dos carboidratos. Sua carência manifesta o beribéri.
	Vitamina B3 (niacina)	Atua no bom funcionamento do sistema nervoso e do epitélio. Sua carência manifesta a pelagra.
	Vitamina B9 (ácido fólico)	Atua na formação e manutenção do sistema nervoso e das hemácias. Sua carência pode levar à má-formação neurológica durante a gravidez e a anemias.
Lipossolúveis	Vitamina A (retinol)	Atua sobre a retina e sobre a pele. Sua carência leva à cegueira noturna e xeroftalmia.
	Vitamina D (calciferol)	Fixa o cálcio nos ossos, necessita da radiação solar para sua ativação. Sua carência leva ao raquitismo.
	Vitamina E (tocoferol)	Relacionado ao bom funcionamento do sistema reprodutor e dos vasos sanguíneos, sua carência pode levar à infertilidade.
	Vitamina K (naftoquinona)	Atua na coagulação sanguínea, podendo manifestar hemorragias em caso de escassez.



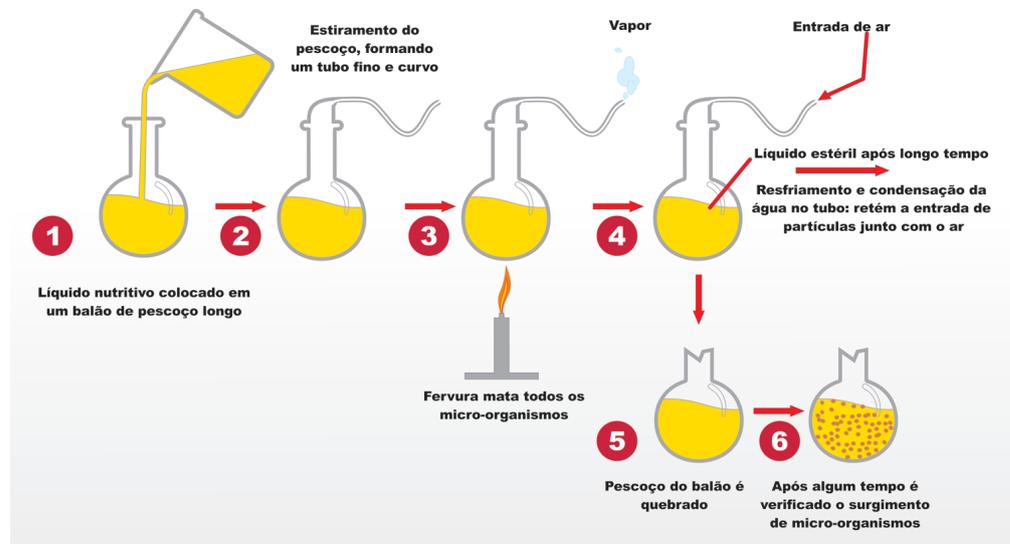
Origem e evolução da vida

Teorias sobre a origem dos seres vivos

- ▶ **Abiogênese ou geração espontânea:** de acordo com esta teoria, os seres vivos eram capazes de surgir a partir da matéria bruta, por ação de um princípio ativo presente em um determinado ambiente. Esse princípio ativo poderia ser o lodo, o ar, o calor, entre outros.
- ▶ **Biogênese:** por constatação experimental, surge a ideia de que seres vivos surgem de outros seres vivos pré-existentes.

	Redi	Needham	Spallanzani	Louis Pasteur
Experimento	Realizou um experimento utilizando frascos contendo pedaços de carne.	Realizou experimento com caldo nutritivo em frascos fechados com rolhas.	Realizou experimento com caldo nutritivo em frascos fechados hermeticamente e aquecidos por mais tempo.	Realizou experimento com caldo nutritivo em frascos tipo pescoço de cisne.
Resultado	Explicou a origem biogênica de larvas na carne (oriundas dos ovos depositados por moscas).	Explicou a origem abiogênica de micro-organismos presentes no caldo pré-aquecido e vedado com rolha.	Não encontrou micro-organismos presentes no caldo, sugerindo que a Abiogênese não ocorria.	Não encontrou micro-organismos presentes no caldo, mesmo o frasco estando aberto. Confirma a Biogênese.

O experimento de Pasteur



Representação da sequência de eventos do experimento de Pasteur.

Possíveis origens da vida

Criacionismo

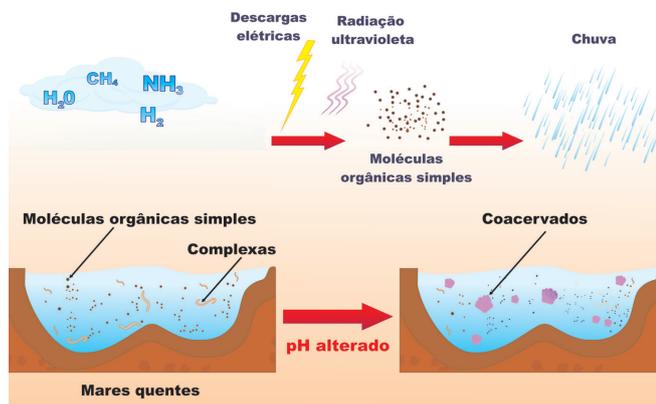
- ▶ Seres vivos surgem por criação divina;
- ▶ os adeptos desta teoria acreditam também no fixismo, ou seja, os seres vivos são imutáveis.

Panspermia ou teoria cosmozoica

- ▶ Seres vivos teriam se originado em outros planetas, no cosmos, e chegado à Terra em meteoros que caíam sobre ela.

Evolução química

- ▶ Segundo Oparin e Haldane a Terra apresentava uma atmosfera primitiva composta por: amônia (NH_3), metano (CH_4), hidrogênio (H_2) e vapor d'água. Após sofrer a influência de fatores externos como radiação, altas temperaturas e descargas elétricas, houve formação de complexos químicos isolados do meio, os coacervados. A evolução dos coacervados teria levado a formação das primeiras células.



Representação esquemática dos eventos durante a evolução química.

Qual o metabolismo energético dos primeiros seres vivos?

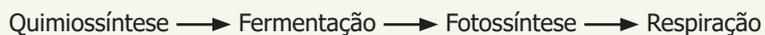
Hipótese heterotrófica

De acordo com esta hipótese, os primeiros seres vivos apresentavam nutrição heterotrófica, alimentando-se por meio da fermentação dos compostos orgânicos presentes nos mares primitivos.



Hipótese autotrófica

Eram seres que reagiam com componentes inorgânicos da crosta terrestre, principalmente compostos de ferro e enxofre, e a partir da energia liberada destas reações, produziam seu "alimento".



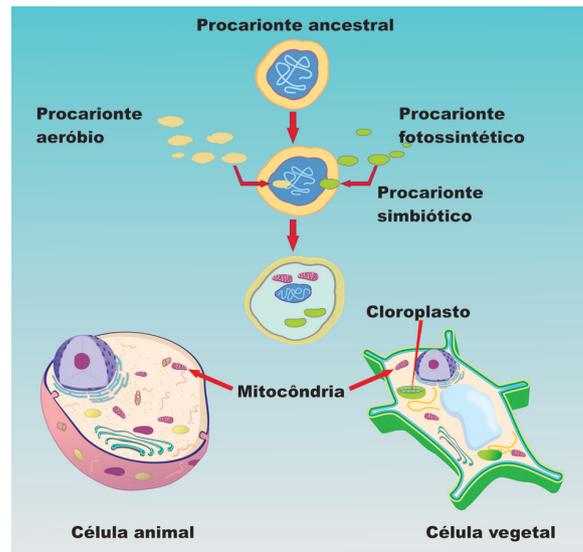


Teoria endossimbiótica

Essa teoria explica a existência, nas células eucarióticas, das mitocôndrias e dos cloroplastos. Estas organelas teriam sido seres procarióticos que foram englobados ou invadiram a célula eucariótica inicial.

Existem algumas características destas organelas que são evidências que corroboram esta teoria, como:

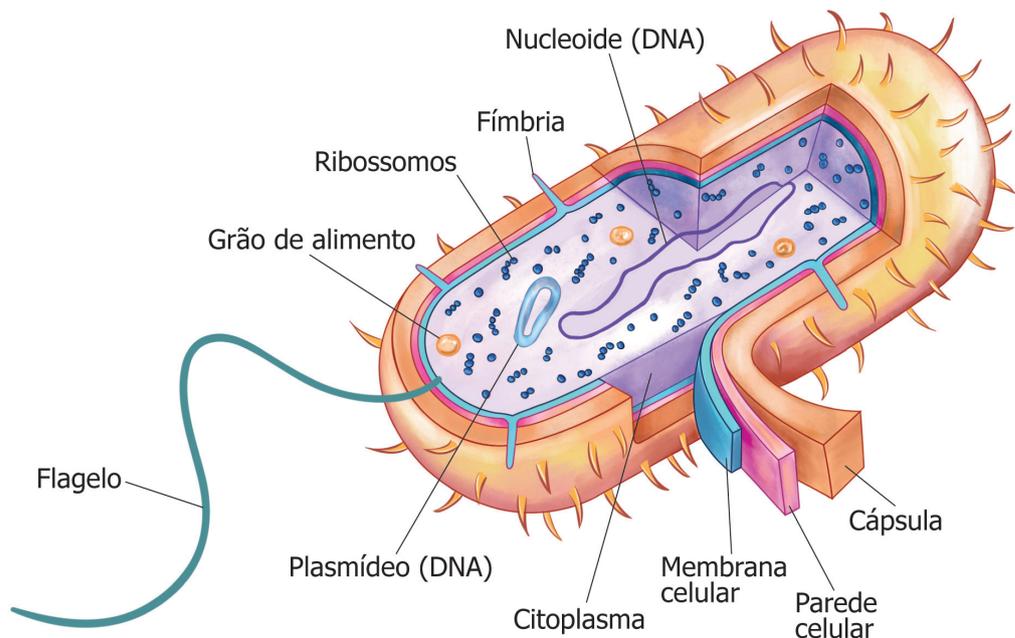
- ▶ presença de DNA circular, único e disperso como o das células procarióticas;
- ▶ dupla membrana que evidencia a ideia de englobamento ou invasão;
- ▶ presença de ribossomos;
- ▶ reprodução por divisão binária ou autoduplicação.



Surgimento da mitocôndria e do cloroplasto.

Célula procarionte

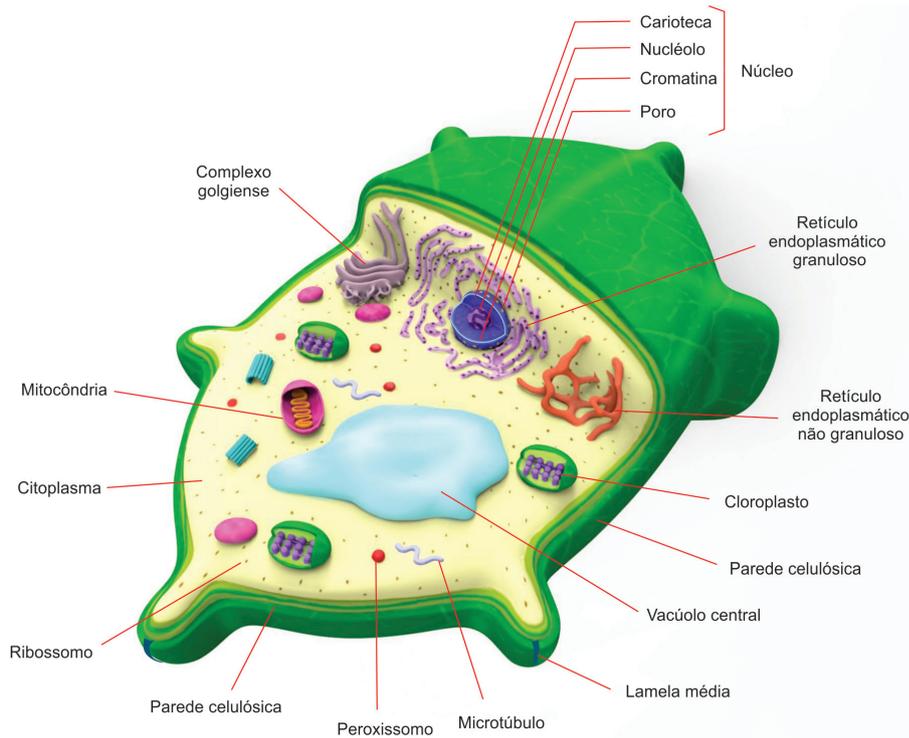
As procariontes são células desprovidas de um núcleo individualizado. Possuem parede celular formada por peptidoglicano, uma membrana plasmática lipoproteica e um citoplasma simples com DNA em cromossomo único, circular e disperso no citoplasma na região do nucleóide, um mesossomo (invaginação da membrana plasmática onde se situam enzimas respiratórias), ribossomos que atuam na síntese proteica e plasmídeos (DNA extracromossomal que apresenta genes relacionados com a resistência aos antibióticos). Encontramos este tipo de célula em bactérias e cianobactérias, principais representantes do Reino Monera.



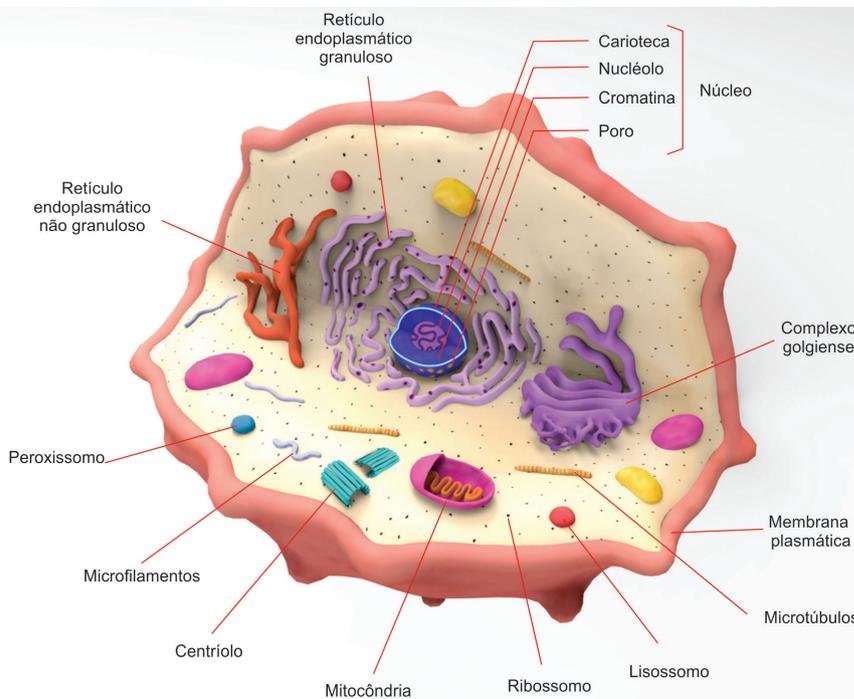
Célula eucarionte

As eucariontes são células providas de núcleo, uma membrana plasmática lipoproteica e citoplasma extremamente complexo, com a presença de estruturas internas membranosas e uma rede de proteínas, o citoesqueleto. Esse tipo de célula é encontrado em algas, protozoários, fungos, plantas e animais.

Célula vegetal



Célula animal



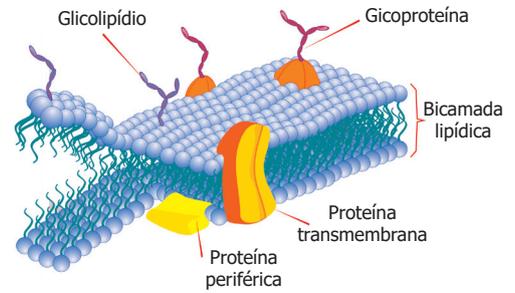
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.



Estruturas celulares

Membrana plasmática

- ▶ **Presença:** em todas as formas celulares (procariontes e eucariontes).
- ▶ **Composição química:** lipoproteica, ou seja, lipídios do tipo fosfolipídios e proteínas de diversos tamanhos.
- ▶ **Organização:** modelo mosaico fluido, organizado em bicamada lipídica com proteínas intercaladas.
- ▶ **Funções:** separar os meios, controlar as trocas entre os meios – propriedade conhecida como permeabilidade seletiva.



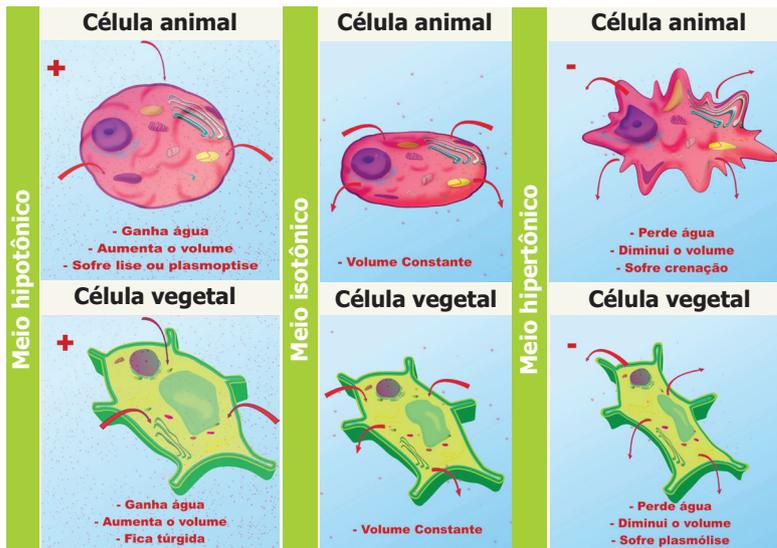
	Características	Tipos	Exemplos
Transporte passivo	Sem gasto de energia	Difusão simples: passagem de solutos.	Gases, íons, vitaminas lipossolúveis.
	Sentido do movimento das substâncias + → -	Difusão facilitada: passagem de solutos com auxílio de proteínas.	Aminoácidos, monossacarídeos, íons.
		Osmose: passagem de solvente.	Água.
Transporte ativo	Com gasto de energia	Passagem de soluto ou solvente.	
	Sentido do movimento das substâncias - → +	Bomba sódio/potássio.	O sódio é mais abundante extracelularmente, enquanto o potássio é mais abundante intracelularmente. Por isso, o sódio sai e o potássio entra nas células durante a bomba, na proporção de três sódios para dois potássios.

Osmose é o movimento do solvente!

Obedecendo à regra

- + H₂O → - H₂O
- soluto → + soluto
- concentrado → + concentrado
- hipotônico → hipertônico**

Sendo assim, a osmose é contra o gradiente de concentração (contra o soluto) e a favor do gradiente osmótico (a favor da quantidade de água).

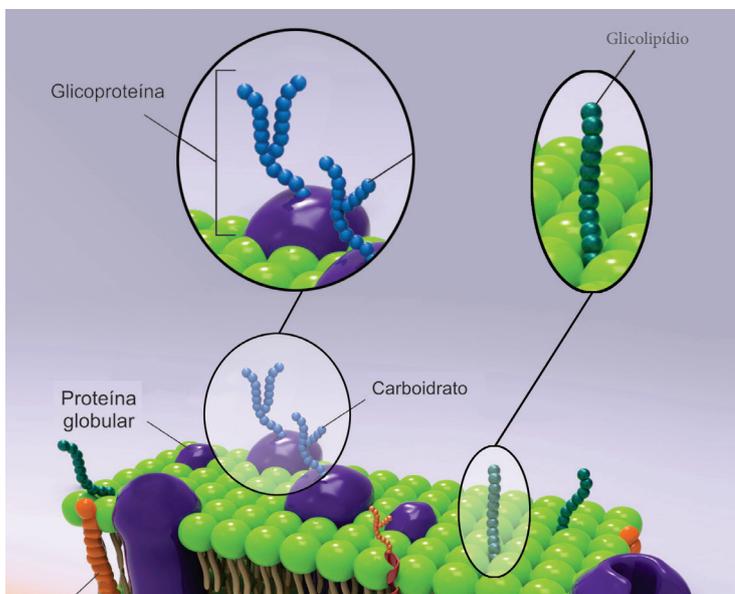


Em alguns casos, o que entra ou sai das células são partículas muito grandes a ponto de a célula modificar sua forma para permitir tal feito, normalmente emitindo pseudópodes. Conhecemos isso como transporte em massa, diferenciando dois tipos: a **fagocitose** e a **pinocitose**. O primeiro é o englobamento de partículas sólidas, e o segundo, o englobamento de partículas líquidas. A eliminação de substâncias é chamada de **exocitose**, sendo a eliminação de resíduos oriundos da digestão conhecida como **clasmocitose**.

Glicocalix

Conjunto de glicoproteínas e glicolípídios que ficam externos à membrana presente em algumas células animais. Está relacionado com os processos de reconhecimento celular, podendo atuar também:

- ▶ no aumento da adesão celular (células que se reconhecem tendem a permanecer unidas);
- ▶ no reconhecimento físico e químico;
- ▶ na rejeição de órgãos transplantados;
- ▶ na formação de células neoplásicas por erros de reconhecimento.





Estudo complementar

Transplantes

Órgãos, tecidos e células podem ser transplantados de um indivíduo que tenha sofrido uma morte recente em que as condições vitais dos órgãos ainda são mantidas, ou de um indivíduo vivo. É necessário testar a viabilidade do transplante para evitar uma possível rejeição, realizando uma série de testes entre antígenos e anticorpos do doador e receptor, respectivamente. Fígado, rins, medula óssea, córnea e coração são alguns órgãos que podem ser transplantados.

Neoplasias

Surgem a partir da proliferação anormal de um conjunto de células de uma determinada região tecidual, com alteração no processo de diferenciação celular e na comunicação e adesão celular. Surgem assim os tumores, benignos ou malignos.



Tumores benignos

- ▶ Crescimento lento;
- ▶ envolvidos por cápsula fibrosa;
- ▶ pouca diferença para o tecido original.

Tumores malignos

- ▶ Crescimento rápido, desordenado, infiltrativo;
- ▶ não são envolvidos por cápsula, por isso o escape é mais comum (originando metástase);
- ▶ pode provocar necrose e hemorragia.

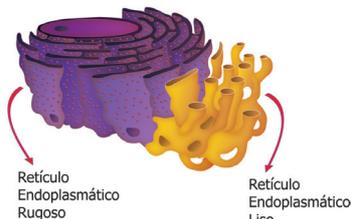
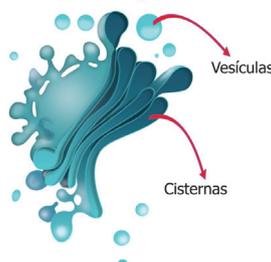
Doenças autoimunes

O sistema imunológico reconhece e destrói antígenos (corpos estranhos) pela ação de anticorpos. No caso das doenças autoimunes, o antígeno é uma substância produzida pelo próprio organismo, ou seja, ocorre uma autodestruição de tecidos corporais. Lúpus, esclerose múltipla, psoríase, doença de Chron e artrite são exemplos dessas doenças.

Unidade 4

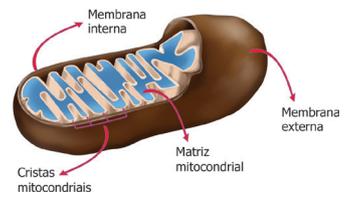
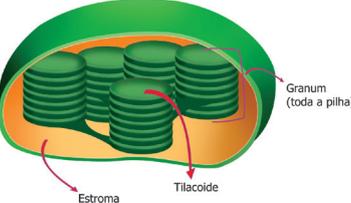
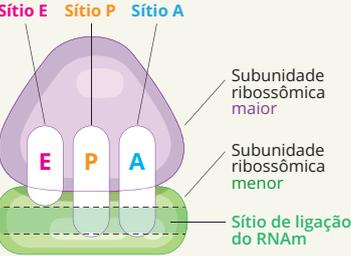
Citoplasma

O citoplasma das células procariontes é mais simples que o das eucariontes. No segundo tipo encontramos estruturas como o citoesqueleto, o sistema de endomembranas e os ribossomos.

Citoesqueleto	<p>Filamentos proteicos que sustentam, movimentam, dão forma e mantêm a célula.</p> <p>Microfilamentos de actina e miosina, microtúbulos de tubulina e filamentos intermediários.</p>
	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>Centríolos: organizados em 9 grupos de 3 microtúbulos, estão presentes nas células de briófitas, pteridófitas e nas células animais, atuam na formação de cílios e flagelos e na divisão celular.</p> </div> </div> <p>Centrossomo: par de centríolos.</p>
Sistema de endomembranas	<p>Retículo endoplasmático</p>  <p>Retículo Endoplasmático Rugoso Retículo Endoplasmático Liso</p> <p>Atua no transporte, armazenamento e síntese de substâncias. Presente em células animais e vegetais.</p> <p>Liso ou agranular: síntese de lipídios, armazena cálcio nas células musculares e participa da desintoxicação.</p> <p>Rugoso ou granular: possui ribossomos aderidos e, por isso, está relacionado com a síntese de proteínas.</p>
	<p>Vacúolos</p> <p>Digestivo: surge quando uma partícula é digerida (heterofagia ou autofagia).</p> <p>Pulsátil ou contrátil: atua na osmorregulação dos protozoários de água doce.</p> <p>Suco celular: armazena substâncias nas células vegetais.</p>
	<p>Complexo de Golgi</p>  <p>Vesículas Cisternas</p> <p>Presente em células animais e vegetais.</p> <p>Armazena, transporta e secreta substâncias, origina os lisossomos, o acrossoma, glicoproteínas e a lamela média.</p>



Sistema de endomembranas

<p>Lisossomos</p>	<p>Atuam na digestão intracelular. Presentes nas células animais.</p> <p>Heterofagia: digestão de partículas externas à célula.</p> <p>Autofagia: digestão de partículas internas à célula, promove a renovação celular.</p> <p>Apoptose: morte celular programada.</p>
<p>Peroxisomos</p>	<p>Atuam na inativação de radicais livres e na degradação do álcool no fígado.</p>
<p>Mitocôndrias</p> 	<p>Presentes nas células animais e vegetais. Atuam na obtenção de energia através da respiração celular. Possuem dupla membrana, DNA, RNA e ribossomos próprios.</p> <p>Nos animais, origem exclusivamente materna.</p>
<p>Cloroplastos</p> 	<p>Presentes apenas nas células vegetais, atuam na produção de matéria orgânica por meio da fotossíntese. Possuem dupla membrana, DNA, RNA e ribossomos próprios.</p>
<p>Ribossomos</p> 	<p>Presentes nas células procariontes e eucariontes. Atuam na síntese proteica.</p>

Unidade 5

Bioenergética

Metabolismo energético

Respiração celular aeróbica

É o processo de oxidação de moléculas orgânicas acompanhado da liberação de energia utilizada na síntese de ATP. O combustível para a respiração pode ser moléculas de carboidratos, lipídios ou proteínas, mas a primeira é a mais utilizada. A glicose é a substância orgânica básica para a respiração celular e é degradada, segundo uma série de reações, até formar moléculas de CO_2 , H_2O e ATP.

A equação simplificada é:



A quebra total da glicose, nas células eucarióticas, é dividida em três etapas: a glicólise, o ciclo de Krebs (ciclo do ácido cítrico) e a cadeia respiratória (cadeia de transporte de elétrons, onde ocorre também a fosforilação oxidativa).



As etapas da respiração e suas características principais são:

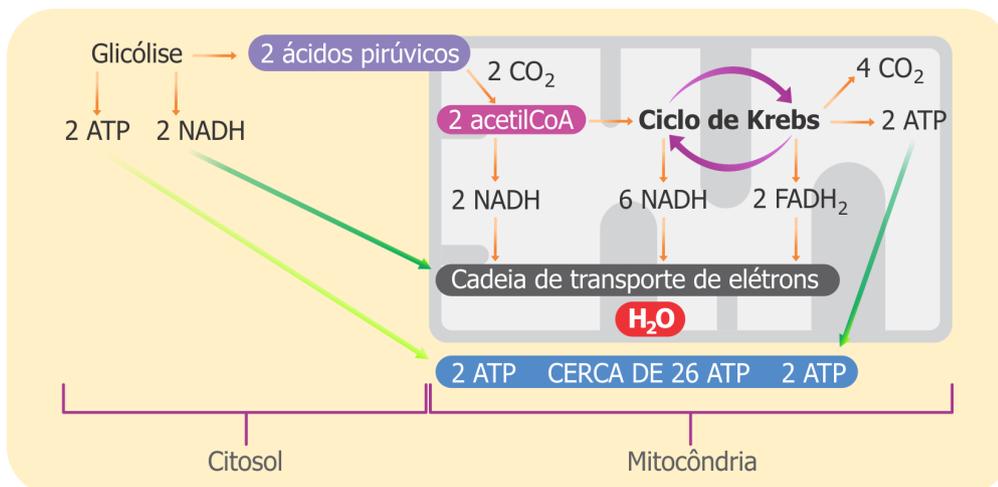
a) glicólise: conjunto de reações anaeróbicas que ocorrem no citoplasma das células. Consiste na quebra da glicose em dois ácidos pirúvicos com liberação de prótons e elétrons carregados por transportadores especiais (NADH) e um saldo energético de 2 ATP's.

b) ciclo de Krebs: conjunto de reações aeróbicas que ocorrem na matriz mitocondrial. Consiste na transformação do ácido pirúvico em acetilCoa e em seguida em ácido cítrico. Nessas transformações temos a liberação de CO_2 , prótons e elétrons transportados por NADH e FADH e 2 ATP's.

c) cadeia respiratória e fosforilação oxidativa: conjunto de reações aeróbicas que ocorrem nas cristas mitocondriais. Nesta etapa, utilizamos os prótons e elétrons liberados nas reações anteriores na produção de moléculas de água e de grande quantidade de moléculas de ATP. Essa é a etapa mais energética da respiração.



Em resumo:





Fermentação

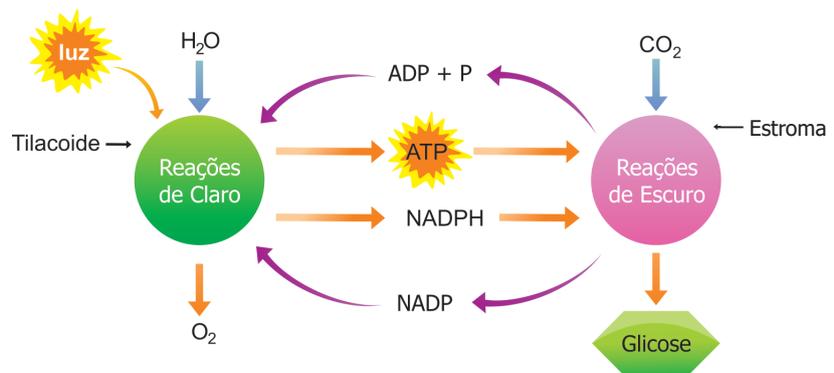
A maioria dos seres vivos obtém energia por meio das reações da respiração celular, porém células de algumas bactérias e fungos utilizam processos anaeróbicos como fonte energética. O processo mais importante é a degradação incompleta de moléculas orgânicas, como a fermentação. A glicose é degradada em dois ácidos pirúvicos, 2 NADH e um saldo de 2 ATP; a partir desse ponto, o ácido pirúvico irá se transformar em etanol ou ácido láctico.

Dependendo do produto, existem dois tipos de fermentação:

- ▶ **Fermentação alcoólica:** o piruvato libera um CO_2 e é reduzido pelo NADH originando moléculas de etanol. Ocorre em leveduras, como a *Saccharomyces cerevisiae*, sendo utilizada na produção de vinho, cerveja e na massa do pão (o CO_2 é que faz a massa crescer).
- ▶ **Fermentação láctica:** o ácido pirúvico é reduzido até originar o ácido láctico. Essa reação é realizada por certas bactérias, como os lactobacilos para fabricar iogurtes e queijos. As células musculares animais, durante exercício físico exagerado, também produzem o ácido láctico pela ausência de oxigênio. O acúmulo desse ácido pode provocar cãimbra.

Fotossíntese

Processo pelo qual ocorre a conversão da energia luminosa em energia química. É realizada por organismos que possuem clorofila, como as plantas, certas algas e as cianobactérias, utilizando como reagentes o gás carbônico (CO_2) e a água (H_2O), de acordo com a equação geral a seguir:



▶ Fase clara ou fotoquímica

- Fotólise da água;
- liberação de oxigênio;
- produção de ATP na fotofosforilação cíclica e acíclica;
- redução de NADP^+ a NADPH.

▶ Fase escura ou química

- Fixação do carbono;
- oxidação do NADPH a NADP^+ ;
- quebra do ATP em $\text{ADP} + \text{P}$.

Unidade 6

Núcleo

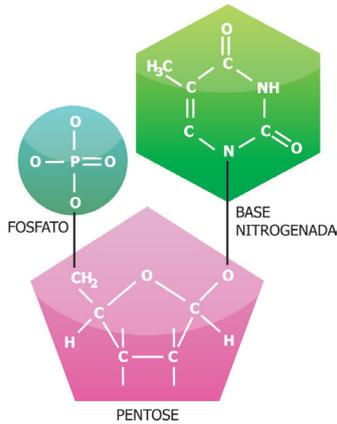
O núcleo, presente apenas nas células eucariotas, é composto por:

Carioteca: membrana dupla lipoproteica e porosa que protege o material genético;

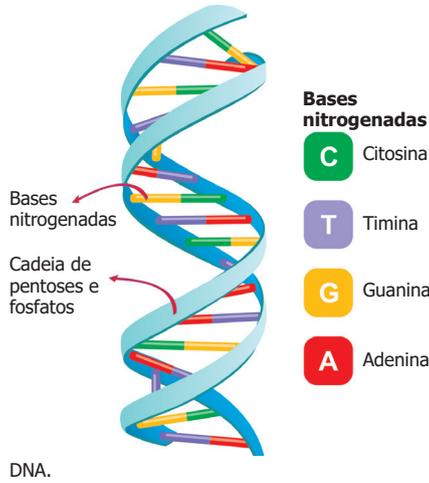
Cariolinfa: composto por água, sais, proteínas;

Nucléolo: formação de RNA e proteínas responsável pela organização dos ribossomos.

Ácidos nucleicos: formados pela união de nucleotídeos, como o representado abaixo.



Características	DNA	RNA
Pentoses	Desoxirribose	Ribose
Bases nitrogenadas	A = T e C ≡ G	A = U e C ≡ G
Estrutura	Fita dupla, espiral, complementares e antiparalelas	Fita simples



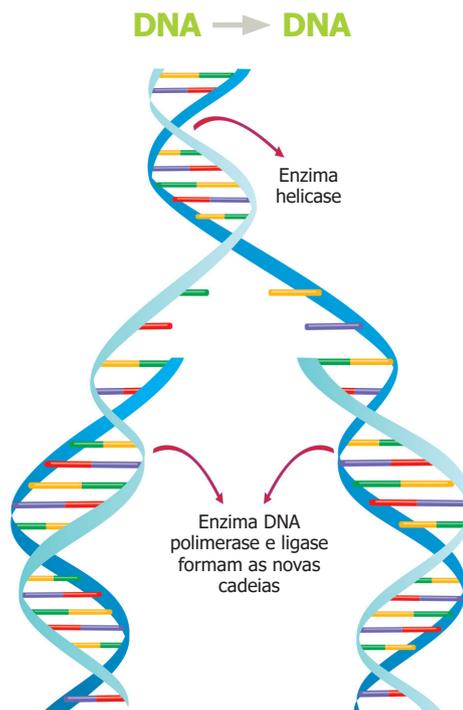
O dogma central da Biologia



Replicação

A replicação segue os seguintes passos:

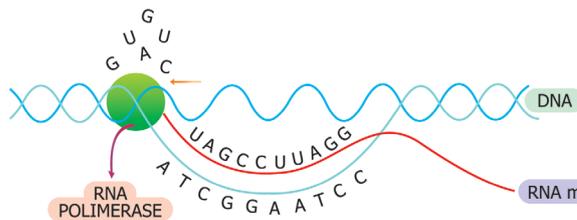
- ▶ abrir o DNA por ação da helicase;
- ▶ usar a fita velha como molde para construir as novas fitas por ação da DNA polimerase;
- ▶ no final temos duas moléculas de DNA, cada uma com uma sequência nova e uma sequência velha, por isso falamos em replicação semiconservativa.





Transcrição

A transcrição consiste na cópia de um determinado trecho do DNA (gene) com o objetivo de sintetizar um polipeptídeo. Para isso é necessário que a enzima RNA polimerase una-se ao sítio promotor para abrir e copiar o referido trecho, ao chegar no sítio finalizador, a enzima é liberada e o RNA mensageiro formado passa para a tradução.

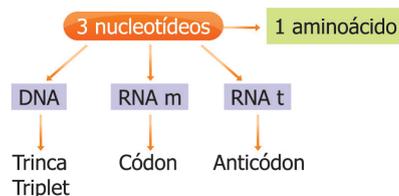


Tradução

A tradução começa quando o RNA mensageiro é lido pelo ribossomo, buscando o códon trazer um aminoácido específico, de acordo com o código genético.

Propriedades do código genético

- ▶ É degenerado, ou seja, um aminoácido pode apresentar mais de um códon;
- ▶ o códon AUG (aminoácido metionina) inicia o processo de tradução;
- ▶ os códons UAA, UAG e UGA indicam o fim da tradução.



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

Legenda das siglas

Phe = fenilalanina
Leu = leucina
Ile = isoleucina
Met = metionina
Val = valina
Ser = serina
Pro = prolina

Thr = treonina
Ala = alanina
Tyr = tirosina
His = histidina
Gln = glutamina
Asn = asparagina
Lys = lisina

Asp = ácido aspártico
Glu = ácido glutâmico
Cys = cisteína
Trp = triptofano
Arg = arginina
Gly = glicina



Biotecnologia

A Biotecnologia é o conjunto de procedimentos que envolvem manipulações biomoleculares e celulares com o objetivo de modificar/transformar organismos para utilização em situações de interesse.

Pode ser utilizada para melhoria de produtos/serviços em diversas áreas como: medicina e saúde, agricultura, processos industriais, recuperação de ambientes, biossegurança, nanotecnologia, entre outros.

Com a descoberta do DNA, suas funções e características, a biotecnologia ganhou novas possibilidades através da engenharia genética. Mas afinal, quais os impactos dessas técnicas no mundo? Observe o quadro a seguir e analise alguns pontos.

IMPACTOS POSITIVOS	IMPACTOS NEGATIVOS
Aumento da produtividade agrícola	Utilização massiva de agrotóxicos
Melhoria nutricional dos alimentos	Aumento da resistência de pragas
Terapias gênicas	Poluição genética
Produção de medicamentos	Queda de variabilidade
Recuperação ambiental	Questões bioéticas
Redução da poluição	Intolerância alimentar/medicamentosa

Os organismos geneticamente modificados (OGM) são produtos de manipulação genética que inclui a correção de genes, introdução de novos genes e novas características, potencialização ou redução de característica já existentes em um organismo/espécie.

Na produção destes organismos são utilizadas muitas técnicas de engenharia genética, dentre elas:

DNA recombinante

Corresponde a união de trechos de DNA de espécies diferentes, formando um fragmento híbrido que deve ser levado para as células de interesse para manifestar as características selecionadas.

Enzimas de restrição (Endonucleases)

São as ferramentas básicas encontradas em bactérias, desempenhando função de clivagem (corte) da molécula de DNA em pontos específicos, em reconhecimento a determinadas sequências de nucleotídeos.

PCR (reação em cadeia da polimerase)

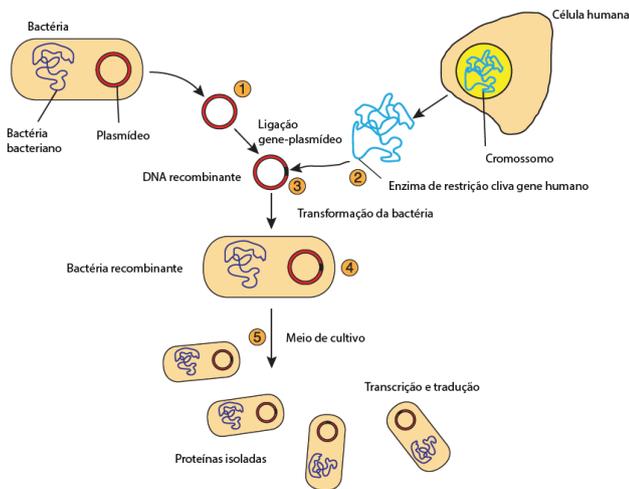
Tecnologia de amplificação de moléculas de DNA a partir de um gene específico ou de todo o material da amostra.

Utiliza-se para tal um termociclador que por ciclos alternados de temperatura e reagentes básicos, simula de forma exponencial, a replicação do DNA, gerando milhares de novas sequências.

SUBSTRATOS	CICLOS DE TEMPERATURA	ANÁLISE DO PROCESSO
<i>Taq</i> polimerase (DNA polimerase)	Desnaturação (96°C): rompimento das ligações de hidrogênio	Eletroforese gel de agarose: separação dos fragmentos (bandas) por tamanho em razão da geração de uma corrente.
Primer (iniciar a replicação)	Anelamento (55°-65°C): permite a ligação dos primers	
DNTP's (nucleotídeos)	Extensão (72°C): ação da <i>Taq</i> polimerase	
Amostra		

Inserção de genes

A inserção de genes em células pode ser realizada por vetores como plasmídeos, bactérias ou vírus ou por bombardeamento dos fragmentos de DNA de interesse em partículas de metais como o tungstênio. Vale lembrar que qualquer DNA exógeno só funciona se for transcrito e traduzido pelo novo ser.



Transgenia

Corresponde a transferência de genes entre espécies diferentes. Existem várias situações de aplicação dessa técnica como bactérias produtoras de insulina e hormônio do crescimento, culturas que receberam genes de resistência, alimentos com genes de melhora na qualidade nutricional.

Toda modificação genética apresenta prós e contras. No caso dos transgênicos, citamos alguns deles na imagem abaixo.

PRÓS

- ▶ Expansão do conhecimento científico
- ▶ Sementes com qualidade nutritiva aumentada
- ▶ Aumento e melhoria na produtividade pela maior resistência a doenças e pragas
- ▶ Redução de custos
- ▶ Utilização de tecnologias que permitem o uso mais eficiente do solo, como o plantio direto, evitando a erosão

CONTRAS

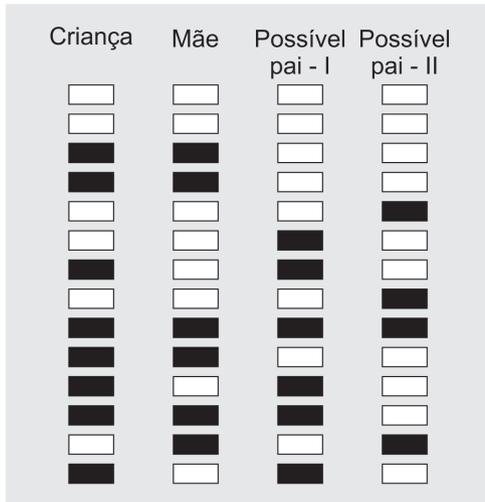
- ▶ Ignora os agrossistemas sustentáveis e os possíveis efeitos de seu uso no ambiente.
- ▶ Aumento do número de casos de alergias.
- ▶ Insetos mais resistentes.
- ▶ Perda de biodiversidade e erosão genética.
- ▶ Surgimento de "super" ervas daninhas

Clonagem

Processo natural ou artificial que origina cópias idênticas de moléculas, células, tecidos ou organismos completos. As características genéticas do clone são as mesmas da fonte doadora do material genético.

Teste de paternidade

Ao compararmos a sequência de DNA de um indivíduo com seus pais, devemos encontrar 50% do seu material genético oriundo de sua mãe e os outros 50% de seu pai. A partir dessa análise, podemos definir quem é, entre as possibilidades, o pai ou a mãe de um indivíduo. Vale lembrar que a mitocôndria, por exemplo, tem origem apenas materna (tanto nos filhos homens quanto nas filhas mulheres) e que o cromossomo Y só existe em indivíduos do sexo masculino.

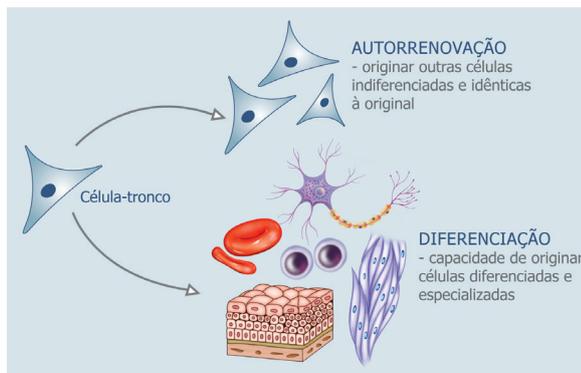


A análise dos fragmentos aponta a paternidade para o pai I.

Célula-tronco

Uma célula, para ser reconhecida como célula-tronco, precisa apresentar duas características: autorrenovação e poder de diferenciação.

A diferenciação dessas células ocorre devido à ativação diferenciada dos genes em função do meio ao qual esse DNA está submetido. Assim, as células indiferenciadas assumem suas formas e funções específicas.



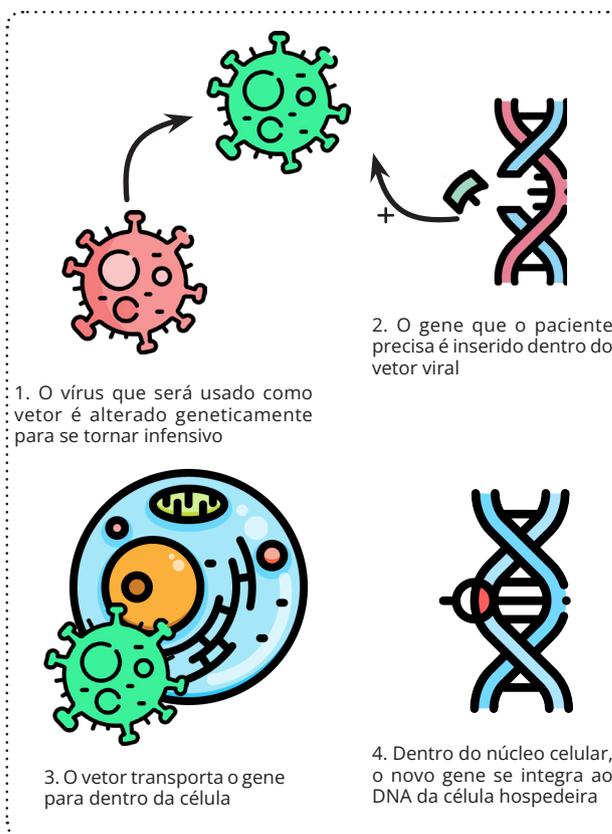


A origem dessas células e o poder de diferenciação são diferentes. Vejamos a tabela.

Classificação	Origem	Poder de diferenciação
Células-tronco totipotentes	Embrião em estágio de mórula.	Podem diferenciar em qualquer outro tipo de célula (tecidos e anexos embrionários).
Células-tronco pluripotentes	Nó embrionário de embrião em estágio de blastocisto.	Diferenciam-se nos tecidos, mas não nos anexos embrionários.
Células-tronco multipotentes	Cordão umbilical, placenta, medula óssea, próprios tecidos.	Poucos tecidos ou apenas os de origem.

Terapia gênica

Tratamento que consiste na substituição de genes defeituosos por genes saudáveis (ativos, funcionais). O gene de interesse pode ser introduzido através de um vetor, como um vírus, ou retirado do paciente e, após modificação genética, ser reintroduzido.



Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

Melhoramento genético

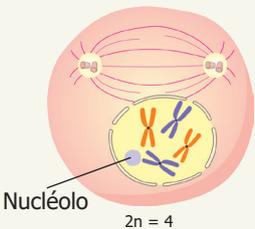
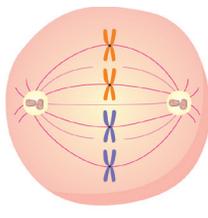
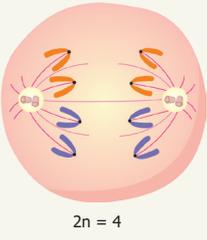
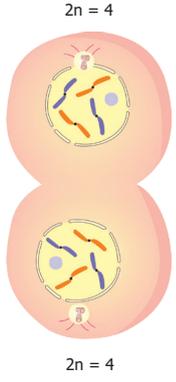
Consiste na seleção de características de interesse em um determinado organismo com promoção da sua reprodução preferencial e consequente aumento da frequência do gene de interesse na população.

Ciclo celular

O ciclo celular compreende dois momentos: a interfase e a divisão celular. A interfase é a etapa preparatória da divisão, em que no período G1, ocorre uma intensa síntese proteica e aumento do citoplasma; no período S ocorre a duplicação do material genético e no período G2 nova síntese proteica.

A divisão celular pode ocorrer de duas formas: por mitose ou por meiose. A partir da primeira obtemos duas novas células geneticamente iguais à célula-mãe. Já a meiose gera quatro novas células haploides geneticamente diferentes da célula-mãe.

Características da mitose

Prófase	Metáfase	Anáfase	Telófase
<p>A cromatina duplicada sofre condensação para se transformar em cromossomo, protegendo o material genético da ação das enzimas citoplasmáticas e também facilitando a divisão. Em função da condensação, o material genético torna-se inativo (deixa de gerar proteínas), por isso os ribossomos não são mais necessários, fazendo com que o nucléolo desapareça.</p> <p>Ocorre também a migração dos centríolos duplicados, dando início, assim, à formação do fuso mitótico. Ao redor dos centríolos, os microtúbulos se organizam no áster. Por fim, a carioteca fragmenta-se e é iniciado o processo de desaparecimento.</p>  <p>Nucléolo $2n = 4$</p>	<p>Nessa etapa, temos a máxima condensação dos cromossomos localizados no meio da célula, na região da placa equatorial. Cada cromossomo está preso pelo centrômero em uma região conhecida como cinetócoro. As fibras do fuso são responsáveis por manter os cromossomos alinhados.</p>  <p>$2n = 4$</p>	<p>Na anáfase ocorre a divisão do centrômero forçada pelo encurtamento das fibras que os mantinham no meio; com isso, as cromátides-irmãs separam-se, migrando para polos opostos da célula.</p>  <p>$2n = 4$</p>	<p>Aqui, os cromossomos já divididos começam a descondensar e o nucléolo e a carioteca reaparecem culminando, assim, na cariocinese. Em seguida, ocorre a citocinese, que é a divisão final do citoplasma, e a formação de duas novas células. Os pares de centríolos contidos no mesmo citoplasma agora ficarão em células diferentes.</p>  <p>$2n = 4$ $2n = 4$</p>



Meiose I

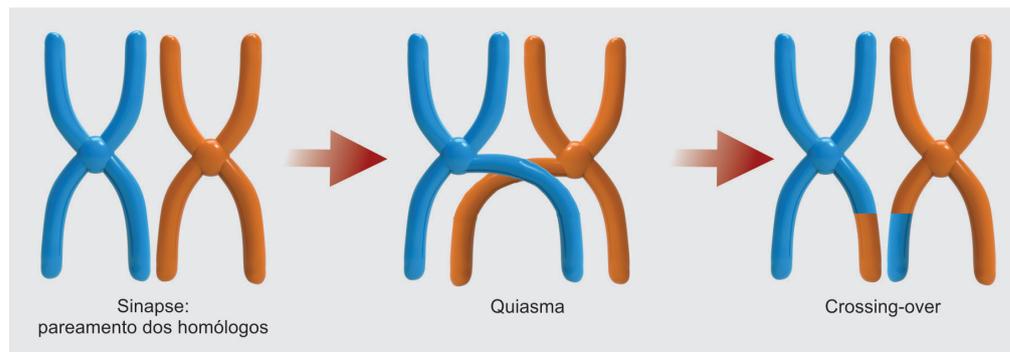
Prófase I

A cromatina duplicada sofre condensação para se transformar em cromossomo, protegendo o material genético da ação das enzimas citoplasmáticas e também facilitando a divisão. Em função da condensação, o material genético torna-se inativo (deixa de gerar proteínas), por isso os ribossomos não são mais necessários. Nesse viés, o nucléolo desaparece.

Ocorre também a migração dos centríolos duplicados, dando início, assim, à formação do fuso acromático. Ao redor dos centríolos, os microtúbulos se organizam no áster. Por fim, a carioteca fragmenta-se e inicia o processo de desaparecimento.

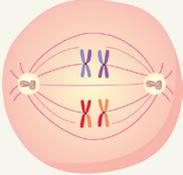
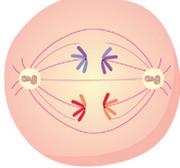
Mas, como a prófase I é muito longa e complexa, dividimos em cinco subfases: leptóteno, zigóteno, paquíteno, diplóteno e diacinese.

Leptóteno	Os cromossomos tornam-se visíveis como delgados fios que começam a se condensar, mas ainda formam um denso emaranhado. Nesta fase inicial, as duas cromátides-irmãs de cada cromossomo estão alinhadas tão intimamente que não são distinguíveis.
Zigóteno	Os cromossomos homólogos pareiam-se e começam a combinar-se estreitamente ao longo de toda a sua extensão, formando o complexo sinaptonêmico.
Paquíteno	O pareamento é completo e cada par de homólogos aparece como um bivalente ou tétrade (porque contém quatro cromátides). Neste estágio, tem-se o <i>crossing-over</i> , ou seja, a troca de segmentos homólogos entre cromátides não irmãs de um par de cromossomos homólogos.
Diplóteno	Ocorre o afastamento dos cromossomos homólogos que constituem os bivalentes, porém os dois homólogos de cada bivalente mantêm-se unidos apenas nos pontos denominados quiasmas (os pontos de troca entre eles).
Diacinese	Neste estágio, os quiasmas terminalizam-se, ou seja, lentamente vão se desfazendo, separando, assim, os homólogos. É aqui também que a carioteca desaparece.

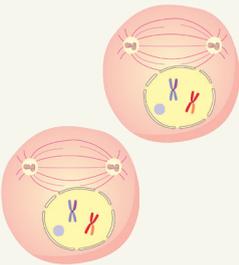
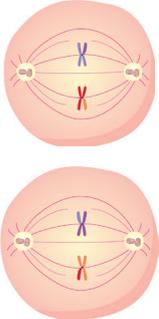
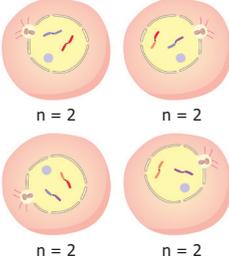


Características da meiose

Meiose I

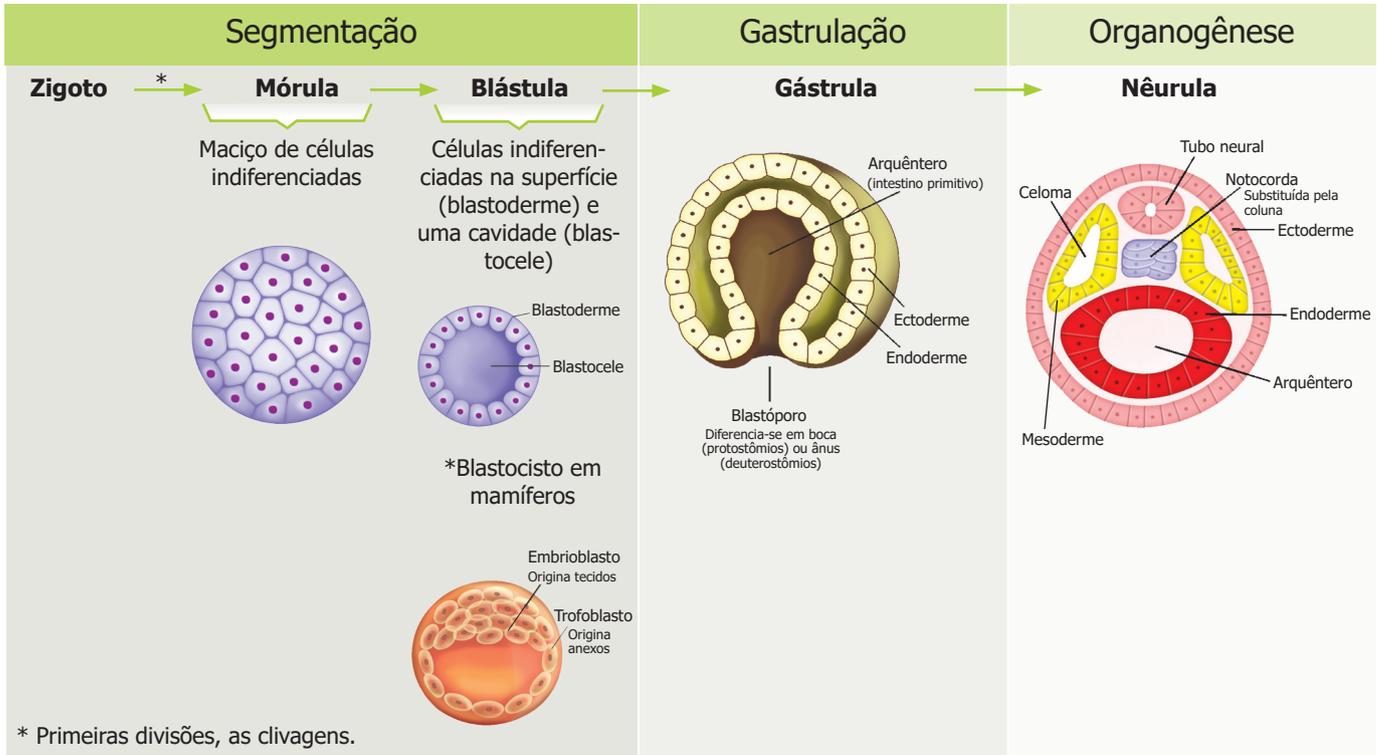
Metáfase I	Anáfase I	Telófase I
<ul style="list-style-type: none"> - Os cromossomos homólogos pareados estão no meio da célula, na placa equatorial. - Cada cromossomo está preso apenas por uma fibra.  <p>2n = 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cada representante do par de homólogos é puxado para os polos. - Os cromossomos são separados ainda duplicados. - Os cromossomos começam a descondensar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reaparece o nucléolo e a carioteca. - Cada cromossomo apresenta duas cromátides. - Citocinese I: separação propriamente dita em duas novas células, com metade do número original de cromossomos, que, porém, continuam duplicados.  <p>n = 2 n = 2</p>

Meiose II

Prófase II	Metáfase II	Anáfase II	Telófase II
<ul style="list-style-type: none"> - Cromatina duplicada sofre condensação para se transformar em cromossomo. - O nucléolo e a carioteca desaparecem novamente. - Ao redor dos centríolos duplicados inicia-se uma nova formação do áster e do fuso. - Os eventos ocorrem em duas células ao mesmo tempo, cada uma com metade do número de cromossomos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Máxima condensação dos cromossomos. - Os cromossomos estão no meio da célula, na região da placa equatorial. - Os eventos ocorrem em duas células ao mesmo tempo, cada uma com metade do número de cromossomos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ocorre a divisão do centrômero forçada pelo encurtamento das fibras. - Separam-se as cromátides-irmãs, como na mitose. - Os eventos ocorrem em duas células ao mesmo tempo, cada uma com metade do número de cromossomos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Os cromossomos começam a descondensar. - Reaparece o nucléolo e a carioteca. - Citocinese II: separação propriamente dita em quatro novas células, com metade do número de cromossomos e cada uma formada apenas por uma cromátide.  <p>n = 2 n = 2 n = 2 n = 2</p>

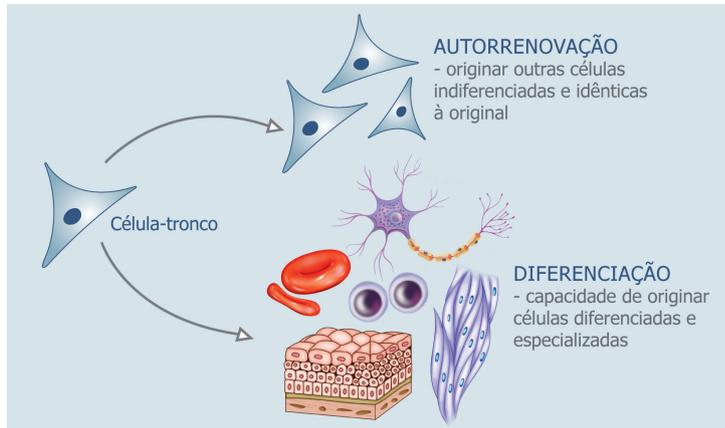
Embriologia animal

Embriologia



Célula-tronco

Uma célula, para ser reconhecida como célula-tronco, precisa apresentar duas características: autorrenovação e poder de diferenciação.



A origem destas células e o poder de diferenciação são diferentes. Vejamos a tabela.

Classificação	Origem	Poder de diferenciação
Células-tronco totipotentes	Embrião em estágio de mórula.	Podem diferenciar em qualquer outro tipo de célula (tecidos e anexos embrionários).
Células-tronco pluripotentes	Nó embrionário de embrião em estágio de blastocisto.	Diferenciam-se nos tecidos, mas não nos anexos embrionários.
Células-tronco multipotentes	Cordão umbilical, placenta, medula óssea, próprios tecidos.	Poucos tecidos ou apenas os de origem.



Anexos embrionários

São estruturas originadas a partir dos folhetos embrionários que auxiliam no desenvolvimento do embrião, porém não estão presentes em todos os grupos.

- ▶ **Saco vitelínico:** é uma membrana que delimita o vitelo (substância nutritiva de reserva) do ovo.
- ▶ **Âmnio:** é uma câmara de líquido, o líquido amniótico, que envolve o embrião por completo. Serve para realizar a proteção contra choques mecânicos e evitar a dessecação do embrião.
- ▶ **Alantoide:** é uma vesícula originada na região posterior do intestino do embrião e tem por função armazenar as excretas, participando também das trocas gasosas quando unida ao córion.
- ▶ **Córion:** é a membrana mais externa, que pode aderir-se à casca, participando das trocas gasosas.
- ▶ **Placenta e cordão umbilical:** nos mamíferos, podemos encontrar, além dos anexos embrionários, estruturas como a placenta e o cordão umbilical. A placenta surge da união das vilosidades coriônicas com o endométrio (tecido interno do útero), tendo como função a realização das trocas metabólicas entre a mãe e o feto, como a nutrição, as trocas de gases e a excreção. Além disso, a placenta tem relação com a defesa (pois permite a passagem de anticorpos) e com a produção de hormônios, como a progesterona (mantém o embrião fixo ao útero) e a gonadotrofina coriônica (HCG), que mantém o corpo lúteo produzindo a progesterona.

Já o cordão umbilical permite a comunicação entre a placenta e o embrião, principalmente no que diz respeito à nutrição e à respiração.

Anexos	Peixes	Anfíbios	Répteis	Aves	Mamíferos
Saco vitelínico	X	X	X	X	X
Âmnio			X	X	X
Alantoide			X	X	X
Córion			X	X	X
Placenta					X
Cordão umbilical					X

Relações embrionárias entre os filós do Reino Metazoa

Diblásticos	Cnidários.
Triblásticos	Platelmintos, asquelmintos, moluscos, anelídeos, artrópodes, equinodermos e cordados.
Acelomados	Cnidários e platelmintos.
Pseudocelomados	Asquelmintos.
Celomados	Moluscos, anelídeos, artrópodes, equinodermos e cordados.
Protostômios	Cnidários, platelmintos, asquelmintos, moluscos, anelídeos e artrópodes.
Deuterostômios	Equinodermos e cordados.
Notocorda	Cordados.



Vídeo Anexos
embrionários

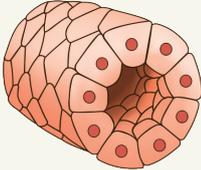
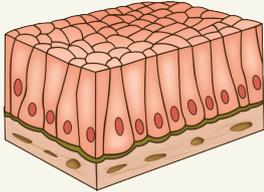
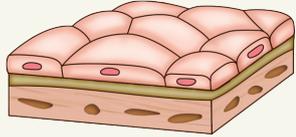
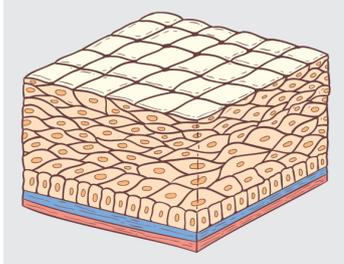
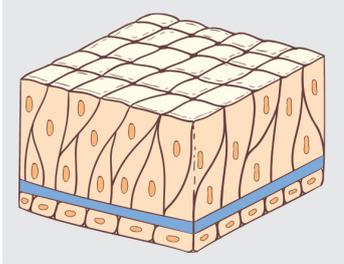
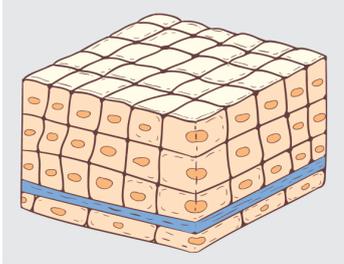


Histologia

Principais tecidos animais

Tecido epitelial

Tecido caracterizado por ser avascular (nutrido pelo conjuntivo adjacente – lâmina basal), possui células justapostas unidas por interdigitações, desmossomos e junções diferenciadas. Possui origem na ecto, meso ou endoderme do embrião e atua no revestimento, proteção e secreção por originar as glândulas endócrinas (liberam suas secreções na corrente sanguínea) e exócrinas (liberam a secreção através de canais para o exterior) e as anficrinas ou mistas (possuem a capacidade de liberar para o exterior e para o sangue – pâncreas).

Células cúbicas	Células prismáticas	Células achatadas
<p>Simplex com células cúbicas, como ocorre nos túbulos renais.</p> 	<p>Simplex com células prismáticas, como ocorre no estômago e nos intestinos.</p> 	<p>Simplex com células achatadas ou pavimentosas, como ocorre nos alvéolos e no endotélio dos vasos sanguíneos.</p> 
		

Tecido conjuntivo

É o tecido de maior distribuição no corpo, vascularizado com muitas células imersas na substância fundamental amorfa. Tem origem na mesoderme do embrião e atua no preenchimento de espaços, na sustentação (ossos e cartilagens), no transporte (sangue) e na reserva (tecido adiposo).

Caracteriza-se por apresentar substância fundamental amorfa (sfa) formada por água, sais, proteínas, alguns carboidratos e células imersas nessa matriz. Divide-se em vários tipos e funções como podemos ver abaixo:

A) frouxo: possui SFA com fibras elásticas, colágenas e reticulares e células especiais como:

FIBROBLASTO	produção das fibras (proteínas), atuam na cicatrização.
MACRÓFAGO	atuam na fagocitose.
MASTÓCITO	atuam em processos alérgicos liberando histamina (vasodilatador) e heparina (anticoagulante).
PLASMÓCITO	produção de anticorpos.

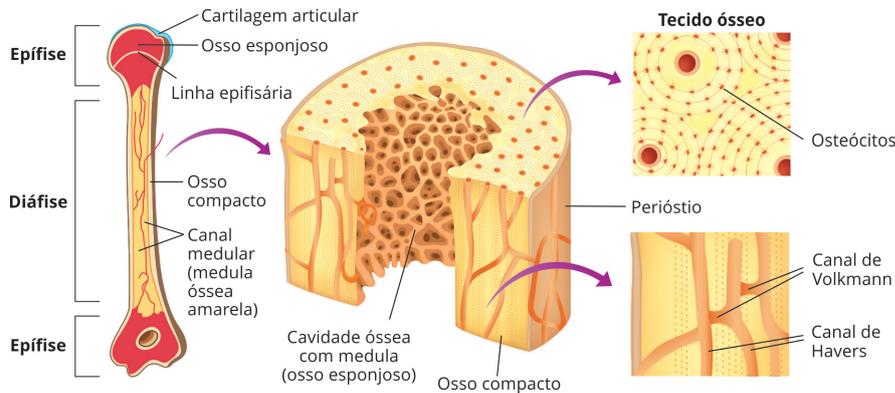
B) denso: possui SFA rica em colágeno, sem células especiais. Forma tendões e ligamentos;

C) hematopoietico: presente na medula óssea vermelha, rico em células-tronco multipotentes, é responsável pela formação do sangue;

D) adiposo: possui células especiais, os adipócitos, que armazenam gordura

E) ósseo: possui uma SFA predominantemente orgânica ao nascer que, posteriormente, mineraliza e passa atuar na sustentação com rigidez. Células especiais atuam na manutenção desse tecido, são elas

OSTEOBLASTO	Produz a matriz
OSTEOCLASTO	Degrada a matriz
OSTEÓCITO	Mantém a matriz



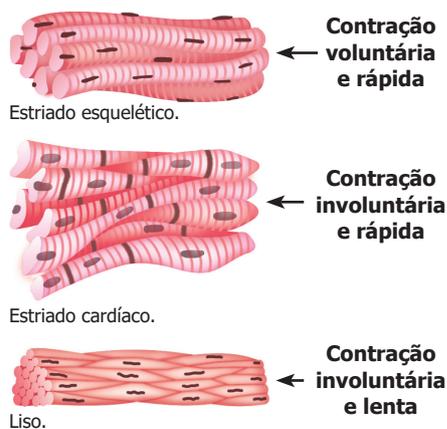
F) cartilagenoso: possui uma matriz densa, com muitas proteínas, e sustenta com flexibilidade. Presente especialmente em articulações, a cartilagem amortece impactos e auxilia no crescimento. É um tecido avascular nutrido pelo pericôndrio.

Possui dois tipos de células especiais, são elas

CONDROBLASTO	Produz a matriz
CONDRÓCITO	Mantém a matriz

Tecido muscular

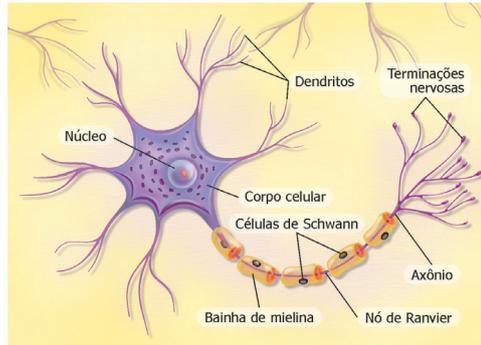
Caracteriza-se por apresentar a elasticidade e a excitabilidade relacionadas aos movimentos voluntários (músculo estriado esquelético) e involuntários (liso e cardíaco). É um tecido originado na mesoderme do embrião.





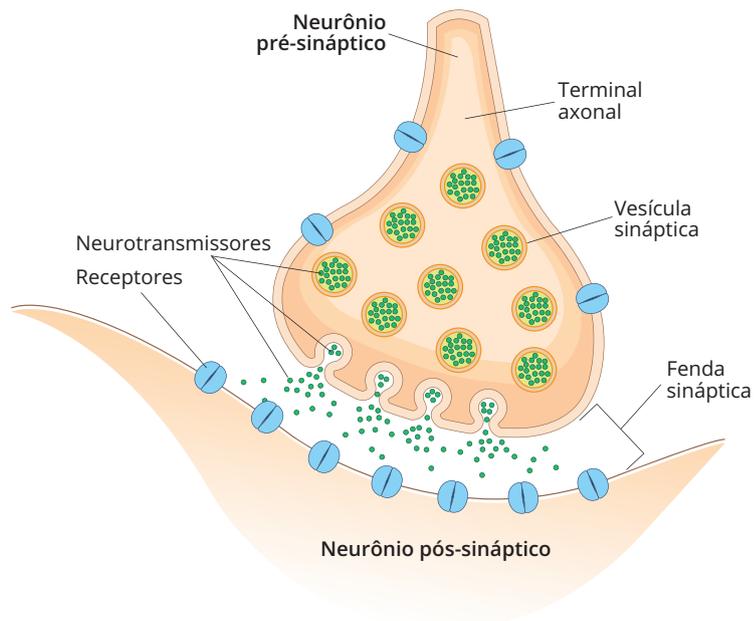
Tecido nervoso

Provém da ectoderme do embrião e está associado com a identificação e transmissão de estímulos. Tem como principais células o neurônio, pelo qual passa o impulso nervoso (no sentido dendrito – corpo celular – axônio), e as neuróglia, que auxiliam na sustentação e nutrição (astrócito), defesa (microglia) e formação da bainha de mielina (célula de Schwann e oligodendrócito).



O funcionamento do tecido nervoso depende de estímulos eletroquímicos que desencadeiam o impulso nervoso e a sinapse.

O impulso nervoso ocorre pela alternância de transporte passivo e ativo do sódio e do potássio originando uma corrente que leva o estímulo até o final do axônio, quando então, na fenda sináptica, são liberados os neurotransmissores que atuarão no dendrito do próximo neurônio.



HABILIDADES À PROVA 1

» Aspectos bioquímicos das estruturas celulares

○ 1. (ENEM) A água apresenta propriedades físico-químicas que a colocam em posição de destaque como substância essencial à vida. Entre elas, destacam-se as propriedades térmicas biologicamente muito importantes, por exemplo, o elevado valor de calor latente de vaporização. Esse calor latente refere-se à quantidade de calor que deve ser adicionada a um líquido em seu ponto de ebulição, por unidade de massa, para convertê-lo em vapor na mesma temperatura, que, no caso da água, é igual a 540 calorias por grama.

A propriedade físico-química mencionada no texto confere à água a capacidade de:

- a) servir como doador de elétrons no processo de fotossíntese.
- b) funcionar como regulador térmico para os organismos vivos.
- c) agir como solvente universal nos tecidos animais e vegetais.
- d) transportar os íons de ferro e magnésio nos tecidos vegetais.
- e) funcionar como mantenedora do metabolismo nos organismos vivos.

○ 2. (ENEM) A água é um dos componentes mais importantes das células. A tabela abaixo mostra como a quantidade de água varia em seres humanos, dependendo do tipo de célula. Em média, a água corresponde a 70% da composição química de um indivíduo normal.

Tipo de célula	Quant. de água
Tecido nervoso - substância cinzenta	85%
Tecido nervoso - substância branca	70%
Medula óssea	75%
Tecido conjuntivo	60%
Tecido adiposo	15%
Hemácias	65%
Ossos (sem medula)	20%

L. C. Junqueira e J. Carneiro. Histologia Básica. 8ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1985.

Durante uma biópsia, foi isolada uma amostra de tecido para análise em um laboratório. Enquanto intacta, essa amostra pesava 200 mg. Após secagem em estufa, quando se retirou toda a água do tecido, a amostra passou a pesar 80 mg. Baseado na tabela, pode-se afirmar que ela é uma amostra de:

- a) tecido nervoso - substância cinzenta.
- b) tecido nervoso - substância branca.
- c) hemácias.
- d) tecido conjuntivo.
- e) tecido adiposo.

○ 3. (ENEM) No processo de industrialização da mamona, além do óleo que contém vários ácidos graxos, é obtida uma massa orgânica, conhecida como torta de mamona. Essa massa tem potencial para ser utilizada como fertilizante para o solo e como complemento em rações animais devido a seu elevado valor proteico. No entanto, a torta apresenta compostos tóxicos e alergênicos diferentemente do óleo da mamona. Para que a torta possa ser utilizada na alimentação animal, é necessário um processo de descontaminação.

Revista Química Nova na Escola. V. 32, nº 1, 2010 (adaptado).

A característica presente nas substâncias tóxicas e alergênicas, que inviabiliza sua solubilização no óleo de mamona, é a:

- a) lipofilia.
- b) hidrofilia.
- c) hipocromia.
- d) cromatofilia.
- e) hiperpolarização.

○ 4. (ENEM-2020) A fritura de alimentos é um processo térmico que ocorre a temperaturas altas, aproximadamente a 170 °C. Nessa condição, alimentos ricos em carboidratos e proteínas sofrem uma rápida desidratação em sua superfície, tornando-a crocante. Uma pessoa quer fritar todas as unidades de frango empanado congelado de uma caixa. Para tanto, ela adiciona todo o conteúdo de uma vez em uma panela com óleo vegetal a 170 °C, cujo volume é suficiente para cobrir todas as unidades. Porém, para sua frustração, ao final do processo, elas se mostram encharcadas de óleo e sem crocância.

As unidades ficaram fora da aparência desejada em razão da:

- a) evaporação parcial do óleo.
- b) diminuição da temperatura do óleo.
- c) desidratação excessiva das unidades.
- d) barreira térmica causada pelo empanamento.
- e) ausência de proteínas e carboidratos nas unidades.

Anotações:



○ **5. (ENEM)** O metabolismo dos carboidratos é fundamental para o ser humano, pois, a partir desses compostos orgânicos, obtém-se grande parte da energia para as funções vitais. Por outro lado, desequilíbrios nesse processo podem provocar hiperglicemia ou diabetes.

O caminho do açúcar no organismo inicia-se com a ingestão de carboidratos que, chegando ao intestino, sofrem a ação de enzimas, “quebrando-se” em moléculas menores (glicose, por exemplo) que serão absorvidas.

A insulina, hormônio produzido no pâncreas, é responsável por facilitar a entrada da glicose nas células. Se uma pessoa produz pouca insulina, ou se sua ação está diminuída, dificilmente a glicose pode entrar na célula e ser consumida.

Com base nessas informações, pode-se concluir que:

- a) o papel realizado pelas enzimas pode ser diretamente substituído pelo hormônio insulina.
- b) a insulina produzida pelo pâncreas tem um papel enzimático sobre as moléculas de açúcar.
- c) o acúmulo de glicose no sangue é provocado pelo aumento da ação da insulina, levando o indivíduo a um quadro clínico de hiperglicemia.
- d) a diminuição da insulina circulante provoca um acúmulo de glicose no sangue.
- e) o principal papel da insulina é manter o nível de glicose suficientemente alto, evitando, assim, um quadro clínico de diabetes.

○ **6. (ENEM)** Recentemente um estudo feito em campos de trigo mostrou que níveis elevados de dióxido de carbono na atmosfera prejudicam a absorção de nitrato pelas plantas. Consequentemente, a qualidade nutricional desses alimentos pode diminuir à medida que os níveis de dióxido de carbono na atmosfera atingirem as estimativas para as próximas décadas.

BLOOM, A. J. et al. Nitrate assimilation is inhibited by elevated CO₂ in field-grown wheat. *Nature Climate Change*, nº 4, abr. 2014 (adaptado).

Nesse contexto, a qualidade nutricional do grão de trigo será modificada primariamente pela redução de:

- a) amido.
- b) frutose.
- c) lipídeos.
- d) celulose.
- e) proteínas.

○ **7. (ENEM)** As algas são uma opção sustentável na produção de biocombustível, pois possuem estrutura simples e se reproduzem mais rapidamente que os vegetais, além da grande capacidade de absorverem dióxido de carbono. Esses organismos não são constituídos por tecidos heterogêneos, entretanto, assim como os vegetais, possuem parede celular.

Algas podem substituir metade do petróleo e inaugurar química verde (Agência Fapesp, 16/08/2010). Disponível em: www.inovacaotecnologica.com.br. Acesso em: 1 ago. 2012 (adaptado).

Para obtenção de biocombustível a partir de algas e vegetais, é necessário utilizar no processo a enzima:

- a) amilase.
- b) maltase.
- c) celulase.
- d) fosfatase.
- e) quitinase.

○ **8. (ENEM-2020)** O cultivo de células animais transformou-se em uma tecnologia moderna com inúmeras aplicações, entre elas testes de fármacos visando ao desenvolvimento de medicamentos. Apesar de os primeiros estudos datarem de 1907, o cultivo de células animais alcançou sucesso na década de 1950, quando Harry Eagle conseguiu definir os nutrientes necessários para o crescimento celular.

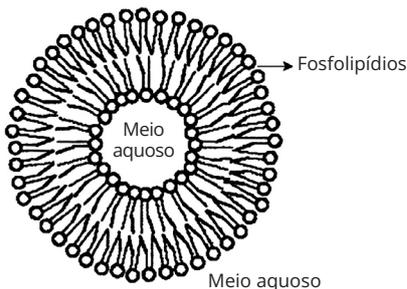
Componentes básicos para manutenção celular em meio de cultura
H ₂ O
Fonte de carbono
Elementos inorgânicos
Aminoácidos
Vitaminas
Antibióticos
Indicadores de pH
Soro

CASTILHO, L. *Tecnologia de biofarmacos*. São Paulo, 2010.

Qual componente garante o suprimento energético para essas células?

- a) H₂O
- b) Vitaminas
- c) Fonte de carbono
- d) Indicadores de pH
- e) Elementos inorgânicos

○ **9. (ENEM)** Quando colocados em água, os fosfolipídeos tendem a formar lipossomos, estruturas formadas por uma bicamada lipídica, conforme mostrado na figura. Quando rompida, essa estrutura tende a se reorganizar em um novo lipossomo.



Disponível em: course1.winona.edu. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Esse arranjo característico se deve ao fato de os fosfolipídios apresentarem uma natureza:

- a) polar, ou seja, serem inteiramente solúveis em água.
- b) apolar, ou seja, não serem solúveis em solução aquosa.
- c) anfotérica, ou seja, podem comportar-se como ácidos e bases.
- d) insaturada, ou seja, possuírem duplas ligações em sua estrutura.
- e) anfífilica, ou seja, possuírem uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica.



○ **10. (ENEM)** Pesticidas são substâncias utilizadas para promover o controle de pragas. No entanto, após sua aplicação em ambientes abertos, alguns pesticidas organoclorados são arrastados pela água até lagos e rios e, ao passar pelas guelras dos peixes, podem difundir-se para seus tecidos lipídicos e lá se acumularem.

A característica desses compostos, responsável pelo processo descrito no texto, é o(a):

- a) baixa polaridade.
- b) baixa massa molecular.
- c) ocorrência de halogênios.
- d) tamanho pequeno das moléculas.
- e) presença de hidroxilas nas cadeias.

○ **11. (ENEM)** Em sua formulação, o spray de pimenta contém porcentagens variadas de oleorresina de *Capsicum*, cujo princípio ativo é a capsaicina, e um solvente (um álcool como etanol ou isopropanol). Em contato com os olhos, pele ou vias respiratórias, a capsaicina causa um efeito inflamatório que gera a sensação de dor e ardor, levando à cegueira temporária. O processo é desencadeado pela liberação de neuropeptídeos das terminações nervosas.

Como funciona o gás de pimenta. Disponível em: <http://pessoas.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Quando uma pessoa é atingida com o spray de pimenta nos olhos ou na pele, a lavagem da região atingida com água é ineficaz porque a:

- a) reação entre etanol e água libera calor, intensificando o ardor.
- b) solubilidade do princípio ativo em água é muito baixa, dificultando sua remoção.
- c) permeabilidade da água na pele é muito alta, não permitindo a remoção do princípio ativo.
- d) solubilização do óleo em água causa um maior espalhamento além das áreas atingidas.
- e) ardência faz evaporar rapidamente a água, não permitindo que haja contato entre o óleo e o solvente.

○ **12. (ENEM)** Em derramamentos de óleo no mar, os produtos conhecidos como dispersantes são utilizados para reduzir a tensão superficial do petróleo derramado, permitindo que o vento e as ondas “quebrem” a mancha em gotículas microscópicas. Estas são dispersadas pela água do mar antes que a mancha de petróleo atinja a costa. Na tentativa de fazer uma reprodução do efeito desse produto em casa, um estudante prepara um recipiente contendo água e gotas de óleo de soja. Há disponível apenas azeite, vinagre, detergente, água sanitária e sal de cozinha.

Qual dos materiais disponíveis provoca uma ação semelhante à situação descrita?

- a) Azeite.
- b) Vinagre.
- c) Detergente.
- d) Água sanitária.
- e) Sal de cozinha.

○ **13. (ENEM)** Defende-se que a inclusão da carne bovina na dieta é importante, por ser uma excelente fonte de proteínas. Por outro lado, pesquisas apontam efeitos prejudiciais que a carne bovina traz à saúde, como o risco de doenças cardiovasculares. Devido aos teores de colesterol e de gordura, há quem decida substituí-la por outros tipos de carne, como a de frango e a suína.

O quadro abaixo apresenta a quantidade de colesterol em diversos tipos de carne crua e cozida.

Alimento	Colesterol (mg/100 g)	
	Cru	Cozido
Carne de frango (branca) sem pele	58	75
Carne de frango (escura) sem pele	80	124
Pele de frango	104	139
Carne suína (bisteca)	49	97
Carne suína (toucinho)	54	56
Carne bovina (contrafilé)	51	66
Carne bovina (músculo)	52	67

Revista PRO TESTE, nº 54, dez. 2006, com adaptações.

Com base nessas informações, avalie as afirmativas a seguir.

- I. O risco de ocorrerem doenças cardiovasculares por ingestões habituais da mesma quantidade de carne é menor se esta for carne branca de frango do que se for toucinho.
- II. Uma porção de contrafilé cru possui, aproximadamente, 50% de sua massa constituída de colesterol.
- III. A retirada da pele de uma porção cozida de carne escura de frango altera a quantidade de colesterol a ser ingerida.
- IV. A pequena diferença entre os teores de colesterol encontrados no toucinho cru e no cozido indica que esse tipo de alimento é pobre em água.

É correto apenas o que se afirma em:

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

○ **14. (ENEM)** Na Idade Média, para elaborar preparados a partir de plantas produtoras de óleos essenciais, as coletas das espécies eram realizadas ao raiar do dia. Naquela época, essa prática era fundamentada misticamente pelo efeito mágico dos raios lunares, que seria anulado pela emissão dos raios solares. Com a evolução da ciência, foi comprovado que a coleta de algumas espécies ao raiar do dia garante a obtenção de material com maiores quantidades de óleos essenciais.

A explicação científica que justifica essa prática se baseia na:

- a) volatilização das substâncias de interesse.
- b) polimerização dos óleos catalisada pela radiação solar.
- c) solubilização das substâncias de interesse pelo orvalho.
- d) oxidação do óleo pelo oxigênio produzido na fotossíntese.
- e) liberação das moléculas de óleo durante o processo de fotossíntese.



○ 15. (ENEM)

Dieta de engorda

Em 30 anos, a alimentação piorou muito

Aumento no consumo - por família			
Biscoitos	Refrigerantes	Salsichas e linguiças	Refeições prontas
400%	400%	300%	80%
Diminuição no consumo - por família			
Ovos	Peixes	Feijão e leguminosas	Arroz
84%	50%	30%	23%

A partir desses dados, foram feitas as afirmações abaixo.

I. As famílias brasileiras, em 30 anos, aumentaram muito o consumo de proteínas e grãos, que, por seu alto valor calórico, não são recomendáveis.

II. O aumento do consumo de alimentos muito calóricos deve ser considerado indicador de alerta para a saúde, já que a obesidade pode reduzir a expectativa de vida humana.

III. Doenças cardiovasculares podem ser desencadeadas pela obesidade decorrente das novas dietas alimentares.

É correto apenas o que se afirma em:

- a) I.
- b) II.
- c) III.
- d) I e II.
- e) II e III.

○ 16. (ENEM) Arroz e feijão formam um “par perfeito”, pois fornecem energia, aminoácidos e diversos nutrientes. O que falta em um deles pode ser encontrado no outro. Por exemplo, o arroz é pobre no aminoácido lisina, que é encontrado em abundância no feijão, e o aminoácido metionina é abundante no arroz e pouco encontrado no feijão. A tabela seguinte apresenta informações nutricionais desses dois alimentos.

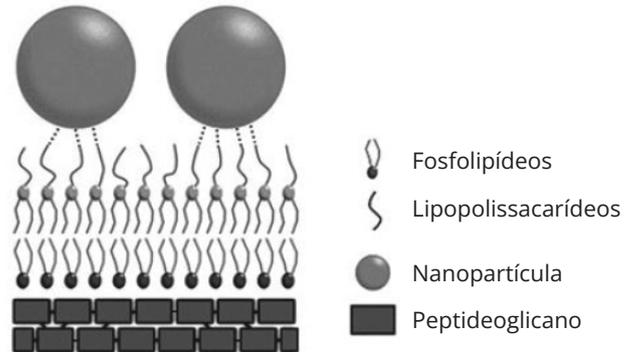
	Arroz (1 colher de sopa)	Feijão (1 colher de sopa)
Calorias	41 kcal	58 kcal
Carboidratos	8,07 g	10,6 g
Proteínas	0,58 g	3,53 g
Lipídios	0,73 g	0,18 g
Colesterol	0 g	0 g

SILVA, R. S. Arroz e feijão, um par perfeito. Disponível em: www.correpar.com.br

A partir das informações contidas no texto e na tabela, conclui-se que:

- a) os carboidratos contidos no arroz são mais nutritivos que os do feijão.
- b) o arroz é mais calórico que o feijão por conter maior quantidade de lipídios.
- c) as proteínas do arroz têm a mesma composição de aminoácidos que as do feijão.
- d) a combinação de arroz com feijão contém energia e nutrientes e é pobre em colesterol.
- e) duas colheres de arroz e três de feijão são menos calóricas que três colheres de arroz e duas de feijão.

○ 17. (ENEM) Nanopartículas de sílica recobertas com antibióticos foram desenvolvidas com sucesso como material bactericida, pois são eficazes contra bactérias sensíveis e resistentes, sem citotoxicidade significativa a células de mamíferos. As nanopartículas livres de antibióticos também foram capazes de matar as bactérias *E. coli* sensíveis e resistentes ao antibiótico estudado. Os autores sugerem que a interação entre os grupos hidroxil da superfície das nanopartículas e os lipopolissacarídeos da parede celular da bactéria desestabilizaria sua estrutura.



CAPELETTI, L. B. et al. Tailored Silica - Antibiotic Nanoparticles: Overcoming Bacterial Resistance with Low Cytotoxicity. Langmuir, n. 30, 2014 (adaptado).

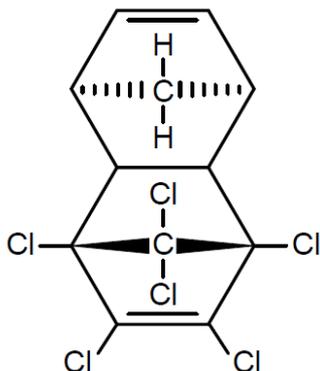
A interação entre a superfície da nanopartícula e o lipopolissacarídeo ocorre por uma ligação:

- a) de hidrogênio.
- b) hidrofóbica.
- c) dissulfeto.
- d) metálica.
- e) iônica.

Anotações:



○ 18. (ENEM) O Aldrin é um inseticida agrícola organoclorado sintético de baixa polaridade, cuja estrutura molecular simétrica, de fórmula $C_{12}H_8Cl_6$, está representada na figura. Introduzido na agricultura a partir da década de 1950, esse composto apresenta alta persistência no meio ambiente e acumulação nos organismos, sendo danoso para a saúde.



VIEGAS JÚNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. *Química Nova*, v. 26, n. 3, 2003 (adaptado).

Um pesquisador coletou fluidos biológicos de indivíduos de uma população contaminada por esse inseticida agrícola. Ele analisou amostras de saliva, sangue, lágrima, urina e leite quanto à presença dessa substância.

Em qual dos fluidos o pesquisador provavelmente encontrou a maior concentração dessa substância?

- saliva, por consequência da atividade de enzimas.
- sangue, em função das hemácias e leucócitos.
- lágrima, em razão da concentração de sais.
- urina, pela presença de moléculas de ureia.
- leite, por causa do alto teor de gorduras.

○ 19. (ENEM) O milho verde recém-colhido tem um sabor adocicado. Já o milho verde comprado na feira, um ou dois dias depois de colhido, não é mais tão doce, pois cerca de 50% dos carboidratos responsáveis pelo sabor adocicado são convertidos em amido nas primeiras 24 horas.

Para preservar o sabor do milho verde, pode-se usar o seguinte procedimento em três etapas:

- descascar e mergulhar as espigas em água fervente por alguns minutos;
- resfriá-las em água corrente;
- conservá-las na geladeira.

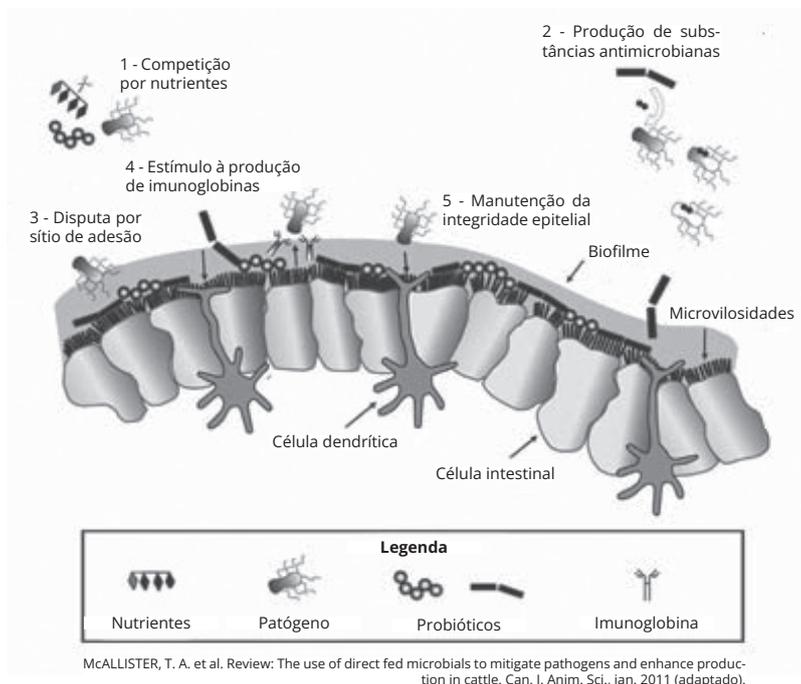
A preservação do sabor original do milho verde pelo procedimento descrito pode ser explicada pelo seguinte argumento:

- O choque térmico converte as proteínas do milho em amido até a saturação; este ocupa o lugar do amido que seria formado espontaneamente.
- A água fervente e o resfriamento impermeabilizam a casca dos grãos de milho, impedindo a difusão de oxigênio e a oxidação da glicose.
- As enzimas responsáveis pela conversão desses carboidratos em amido são desnaturadas pelo tratamento com água quente.
- Micro-organismos que, ao retirarem nutrientes dos grãos, convertem esses carboidratos em amido, são destruídos pelo aquecimento.
- O aquecimento desidrata os grãos de milho, alterando o meio de dissolução onde ocorreria espontaneamente a transformação desses carboidratos em amido.

Anotações:



○ 20. (ENEM) Vários métodos são empregados para prevenção de infecções por microrganismos. Dois desses métodos utilizam microrganismos vivos e são eles: as vacinas atenuadas, constituídas por patógenos avirulentos, e os probióticos, que contêm bactérias benéficas. Na figura, são apresentados cinco diferentes mecanismos de exclusão de patógenos pela ação dos probióticos no intestino de um animal.



Qual mecanismo de ação desses probióticos promove um efeito similar ao da vacina?

- a) 5
- b) 4
- c) 3
- d) 2
- e) 1

○ 21. (ENEM) Atualmente, uma série de dietas alimentares têm sido divulgadas com os mais diferentes propósitos: para emagrecer, para melhorar a produtividade no trabalho e até mesmo dietas que rejuvenescem o cérebro. No entanto, poucas têm embasamento científico, e o consenso dos nutricionistas é que deve ser priorizada uma dieta balanceada, constituída de frutas e vegetais, uma fonte de carboidrato, uma de ácido graxo insaturado e uma de proteína. O quadro apresenta cinco dietas com supostas fontes de nutrientes.

Supostas fontes de nutrientes de cinco dietas

Dieta	Carboidrato	Ácido graxo insaturado	Proteína
1	Azeite de oliva	Peixes	Carne de aves
2	Carne de aves	Mel	Nozes
3	Nozes	Peixes	Mel
4	Mel	Azeite de oliva	Carne de aves
5	Mel	Carne de boi	Azeite de oliva

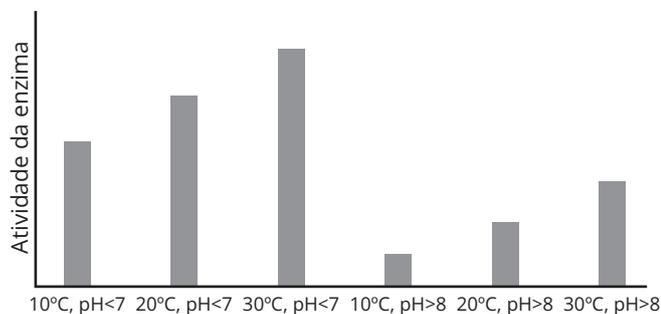
A dieta que relaciona adequadamente as fontes de carboidrato, ácido graxo insaturado e proteína é a:

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



○ **22. (ENEM)** Sabendo-se que as enzimas podem ter sua atividade regulada por diferentes condições de temperatura e pH, foi realizado um experimento para testar as condições ótimas para a atividade de uma determinada enzima.

Os resultados estão apresentados no gráfico.



Em relação ao funcionamento da enzima, os resultados obtidos indicam que o(a):

- aumento do pH leva a uma atividade maior da enzima.
- temperatura baixa (10°C) é o principal inibidor da enzima.
- ambiente básico reduz a quantidade de enzima necessária na reação.
- ambiente básico reduz a quantidade de substrato metabolizado pela enzima.
- temperatura ótima de funcionamento da enzima é 30°C, independentemente do pH.

○ **23. (ENEM)** A esquistossomose (barriga-d'água) caracteriza-se pela inflamação do fígado e do baço causada pelo verme *Schistosoma mansoni* (esquistossomo). O contágio ocorre depois que larvas do verme são liberadas na água pelo caramujo do gênero *Biomphalaria*, seu hospedeiro intermediário, e penetram na pele humana.

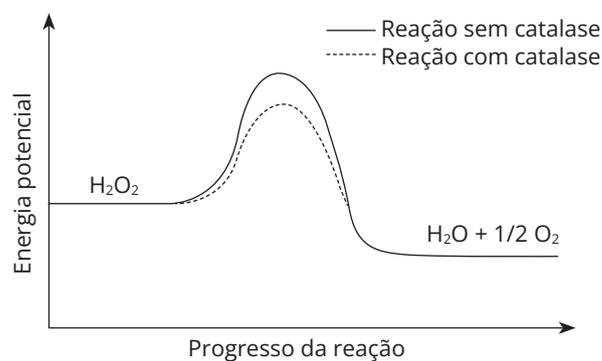
Após o diagnóstico, o tratamento tradicional utiliza medicamentos por via oral para matar o parasita dentro do corpo. Uma nova estratégia terapêutica baseia-se na utilização de uma vacina, feita a partir de uma proteína extraída do verme, que induz o organismo humano a produzir anticorpos para combater e prevenir a doença.

Instituto Oswaldo Cruz/Fundação Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz). Fiocruz anuncia nova fase de vacina para esquistossomose. Disponível em: <http://agencia.fiocruz.br>. Acesso em: 3 maio 2019 (adaptado).

Uma vantagem da vacina em relação ao tratamento tradicional é que ela poderá:

- impedir a penetração do parasita pela pele.
- eliminar o caramujo para que não haja contágio.
- impedir o acesso do esquistossomo especificamente para o fígado.
- eliminar o esquistossomo antes que ocorra contato com o organismo.
- eliminar o esquistossomo dentro do organismo antes da manifestação de sintomas.

○ **24. (ENEM-2020)** O peróxido de hidrogênio é um produto secundário do metabolismo celular e apresenta algumas funções úteis, mas, quando em excesso, é prejudicial, gerando radicais que são tóxicos para as células. Para se defender, o organismo vivo utiliza a enzima catalase, que decompõe H_2O_2 em H_2O e O_2 . A energia de reação de decomposição, quando na presença e na ausência da catalase, está mostrada no gráfico.



Disponível em: www.pontociencia.org.br. Acesso em: 14 ago. 2013 (adaptado).

Na situação descrita, o organismo utiliza a catalase porque ela:

- diminui a energia de ativação.
- permite maior rendimento da reação.
- diminui o valor da entalpia da reação.
- consome rapidamente o oxigênio do reagente.
- reage rapidamente com o peróxido de hidrogênio.

○ **25. (ENEM-2022)** O protozoário *Trypanosoma cruzi*, causador da doença de Chagas, pode ser a nova arma da medicina contra o câncer. Pesquisadores brasileiros conseguiram criar uma vacina contra a doença usando uma variação do protozoário incapaz de desencadear a patologia (não patogênico). Para isso, realizaram uma modificação genética criando um *T. cruzi* capaz de produzir também moléculas fabricadas pelas células tumorais. Quando o organismo inicia o combate ao protozoário, entra em contato também com a molécula tumoral, que passa a ser vista também pelo sistema imune como um indicador de células do protozoário. Depois de induzidas as defesas, estas passam a destruir todas as células com a molécula tumoral, como se lutassem apenas contra o protozoário.

Disponível em: www.estadao.com.br. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Qual o mecanismo utilizado no experimento para enganar as células de defesa, fazendo com que ataquem o tumor?

- Autoimunidade.
- Hipersensibilidade.
- Ativação da resposta inata.
- Apresentação de antígeno específico.
- Desencadeamento de processo anti-inflamatório.



○ **26. (ENEM)** A obesidade, que nos países desenvolvidos já é tratada como epidemia, começa a preocupar especialistas no Brasil. Os últimos dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares, realizada entre 2002 e 2003 pelo IBGE, mostram que 40,6% da população brasileira estão acima do peso, ou seja, 38,8 milhões de adultos. Desse total, 10,5 milhões são considerados obesos. Várias são as dietas e os remédios que prometem um emagrecimento rápido e sem riscos. Há alguns anos, foi lançado no mercado brasileiro um remédio de ação diferente dos demais, pois inibe a ação das lipases, enzimas que aceleram a reação de quebra de gorduras. Sem serem quebradas, elas não são absorvidas pelo intestino, e parte das gorduras ingeridas é eliminada com as fezes. Como os lipídios são altamente energéticos, a pessoa tende a emagrecer. No entanto, esse remédio apresenta algumas contraindicações, pois a gordura não absorvida lubrifica o intestino, causando desagradáveis diarreias. Além do mais, podem ocorrer casos de baixa absorção de vitaminas lipossolúveis, como as A, D, E e K, pois:

- a) essas vitaminas, por serem mais energéticas que as demais, precisam de lipídios para sua absorção.
- b) a ausência dos lipídios torna a absorção dessas vitaminas desnecessária.
- c) essas vitaminas reagem com o remédio, transformando-se em outras vitaminas.
- d) as lipases também desdobram as vitaminas para que estas sejam absorvidas.
- e) essas vitaminas se dissolvem nos lipídios e só são absorvidas junto com eles.

○ **27. (ENEM)** De acordo com o Ministério da Saúde, a cegueira noturna ou nictalopia é uma doença caracterizada pela dificuldade de se enxergar em ambientes com baixa luminosidade. Sua ocorrência pode estar relacionada a uma alteração ocular congênita ou a problemas nutricionais. Com esses sintomas, uma senhora dirigiu-se ao serviço de saúde, e seu médico sugeriu, a ingestão de vegetais ricos em carotenoides, como a cenoura.

Disponível em: <http://ibvsms.saude.gov.br>. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Essa indicação médica deve-se ao fato de que os carotenoides são os precursores de:

- a) hormônios, estimulantes da regeneração celular da retina.
- b) enzimas, utilizadas na geração de ATP pela respiração celular.
- c) vitamina A, necessária para a formação de estruturas fotorreceptoras.
- d) tocoferol, uma vitamina com função de propagação dos impulsos nervosos.
- e) vitamina C, substância antioxidante que diminui a degeneração de cones e bastonetes.

○ **28. (UFSM)** No tipo mais comum de hemofilia, há a incapacidade de produção do fator VIII, necessário ao processo de coagulação sanguínea. Esse processo envolve enzimas que, para seu funcionamento, devem estar associadas a(à)

- a) íons Cl^+ .
- b) vitamina A.
- c) vitamina E.
- d) íons Ca^{2+} .
- e) vitamina D.

○ **29. (UFSM)** A tecnologia ambiental tem direcionado as indústrias à busca da redução dos desperdícios nos processos de produção. Isso implica a redução ou o reaproveitamento de resíduos. Os resíduos são vistos como desperdício, pois é material que foi comprado e está sendo jogado fora, o que reduz a competitividade econômica de um processo. Dentre os mais estudados em busca de reaproveitamento, estão os resíduos da agroindústria, bagaços, palhas e cascas. Esses componentes integram uma biomassa rica em glicose, frutose e celulose, produtos com alto valor para indústrias químicas e de alimentos. Qual a relação estrutural entre os monossacarídeos citados no texto e a celulose?

- a) Glicose e frutose formam a sacarose que, por sua vez, é o monômero constituinte da celulose.
- b) A frutose é o monômero formador da celulose.
- c) Glicose e frutose são constituintes da celulose.
- d) A glicose é o monômero formador da celulose.
- e) Glicose, frutose e celulose são monossacarídeos distintos.

○ **30. (UFSM)** A respeito da nutrição humana, alimentos e saúde, assinale V (verdadeira) ou F (falsa) nas afirmativas a seguir.

- () Proteínas e aminoácidos são nutrientes importantes na estrutura corporal humana, sendo encontrados em abundância na carne e no leite.
- () Açúcares e gorduras são nutrientes essencialmente estruturais, mas podem desempenhar papel energético às vezes, caso o corpo necessite desses nutrientes.
- () As vitaminas A, C e D, quando não ingeridas adequadamente, estão relacionadas com as ocorrências de cegueira noturna, escorbuto e fragilidade óssea, respectivamente.
- () O cálcio, um sal mineral, é importante na composição sanguínea, estando presente no sal de cozinha.

A sequência correta é

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



31. (UFSM) Considerando a nutrição humana, assinale a alternativa FALSA.

- a) Glicídios são nutrientes energéticos, pois fornecem energia às células, sendo o pão e a batata alimentos ricos nesse nutriente.
- b) Lipídios são nutrientes energéticos, pois fornecem energia às células, sendo a manteiga e o toucinho alimentos ricos nesse nutriente.
- c) As proteínas, presentes em abundância na carne, ovos e soja, fornecem aminoácidos que são importantes constituintes da estrutura corporal.
- d) A vitamina E, presente em vegetais amarelos, como a cenoura, é necessária para o crescimento normal do indivíduo, causando cegueira quando ocorre deficiência.
- e) A vitamina C, presente em frutas cítricas, tomate e pimentão, mantém a integridade dos vasos sanguíneos e previne infecções e o escorbuto.

32. (UFSM) Numere a segunda coluna de acordo com a primeira.

1. Vitaminas
2. Sais minerais
3. Glicídios
4. Proteínas
5. Nucleotídeos

- () fonte de aminoácidos
- () cálcio e fósforo
- () ATP (trifosfato de adenosina) e AMP (monofosfato de adenosina)
- () amido e glicose
- () ácido fólico e ácido ascórbico

A sequência correta é

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

33. (UFSM) Foi transferido para plantas de arroz um gene que permite a produção e o acúmulo de vitamina A no grão das plantas transgênicas.

Assinale verdadeira (V) ou falsa (F) nas afirmativas a seguir.

- () As vitaminas são necessárias em grandes quantidades, pois atuam como enzimas.
- () A vitamina A foi introduzida no núcleo das células, por isso o grão transgênico é mais nutritivo.
- () Uma importante fonte natural de vitamina A são os vegetais com pigmentos amarelos, como a cenoura.

A sequência correta é

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

34. (UFSM) Uma alimentação com deficiência de vitaminas ou de minerais pode influenciar todas as etapas do processo reprodutivo. Seguem alguns exemplos que não podem faltar na dieta.

Vitamina A: regula a síntese de progesterona e, durante a gestação, previne a imunodeficiência da mãe e do bebê.

Vitamina C: é um potente antioxidante que protege os óvulos e espermatozoides.

Vitamina D: influencia a formação do endométrio.

Considerando os eventos envolvidos na reprodução humana, os segmentos sublinhados relacionam-se, respectivamente, com o(a)

- a) fecundação – fecundação – ciclo menstrual.
- b) ciclo menstrual – gametogênese – ciclo menstrual.
- c) gametogênese – fecundação – fecundação.
- d) fecundação – gametogênese – fecundação.
- e) ciclo menstrual – gametogênese – fecundação.

Anotações:



HABILIDADES À PROVA 2

» Origem da vida e evolução das células

○ 1. (ENEM) Pesquisadores recuperaram DNA de ossos de mamute (*Mammuthus primigenius*) encontrados na Sibéria, que tiveram sua idade de cerca de 28 mil anos confirmada pela técnica do carbono-14.

FAPESP. DNA de mamute é revelado. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br>. Acesso em: 13 ago. 2012 (adaptado).

A técnica de datação apresentada no texto só é possível devido à:

- proporção conhecida entre carbono-14 e carbono-12 na atmosfera ao longo dos anos.
- decomposição de todo o carbono-12 presente no organismo após a morte.
- fixação maior do carbono-14 nos tecidos de organismos após a morte.
- emissão de carbono-12 pelos tecidos de organismos após a morte.
- transformação do carbono-12 em carbono-14 ao longo dos anos.

○ 2. (ENEM) As mitocôndrias apresentam características as quais sugerem que elas são descendentes de células que foram fagocitadas ou englobadas por outras. Entre elas, a que **não** pode ser considerada como uma evidência da endossimbiose é:

- a presença de DNA e de ribossomo próprios.
- possuírem capacidade de autoduplicação.
- possuírem um sistema de membranas internas.
- apresentar DNA bastante diferente do DNA nuclear.
- apresentar apenas uma membrana revestindo-as.

○ 3. (ENEM) Apesar da grande diversidade biológica, a hipótese de que a vida na Terra tenha tido uma única origem comum é aceita pela comunidade científica. Uma evidência que apoia essa hipótese é a observação de processos biológicos comuns a todos os seres vivos atualmente existentes.

Um exemplo de tal processo é o(a):

- desenvolvimento embrionário.
- reprodução sexuada.
- respiração aeróbica.
- excreção urinária.
- síntese proteica.

Anotações:

○ 4. (ENEM-2020) Na tentativa de explicar o processo evolutivo dos seres humanos, em 1981, Lynn Margulis propôs a teoria endossimbiótica, após ter observado que duas organelas celulares se assemelhavam a bactérias em tamanho, forma, genética e bioquímica. Acredita-se que tais organelas são descendentes de organismos procariontes que foram capturados por alguma célula, vivendo em simbiose. Tais organelas são as mitocôndrias e os cloroplastos, que podem se multiplicar dentro da célula.

A multiplicação dessas organelas deve-se ao fato de apresentarem:

- DNA próprio.
- ribossomos próprios.
- membrana duplicada.
- código genético diferenciado.
- maquinaria de reparo do DNA.

○ 5. (ENEM-2022) Antimicrobianos são substâncias naturais ou sintéticas que têm capacidade de matar ou inibir o crescimento de microrganismos. A tabela apresenta uma lista de antimicrobianos hipotéticos, bem como suas ações e efeitos sobre o metabolismo microbiano.

Antimicrobiano	Ação	Efeito
1	Une-se aos ribossomos	Impede a síntese proteica
2	Une-se aos microtúbulos	Impede a segregação das cromátides
3	Une-se aos fosfolípidos da membrana plasmática	Reduz a permeabilidade da membrana plasmática
4	Interfere na síntese de timina	Inibe a síntese de DNA
5	Interfere na síntese de uracila	Impede a síntese de RNA

Qual dos antimicrobianos deve ser utilizado para curar uma infecção causada por um fungo sem afetar as bactérias da microbiota normal do organismo?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5



○ 6. (UFSM) Os cientistas acreditam que os metatógenos (que liberam gás metano) poderiam ter preenchido os céus de eras passadas com 600 vezes mais metano do que existe hoje.

Scientific American Brasil, 2004.

Considerando uma das teorias mais aceitas, pode-se dizer que os elementos fundamentais para a origem da vida foram

- a) amônia, carbono, nitrogênio e oxigênio.
- b) carbono, hidrogênio, oxigênio e água.
- c) nitrogênio, metano, água e amônia.
- d) metano, amônia, água e hidrogênio.
- e) carbono, nitrogênio, oxigênio e hidrogênio.

○ 7. (UFSM) Numere a coluna da esquerda de acordo com a da direita.

- | | |
|-----------------------------|---|
| () ribossomos | 1. Encontra(m)-se exclusivamente em eucariontes |
| () mitocôndrias | 2. Ocorre(m) em eucariontes e procariontes |
| () membrana plasmática | |
| () retículo endoplasmático | |

A sequência correta é

- a) 1 - 2 - 1 - 2.
- b) 1 - 2 - 2 - 1.
- c) 2 - 1 - 2 - 1.
- d) 2 - 2 - 1 - 1.
- e) 2 - 1 - 2 - 2.

○ 8. (UFSM) Análises ambientais têm detectado presença de antibióticos no solo, nas águas superficiais e subterrâneas. Considerando que a ação dos antibióticos pode ser sobre a produção da parede celular, a síntese de proteínas ou a permeabilidade da membrana plasmática, responda à questão. Assinale verdadeira (V) ou falsa (F) em cada afirmativa a seguir.

- () Se o ambiente for contaminado com um antibiótico que impeça a produção da parede celular, pode se prever que microrganismos, como algas e vírus, não sobreviverão nesse ambiente.
- () Um antibiótico que interfere na síntese de proteínas deve atuar diretamente no núcleo, local onde a síntese proteica ocorre.
- () Nas bactérias, a parede celular é a parte mais externa, reveste a membrana plasmática e pode atuar como proteção da célula contra elementos que estejam no ambiente, como os antibióticos, por exemplo.

A sequência correta é

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

○ 9. (UFSM) O entendimento sobre a evolução das células eucarióticas foi fundamentalmente transformado quando a bióloga Lynn Margulis (1938-2011) formulou a teoria da origem endossimbiótica de mitocôndrias e plastídeos. Segundo essa teoria, a mitocôndria seria descendente de uma relação de endossimbiose, em que uma proteobactéria foi interiorizada por uma arquea há cerca de 1,6 bilhão de anos. O organismo resultante seria o ancestral de todas as células eucarióticas. Sobre as células eucarióticas, podemos afirmar que

- a) contêm a maior parte de seu DNA no núcleo, mas também apresentam DNA organelar.
- b) o seu DNA concentra-se em uma região não envolta por membrana, denominada nucleóide.
- c) possuem uma membrana plasmática constituída de aminoácidos e polissacarídeos.
- d) possuem organelas chamadas mitocôndrias, que convertem energia luminosa em energia química.
- e) não possuem citoesqueleto proteico.

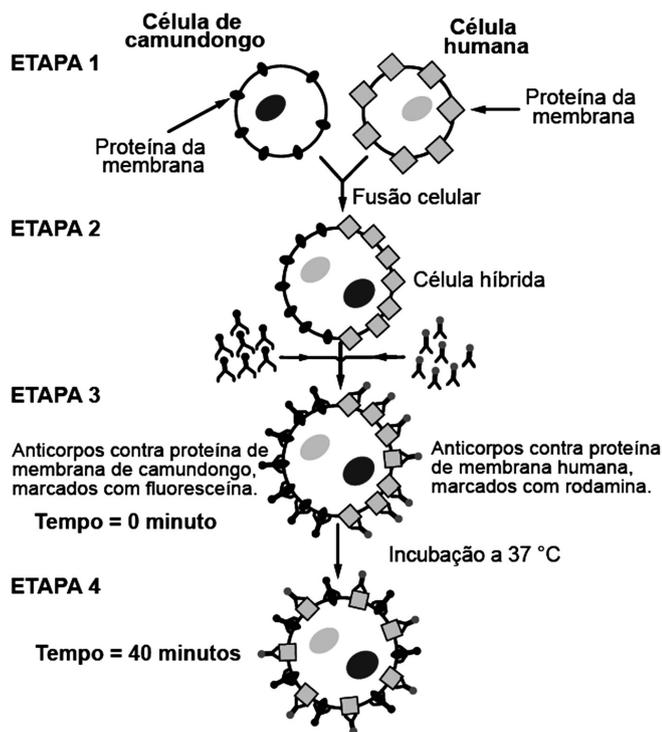
Anotações:



HABILIDADES À PROVA 3

» *Biologia celular I: envoltórios celulares*

○ 1. (ENEM) Visando explicar uma das propriedades da membrana plasmática, fusionou-se uma célula de camundongo com uma célula humana, formando uma célula híbrida. Em seguida, com o intuito de marcar as proteínas de membrana, dois anticorpos foram inseridos no experimento, um específico para as proteínas de membrana do camundongo e outro para as proteínas de membrana humana. Os anticorpos foram visualizados ao microscópio por meio de fluorescência de cores diferentes.



ALBERTS, B. et al. Biologia molecular da célula. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997 (adaptado).

A mudança observada da etapa 3 para a etapa 4 do experimento ocorre porque as proteínas:

- a) movimentam-se livremente no plano da bicamada lipídica.
- b) permanecem confinadas em determinadas regiões da bicamada.
- c) auxiliam o deslocamento dos fosfolipídios da membrana plasmática.
- d) são mobilizadas em razão da inserção de anticorpos.
- e) são bloqueadas pelos anticorpos.



○ 2. (ENEM) A cal (óxido de cálcio, CaO), cuja suspensão em água é muito usada como uma tinta de baixo custo, dá uma tonalidade branca aos troncos de árvores. Essa é uma prática muito comum em praças públicas e locais privados, geralmente usada para combater a proliferação de parasitas. Essa aplicação, também chamada de caiação, gera um problema: elimina micro-organismos benéficos para árvore.

Disponível em: super.abril.com.br. Acesso em: 1 abr. 2010 (adaptado).

A destruição do microambiente, no tronco de árvores pintadas com cal, é devida ao processo de:

- a) difusão, pois a cal se difunde nos corpos dos seres do microambiente e os intoxica.
- b) osmose, pois a cal retira água do microambiente, tornando-o inviável ao desenvolvimento de micro-organismos.
- c) oxidação, pois a luz solar que incide sobre o tronco ativa fotoquimicamente a cal, que elimina os seres vivos do microambiente.
- d) aquecimento, pois a luz do Sol incide sobre o tronco e aquece a cal, que mata os seres vivos do microambiente.
- e) vaporização, pois a cal facilita a volatilização da água para a atmosfera, eliminando os seres vivos do microambiente.

○ 3. (ENEM) Osmose é um processo espontâneo que ocorre em todos os organismos vivos e é essencial à manutenção da vida. Uma solução 0,15 mol/L de NaCl (cloreto de sódio) possui a mesma pressão osmótica das soluções presentes nas células humanas.

A imersão de uma célula humana em uma solução 0,20 mol/L de NaCl tem, como consequência, a:

- a) adsorção de íons Na⁺ sobre a superfície da célula.
- b) difusão rápida de íons Na⁺ para o interior da célula.
- c) diminuição da concentração das soluções presentes na célula.
- d) transferência de íons Na⁺ da célula para a solução.
- e) transferência de moléculas de água do interior da célula para a solução.

○ 4. (ENEM - 2022) As células da epiderme da folha da *Tradescantia pallida purpurea*, uma herbácea popularmente conhecida como trapoeiraba-roxa, contém um vacúolo onde se encontra um pigmento que dá a coloração arroxeada a esse tecido. Em um experimento, um corte da epiderme de uma folha da trapoeiraba-roxa foi imerso em ambiente hipotônico e, logo em seguida, foi colocado em uma lâmina e observado em microscópio óptico.

Durante a observação desse corte, foi possível identificar o(a)

- a) acúmulo do solvente com fragmentação da organela.
- b) rompimento da membrana celular com liberação do citosol.
- c) aumento do vacúolo com diluição do pigmento no seu interior.
- d) quebra da parede celular com extravasamento do pigmento.
- e) murchamento da célula com expulsão do pigmento do vacúolo.



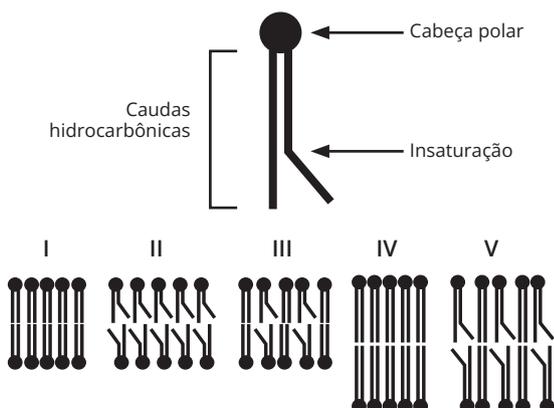
○ 5. (ENEM) Uma das estratégias para conservação de alimentos é o salgamento, adição de cloreto de sódio (NaCl), historicamente utilizado por tropeiros, vaqueiros e sertanejos para conservar carnes de boi, porco e peixe.

O que ocorre com as células presentes nos alimentos preservados com essa técnica?

- O sal adicionado diminui a concentração de solutos em seu interior.
- O sal adicionado desorganiza e destrói suas membranas plasmáticas.
- A adição de sal altera as propriedades de suas membranas plasmáticas.
- Os íons Na^+ e Cl^- provenientes da dissociação do sal entram livremente nelas.
- A grande concentração de sal no meio extracelular provoca a saída de água de dentro delas.

○ 6. (ENEM) A fluidez da membrana celular é caracterizada pela capacidade de movimento das moléculas componentes dessa estrutura. Os seres vivos mantêm essa propriedade de duas formas: controlando a temperatura e/ou alterando a composição lipídica da membrana. Nesse último aspecto, o tamanho e o grau de insaturação das caudas hidrocarbônicas dos fosfolipídios, conforme representados na figura, influenciam significativamente a fluidez. Isso porque, quanto maior for a magnitude das interações entre os fosfolipídios, menor será a fluidez da membrana.

Representação simplificada da estrutura de um fosfolipídio



Assim, existem bicamadas lipídicas com diferentes composições de fosfolipídios, como as mostradas de I a V.

Qual das bicamadas lipídicas apresentadas possui maior fluidez?

- I
- II
- III
- IV
- V

○ 7. (ENEM) Uma cozinheira colocou sal a mais no feijão que estava cozinhando. Para solucionar o problema, ela acrescentou batatas cruas e sem tempero dentro da panela. Quando terminou de cozinhá-lo, as batatas estavam salgadas, porque absorveram parte do caldo com excesso de sal. Finalmente, ela adicionou água para completar o caldo do feijão.

O sal foi absorvido pelas batatas por:

- osmose, por envolver apenas o transporte do solvente.
- fagocitose, porque o sal transportado é uma substância sólida.
- exocitose, uma vez que o sal foi transportado da água para a batata.
- pinocitose, porque o sal estava diluído na água quando foi transportado.
- difusão, porque o transporte ocorreu a favor do gradiente de concentração.

○ 8. (UFSM) Um menino apaixonado por peixes resolveu montar um aquário em sua casa. Em uma loja, adquiriu três espécies diferentes, levando em consideração o aspecto visual: peixe-palhaço (*Amphiprion ocellaris*, espécie marinha), peixe-anjo-imperador (*Pomacanthus imperator*, espécie marinha) e peixinho-dourado (*Carassius auratus*, espécie de água doce). Todas as espécies foram colocadas no mesmo aquário, que estava preenchido com água de torneira desclorada. As duas espécies marinhas incharam e morreram rapidamente, e apenas o peixe-dourado sobreviveu. Depois do ocorrido, o menino descobriu que os indivíduos das duas espécies marinhas morreram, porque a água do aquário funcionava como uma solução _____ em relação aos seus fluidos corporais, ocorrendo um _____ que causou o inchaço por _____.

Assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas do texto.

- hipotônica – desequilíbrio osmótico – absorção excessiva de água
- hipotônica – transporte ativo de minerais para fora de seus corpos – absorção excessiva de água
- hipertônica – desequilíbrio osmótico – perda de sais minerais e desidratação das espécies
- hipertônica – transporte ativo de minerais para dentro de seus corpos – absorção excessiva de água
- isotônica – desequilíbrio osmótico – perda de sais minerais e desidratação das espécies

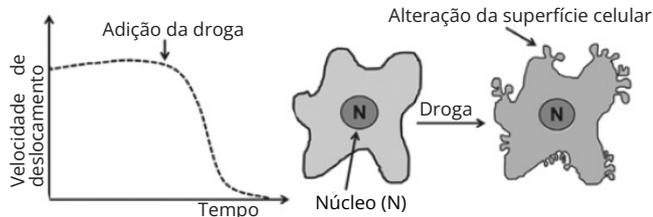


HABILIDADES À PROVA 4

» *Biologia celular II: o interior das células*

○ 1. (ENEM) A ação de uma nova droga antitumoral sobre o citoesqueleto foi investigada. O pesquisador comparou o efeito da droga na velocidade de deslocamento celular e na integridade de filamentos do córtex celular e de flagelos, conforme apresentado na figura.

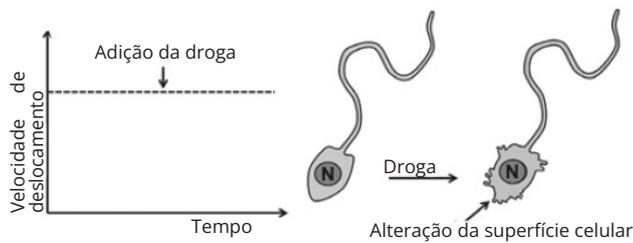
Efeito sobre célula não flagelada



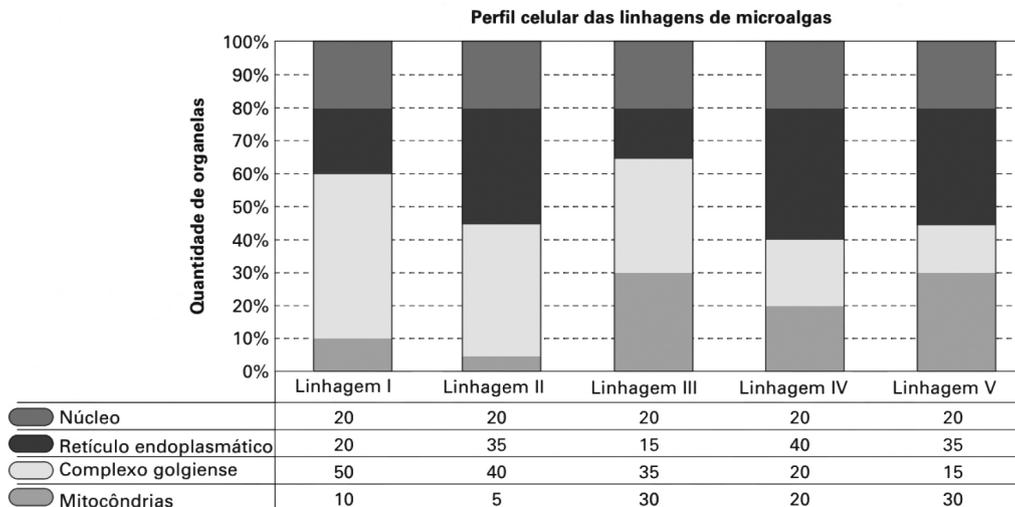
O pesquisador concluiu que a droga age sobre os:

- a) microtúbulos apenas.
- b) filamentos de actina apenas.
- c) filamentos intermediários apenas.
- d) filamentos de actina e microtúbulos.
- e) filamentos de actina e filamentos intermediários.

Efeito sobre célula flagelada



○ 2. (ENEM) Uma indústria está escolhendo uma linhagem de microalgas que optimize a secreção de polímeros comestíveis, os quais são obtidos do meio de cultura de crescimento. Na figura podem ser observadas as proporções de algumas organelas presentes no citoplasma de cada linhagem.



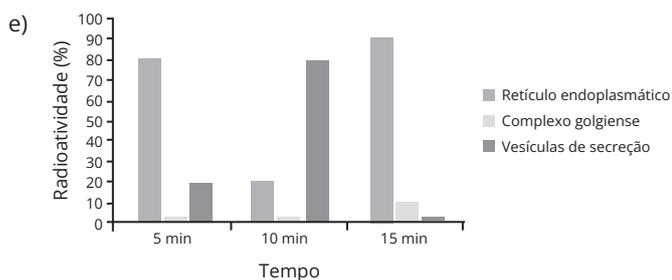
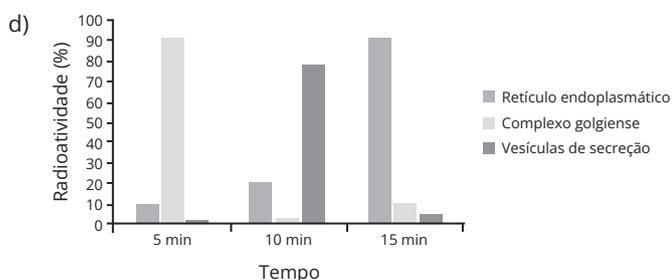
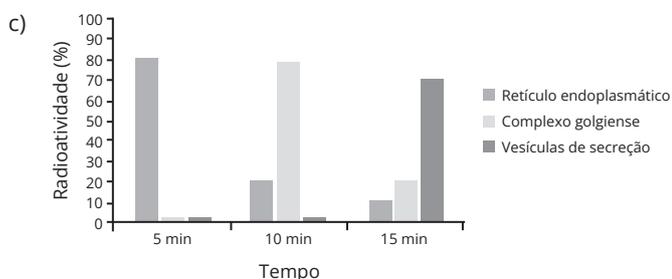
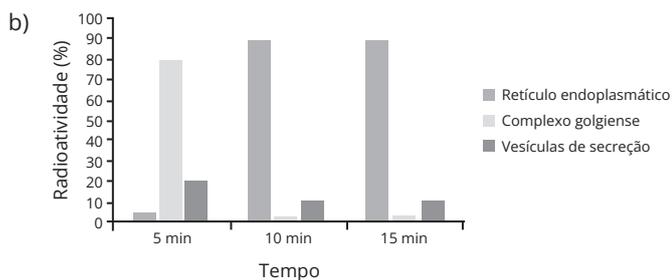
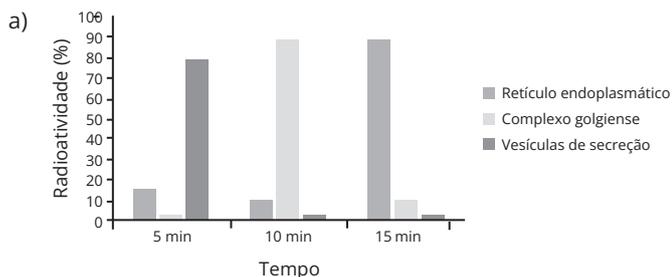
Qual é a melhor linhagem para se conseguir maior rendimento de polímeros secretados no meio de cultura?

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



○ **3. (ENEM)** Muitos estudos de síntese e de endereçamento de proteínas utilizam aminoácidos marcados radioativamente para acompanhar as proteínas, desde fases iniciais de sua produção, até seu destino final. Esses ensaios foram muito empregados para estudo e caracterização de células secretoras.

Após esses ensaios de radioatividade, qual gráfico representa a evolução temporal da produção de proteínas e sua localização em uma célula secretora?

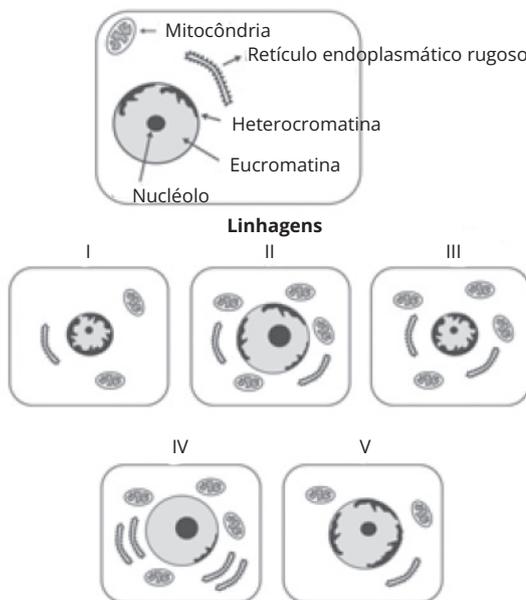


○ **4. (ENEM)** Os sapos passam por uma metamorfose completa. Os girinos apresentam cauda e brânquias externas, mas não têm pernas. Com o crescimento e o desenvolvimento do girino, as brânquias desaparecem, as pernas surgem e a cauda encolhe. Posteriormente, a cauda desaparece por apoptose ou morte celular programada, regulada por genes, resultando num sapo adulto jovem.

A organela citoplasmática envolvida diretamente no desaparecimento da cauda é o:

- a) ribossomo.
- b) lisossomo.
- c) peroxissomo.
- d) complexo golgiense.
- e) retículo endoplasmático.

○ **5. (ENEM)** O nível metabólico de uma célula pode ser determinado pela taxa de síntese de RNAs e proteínas, processos dependentes de energia. Essa diferença na taxa de síntese de biomoléculas é refletida na abundância e nas características morfológicas dos componentes celulares. Em uma empresa de produção de hormônios proteicos a partir do cultivo de células animais, um pesquisador deseja selecionar uma linhagem com o metabolismo de síntese mais elevado, entre as cinco esquematizadas na figura.



Qual linhagem deve ser escolhida pelo pesquisador?

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



○ **6. (ENEM)** A estratégia de obtenção de plantas transgênicas pela inserção de transgenes em cloroplastos, em substituição à metodologia clássica de inserção do transgene no núcleo da célula hospedeira, resultou no aumento quantitativo da produção de proteínas recombinantes com diversas finalidades biotecnológicas. O mesmo tipo de estratégia poderia ser utilizado para produzir proteínas recombinantes em células de organismos eucarióticos não fotossintetizantes, como as leveduras, que são usadas para a produção comercial de várias proteínas recombinantes e que podem ser cultivadas em grandes fermentadores.

Considerando a estratégia metodológica descrita, qual organela celular poderia ser utilizada para inserção de transgenes em leveduras?

- a) Lisossomo.
- b) Mitocôndria.
- c) Peroxissomo.
- d) Complexo golgiense.
- e) Retículo endoplasmático.

○ **7. (ENEM)** Para a identificação de um rapaz vítima de acidente, fragmentos de tecidos foram retirados e submetidos à extração de DNA nuclear, para comparação com o DNA disponível dos possíveis familiares (pai, avô materno, avó materna, filho e filha). Como o teste com o DNA nuclear não foi conclusivo, os peritos optaram por usar também DNA mitocondrial, para dirimir dúvidas.

Para identificar o corpo, os peritos devem verificar se há homologia entre o DNA mitocondrial do rapaz e o DNA mitocondrial do(a):

- a) pai.
- b) filho.
- c) filha.
- d) avó materna.
- e) avô materno.

○ **8. (ENEM)** Uma vítima de acidente de carro foi encontrada carbonizada devido a uma explosão. Indícios, como certos adeços de metal usados pela vítima, sugerem que ela seja filha de um determinado casal. Uma equipe policial de perícia teve acesso ao material biológico carbonizado da vítima, reduzido, praticamente, a fragmentos de ossos. Sabe-se que é possível obter DNA em condições para análise genética de parte do tecido interno de ossos. Os peritos necessitam escolher, entre cromossomos autossômicos, cromossomos sexuais (X e Y) ou DNAm (DNA mitocondrial), a melhor opção para identificação do parentesco da vítima com o referido casal. Sabe-se que, entre outros aspectos, o número de cópias de um mesmo cromossomo por célula maximiza a chance de se obter moléculas não degradadas pelo calor da explosão.

Com base nessas informações e tendo em vista os diferentes padrões de herança de cada fonte de DNA citada, a melhor opção para a perícia seria a utilização:

- a) do DNAm, transmitido ao longo da linhagem materna, pois, em cada célula humana, há várias cópias dessa molécula.
- b) do cromossomo X, pois a vítima herdou duas cópias desse cromossomo, estando assim em número superior aos demais.
- c) do cromossomo autossômico, pois esse cromossomo apresenta maior quantidade de material genético quando comparado aos nucleares, como, o DNAm.
- d) do cromossomo Y, pois, em condições normais, ele é transmitido integralmente do pai para toda a prole e está presente em duas cópias em células de indivíduos do sexo feminino.
- e) de marcadores genéticos em cromossomos autossômicos, pois eles, além de serem transmitidos pelo pai e pela mãe, estão presentes em 44 cópias por célula, e os demais, em apenas uma.

○ **9. (ENEM)** Na fertilização in vitro, espermatozoides são adicionados aos gametas femininos retirados de uma mulher. Após o período de incubação, a fecundação é favorecida pela ação de enzimas. Em um procedimento realizado, observou-se que nenhum dos gametas femininos foi fertilizado e, posteriormente, verificou-se que havia sido adicionado, equivocadamente, um coquetel de inibidores das enzimas do cromossomo, no lugar de um dos nutrientes constituintes do meio de cultura. O coquetel de inibidores impediu o(a)

- a) formação do pronúcleo masculino.
- b) início da divisão mitótica do zigoto.
- c) término da segunda divisão meiótica do ovócito.
- d) passagem do espermatozoide pela corona radiata e zona pelúcida.
- e) fusão das membranas plasmáticas do ovócito e do espermatozoide.

○ **10. (UFMS)** As informações sobre nossos ancestrais podem ser desvendadas pela análise do DNA. Uma das técnicas utilizadas baseia-se no DNA mitocondrial. Assim,

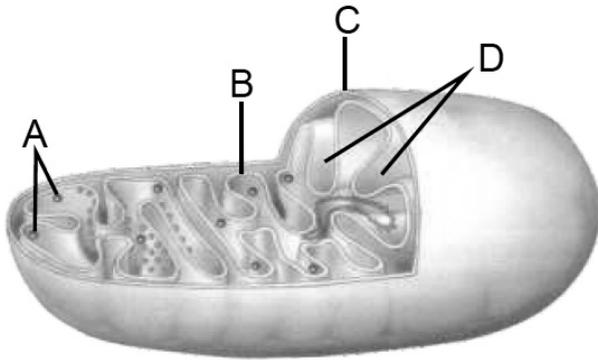
- I. as mitocôndrias possuem capacidade de autoduplicação.
- II. o DNA mitocondrial humano é herdado exclusivamente da mãe.
- III. o DNA mitocondrial não sofre mutações, portanto seus genes não são responsáveis pelo aparecimento de doenças humanas.
- IV. uma criança, ao nascer, possui 50% das suas mitocôndrias herdadas do pai e 50% da mãe.

Estão corretas

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



○ 11. (UFSM) As mitocôndrias são de origem exclusivamente materna. Atualmente está sendo possível rastrear nossos ancestrais através da análise do DNA mitocondrial. Identificando, na figura, as partes de uma mitocôndria, conforme indicação das setas, marque a alternativa correta.



AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. Fundamentos da Biologia Moderna. 4ª ed. São Paulo: Moderna, 2006. p. 157. (adaptado)

- a) A - ribossomos, B - membrana interna, C - membrana externa, D - cristas
- b) A - molécula de DNA, B - matriz, C - cristas, D - membrana interna
- c) A - ribossomos, B - cristas, C - membrana externa, D - membrana interna
- d) A - cristas, B - membrana externa, C - membrana interna, D - molécula de DNA
- e) A - cristas, B - ribossomos, C - membrana interna, D - membrana externa

○ 12. (UFSM) Os trabalhadores que lidam com amianto podem ser acometidos por uma doença chamada silicose. As células do epitélio pulmonar desses indivíduos fagocitam partículas de sílica presentes no ar. Como essas partículas não podem ser digeridas, acumulam-se no interior de uma organela celular. O acúmulo de sílica acaba rompendo a organela e ocasionando a destruição generalizada das células por ação de enzimas digestivas.

A organela envolvida na silicose é o(a)

- a) peroxissoma.
- b) complexo de Golgi.
- c) lisossoma.
- d) mitocôndria.
- e) retículo endoplasmático liso.

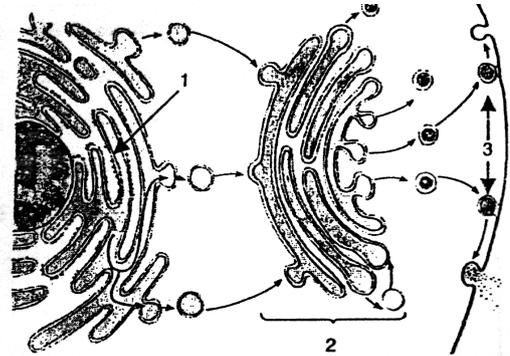
13. (UFSM) Uma criança de aproximadamente 1 ano, com acentuado atraso psicomotor, é encaminhada pelo pediatra a um geneticista clínico. Este, após alguns exames, constata que a criança possui ausência de enzimas oxidases em uma das organelas celulares. Esse problema pode ser evidenciado no dia a dia, ao se colocar H_2O_2 em ferimentos. No caso dessa criança, a H_2O_2 "não ferve".

O geneticista clínico explica aos pais que a criança tem uma doença de origem genética, é monogênica com herança autossômica recessiva. Diz também que a doença é muito grave, pois a criança não possui, em um tipo de organela de suas células, as enzimas que deveriam proteger contra a ação dos radicais livres.

A organela que apresenta deficiência de enzimas nessa criança é denominada

- a) lisossoma.
- b) centríolo.
- c) complexo de Golgi.
- d) mitocôndria.
- e) peroxissoma.

○ 14. (UFSM)

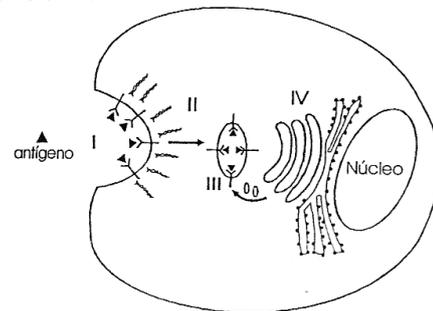


AVÂNCINI e FAVARETTO, Biologia - Uma abordagem evolutiva e ecológica, vol. 1. São Paulo: Moderna, 1997. p. 227.

A figura representa o processo de

- a) digestão e o número 1, o complexo de Golgi.
- b) fagocitose e o número 3, o lisossomo.
- c) síntese proteica e o número 1, o retículo endoplasmático liso.
- d) secreção celular e o número 2, o complexo de Golgi.
- e) exocitose e o número 3, o fagossoma.

Analisar a figura a seguir, que esquematiza o processo de endocitose ocorrido nos linfócitos, para responder às questões de números 15 a 17.



○ 15. (UFSM) No processo de formação da vesícula ENDOCÍTICA, ocorre a interiorização dessa vesícula pela ação de proteínas filamentosas presentes no citoplasma que promovem o movimento no interior da célula representada por II. Chama-se essa rede de proteínas de

- a) lisossomo.
- b) peroxissomo.
- c) centríolo.
- d) citoesqueleto.
- e) retículo endoplasmático.



○ **16. (UFSM)** Na organela representada por III, enzimas HIDROLÍTICAS fazem a digestão parcial do material que sofreu endocitose. Essa organela é um(a)

- a) lisossomo.
- b) peroxissomo.
- c) centríolo.
- d) complexo de Golgi.
- e) mitocôndria.

○ **17. (UFSM)** As enzimas hidrolíticas referidas na questão anterior são sintetizadas no retículo endoplasmático rugoso e, posteriormente, passam pela organela representada por IV, onde sofrerão um processo de maturação. Essa organela é o

- a) lisossomo.
- b) peroxissomo.
- c) centríolo.
- d) complexo de Golgi.
- e) citoesqueleto.

○ **18. (UFSM)** Parte da população gaúcha possui algum ancestral indígena. Antigamente apenas o aspecto físico permitia que se identificasse a origem étnica de um indivíduo. Recentemente, a análise do DNA mitocondrial tem permitido que se estabeleçam os ancestrais mais remotos de uma pessoa.

As mitocôndrias são

- I. organelas citoplasmáticas, presentes em células de eucariontes e ausentes em células procariontes.
- II. responsáveis pelo processo de respiração celular, através do qual as células obtêm glicose e oxigênio.
- III. estruturas constituídas por duas membranas lipoproteicas, uma que é o revestimento externo e outra que forma a estrutura interna, tendo assim organização idêntica à dos peroxissomos e lisossomos.

Está(ão) correta(s)

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



HABILIDADES À PROVA 5

» *Biologia celular III: metabolismo energético*

○ 1. (ENEM) Anabolismo e catabolismo são processos celulares antagonísticos, que são controlados principalmente pela ação hormonal. Por exemplo, no fígado, a insulina atua como um hormônio com ação anabólica, enquanto o glucagon tem ação catabólica, e ambos são secretados em resposta ao nível de glicose sanguínea.

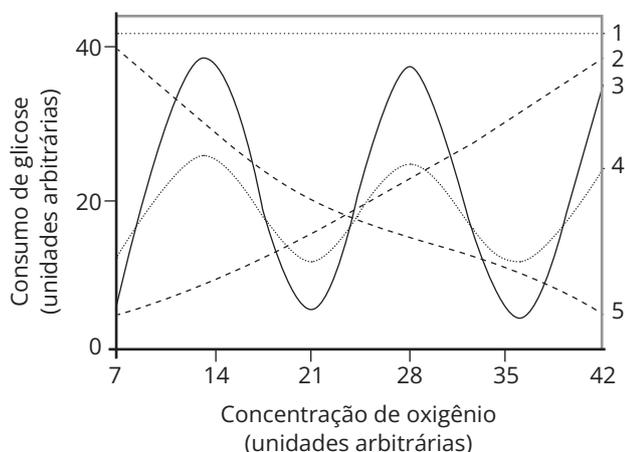
Em caso de um indivíduo com hipoglicemia, o hormônio citado que atua no catabolismo induzirá o organismo a:

- a) realizar a fermentação láctica.
- b) metabolizar aerobicamente a glicose.
- c) produzir aminoácidos a partir de ácidos graxos.
- d) transformar ácidos graxos em glicogênio.
- e) estimular a utilização do glicogênio.

○ 2. (ENEM) Ao beber uma solução de glicose ($C_6H_{12}O_6$), um corta-cana ingere uma substância:

- a) que, ao ser degradada pelo organismo, produz energia que pode ser usada para movimentar o corpo.
- b) inflamável que, queimada pelo organismo, produz água para manter a hidratação das células.
- c) que eleva a taxa de açúcar no sangue e é armazenada na célula, o que restabelece o teor de oxigênio no organismo.
- d) insolúvel em água, o que aumenta a retenção de líquidos pelo organismo.
- e) de sabor adocicado que, utilizada na respiração celular, fornece CO_2 para manter estável a taxa de carbono na atmosfera.

○ 3. (ENEM) Normalmente, as células do organismo humano realizam a respiração aeróbica, na qual o consumo de uma molécula de glicose gera 38 moléculas de ATP. Contudo, em condições anaeróbicas, o consumo de uma molécula de glicose pelas células é capaz de gerar apenas duas moléculas de ATP.



Qual curva representa o perfil de consumo de glicose, para manutenção da homeostase de uma célula que inicialmente está em uma condição anaeróbica e é submetida a um aumento gradual da concentração de oxigênio?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5



○ 4. (ENEM) As proteínas de uma célula eucariótica possuem peptídeos sinais, que são sequências de aminoácidos responsáveis pelo seu endereçamento para as diferentes organelas, de acordo com suas funções. Um pesquisador desenvolveu uma nanopartícula capaz de carregar proteínas para dentro de tipos celulares específicos. Agora ele quer saber se uma nanopartícula carregada com uma proteína bloqueadora do ciclo de Krebs *in vitro* é capaz de exercer sua atividade em uma célula cancerosa, podendo cortar o aporte energético e destruir essas células.

Ao escolher essa proteína bloqueadora para carregar as nanopartículas, o pesquisador deve levar em conta um peptídeo sinal de endereçamento para qual organela?

- a) Núcleo.
- b) Mitocôndria.
- c) Peroxissomo.
- d) Complexo golgiense.
- e) Retículo endoplasmático.

○ 5. (ENEM - 2022) Os ursos, por não apresentarem uma hibernação verdadeira, acordam por causa da presença de termogênia, uma proteína mitocondrial que impede a chegada dos prótons até a ATP sintetase, gerando calor. Esse calor é importante para aquecer o organismo, permitindo seu despertar.

SADAVA, D. et al. Vida: a ciência da biologia. Porto Alegre: Artmed, 2009 (adaptado).

Em qual etapa do metabolismo energético celular a termogênia interfere?

- a) Glicólise.
- b) Fermentação láctica.
- c) Ciclo do ácido cítrico.
- d) Oxidação do piruvato.
- e) Fosforilação oxidativa.



○ **6. (ENEM)** Um molusco, que vive no litoral oeste dos EUA, pode redefinir tudo o que se sabe sobre a divisão entre animais e vegetais. Isso porque o molusco (*Elysia chlorotica*) é um híbrido de bicho com planta. Cientistas americanos descobriram que o molusco conseguiu incorporar um gene das algas e, por isso, desenvolveu a capacidade de fazer fotossíntese. É o primeiro animal a se “alimentar” apenas de luz e CO₂, como as plantas.

GARATONI, B. Superinteressante. Edição 276, mar. 2010 (adaptado).

A capacidade de o molusco fazer fotossíntese deve estar associada ao fato de o gene incorporado permitir que ele passe a sintetizar:

- a) clorofila, que utiliza a energia de carbono para produzir glicose.
- b) citocromo, que utiliza a energia da água para formar oxigênio.
- c) clorofila, que doa elétrons para converter gás carbônico em oxigênio.
- d) citocromo, que doa elétrons da energia luminosa para produzir glicose.
- e) clorofila, que transfere a energia de luz para compostos orgânicos.

○ **7. (ENEM)** A fotossíntese é importante para a vida na Terra. Nos cloroplastos dos organismos fotossintetizantes, a energia solar é convertida em energia química que, juntamente com água e gás carbônico (CO₂), é utilizada para a síntese de compostos orgânicos (carboidratos). A fotossíntese é o único processo de importância biológica capaz de realizar essa conversão. Todos os organismos, incluindo os produtores, aproveitam a energia armazenada nos carboidratos para impulsionar os processos celulares, liberando CO₂ para a atmosfera e água para a célula por meio da respiração celular. 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.

As informações sobre obtenção e transformação dos recursos naturais por meio dos processos vitais de fotossíntese e respiração, descritas no texto, permitem concluir que:

- a) o CO₂ e a água são moléculas de alto teor energético.
- b) os carboidratos convertem energia solar em energia química.
- c) a vida na Terra depende, em última análise, da energia proveniente do Sol.
- d) o processo respiratório é responsável pela retirada de carbono da atmosfera.
- e) a produção de biomassa e de combustível fóssil, por si, é responsável pelo aumento de CO₂ atmosférico.

○ **8. (ENEM)** Pesquisadores conseguiram estimular a absorção de energia luminosa em plantas graças ao uso de nanotubos de carbono. Para isso, nanotubos de carbono “se inseriram” no interior dos cloroplastos por uma montagem espontânea, através das membranas dos cloroplastos. Pigmentos da planta absorvem as radiações luminosas, os elétrons são “excitados” e se deslocam no interior de membranas dos cloroplastos, e a planta utiliza em seguida essa energia elétrica para a fabricação de açúcares. Os nanotubos de carbono podem absorver comprimentos de onda habitualmente não utilizados pelos cloroplastos, e os pesquisadores tiveram a ideia de utilizá-los como “antenas”, estimulando a conversão de energia solar pelos cloroplastos, com o aumento do transporte de elétrons.

Nanotubos de carbono incrementam a fotossíntese de plantas. Disponível em: <http://lqes.iqm.unicamp.br>. Acesso em: 14 nov. 2014 (adaptado).

O aumento da eficiência fotossintética ocorreu pelo fato de os nanotubos de carbono promoverem diretamente a:

- a) utilização de água.
- b) absorção de fótons.
- c) formação de gás oxigênio.
- d) proliferação dos cloroplastos.
- e) captação de dióxido de carbono.

○ **9. (ENEM)** A célula fotovoltaica é uma aplicação prática do efeito fotoelétrico. Quando a luz incide sobre certas substâncias, libera elétrons que, circulando livremente de átomo para átomo, formam uma corrente elétrica. Uma célula fotovoltaica é composta por uma placa de ferro recoberta por uma camada de selênio e uma película transparente de ouro. A luz atravessa a película, incide sobre o selênio e retira elétrons, que são atraídos pelo ouro, um ótimo condutor de eletricidade. A película de ouro é conectada à placa de ferro, que recebe os elétrons e os devolve para o selênio, fechando o circuito e formando uma corrente elétrica de pequena intensidade.

DIAS, C. B. Célula fotovoltaica. Disponível em: <http://super.abril.com.br>. Acesso em: 16 ago. 2012 (adaptado).

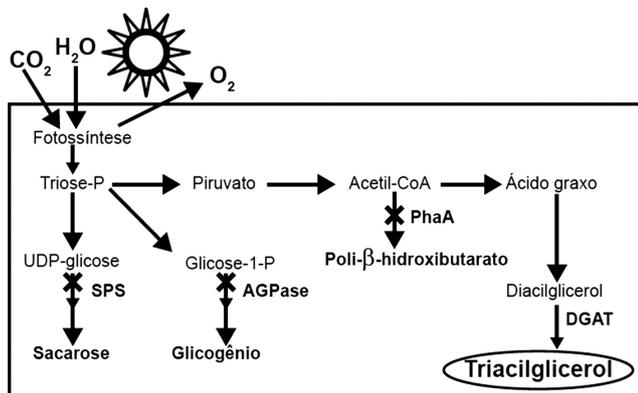
O processo biológico que se assemelha ao descrito é a:

- a) fotossíntese.
- b) fermentação.
- c) quimiossíntese.
- d) hidrólise de ATP.
- e) respiração celular.

Anotações:



○ **10. (ENEM)** O quadro é um esquema da via de produção de biocombustível com base no cultivo de uma cianobactéria geneticamente modificada com a inserção do gene DGAT. Além da introdução desse gene, os pesquisadores interromperam as vias de síntese de outros compostos orgânicos, visando aumentar a eficiência na produção do biocombustível (triacilglicerol).



National Renewable Energy Laboratory. NREL creates new pathways for producing biofuels and acids from cyanobacteria. Disponível em: www.nrel.gov. Acesso em: 16 maio 2013 (adaptado).

Considerando as vias mostradas, uma fonte de matéria-prima primária desse biocombustível é o(a):

- ácido graxo, produzido a partir da sacarose.
- gás carbônico, adquirido via fotossíntese.
- sacarose, um dissacarídeo rico em energia.
- gene DGAT, introduzido por engenharia genética.
- glicogênio, reserva energética das cianobactérias.

○ **11. (ENEM)** No século XVII, um cientista alemão chamado Jan Baptista van Helmont fez a seguinte experiência para tentar entender como as plantas se nutriam: plantou uma muda de salgueiro, que pesava 2,5 kg, em um vaso contendo 100 kg de terra seca. Tampou o vaso com uma placa de ferro perfurada para deixar passar água. Molhou diariamente a planta com água da chuva. Após 5 anos, pesou novamente a terra seca e encontrou os mesmos 100 kg, enquanto a planta de salgueiro pesava 80 kg.

BAKER, J. J. W.; ALLEN, G. E. Estudo da biologia. São Paulo: Edgar Blucher, 1975; (adaptado).

Os resultados desse experimento permitem confrontar a interpretação equivocada do senso comum de que as plantas:

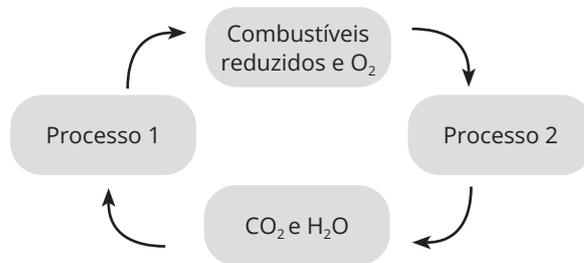
- absorvem gás carbônico do ar.
- usam a luz como fonte de energia.
- absorvem matéria orgânica do solo.
- usam a água para constituir seu corpo.
- produzem oxigênio na presença de luz.

○ **12. (ENEM)** A fotossíntese é um processo físico-químico realizado por organismos clorofilados. Nos vegetais, é dividido em duas fases complementares: uma responsável pela síntese de ATP e pela redução do NADP⁺, e a outra, pela fixação de carbono.

Para que a etapa produtora de ATP e NADPH ocorra, são essenciais:

- água e oxigênio.
- glicose e oxigênio.
- radiação luminosa e água.
- glicose e radiação luminosa.
- oxigênio e dióxido de carbono.

○ **13. (ENEM)** As células e os organismos precisam realizar trabalho para permanecerem vivos e se reproduzirem. A energia metabólica necessária para a realização desse trabalho é oriunda da oxidação de combustíveis, gerados no ciclo de carbono, por meio de processos capazes de interconverter diferentes formas da energia.

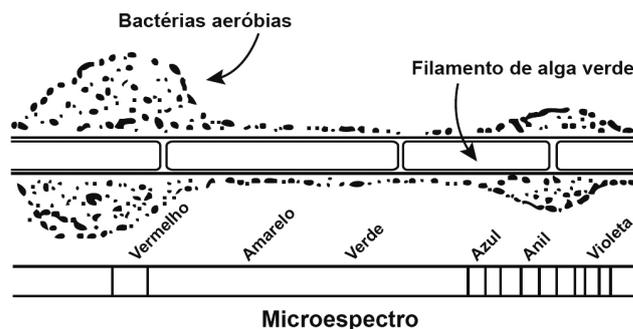


NELSON, D. L.; COX, M. M. Lehninger: princípios de bioquímica. São Paulo: Sarvier, 2002 (adaptado).

Nesse ciclo, a formação de combustíveis está vinculada à conversão de energia:

- térmica em cinética.
- química em térmica.
- eletroquímica em calor.
- cinética em eletromagnética.
- eletromagnética em química.

○ **14. (ENEM-2020)** Em uma aula sobre metabolismo energético, foi apresentado um experimento clássico realizado por Engelmann. Um recipiente contendo bactérias aeróbias e uma alga verde filamentosa foi submetido à iluminação de uma fonte de luz, representada pelo microespectro. Após a explicação, um aluno esquematizou na lousa o resultado do referido experimento.



Considerando a figura, a faixa do microespectro em que a alga possui maior taxa de realização fotossintética é a do:

- Anil.
- Verde.
- Violeta.
- Amarelo.
- Vermelho.

Anotações:



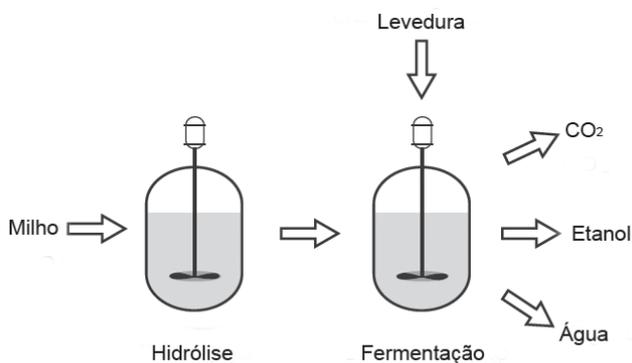
○ 15. (ENEM) Há muito tempo são conhecidas espécies de lesmas-do-mar com uma capacidade ímpar: guardar par te da maquinaria das células das algas que consomem — os cloroplastos — e mantê-los funcionais dentro das suas próprias células, obtendo assim parte do seu alimento. Investigadores portugueses descobriram que essas lesmas-do-mar podem ser mais eficientes nesse processo do que as próprias algas que consomem.

Disponível em: www.cienciahoje.pt. Acesso em: 10 fev. 2015 (adaptado).

Essa adaptação confere a esse organismo a capacidade de obter primariamente

- a) ácidos nucleicos.
- b) carboidratos.
- c) proteínas.
- d) vitaminas.
- e) lipídios.

○ 16. (ENEM) O esquema representa, de forma simplificada, o processo de produção de etanol utilizando milho como matéria-prima.



A etapa de hidrólise na produção de etanol a partir do milho é fundamental para que:

- a) a glicose seja convertida em sacarose.
- b) as enzimas dessa planta sejam ativadas.
- c) a maceração favoreça a solubilização em água.
- d) o amido seja transformado em substratos utilizáveis pela levedura.
- e) os grãos com diferentes composições químicas sejam padronizados.

Anotações:

○ 17. (ENEM) Um dos processos biotecnológicos mais antigos é a utilização de microrganismos para a produção de alimentos. Num desses processos, certos tipos de bactérias anaeróbicas utilizam os açúcares presentes nos alimentos e realizam sua oxidação parcial, gerando como produto final da reação o ácido lático.

Qual produto destinado ao consumo humano tem sua produção baseada nesse processo?

- a) Pão.
- b) Vinho.
- c) Iogurte.
- d) Vinagre.
- e) Cachaça.

○ 18. (UFSM) As células também realizam um processo chamado de respiração. A respiração celular

- I - é uma forma de a célula obter energia para suas atividades.
- II - ocorre com a participação de mitocôndrias e cloroplastos.
- III - pode ser representada, de modo simplificado, pela equação: gás carbônico + água → glicose + O₂ + energia.

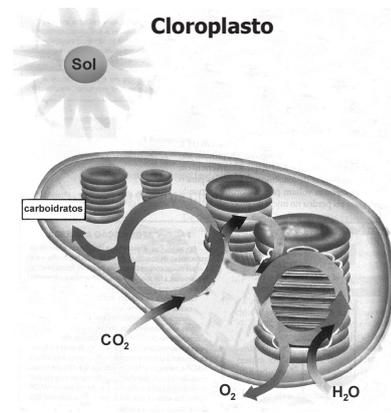
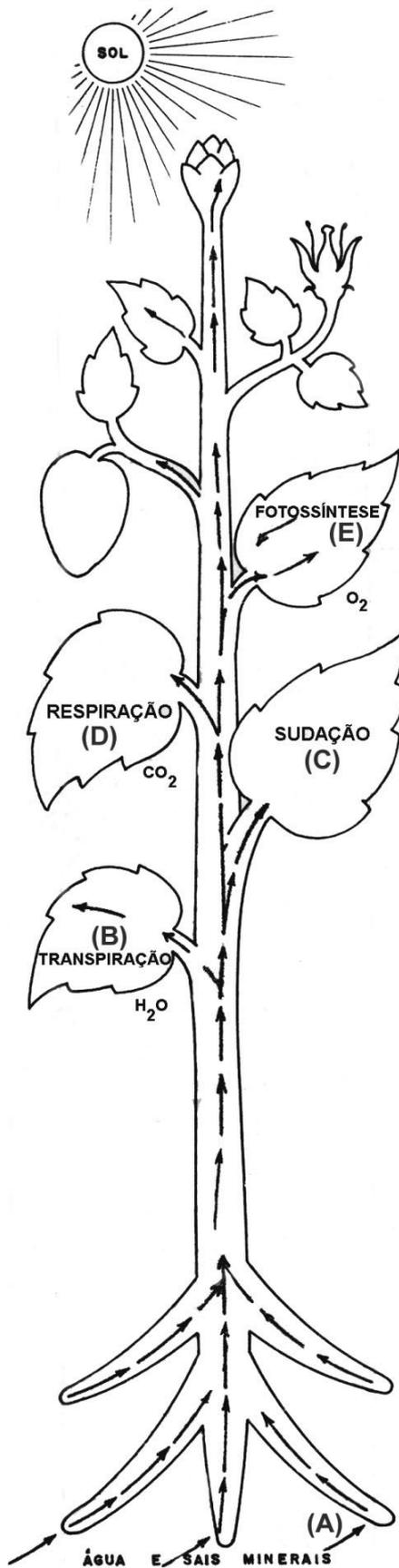
Está(ão) correta(s)

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



○ 19. (UFSM) Observe as figuras a seguir.

Funções orgânicas dos vegetais



UZUNIAN, A.; BIRNER, E. Biologia. Volume Único. São Paulo: Harbra, 2004. p. 176. (adaptado)

A Fig. 01 ilustra, ao mesmo tempo, diversos fenômenos do metabolismo vegetal; a Fig. 02, bem mais atual e sofisticada, é mais específica. O fenômeno ilustrado na Fig. 02 é referido na Fig. 01 com a letra

- a) a.
- b) b.
- c) c.
- d) d.
- e) e.

○ 20. (UFSM) Revendo a história da alimentação, verifica-se que o pão se tornou um alimento-símbolo. Na fabricação de alguns pães, adiciona-se fermento químico ou biológico para a massa expandir-se e tornar-se macia. Isso acontece devido à produção de

- a) oxigênio.
- b) ácido pirúvico.
- c) gás carbônico.
- d) ácido láctico.
- e) açúcares.

Anotações:



HABILIDADES À PROVA 6

» *Biologia celular IV: o núcleo*

○ 1. (ENEM) Analisando-se o DNA de um animal, detectou-se que 40% de suas bases nitrogenadas eram constituídas por Adenina. Relacionando esse valor com o emparelhamento específico das bases, os valores encontrados para as outras bases nitrogenadas foram:

- a) T = 40%; C = 20%; G = 40%
- b) T = 10%; C = 10%; G = 40%
- c) T = 10%; C = 40%; G = 10%
- d) T = 40%; C = 10%; G = 10%
- e) T = 40%; C = 60%; G = 60%

○ 2. (ENEM) Um fabricante afirma que um produto disponível comercialmente possui DNA vegetal, elemento que proporcionaria melhor hidratação dos cabelos. Sobre as características químicas dessa molécula essencial à vida, é correto afirmar que o DNA:

- a) de qualquer espécie serviria, já que tem a mesma composição.
- b) de origem vegetal é diferente quimicamente dos demais, pois possui clorofila.
- c) das bactérias poderia causar mutações no couro cabeludo.
- d) dos animais encontra-se sempre envelado e é de difícil absorção.
- e) de características básicas assegura sua eficiência hidratante.

○ 3. (ENEM) Define-se genoma como o conjunto de todo o material genético de uma espécie, que, na maioria dos casos, são as moléculas de DNA. Durante muito tempo, especulou-se sobre a possível relação entre o tamanho do genoma – medido pelo número de pares de bases (pb) –, o número de proteínas produzidas e a complexidade do organismo. As primeiras respostas começam a aparecer e já deixam claro que essa relação não existe, como mostra a tabela abaixo.

Espécie	Nome comum	Tamanho estimado do genoma (pb)	Nº de proteínas descritas
<i>Oryza sativa</i>	Arroz	5.000.000.000	224.181
<i>Mus musculus</i>	Camundongo	3.454.200.000	249.081
<i>Homo sapiens</i>	Homem	3.400.000.000	459.114
<i>Rattus norvegicus</i>	Rato	2.900.000.000	109.077
<i>Drosophila melanogaster</i>	Mosca-da-fruta	180.000.000	86.255

Disponível em: www.cbs.diu.dk e www.jicrn.nln.fnhj.gov.

De acordo com as informações acima:

- a) o conjunto de genes de um organismo define seu DNA.
- b) a produção de proteínas não está vinculada à molécula de DNA.
- c) o tamanho do genoma não é diretamente proporcional ao número de proteínas produzidas pelo organismo.

d) quanto mais complexo o organismo, maior o tamanho de seu genoma.

e) genomas com mais de um bilhão de pares de bases são encontrados apenas nos seres vertebrados.

○ 4. (ENEM) Nos dias de hoje, podemos dizer que praticamente todos os seres humanos já ouviram, em algum momento, falar sobre o DNA e seu papel na hereditariedade da maioria dos organismos. Porém, foi apenas em 1952, um ano antes da descrição do modelo do DNA em DUPLA HÉLICE por Watson e Crick, que foi confirmado sem sombra de dúvidas que o DNA é material genético. No artigo em que Watson e Crick descreveram a molécula de DNA, eles sugeriram um modelo de como essa molécula deveria se replicar. Em 1958, Meselson e Stahl realizaram experimentos utilizando isótopos pesados de nitrogênio que foram incorporados às bases nitrogenadas para avaliar como se daria a replicação da molécula. A partir dos resultados, confirmaram o modelo sugerido por Watson e Crick, que tinha como premissa básica o rompimento das pontes de hidrogênio entre as bases nitrogenadas.

GRIFFITHS, A. J. F. et al. Introdução à Genética. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

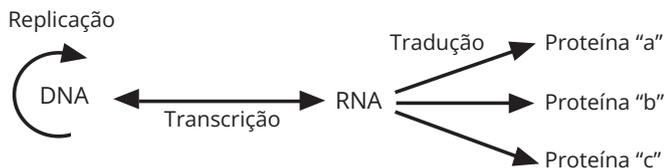
Considerando a estrutura da molécula de DNA e a posição das pontes de hidrogênio nessa molécula, os experimentos realizados por Meselson e Stahl a respeito da replicação dessa molécula levaram à conclusão de que:

- a) a replicação do DNA é conservativa, isto é, a fita dupla filha é recém-sintetizada e o filamento parental é conservado.
- b) a replicação do DNA é dispersiva, isto é, as fitas filhas contêm DNA recém-sintetizado e parentais em cada uma das filhas.
- c) a replicação é semiconservativa, isto é, as fitas filhas consistem de uma fita parental e uma recém-sintetizada.
- d) a replicação do DNA é conservativa, isto é, as fitas filhas consistem de moléculas de DNA parental.
- e) a replicação é semiconservativa, isto é, as fitas filhas consistem de uma fita molde e de uma fita codificadora.

Anotações:



○ 5. (ENEM) A figura seguinte representa um modelo de transmissão da informação genética nos sistemas biológicos. No fim do processo, que inclui a replicação, a transcrição e a tradução, há três formas proteicas diferentes denominadas **a**, **b** e **c**.



Depreende-se do modelo que:

- a) a única molécula que participa da produção de proteínas é o DNA.
- b) o fluxo de informação genética, nos sistemas biológicos, é unidirecional.
- c) as fontes de informação ativas durante o processo de transcrição são as proteínas.
- d) é possível obter diferentes variantes proteicas a partir de um mesmo produto de transcrição.
- e) a molécula de DNA possui forma circular, e as demais moléculas possuem forma de fitas simples linearizadas.

○ 6. (ENEM) Um estudante relatou que o mapeamento do DNA da cevada foi quase todo concluído, e seu código genético, desvendado. Chamou atenção para o número de genes que compõem esse código genético e que a semente da cevada, apesar de pequena, possui um genoma mais complexo que o humano, sendo boa parte desse código constituída de sequências repetidas. Nesse contexto, o conceito de código genético está abordado de forma equivocada.

Cientificamente esse conceito é definido como:

- a) trincas de nucleotídeos que codificam os aminoácidos.
- b) localização de todos os genes encontrados em um genoma.
- c) codificação de sequências repetidas presentes em um genoma.
- d) conjunto de todos os RNAs mensageiros transcritos em um organismo.
- e) todas as sequências de pares de bases presentes em um organismo.

○ 7. (ENEM) Durante muito tempo, os cientistas acreditaram que variações anatômicas entre os animais fossem consequência de diferenças significativas entre seus genomas. Porém, os projetos de sequenciamento de genoma revelaram o contrário. Hoje, sabe-se que 99% do genoma de um camundongo é igual ao do homem, apesar das notáveis diferenças entre eles. Sabe-se também que os genes ocupam apenas cerca de 1,5% do DNA e que menos de 10% dos genes codificam proteínas que atuam na construção e na definição das formas do corpo. O restante, possivelmente, constitui DNA não codificante. Como explicar, então, as diferenças fenotípicas entre as diversas espécies animais? A resposta pode estar na região não codificante do DNA.

S. B. Carroll et al. O jogo da evolução. In: Scientific American Brasil, jun./2008 (com adaptações).

A região não codificante do DNA pode ser responsável pelas diferenças marcantes no fenótipo porque contém:

- a) as sequências de DNA que codificam proteínas responsáveis pela definição das formas do corpo.
- b) uma enzima que sintetiza proteínas a partir da sequência de aminoácidos que formam o gene.
- c) centenas de aminoácidos que compõem a maioria de nossas proteínas.
- d) informações que, apesar de não serem traduzidas em sequências de proteínas, interferem no fenótipo.
- e) os genes associados à formação de estruturas similares às de outras espécies.

Anotações:



○ 8. (UFSM) Milhares de anos após o último mamute lanoso caminhar sobre a tundra, os cientistas conseguiram sequenciar 50% do genoma desse animal extinto, recuperando boa parte do seu material genético.



Scientific American Brasil, ed. especial, 2009.

Sobre o DNA, é possível afirmar:

I - Na molécula do DNA, são encontradas as quatro bases nitrogenadas: adenina, guanina, citosina e timina.

II - A ligação entre as bases complementares da dupla fita do DNA é feita através de pontes de hidrogênio.

III - Se, no filamento de DNA, houver a sequência TTTCCATGT, haverá, no seu filamento complementar, a sequência AAAGGUACA.,

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas I e II.
- c) apenas II.
- d) apenas I e III.
- e) apenas II e III.

○ 9. (UFSM) Em junho de 2000, foi anunciada a conclusão da fase do Projeto Genoma Humano em que se determinou a sequência de, aproximadamente, 3 bilhões de nucleotídeos do genoma humano.

O conhecimento dessa sequência permitirá determinar

- a) o número de cromossomos presentes nas células humanas.
- b) o número de proteínas que compõem os genes humanos.
- c) quantas moléculas de DNA estão presentes nos cromossomos humanos.
- d) o número de doenças que podem afligir a humanidade.
- e) o número total de genes humanos e quais as proteínas codificadas por esses genes.

○ 10. (UFSM) Analise as afirmativas:

I. As proteínas e os ácidos nucleicos são formados por aminoácidos.

II. DNA e RNA são os ácidos nucleicos encontrados tanto em células eucariontes como procariontes.

III. A informação contida no DNA pode ser copiada em uma fita de RNA, através do processo denominado transcrição.

IV. A informação presente no RNA pode ser transformada em uma sequência de aminoácidos, através do processo denominado tradução.

Está(ão) correta(s)

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

Leia o texto a seguir, para responder à questão de número 12.

A qualidade da água pode ser alterada por vários fatores:

- contaminantes biológicos, que podem transformar as águas em fontes de transmissão de doenças;

- compostos orgânicos que, mesmo em baixas concentrações, podem interferir no funcionamento dos seres vivos, como o benzeno, que é um agente mutagênico, e os hormônios humanos, que podem ser exemplificados pelos esteroides.

○ 11. (UFSM) O benzeno, por ser mutagênico, deve

I - aumentar as taxas de mutação em todos os seres vivos, não apenas no homem.

II - permitir o surgimento de novos alelos, por alterar a sequência de nucleotídeos do DNA.

III - impedir o funcionamento dos ácidos nucleicos, especialmente durante a transcrição e a tradução.

Está(ão) correta(s)

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



○ **12. (UFSM)** O DNA presente nas mitocôndrias tem composição e estrutura típicas desse tipo de ácido nucleico, portanto é formado por

I. uma cadeia de nucleotídeos em que as bases nitrogenadas interagem, formando ligações fosfodiéster.

II. duas cadeias polinucleotídicas paralelas e complementares entre si, através dos pareamentos de aminoácidos.

III. nucleotídeos que são compostos por uma base nitrogenada, uma pentose e um radical “fosfato”.

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) apenas II e III.

○ **13. (UFSM)** A descoberta da estrutura do DNA, em 1953, foi um marco importantíssimo na área da genética, abrindo portas para inúmeros novos estudos. A cientista britânica Rosalind Franklin contribuiu de forma significativa para essa descoberta, embora seu protagonismo não tenha sido reconhecido naquela ocasião. As imagens de difração de raios X a partir de moléculas de DNA cristalizadas, obtidas pela cientista, permitiram identificar a estrutura helicoidal do DNA. Em relação à estrutura do DNA, considere as afirmativas a seguir.

I → A estrutura do DNA difere entre os seres vivos, sendo que procariontes apresentam o DNA na forma de hélice de fita simples, e eucariontes apresentam o DNA na forma de hélice de fita dupla.

II → A complementariedade das bases entre as fitas do DNA é uma propriedade essencial para os processos de replicação e transcrição ocorrerem.

III → Na dupla hélice, as duas fitas mantêm-se unidas por meio de pontes de hidrogênio entre suas bases nitrogenadas.

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) apenas II e III.

○ **14. (UFSM)** Em um determinado gene, a fita que será transcrita apresenta a sequência de nucleotídeos TAA TGT CGA TTC e codifica, para a sequência de aminoácidos ISOLEUCINA - TREONINA - ALANINA - LISINA. Esses aminoácidos possuem mais de um códon de DNA, ou seja,

treonina = TGA, TGG, TGC ou TGT

isoleucina = TAA, TAG ou TAT

alanina = CGA, CGG, CGC ou CGT

lisina = TTT ou TTC

Se ocorrer mutação e a nova sequência de nucleotídeos for TAT TGT CGA TAA, pode-se prever que a sequência de aminoácidos da proteína será

- a) isoleucina - treonina - alanina - lisina.
- b) isoleucina - treonina - alanina - isoleucina.
- c) lisina - treonina - lisina - isoleucina.
- d) treonina - alanina - lisina - treonina.
- e) lisina - alanina - isoleucina - treonina.

○ **15. (UFSM)** O texto a seguir apresenta os resultados do projeto de estudo do genoma da *Xylella fastidiosa*, no ano de 1999.

“Trabalhando sem parar desde o final de 1997, eles (os pesquisadores) já decifraram 75% do código genético dessa bactéria. A ideia é descobrir, até abril, a sequência de substâncias que constituem os cerca de 2000 genes da cadeia de DNA, ou seja, do genoma do parasita.”

Superinteressante, 13(1):63. Jan., 1999. (adaptado)

Uma modificação que poderia ser feita nesse texto, para torná-lo mais preciso, é a substituição de

- a) sequência de substâncias por sequência de nucleotídeos.
- b) código genético por sequência de aminoácidos.
- c) código genético por conjunto total de proteínas.
- d) cadeia de DNA por cadeia de RNA.
- e) sequência de substâncias por sequência de aminoácidos.

Anotações:



○ 16. (UFSM) Considere, hipoteticamente, que o DNA de uma planta em estudo por pesquisadores brasileiros possui um gene responsável pela produção do óleo aromatizante da planta. Esse gene é repelente natural de mosquitos e possui como parte de sua sequência com sentido: ...AGGCCCGTCCCTTA... Caso ocorressem mutações gênicas que alterassem essa sequência para ...AGCCCCCAACCCAAA..., os novos aminoácidos formados, conforme o quadro, seriam:

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

Abreviaturas dos aminoácidos:

Phe = fenilalanina; Leu = leucina; Ile = isoleucina; Met = metionina; Val = valina; Ser = serina; Pro = prolina; Thr = treonina; Ala = alanina; Tyr = tirosina; His = histidina; Gln = glutamina; Asn = aspargina; Lys = lisina; Asp = ácido aspártico; Glu = ácido glutâmico; Cys = cisteína; Trp = triptofano; Arg = arginina; Gly = glicina

* A abreviatura *pare* corresponde aos códons de parada.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G R. Fundamentos da Biologia Moderna - Volume Único. São Paulo: Moderna, 2006. p. 644.

- a) serina - glicina - valina - glicina - fenilalanina
- b) tirosina - prolina - valina - prolina - leucina
- c) serina - glicina - glutamina - glicina - aspargina
- d) serina - prolina - glicina - prolina - lisina
- e) arginina - prolina - valina - prolina - leucina

○ 17. (UFSM) Em relação à questão anterior em que ocorreram mutações gênicas alterando a sequência do DNA, observa-se que o primeiro aminoácido formado continuou o mesmo após a mutação. Esse processo tem como causa uma das características do código genético, ou seja,

- a) o sistema de codificação genética é o mesmo em todos os seres vivos.
- b) o código genético é “degenerado”, porque a maioria dos aminoácidos é codificada por mais de um códon.
- c) a ocorrência dos códons “sem sentido” determina a finalização da mensagem.
- d) o código genético não é superposto, porque não ocorrem sobreposições de bases.
- e) o código genético é contínuo, porque os códons não apresentam espaçamento entre si.

Anotações:



HABILIDADES À PROVA 7

» *Biologia celular V: biotecnologia*

○ 1. (ENEM) A reação em cadeia da polimerase (PCR, na sigla em inglês) é uma técnica de biologia molecular que permite replicação *in vitro* do DNA de forma rápida. Essa técnica surgiu na década de 1980 e permitiu avanços científicos em todas as áreas de investigação genômica. A dupla hélice é estabilizada por ligações hidrogênio, duas entre as bases adenina (A) e timina (T) e três entre as bases guanina (G) e citosina (C). Inicialmente, para que o DNA possa ser replicado, a dupla hélice precisa ser totalmente desnaturada (desenrolada) pelo aumento da temperatura, quando são desfeitas as ligações hidrogênio entre as diferentes bases nitrogenadas.

Qual dos segmentos de DNA será o primeiro a desnaturar totalmente durante o aumento da temperatura na reação de PCR?

a)

G	G	C	T	T	C	G
C	C	G	G	A	A	G

b)

C	C	T	C	G	A	C
G	G	A	G	C	T	G

c)

A	A	T	T	C	C	T
T	T	A	A	G	G	A

d)

T	T	A	C	G	G	C
A	A	T	G	C	C	G

e)

C	C	T	A	G	G	A
G	G	A	T	C	C	T

○ 2. (ENEM) O milho transgênico é produzido a partir da manipulação do milho original, com a transferência, para este, de um gene de interesse retirado de outro organismo de espécie diferente.

A característica de interesse será manifestada em decorrência:

- a) do incremento do DNA a partir da duplicação do gene transferido.
- b) da transcrição do RNA transportador a partir do gene transferido.
- c) da expressão de proteínas sintetizadas a partir do DNA não hibridizado.
- d) da síntese de carboidratos a partir da ativação do DNA do milho original.
- e) da tradução do RNA mensageiro sintetizado a partir do DNA recombinante.

○ 3. (ENEM) Segundo Jeffrey M. Smith, pesquisador de um laboratório que faz análises de organismos geneticamente modificados, após a introdução da soja transgênica no Reino Unido, aumentaram em 50% os casos de alergias. “O gene que é colocado na soja cria uma proteína nova que até então não existia na alimentação humana, a qual poderia ser potencialmente alergênica, explica o pesquisador.

Correio do Estado/MS. 19 abr. 2004 (adaptado).

Considerando-se as informações do texto, os grãos transgênicos que podem causar alergias aos indivíduos que irão consumi-los são aqueles que apresentam, em sua composição, proteínas:

- a) que podem ser reconhecidas como antigênicas pelo sistema imunológico desses consumidores.
- b) que não são reconhecidas pelos anticorpos produzidos pelo sistema imunológico desses consumidores.
- c) com estrutura primária idêntica às já encontradas no sistema sanguíneo desses consumidores.
- d) com sequência de aminoácidos idêntica às produzidas pelas células brancas do sistema sanguíneo desses consumidores.
- e) com estrutura quaternária idêntica à dos anticorpos produzidos pelo sistema imunológico desses consumidores.

○ 4. (ENEM) A palavra “biotecnologia” surgiu no século XX, quando o cientista Herbert Boyer introduziu a informação responsável pela fabricação da insulina humana em uma bactéria, para que ela passasse a produzir a substância.

Disponível em: www.brasil.gov.br. Acesso em: 28 jul. 2012 (adaptado).

As bactérias modificadas por Herbert Boyer passaram a produzir insulina humana porque receberam:

- a) a sequência de DNA codificante de insulina humana.
- b) a proteína sintetizada por células humanas.
- c) um RNA recombinante de insulina humana.
- d) o RNA mensageiro de insulina humana.
- e) um cromossomo da espécie humana.

○ 5. (ENEM) Um geneticista observou que determinada plantação era sensível a um tipo de praga que atacava as flores da lavoura. Ao mesmo tempo, ele percebeu que uma erva daninha que crescia associada às plantas não era destruída. A partir de técnicas de manipulação genética, em laboratório, o gene da resistência à praga foi inserido nas plantas cultivadas, resolvendo o problema.

Do ponto de vista da biotecnologia, como essa planta resultante da intervenção é classificada?

- a) Clone.
- b) Híbrida.
- c) Mutante.
- d) Dominante.
- e) Transgênica.



○ 6. (ENEM-2020) Instituições acadêmicas e de pesquisa no mundo estão inserindo genes em genomas de plantas que pos- sam codificar produtos de interesse farmacológico. No Brasil, está sendo desenvolvida uma variedade de soja com um viricida ou mi- crobicida capaz de prevenir a contaminação pelo vírus causador da aids. Essa leguminosa está sendo induzida a produzir a enzima cianovirina-N, que tem eficiência comprovada contra o vírus.

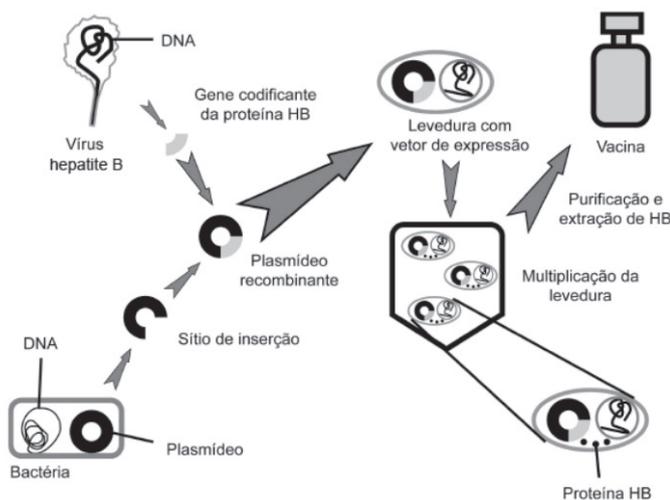
OLIVEIRA, M. Remédio na planta. Pesquisa Fapesp, n. 206, abr. 2013.

A técnica para gerar essa leguminosa é um exemplo de:

- a) hibridismo.
- b) transgenia.
- c) conjugação.
- d) terapia gênica.
- e) melhoramento genético.



○ 7. (ENEM-2020) Analise o esquema de uma metodologia utili- zada na produção de vacinas contra a hepatite B.



Nessa vacina, a resposta imune será induzida por um(a):

- a) vírus.
- b) bactéria.
- c) proteína.
- d) levedura.
- e) ácido nucleico.

○ 8. (ENEM-2022) Entre as diversas técnicas para diagnóstico da covid-19, destaca-se o teste genético. Considerando as di- ferentes variantes e cargas virais, um exemplo é a PCR, reação efetuada por uma enzima do tipo polimerase. Essa técnica per- mite identificar, com confiabilidade, o material genético do SARS- CoV-2, um vírus de RNA. Para comprovação da infecção por esse coronavírus, são coletadas amostras de secreções do indivíduo. Uma etapa que antecede a reação de PCR precisa ser realizada para permitir a amplificação do material genético do vírus.

Essa etapa deve ser realizada para

- a) concentrar o RNA viral para otimizar a técnica.
- b) identificar nas amostras anticorpos anti-SARS-CoV-2.
- c) proliferar o vírus em culturas, aumentando a carga viral.
- d) purificar ácidos nucleicos virais, facilitando a ação da enzima.
- e) obter moléculas de cDNA viral por meio da transcrição reversa.

○ 9. (ENEM) A reprodução vegetativa de plantas por meio de estacas é um processo natural. O homem, observando esse pro- cesso, desenvolveu uma técnica para propagar plantas em esca- la comercial.

A base genética dessa técnica é semelhante àquela presente no(a):

- a) transgenia.
- b) clonagem.
- c) hibridização.
- d) controle biológico.
- e) melhoramento genético.

○ 10. (ENEM) O formato das células de organismos pluricelu- lares é extremamente variado. Existem células discoides, como é o caso das hemácias, as que lembram uma estrela, como os neurônios, e ainda algumas alongadas, como as musculares.

Em um mesmo organismo, a diferenciação dessas células ocorre por:

- a) produzirem mutações específicas.
- b) possuírem DNA mitocondrial diferentes.
- c) apresentarem conjunto de genes distintos.
- d) expressarem porções distintas do genoma.
- e) terem um número distinto de cromossomos.

○ 11. (ENEM) Os vegetais biossintetizam determinadas substâncias (por exemplo, alcaloides e flavonoides), cuja estrutura química e concentração variam em um mesmo organismo em diferentes épocas do ano e estágios de desenvolvimento. Muitas dessas substâncias são produzidas para a adaptação do orga- nismo às variações ambientais (radiação UV, temperatura, pa- rasitas, herbívoros, estímulo a polinizadores etc.) ou fisiológicas (crescimento, envelhecimento etc.).

As variações qualitativa e quantitativa na produção dessas substâncias durante um ano são possíveis porque o material ge- nético do indivíduo:

- a) sofre constantes recombinações para adaptar-se.
- b) muda ao longo do ano e em diferentes fases da vida.
- c) cria novos genes para biossíntese de substâncias específicas.
- d) altera a sequência de bases nitrogenadas para criar novas substâncias.
- e) possui genes transcritos diferentemente de acordo com cada necessidade.



○ **12. (ENEM)** Um instituto de pesquisa norte-americano divulgou recentemente ter criado uma “célula sintética”, uma bactéria chamada de *Mycoplasma mycoides*. Os pesquisadores montaram uma sequência de nucleotídeos, que formam o único cromossomo dessa bactéria, o qual foi introduzido em outra espécie de bactéria, a *Mycoplasma capricolum*. Após a introdução, o cromossomo da *M. capricolum* foi neutralizado, e o cromossomo artificial da *M. mycoides* começou a gerenciar a célula, produzindo suas proteínas.

GILBSON et al. Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically synthesized Genome. Science v. 329, 2010 (adaptado).

A importância dessa inovação tecnológica para a comunidade científica se deve à:

- possibilidade de sequenciar os genomas de bactérias para serem usados como receptoras de cromossomos artificiais.
- capacidade de criação, pela ciência, de novas formas de vida, utilizando substâncias como carboidratos e lipídios.
- possibilidade de produção em massa da bactéria *Mycoplasma capricolum* para sua distribuição em ambientes naturais.
- possibilidade de programar geneticamente micro-organismos ou seres mais complexos para produzir medicamentos, vacinas ou combustíveis.
- capacidade da bactéria *Mycoplasma capricolum* de expressar suas proteínas na bactéria sintética e estas serem usadas na indústria.

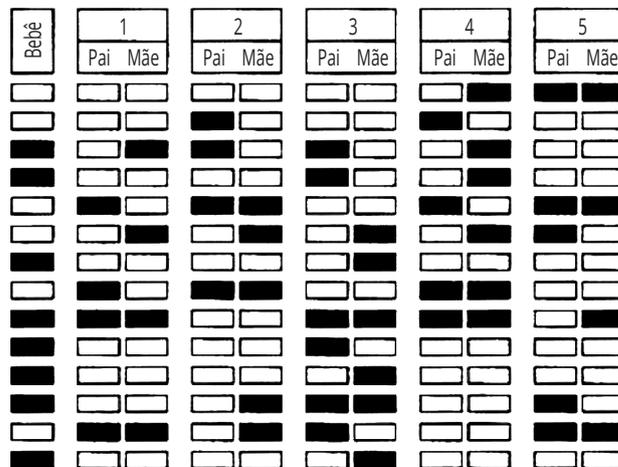
○ **13. (ENEM)** A utilização de células-tronco do próprio indivíduo (autotransplante) tem apresentado sucesso como terapia medicinal para a regeneração de tecidos e órgãos cujas células perdidas não têm capacidade de reprodução, principalmente em substituição aos transplantes, que causam muitos problemas devidos à rejeição pelos receptores.

O autotransplante pode causar menos problemas de rejeição quando comparado aos transplantes tradicionais, realizados entre diferentes indivíduos. Isso porque as:

- células-tronco se mantêm indiferenciadas após sua introdução no organismo do receptor.
- células provenientes de transplantes entre diferentes indivíduos envelhecem e morrem rapidamente.
- células-tronco, por serem doadas pelo próprio indivíduo receptor, apresentam material genético semelhante.
- células transplantadas entre diferentes indivíduos se diferenciam em tecidos tumorais no receptor.
- células provenientes de transplantes convencionais não se reproduzem dentro do corpo do receptor.

Anotações:

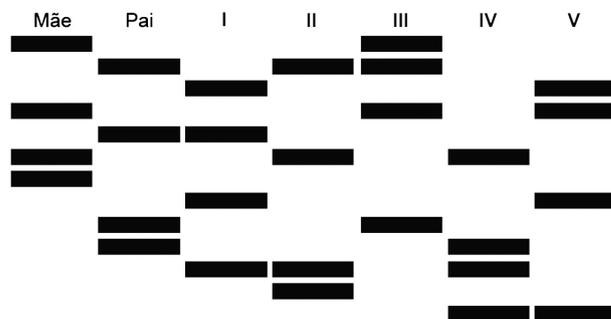
○ **14. (ENEM)** Cinco casais alegavam ser os pais de um bebê. A confirmação da paternidade foi obtida pelo exame de DNA. O resultado do teste está esquematizado na figura, em que cada casal apresenta um padrão com duas bandas de DNA (faixas, uma para o suposto pai e outra para a suposta mãe), comparadas à do bebê.



Que casal pode ser considerado como pais biológicos do bebê?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

○ **15. (ENEM)** O resultado de um teste de DNA para identificar o filho de um casal, entre cinco jovens, está representado na figura. As barras escuras correspondem aos genes compartilhados.

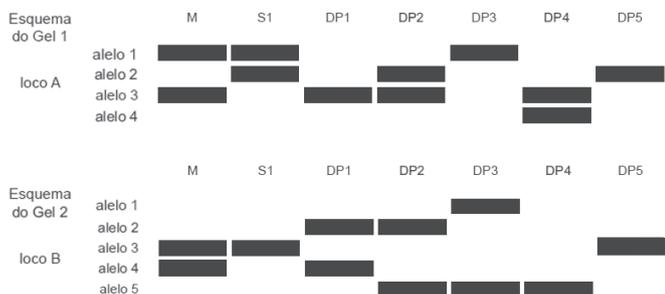


Qual dos jovens é filho do casal?

- I
- II
- III
- IV
- V



○ 16. (ENEM) Considere, em um fragmento ambiental, uma árvore matriz com frutos (M) e outras cinco que produziram flores e são apenas doadoras de pólen (DP1, DP2, DP3, DP4 e DP5). Foi excluída a capacidade de autopolinização das árvores. Os genótipos da matriz, da semente (S1) e das prováveis fontes de pólen foram obtidos pela análise de dois locos (loco A e loco B) de marcadores de DNA, conforme a figura.



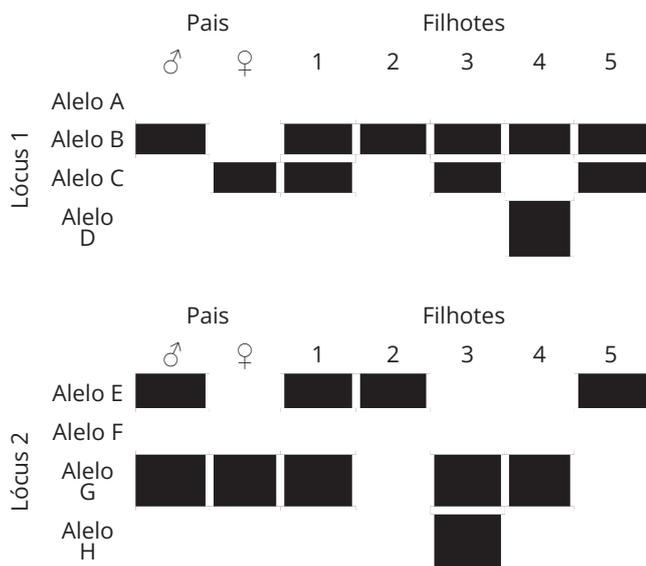
COLLEVATTI, R. G.; TELLES, M. P.; SOARES, T. N. Dispersão do pólen entre pequizeiros: uma atividade para a genética do ensino superior. *Genética na Escola*, n.º 1, 2013 (adaptado).

A progênie S1 recebeu o pólen de qual doadora?

- a) DP1
- b) DP2
- c) DP3
- d) DP4
- e) DP5

○ 17. (ENEM) Um pesquisador observou, em uma árvore, um ninho de uma espécie de falcão. Apenas um filhote apresentava uma coloração típica de penas de ambos os pais. Foram coletadas amostras de DNA dos pais e dos filhotes para caracterização genética dos alelos responsáveis pela coloração das penas. O perfil de bandas obtido para cada indivíduo do ninho para os locos 1 e 2, onde se localizam os genes dessa característica, está representado na figura.

Padrões de bandas em gel das moléculas de DNA dos indivíduos

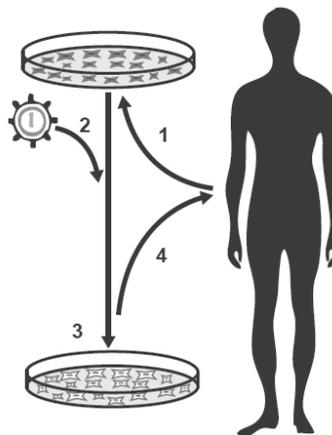


CARVALHO, C. S.; CARVALHO, M. A.; COLLEVATTI, R. G. Identificando o sistema de acasalamento em aves. *Genética na Escola*, n.º 1, 2013 (adaptado).

Dos filhotes, qual apresenta a coloração típica de penas dos pais?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

○ 18. (ENEM)



1. Coleta e cultivo *in vitro* das células do paciente;
2. Transdução com vetor carregando o gene terapêutico;
3. Seleção e expansão das células com gene terapêutico;
4. Reintrodução das células modificadas no paciente.

Disponível em: www.repositorio.uniceub.br. Acesso em: 3 maio 2019 (adaptado).

A sequência de etapas indicadas na figura representa o processo conhecido como:

- a) mutação.
- b) clonagem.
- c) *crossing-over*.
- d) terapia gênica.
- e) transformação genética.

○ 19. (ENEM - 2022) A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) aprovou um produto de terapia gênica no país, indicado para o tratamento da distrofia hereditária da retina. O procedimento é recomendado para crianças acima de 12 meses e adultos com perda de visão causada pela mutação do gene humano RPE65. O produto, elaborado por engenharia genética, é composto por um vírus, no qual foi inserida uma cópia do gene normal humano RPE65 para corrigir o funcionamento das células da retina.

ANVISA. Disponível em: www.gov.br/anvisa. Acesso em: 4 dez. 2021 (adaptado).

O sucesso dessa terapia advém do fato de que o produto favorecerá a

- a) correção do código genético para a tradução da proteína.
- b) alteração do RNA ribossômico ligado à síntese da proteína.
- c) produção de mutações benéficas para a correção do problema.
- d) liberação imediata da proteína normal na região ocular humana.
- e) expressão do gene responsável pela produção da enzima normal.



○ **20. (ENEM-2020)** Em 2012, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) divulgou sua intenção de trabalhar na clonagem de espécies ameaçadas de extinção no Brasil, como é o caso do lobo-guará, da onça-pintada e do veado-catingueiro. Para tal, células desses animais seriam coletadas e mantidas em bancos de germoplasma para posterior uso. Dessas células seriam retirados os núcleos e inseridos em óvulos anucleados. Após um desenvolvimento inicial *in vitro*, os embriões seriam transferidos para úteros de fêmeas da mesma espécie. Com a técnica da clonagem, espera-se contribuir para a conservação da fauna do Cerrado e, se der certo, essa aplicação pode expandir-se para outros biomas brasileiros.

Disponível em: www.bbc.co.uk. Acesso em: 8 mar. 2013 (adaptado).

A limitação dessa técnica no que se refere à conservação de espécies é que ela:

- a) gera clones haploides inférteis.
- b) aumenta a possibilidade de mutantes.
- c) leva a uma diminuição da variabilidade genética.
- d) acarreta uma perda completa da variabilidade fenotípica.
- e) amplia o número de indivíduos sem capacidade de realizar diferenciação celular.

Notícia de algum jornal do futuro...

Inicia a campanha nacional de vacinação contra sarampo e tuberculose

O destaque da campanha de vacinação, neste ano, é a utilização de cerejas coloridas, sem sementes. Segundo a bióloga Josefa da Silva, responsável pela equipe que desenvolveu os novos frutos, técnicas especiais de cruzamento foram aplicadas em dois tipos de cerejeiras transgênicas, resultando na obtenção de plantas triploides ($3n = 72$), incapazes de produzir sementes. Apesar de passar por todas as etapas do ciclo reprodutivo, não há a formação de endosperma, e o processo cessa nas primeiras divisões celulares do zigoto. As novas cores (amarela, verde, roxa e branca) haviam sido obtidas, anteriormente, por mutação no gene responsável pela produção de pigmento na casca do fruto. As formas mutantes para esse loco, diz a pesquisadora, não interferem na eficiência das plantas transgênicas como produtoras de vacinas. Elas continuam apresentando, nos frutos, as substâncias que, depois de liberadas pela digestão, ligam-se à membrana plasmática dos linfócitos e sofrem endocitose, determinando o desenvolvimento da resposta imunológica.

Outra inovação dessas cerejas é a resistência às moscas *Anastrepha fraterculus* que, nos últimos anos, estabeleceram-se como pragas importantes do cultivo de cerejas-vacina. Da mesma forma, as plantas apresentam resistência aos nematoides que atacavam a raiz principal do sistema axial desses vegetais. Com o cultivo das novas variedades de cerejas resistentes, espera-se que essas pragas mantenham-se afastadas dos pomares de vacinas, por algum tempo.

○ **21. (UFSM)** Se as cerejeiras referidas no texto são transgênicas, então no..... das células dessas plantas, em algum cromossomo existe uma que foi introduzida para ser transcrita e originar um que, ao ser traduzido, resulta em produto que determinará o desenvolvimento da resposta imunológica.

Assinale a alternativa que completa as lacunas de modo correto

- a) núcleo - proteína - RNA mensageiro
- b) citoplasma - sequência de aminoácidos - RNA transportador
- c) núcleo - sequência de aminoácidos - RNA mensageiro
- d) núcleo - sequência de nucleotídeos - RNA mensageiro
- e) citoplasma - proteína - RNA transportador

○ **22. (UFSM)** Alguns grupos de pesquisa brasileiros estão investigando bactérias resistentes a íons cloreto, como *Thiobacillus prosperus*, para tentar compreender seu mecanismo de resistência no nível genético e, se possível, futuramente transferir genes relacionados com a resistência a íons cloreto para bactérias não resistentes usadas em biorremediação (um tipo de biorremediação de efluentes), como *Acidithiobacillus ferrooxidans*. Considerando as principais técnicas utilizadas atualmente em biologia molecular e engenharia genética, a transferência de genes específicos de uma espécie de bactéria para outra deve ser feita através

- a) de cruzamentos entre as duas espécies, produzindo um híbrido resistente a íons cloreto.
- b) da transferência para a bactéria não resistente de um plasmídeo recombinante, que contenha o gene de interesse previamente isolado da bactéria resistente, produzindo um Organismo Geneticamente Modificado (OGM).
- c) da transferência de todo o genoma da bactéria resistente para a nova bactéria, formando uma espécie nova de bactéria em que apenas o gene de interesse será ativado.
- d) da simples clonagem da bactéria resistente, sem a modificação da bactéria suscetível a íons cloreto.
- e) da combinação do genoma inteiro da bactéria suscetível com o genoma da bactéria resistente, formando um organismo quimérico, o que representa uma técnica muito simples em organismos sem parede celular, como as bactérias.

○ **23. (UFSM)** A clonagem de um mamífero tornou-se realidade a partir do nascimento da ovelha Dolly. No processo de clonagem da Dolly, foi utilizada mais de uma ovelha. Quanto à herança, é certo afirmar que as mitocôndrias são

- a) herdadas exclusivamente da mãe.
- b) herdadas exclusivamente do pai.
- c) herdadas do pai e da mãe em proporções iguais.
- d) de herança autossômica recessiva.
- e) de herança autossômica dominante.



HABILIDADES À PROVA 8

» *Biologia celular VI: o ciclo celular*

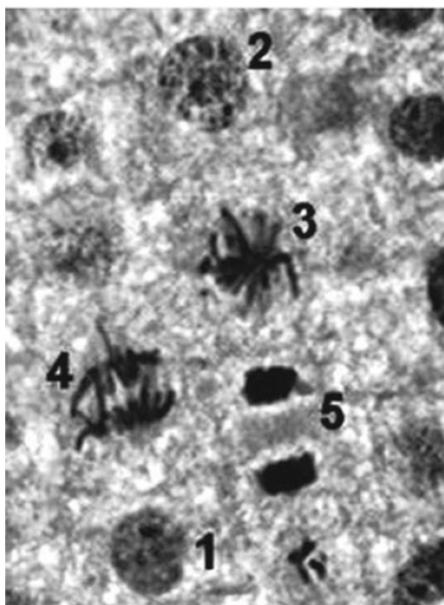
1. (ENEM) No ciclo celular, atuam moléculas reguladoras. Entre elas, a proteína p53 é ativada em resposta a mutações no DNA, evitando a progressão do ciclo até que os danos sejam reparados, ou induzindo a célula à autodestruição.

ALBERTS, B. et al. Fundamentos da biologia celular. Porto Alegre: Artmed, 2011. (adaptado).

A ausência dessa proteína poderá favorecer a:

- a) redução da síntese de DNA, acelerando o ciclo celular.
- b) saída imediata do ciclo celular, antecipando a proteção do DNA.
- c) ativação de outras proteínas reguladoras, induzindo a apoptose.
- d) manutenção da estabilidade genética, favorecendo a longevidade.
- e) proliferação celular exagerada, resultando na formação de um tumor.

2. (ENEM) Para estudar os cromossomos, é preciso observá-los no momento em que se encontram no ponto máximo de sua condensação. A imagem corresponde ao tecido da raiz de cebola, visto ao microscópio, e cada número marca uma das diferentes etapas do ciclo celular.



Disponível em: www.histologia.icb.ufg.br. Acesso em: 6 mar. 2015 (adaptado).

Qual número corresponde à melhor etapa para que esse estudo seja possível?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

3. (ENEM) O Brasil possui um grande número de espécies distintas entre animais, vegetais e microrganismos envolvidos em uma imensa complexidade e distribuídas em uma grande variedade de ecossistemas.

SANDES, A. R. R.; BLASI, G. Biodiversidade e diversidade química e genética. Disponível em: <http://novastecnologias.com.br>. Acesso em: 22 set. 2015 (adaptado).

O incremento da variabilidade ocorre em razão da permuta genética, a qual propicia a troca de segmentos entre cromátides não irmãs na meiose. Essa troca de segmentos é determinante na:

- a) produção de indivíduos mais férteis.
- b) transmissão de novas características adquiridas.
- c) recombinação genética na formação dos gametas.
- d) ocorrência de mutações somáticas nos descendentes.
- e) variação do número de cromossomos característico da espécie.

4. (ENEM)

Avaliação de substâncias genotóxicas

O ensaio de micronúcleos é um teste de avaliação de genotoxicidade que associa a presença de micronúcleos (pequenos núcleos que aparecem próximo aos núcleos das células) com lesões genéticas. Os micronúcleos são fragmentos de DNA encapsulados, provenientes do fuso mitótico durante a divisão celular.

DIAS, V. M. Micronúcleos em células tumorais: biologia e implicações para a tumorigênese. Dissertação de Mestrado. USP, 2006 (adaptado).

Os micronúcleos se originam dos(as)

- a) nucléolos.
- b) lisossomos.
- c) ribossomos.
- d) mitocôndrias.
- e) cromossomos.

5. (UFSM) No meristema apical das plantas, encontra-se um grande número de células em divisão O produto dessa divisão são células geneticamente O contrário acontece nos tecidos de estames e carpelos, onde algumas células se dividem através de e resultam em células geneticamente

Assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas.

- a) meiótica - idênticas - mitose - diferentes
- b) mitótica - diferentes - meiose - idênticas
- c) mitótica - idênticas - mitose - diferentes
- d) mitótica - idênticas - meiose - diferentes
- e) meiótica - diferentes - mitose - idênticas

HABILIDADES À PROVA 9

» Embriologia animal

1. (UFRGS) No bloco superior abaixo, estão citados os três folhetos embrionários de mamíferos; no inferior, exemplos de epitélios.

Associe adequadamente o bloco inferior ao superior.

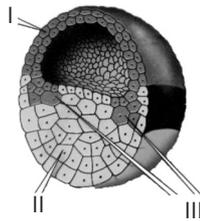
1. Ectoderme
2. Mesoderme
3. Endoderme

- () Epitélio da membrana que envolve o coração (pericárdio).
 () Epitélio que reveste o tubo digestório (exceto boca e ânus).
 () Epiderme.
 () Pulmões (epitélio respiratório).

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

- a) 1 - 3 - 2 - 3
- b) 3 - 1 - 2 - 3
- c) 2 - 1 - 3 - 3
- d) 3 - 3 - 1 - 2
- e) 2 - 3 - 1 - 3

2. (UFRGS) Observe a figura abaixo que representa uma blástula.



PURVES et al. Vida. A dívida da biologia. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2006.

Com relação à figura, é correto afirmar que o número _____ corresponde à _____ que dá origem _____.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado acima, na ordem em que aparecem.

- a) I - ectoderme - ao revestimento do trato digestivo
- b) II - ectoderme - à epiderme
- c) II - endoderme - ao sistema nervoso
- d) III - endoderme - às glândulas sudoríparas e sebáceas
- e) III - mesoderme - aos músculos e ossos

3. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Em mamíferos, o _____ e as células trofoblásticas interagem com o útero materno para formar a _____, a qual fornece nutrientes e atua nas trocas gasosas do embrião.

- a) saco vitelino - cavidade amniótica
- b) alantoide - vilosidade coriônica
- c) alantoide - placenta
- d) córion - placenta
- e) âmnio - vilosidade coriônica

4. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

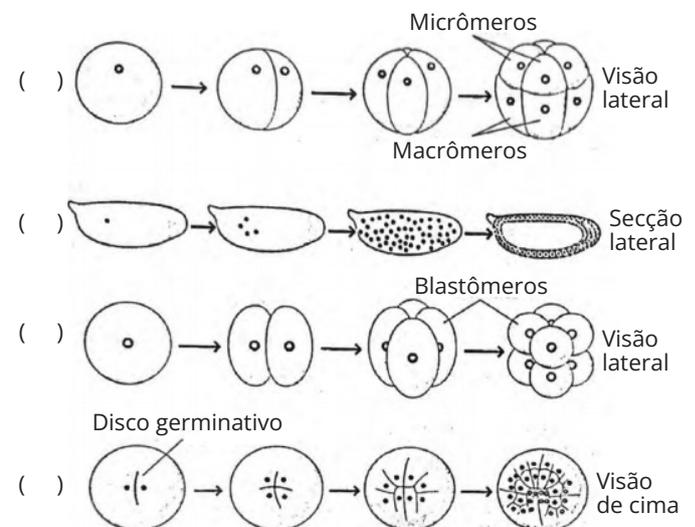
A é o processo no qual os folhetos germinativos embrionários são formados. Nos vertebrados, o folheto denominado originará o coração, os vasos e as células sanguíneas.

- a) clivagem - ectoderma
- b) gastrulação - mesoderma
- c) neurulação - endoderma
- d) clivagem - endoderma
- e) gastrulação - ectoderma

5. (UFRGS-2020) No bloco superior abaixo, estão denominados padrões de clivagem de ovos de diferentes espécies; no inferior, imagens de padrões de segmentação das células-ovo.

Associe adequadamente o bloco inferior ao superior.

1. Clivagem completa
2. Clivagem incompleta
3. Clivagem superficial



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

- a) 3 - 2 - 1 - 2
- b) 1 - 2 - 3 - 1
- c) 2 - 3 - 1 - 1
- d) 1 - 3 - 1 - 2
- e) 2 - 3 - 2 - 1

○ **6. (UFRGS)** O processo de desenvolvimento embrionário apresenta mecanismos complexos, os quais são muitas vezes conservados em diferentes espécies.

Considere as seguintes informações sobre o desenvolvimento embrionário de mamíferos.

I - O acúmulo de fluidos na blástula está associado ao bombeamento de íons Na^+ , para o interior da blastocele.

II - As células da ectoderme da placa neural diminuem a adesão célula-célula, permitindo a formação do tubo neural.

III - A formação dos somitos, a partir da endoderme, resulta em um eixo de sustentação látero-lateral no embrião.

Quais estão corretas?

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

○ **7. (UFRGS)** Em um artigo publicado na revista *elife* (2020), pesquisadores marcaram células embrionárias com diferentes sondas fluorescentes, a fim de rastrear o processo de diferenciação celular. As células do endoderma embrionário foram marcadas com uma sonda fluorescente vermelha; já as células do mesoderma e do ectoderma foram marcadas com sondas azul e verde, respectivamente.

Com relação aos resultados observados nos animais adultos, assinale a alternativa correta.

- a) As células do sistema nervoso estavam marcadas com a sonda verde.
- b) As células musculares estavam marcadas com a sonda vermelha.
- c) As células do epitélio do sistema digestório estavam marcadas com a sonda azul.
- d) As células ósseas estavam marcadas com a sonda verde.
- e) As células do sangue estavam marcadas com a sonda vermelha.

HABILIDADES À PROVA 10

» Histologia animal

○ **1. (ENEM)** As serpentes que habitam regiões de seca podem ficar em jejum por um longo período de tempo devido à escassez de alimento. Assim, a sobrevivência desses predadores está relacionada ao aproveitamento máximo dos nutrientes obtidos com a presa capturada. De acordo com essa situação, essas serpentes apresentam alterações morfológicas e fisiológicas, como o aumento das vilosidades intestinais e a intensificação da irrigação sanguínea na porção interna dessas estruturas.

A função do aumento das vilosidades intestinais para essas serpentes é maximizar o(a):

- a) comprimento do trato gastrointestinal para caber mais alimento.
- b) área de contato com o conteúdo intestinal para absorção dos nutrientes.
- c) liberação de calor via irrigação sanguínea para controle térmico do sistema digestório.
- d) secreção de enzimas digestivas para aumentar a degradação proteica no estômago.
- e) processo de digestão para diminuir o tempo de permanência do alimento no intestino.

○ **2. (ENEM)** Para explicar a absorção de nutrientes, bem como a função das microvilosidades das membranas das células que revestem as paredes internas do intestino delgado, um estudante realizou o seguinte experimento:

Colocou 200 mL de água em dois recipientes. No primeiro recipiente, mergulhou, por 5 segundos, um pedaço de papel liso, como na figura 1; no segundo recipiente, fez o mesmo com um pedaço de papel com dobras simulando as microvilosidades, conforme figura 2. Os dados obtidos foram: a quantidade de água absorvida pelo papel liso foi de 8 mL, enquanto pelo papel dobrado foi de 12 mL.

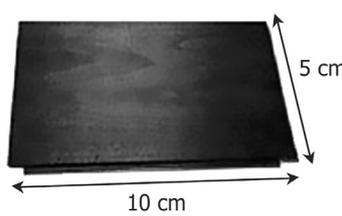


Figura 1

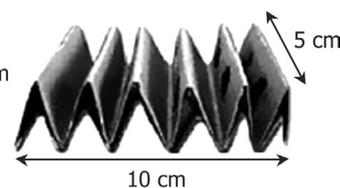


Figura 2

Com base nos dados obtidos, infere-se que a função das microvilosidades intestinais com relação à absorção de nutrientes pelas células das paredes internas do intestino é a de:

- a) manter o volume de absorção.
- b) aumentar a superfície de absorção.
- c) diminuir a velocidade de absorção.
- d) aumentar o tempo da absorção.
- e) manter a seletividade na absorção.

Instrução: Leia o texto abaixo para responder às questões 3 e 4.

A pele humana é sensível à radiação solar, e essa sensibilidade depende das características da pele. Os filtros solares são produtos que podem ser aplicados sobre a pele para protegê-la da radiação solar. A eficácia dos filtros solares é definida pelo fator de proteção solar (FPS), que indica quantas vezes o tempo de exposição ao sol, sem o risco de vermelhidão, pode ser aumentado com o uso do protetor solar. A tabela seguinte reúne informações encontradas em rótulos de filtros solares.

Sensibilidade	Tipo de pele e outras características	Proteção recomendada	FPS recomendado	Proteção à queimadura
Extremamente sensível	Branca, olhos e cabelos claros	Muito alta	FPS \geq 20	Muito alta
Muito sensível	Branca, olhos e cabelos próximos do claro	Alta	$12 \leq$ FPS $<$ 20	Alta
Sensível	Morena ou amarela	Moderada	$6 \leq$ FPS $<$ 12	Moderada
Pouco sensível	Negra	Baixa	$2 \leq$ FPS $<$ 6	Baixa

ProTeste, ano V, nº 55, fev./2007 (com adaptações).

○ **3. (ENEM)** As informações acima permitem afirmar que:

- a) as pessoas de pele muito sensível, ao usarem filtro solar, estarão isentas do risco de queimaduras.
- b) o uso de filtro solar é recomendado para todos os tipos de pele exposta à radiação solar.
- c) as pessoas de pele sensível devem expor-se 6 minutos ao sol antes de aplicarem o filtro solar.
- d) pessoas de pele amarela, usando ou não filtro solar, devem expor-se ao sol por menos tempo que pessoas de pele morena.
- e) o período recomendado para que pessoas de pele negra se exponham ao sol é de 2 a 6 horas diárias.

○ **4. (ENEM)** Uma família de europeus escolheu as praias do Nordeste para uma temporada de férias. Fazem parte da família um garoto de 4 anos de idade, que se recupera de icterícia, e um bebê de 1 ano de idade, ambos loiros de olhos azuis. Os pais concordam que os meninos devem usar chapéu durante os passeios na praia. Entretanto, divergem quanto ao uso do filtro solar. Na opinião do pai, o bebê deve usar filtro solar com FPS ≥ 20 , e seu irmão não deve usar filtro algum porque precisa tomar sol para se fortalecer. A mãe opina que os dois meninos devem usar filtro solar com FPS ≥ 20 .

Na situação apresentada, comparada à opinião da mãe, a opinião do pai é:

- a) correta, porque ele sugere que a família use chapéu durante todo o passeio na praia.
- b) correta, porque o bebê loiro de olhos azuis tem a pele mais sensível que a de seu irmão.
- c) correta, porque o filtro solar com FPS ≥ 20 bloqueia o efeito benéfico do sol na recuperação da icterícia.
- d) incorreta, porque o uso do filtro solar com FPS ≥ 20 , com eficiência moderada, evita queimaduras na pele.
- e) incorreta, porque é recomendado que pessoas com olhos e cabelos claros usem filtro solar com FPS ≥ 20 .

○ **5. (ENEM)** As aves apresentam dois tipos de músculos em seus corpos: vermelhos e brancos. Aves migratórias como garças, gansos e patos selvagens têm os músculos vermelhos bem desenvolvidos, com ampla rede de vasos sanguíneos.

Nas viagens por grandes distâncias, tais músculos são fundamentais, pois favorecem o(a)

- a) execução de manobras.
- b) metabolismo corpóreo elevado.
- c) manutenção da aerodinâmica.
- d) deslocamento a grandes velocidades.
- e) capacidade de voo em grandes altitudes.

○ **6. (UFMS)** Os nossos neurônios comunicam-se entre si através da união do axônio de um neurônio com os dendritos do outro. A região de contato entre dois neurônios é conhecida como

- a) bainha de mielina.
- b) intercalar.
- c) sinapse.
- d) célula glial.
- e) repolarizada.

7. (UFMS) Pode-se dizer que o acúmulo de mercúrio afeta a sobrevivência e o funcionamento dos Tanto a transmissão do impulso nervoso, que ocorre sempre para os , quanto a liberação neurotransmissores são prejudicadas.

Assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas.

- a) dendritos - neurônios - axônios
- b) axônios - dendritos - neurônios
- c) neurônios - dendritos - axônios
- d) axônios - neurônios - dendritos
- e) neurônios - axônios - dendritos

Anotações:

GABARITO



• Habilidades à prova

Unidade 1

1. B	10. A	19. C	28. D
2. D	11. B	20. B	29. D
3. B	12. C	21. D	30. B
4. B	13. E	22. D	31. D
5. D	14. A	23. E	32. D
6. E	15. E	24. A	33. D
7. C	16. D	25. D	34. B
8. C	17. A	26. E	
9. E	18. E	27. C	

Unidade 2

1. A	4. A	7. C
2. E	5. B	8. B
3. E	6. E	9. A

Unidade 3

1. A	4. C	7. E
2. B	5. E	8. A
3. E	6. B	

Unidade 4

1. B	8. A	15. D
2. A	9. D	16. A
3. C	10. A	17. D
4. B	11. A	18. A
5. D	12. C	
6. B	13. E	
7. D	14. D	

Unidade 5

1. E	7. C	13. E	19. E
2. A	8. B	14. E	20. C
3. E	9. A	15. B	
4. B	10. B	16. D	
5. E	11. C	17. C	
6. E	12. C	18. A	

Unidade 6

1. D	7. D	13. E
2. A	8. B	14. B
3. C	9. E	15. A
4. C	10. E	16. C
5. D	11. D	17. B
6. A	12. C	

Unidade 7

1. C	9. B	17. A
2. E	10. D	18. D
3. A	11. E	19. E
4. A	12. D	20. C
5. E	13. C	21. D
6. B	14. C	22. B
7. C	15. C	23. A
8. E	16. E	

Unidade 8

1. E	5. D
2. C	
3. C	
4. E	

Unidade 9

1. E	4. B	7. A
2. E	5. D	
3. D	6. D	

Unidade 10

1. B	6. C
2. B	7. C
3. B	
4. E	
5. B	

Anotações: