

ENEM

EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

TEORIA E EXERCÍCIOS



SUMÁRIO

QUÍMICA	13
■ QUÍMICA GERAL.....	13
TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS.....	13
OS ELEMENTOS QUÍMICOS: NÚMERO ATÔMICO, NÚMERO DE MASSA, ÍONS E A CARACTERIZAÇÃO DOS ELEMENTOS ISÓTONOS, ISÓTOPOS, ISÓBAROS E ISOELETRÔNICOS	13
TABELA PERIÓDICA E A QUÍMICA DOS ELEMENTOS.....	15
PERIODICIDADE DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DOS ELEMENTOS.....	18
REPRESENTAÇÕES DAS TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS	21
MISTURAS.....	24
MÉTODOS DE SEPARAÇÃO DAS MISTURAS E CRITÉRIOS DE PUREZA	25
BALANCEAMENTO DE EQUAÇÕES QUÍMICAS, LEIS PONDERAIS DAS REAÇÕES QUÍMICAS E O CÁLCULO ESTEQUIOMÉTRICO	28
REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS DE REAÇÕES QUÍMICAS.....	30
■ QUÍMICA INORGÂNICA	36
CONCEITOS BÁSICOS E FUNDAMENTAIS.....	36
SOLUBILIDADE DOS SAIS	38
DETERMINANDO A ACIDEZ DA SOLUÇÃO.....	40
TEORIA DE BRONSTED-LOWRY.....	40
■ FÍSICO-QUÍMICA	46
TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS E ENERGIA	46
CONCEITUAÇÃO DE ÂNODO, CÁTODO E AS POLARIDADES DOS ELETRODOS.....	46
DINÂMICAS DAS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS	48
TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA E EQUILÍBRIO	50
■ QUÍMICA ORGÂNICA	53
COMPOSTO DE CARBONO.....	53
CARACTERÍSTICAS E PRINCIPAIS FUNÇÕES DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS.....	53
TIPOS DE REAÇÃO ENTRE AS MOLÉCULAS COM DIFERENTES FUNÇÕES ORGÂNICAS	55
CLASSIFICAÇÃO DAS CADEIAS CARBÔNICAS.....	57
ESTRUTURA E PROPRIEDADE DAS CADEIAS CARBÔNICAS.....	58
■ QUÍMICA AMBIENTAL	65
RELAÇÕES DA QUÍMICA COM A TECNOLOGIA, SOCIEDADE E O MEIO AMBIENTE.....	65

FÍSICA	75
■ INTRODUÇÃO À FÍSICA	75
CONCEITOS BÁSICOS E FUNDAMENTAIS	75
NOTAÇÃO CIENTÍFICA	75
SISTEMA DE UNIDADES	76
OUTRAS CONVERSÕES IMPORTANTES	78
GRANDEZAS VETORIAIS E ESCALARES	78
■ CINEMÁTICA	80
O MOVIMENTO, O EQUILÍBRIO E SUAS LEIS FÍSICAS	80
QUEDA LIVRE E ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE	83
■ DINÂMICA	85
LEIS DE NEWTON	86
TIPOS DE FORÇAS	88
FORÇA NOS MOVIMENTOS CIRCULARES	92
TEOREMA DO IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO	93
CONCEITO DE FORÇAS INTERNAS E FORÇAS EXTERNAS	95
■ TRABALHO – ENERGIA – POTÊNCIA – RENDIMENTO	95
TRABALHO	96
ENERGIA	96
POTÊNCIA	96
RENDIMENTO	97
ENERGIA E SUA CLASSIFICAÇÃO	97
CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA	97
DISSIPAÇÃO DA ENERGIA	98
FORÇAS CONSERVATIVAS E DISSIPATIVAS	98
■ ESTÁTICA	99
TORQUE	99
CONDIÇÕES DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO DO PONTO MATERIAL E DO CORPO EXTENSO	99
■ HIDROSTÁTICA	100
PRESSÃO	100
DENSIDADE	101
PRESSÃO ATMOSFÉRICA	101

PRINCÍPIO DE PASCAL.....	103
PRINCÍPIO DE STEVIN – PRESSÃO HIDROSTÁTICA EM DIFERENTES NÍVEIS DE UM FLUIDO QUALQUER.....	104
PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES (EMPUXO)	104
■ CALOR E FENÔMENOS TÉRMICOS	105
CALOR E TEMPERATURA.....	105
ESCALAS TERMOMÉTRICAS.....	105
CONDUÇÃO DO CALOR	106
IRRADIAÇÃO TÉRMICA	107
■ DILATAÇÃO TÉRMICA	108
DILATAÇÃO DOS SÓLIDOS	108
DILATAÇÃO DOS LÍQUIDOS	109
■ CAPACIDADE CALORÍFICA E CALOR ESPECÍFICO	110
CAPACIDADE CALORÍFICA	110
CALOR SENSÍVEL	110
CALOR LATENTE	111
TROCAS DE CALOR EM UM CALORÍMETRO	112
MUDANÇAS DE ESTADO FÍSICO	112
■ TERMODINÂMICA.....	113
COMPORTAMENTOS DE GASES IDEAIS (EQUAÇÃO DE CLAPEYRON)	113
TRANSFORMAÇÃO GERAL DE UM GÁS	113
LEIS DA TERMODINÂMICA	115
CICLO DE CARNOT.....	118
DISSIPACÃO DA ENERGIA	119
■ ONDULATÓRIA	119
PERÍODO, FREQUÊNCIA E CICLO	119
MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES	120
PULSO.....	124
ONDAS	124
ONDAS PERIÓDICAS	125
FENÔMENOS ONDULATÓRIOS.....	126
ONDAS SONORAS.....	126
ONDAS ELETROMAGNÉTICAS	128

DIFRAÇÃO	129
REFLEXÃO	129
REFRAÇÃO	129
INTERFERÊNCIA	129
EFEITO DOPPLER.....	130
REFERÊNCIAS.....	131
■ PRINCÍPIO DA ÓTICA GEOMÉTRICA.....	131
REFLEXÃO	131
ESPELHOS.....	132
■ REFRAÇÃO	138
ÍNDICE DE REFRAÇÃO	138
LEIS DA REFRAÇÃO	138
REFLEXÃO TOTAL.....	139
LENTES	140
INSTRUMENTOS ÓPTICOS SIMPLES	143
■ FENÔMENOS ELÉTRICOS.....	145
CARGA ELÉTRICA.....	145
CORRENTE ELÉTRICA	146
PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO.....	147
CONDUTORES E ISOLANTES	149
LEI DE COULOMB	149
CAMPO, TRABALHO E POTENCIAL ELÉTRICO.....	150
POTENCIAL ELÉTRICO	150
LINHAS DE CAMPO	150
SUPERFÍCIES EQUIPOTENCIAIS	151
PODER DAS PONTAS.....	153
BLINDAGEM ELETROSTÁTICA	153
DIFERENÇA DE POTENCIAL ELÉTRICO.....	154
CORRENTES CONTÍNUA E ALTERNADA	154
■ CIRCUITOS.....	155
LEI DE OHM	155
RESISTÊNCIA ELÉTRICA E RESISTIVIDADE.....	155

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES	156
POTÊNCIA ELÉTRICA	157
CAPACIDADE ELÉTRICA	157
ASSOCIAÇÃO DE CAPACITORES.....	158
GERADORES E RECEPTORES.....	158
ASSOCIAÇÃO DE GERADORES.....	159
MEDIDORES ELÉTRICOS	159
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE CIRCUITOS	160
■ MAGNETISMO	162
ÍMÃS PERMANENTES E TEMPORÁRIOS	162
FORÇA MAGNÉTICA.....	162
CAMPO MAGNÉTICO	163
ELETROÍMÃ.....	166
FORÇA MAGNÉTICA SOBRE CARGAS ELÉTRICAS	166
INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA.....	168
LEI DE FARADAY-LENZ	168
TRANSFORMADORES	169
■ FÍSICA MODERNA	170
MODELO ATÔMICO DE BROGLIE E O MODELO QUÂNTICO	170
RADIAÇÕES E MEIOS MATERIAIS.....	170
RADIOATIVIDADE E TRANSFORMAÇÕES NUCLEARES.....	173
BIOLOGIA.....	177
■ CITOLOGIA.....	177
A UNIDADE DOS SERES VIVOS.....	177
ORIGEM E EVOLUÇÃO DAS CÉLULAS	177
DIVERSIDADE E ORGANIZAÇÃO DAS CÉLULAS	177
OS COMPONENTES CITOPLASMÁTICOS.....	178
MEMBRANA CELULAR	179
NÚCLEO	179
CITOESQUELETO E MOVIMENTO CELULAR.....	179
DIVISÃO CELULAR.....	180

■ BIOQUÍMICA	181
COMPOSIÇÃO QUÍMICA MÉDIA DOS ORGANISMOS VIVOS	181
SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS	181
SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS	182
PROCESSOS DE OBTENÇÃO DE ENERGIA NA CÉLULA	183
PRINCIPAIS VIAS METABÓLICAS	183
REGULAÇÃO METABÓLICA	185
METABOLISMO E REGULAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE ENERGIA	185
REFERÊNCIAS	185
■ BIOLOGIA MOLECULAR: DNA, RNA E PROTEÍNAS.....	185
NUCLEOTÍDEOS, REPLICAÇÃO, TRANSCRIÇÃO E TRADUÇÃO.....	185
■ GENÉTICA	189
CONCEITOS IMPORTANTES	189
ÁRVORE GENEALÓGICA, OU HEREDOGRAMA	189
GREGOR MENDEL	189
LEIS DE MENDEL.....	189
PROBABILIDADE GENÉTICA.....	190
INTERAÇÃO ENTRE GENES ALELOS.....	191
CARIÓTIPO E DETERMINAÇÃO DO SEXO	192
HERANÇA SEXUAL	192
MUTAÇÕES GENÉTICAS	193
ACONSELHAMENTO GENÉTICO	194
NEOPLASIAS E A INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS.....	194
■ ORIGEM DA VIDA.....	195
HIPÓTESES SOBRE A ORIGEM DO UNIVERSO, DA TERRA E DOS SERES VIVOS.....	195
■ EVOLUÇÃO	196
CENÁRIO PRÉ-EVOLUCIONISTA	196
TEORIAS DA EVOLUÇÃO	196
PROVAS DA EVOLUÇÃO	197
ESPECIAÇÃO.....	198
SELEÇÃO ARTIFICIAL E SEU IMPACTO SOBRE AMBIENTES NATURAIS E SOBRE POPULAÇÕES HUMANAS.....	198
EVOLUÇÃO HUMANA	198

■ NÍVEIS DE ORGANIZAÇÃO BIOLÓGICA	199
O QUE SIGNIFICA ORGANIZAR AS ESTRUTURAS BIOLÓGICAS EM NÍVEIS?	199
■ DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS	199
ALGUNS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO.....	199
CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS GRANDES GRUPOS	200
BIOLOGIA DAS PLANTAS.....	202
TIPOS DE CICLO DE VIDA.....	202
HISTOLOGIA E FISILOGIA VEGETAL	203
A BIOLOGIA DOS ANIMAIS	203
FUNÇÕES VITAIS DOS SERES VIVOS E SUA RELAÇÃO COM A ADAPTAÇÃO DESSES ORGANISMOS A DIFERENTES AMBIENTES.....	205
■ EMBRIOLOGIA	207
GAMETOGÊNESE	207
FECUNDAÇÃO, SEGMENTAÇÃO E GASTRULAÇÃO	207
ORGANOGENESE	208
ANEXOS EMBRIONÁRIOS	208
DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO HUMANO	208
■ DIFERENCIAÇÃO CELULAR.....	209
■ HISTOLOGIA	209
ANIMAL	209
TECIDO EPITELIAL	209
TECIDO CONJUNTIVO.....	211
TECIDO MUSCULAR	212
TECIDO NERVOSO	213
VEGETAL	214
■ ANATOMIA E FISILOGIA HUMANA.....	214
SISTEMA CIRCULATORIO.....	214
SISTEMA DIGESTÓRIO.....	215
ÓRGÃOS DIGESTÓRIOS	216
SISTEMA URINÁRIO	217
SISTEMA REPRODUTOR	217
SISTEMA REPRODUTOR MASCULINO.....	217
SISTEMA REPRODUTOR FEMININO.....	218

SISTEMA ENDÓCRINO	218
SISTEMA NERVOSO	222
SISTEMA NERVOSO CENTRAL – SNC.....	222
SISTEMA NERVOSO PERIFÉRICO – SNP	223
ÓRGÃOS DOS SENTIDOS	223
■ IMUNOLOGIA.....	224
IMUNIDADE INATA E IMUNIDADE ADQUIRIDA.....	224
ANTÍGENOS E ANTICORPOS	225
VACINA E SORO	225
TRANSPLANTES	225
DOENÇAS AUTOIMUNES	225
■ BIOTECNOLOGIA.....	226
CÉLULAS-TRONCO.....	226
CLONAGEM	226
ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS (OGMS)	227
TRANSGÊNICOS	227
DNA RECOMBINANTE.....	228
TERAPIA GÊNICA	228
APLICAÇÕES DE TECNOLOGIAS RELACIONADAS AO DNA E A INVESTIGAÇÕES CIENTÍFICAS	228
APLICAÇÕES DA BIOTECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS, FÁRMACOS E COMPOSTOS BIOLÓGICOS.....	229
ASPECTOS ÉTICOS RELACIONADOS AO DESENVOLVIMENTO BIOTECNOLÓGICO	230
BIOTECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE	230
■ ECOLOGIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS	230
FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS	230
HABITAT E NICHOS ECOLÓGICO	230
MANUTENÇÃO DA VIDA, FLUXO DA ENERGIA E DA MATÉRIA.....	230
CADEIA ALIMENTAR	231
TEIA ALIMENTAR.....	232
CICLOS BIOGEOQUÍMICOS: ÁGUA, OXIGÊNIO, CARBONO E NITROGÊNIO.....	233
BIODIVERSIDADE.....	234
SUCESSÃO ECOLÓGICA.....	235

DINÂMICA DE POPULAÇÕES.....	235
INTERAÇÕES ENTRE OS SERES VIVOS	235
BIOGEOGRAFIA: ECOSSISTEMAS E BIOMAS BRASILEIROS	236
CARACTERÍSTICAS DOS ECOSSISTEMAS E BIOMAS BRASILEIROS	237
CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE ECOSSISTEMAS.....	237
CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.....	237
ASPECTOS BIOLÓGICOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	237
USO E EXPLORAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS	238
PROBLEMAS AMBIENTAIS	238
CONSEQUÊNCIAS DA EROSÃO.....	239
■ PRINCIPAIS DOENÇAS QUE AFETAM A POPULAÇÃO BRASILEIRA.....	241
DOENÇAS CRÔNICAS	241
VERMINOSES	241
PROTOZOÓSES.....	242
■ INFECÇÕES SEXUALMENTE TRANSMISSÍVEIS	242
TIPOS MAIS RECORRENTES DE IST	242
■ EXERCÍCIOS FÍSICOS E VIDA SAUDÁVEL.....	243
OBESIDADE	243
HIPERTENSÃO ARTERIAL.....	244
DIABETES MELLITUS	244

BIOLOGIA

C4
H14

CITOLOGIA

Dentro da ampla área da biologia, o estudo das células e suas estruturas é denominado como citologia.

A UNIDADE DOS SERES VIVOS

A célula é descrita como a menor unidade funcional e estrutural formadora dos seres vivos. É constituída por, pelo menos, três estruturas: membrana plasmática, citoplasma e material genético. Apresenta organelas que são como pequenos órgãos, com formas e funções diferentes, as quais se unem para realizar atividades essenciais ao metabolismo e à sobrevivência da célula. Têm tamanho microscópico.

Os microscópios para visualização celular podem ser **ópticos**, dependentes da luz, ou **eletrônicos**, que fazem uso de feixes de elétrons.

A **teoria celular** consiste em:

- células são unidades fundamentais da vida;
- todos os organismos são compostos por células;
- todas as células se originam a partir de outra preexistente.

ORIGEM E EVOLUÇÃO DAS CÉLULAS

Estudos mostram que o surgimento das células no planeta Terra ocorreu no início do período pré-Cambriano, há cerca de 3,5 bilhões de anos.

A hipótese mais aceita é a que indica uma atmosfera primitiva composta por gases como o metano, o hidrogênio e o gás carbônico, além de água e amônia. Em meio às tempestades frequentes, incidência de raios ultravioletas e calor, esses componentes passaram por descargas elétricas. Assim, formaram diversas combinações, dando origem às primeiras moléculas orgânicas.

Após, as moléculas orgânicas também se aglomeraram, formando proteínas e permitindo a existência das primeiras formas de vida. Nesse momento, a alimentação era à base de compostos inorgânicos presentes nos aglomerados, ou seja, heterotrófica (não eram capazes de produzir seu próprio alimento). Além disso, eram anaeróbicas, visto que não havia oxigênio na atmosfera primitiva, e apresentavam capacidade de autorreprodução, mantendo as características presentes em seu DNA.

Com o passar do tempo, surgiram formas de vida capazes de utilizar o gás carbônico, a água e a luz solar para produzir seu próprio alimento, e estas, por sua vez, foram chamadas de autotróficas. Esse processo resultava na liberação de gás oxigênio, possibilitando o surgimento de seres aeróbicos, diversificados, complexos e compostos por mais de uma célula.

Se liga!

De acordo com a hipótese heterotrófica, as primeiras formas de vida eram simples, unicelulares, heterotróficas e anaeróbicas.

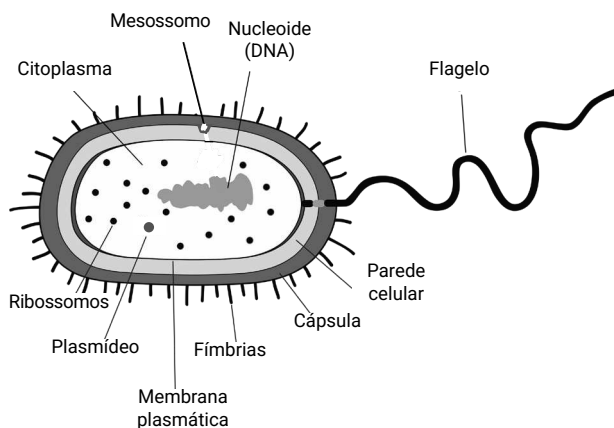
Obs.: De acordo com a hipótese autotrófica, os primeiros seres vivos realizavam a quimiossíntese para a produção de compostos orgânicos e não eram heterotróficos, como proposto por Oparin e Haldane.

DIVERSIDADE E ORGANIZAÇÃO DAS CÉLULAS

Considerando a constituição e estrutura das células, elas são classificadas em dois tipos: procariontes e eucariontes, além de apresentarem diferentes formas e funções em um organismo.

Células Procariontes

São células que apresentam o material genético disperso no citoplasma, ou seja, não possuem núcleo envolvido por membrana nuclear. São encontradas no reino Monera (*Archaea* e *Bactéria*). Exemplos: bactérias e cianobactérias.



Estruturas que constituem esse tipo celular e suas funções:

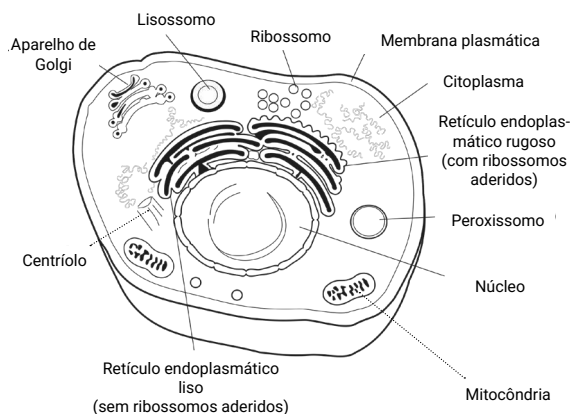
- **Membrana plasmática:** delimita a célula ao separar os meios interno e externo. Regula o transporte de substâncias que entram e saem através da permeabilidade seletiva;
- **Citoplasma:** composto por citosol (parte líquida) e partículas sólidas como os ribossomos. Mantém movimentos constantes de seu material;
- **Nucleoide:** material genético (DNA/RNA) disperso no citoplasma, ou seja, aquele que não é envolvido por membrana nuclear;
- **Cápsula:** camada de muco composta principalmente por polissacarídeos. Proteção contra o ressecamento, protege contra o ataque de anticorpos dos organismos infectados e pode ajudar em processos de adesão à outras células;
- **Parede celular:** proteção e sustentação da célula, permitindo uma forma específica. Externa à membrana plasmática. É impermeável e constituída por peptidoglicano, moléculas de açúcares ligadas a proteínas (exceção: *Archaea*);
- **Estruturas locomotoras:** permitem movimentação. Exemplos: flagelos;

- **Pili e fímbrias:** estruturas semelhantes a fios de cabelo que permitem adesão às células animais, ou até mesmo durante a troca de material genético entre bactérias;
- **Ribossomos:** organelas não membranosas, estruturas responsáveis pela síntese de proteínas;
- **Plasmídeos:** DNA circular;
- **Mesossomo:** invaginação da membrana plasmática. Associado a processos respiratórios em bactérias. No entanto, alguns pesquisadores consideram-no como apenas um resultado da fixação celular visando à coloração e à verificação de lâminas, cabendo a enzimas membranosas a respiração bacteriana.

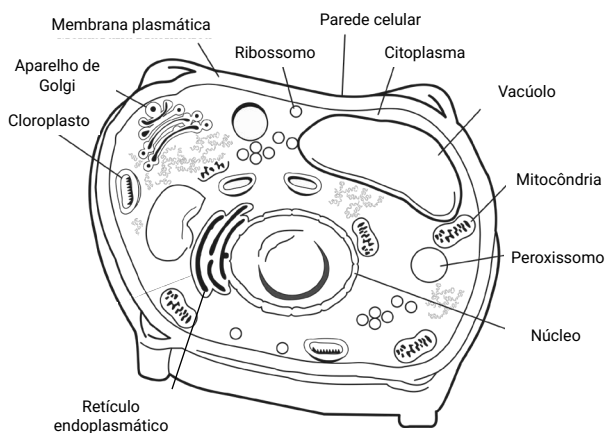
Células Eucariontes

As células eucariontes são aquelas que têm um núcleo verdadeiro, ou seja, o material genético dessas células é envolto por uma membrana nuclear, denominada carioteca. Normalmente, são maiores do que as procariontes. Suas organelas são mais complexas e apresentam membrana. Recebem dois tipos de classificação: animal e vegetal. São encontradas em todos os grupos, com exceção do reino Monera (único grupo procarionte).

● Célula Eucarionte Animal



● Célula Eucarionte Vegetal



OS COMPONENTES CITOPLASMÁTICOS

Componentes Comuns a Todas as Células

- **Membrana plasmática:** delimita a célula ao separar os meios interno e externo. Regula o transporte de substâncias que entram e saem através da permeabilidade seletiva. Constituição lipoproteica (ver com detalhes no tópico “membrana plasmática”, mais adiante);
- **Material genético:** sequências de nucleotídeos (DNA e RNA). Envolvido pela carioteca. Define as características que serão expressas (o fenótipo do organismo);
- **Citoplasma:** citosol (parte líquida) + organelas (parte sólida). Apresenta constante movimento de seus componentes;
- **Ribossomos:** síntese de proteínas. Encontram-se livres no citoplasma ou aderidos ao retículo endoplasmático rugoso. Também podem ser encontrados no interior de mitocôndrias e cloroplastos.

Componentes de Células Eucariontes

- **Carioteca (membrana nuclear):** individualiza o DNA;
- **Mitocôndrias:** apresentam membrana dupla e DNA próprio (DNA mitocondrial), sendo divididas em três regiões (matriz mitocondrial, cristas mitocondriais e espaço intermembranas). Atuam na respiração celular (metabolismo celular, produção de energia para a célula) — produção de ATP;
- **Sistema golgiense:** conjunto de bolsas membranosas achatadas e empilhadas (cisternas), que formam e liberam pequenas vesículas. Tem como função a secreção celular. Processa, empacota e envia substâncias que vieram do retículo endoplasmático para fora das células, através de vesículas. Pode, também, produzir alguns polissacarídeos da parede celular de plantas;
- **Peroxissomos:** desintoxicação. Degrada H_2O_2 . Protegem contra o estresse oxidativo;
- **Retículo endoplasmático:** conjunto de membranas que se ramifica, formando tubos e bolsas achatadas. Pode ser considerado uma continuação da membrana nuclear. Divide-se em dois tipos:

- **Liso:** não possui ribossomos aderidos à sua membrana. Realiza síntese de lipídeos (gorduras) e esteroides, hidrólise de glicogênio em células animais e atua na modificação química de drogas e pesticidas. Normalmente são encontrados em grande quantidade em células do fígado;
- **Rugoso:** apresenta ribossomos aderidos. Síntese de proteínas que serão excretadas — enviadas para fora da célula. Presente em grande quantidade nas células que secretam grande quantidade de moléculas proteicas. Exemplo: glândulas que secretam enzimas digestivas e células de defesa que secretam anticorpos, visto que enzimas e anticorpos são substâncias proteicas.

Exclusivas de Célula Animal

- **Centríolos:** importantes em processos de divisão celular (mitose e meiose). São estruturas celulares proteicas que atuam no processo de divisão celular e na formação de cílios e flagelos. Um dos

componentes do citoesqueleto são os microtúbulos, que também participam da constituição dos centríolos.

- **Lisossomos:** são formados pelo complexo golgienne. Têm função de digestão intracelular (fagocitose e pinocitose). Possuem enzimas digestivas em seu interior, as hidrolases ácidas, peptidases, proteases, lipases etc. Encontrados de forma concentrada no acrossomo do espermatozoide, por exemplo.

Exclusivas de Célula Vegetal

- **Parede celular:** sustentação. Dá formato à célula, como um esqueleto. Constituída de celulose, um carboidrato estrutural;
- **Cloroplasto:** apresenta membrana dupla e DNA próprio. Dividido em estroma e tilacoides. Realiza fotossíntese, processo que possibilita transformar energia luminosa (solar) em química (açúcar — glicose);
- **Vacúolo:** armazenamento de água. Em alguns casos pode conter enzimas digestivas, atuando em função similar à dos lisossomos (presentes em células animais).

Atenção! A teoria da endossimbiose indica que mitocôndrias e cloroplastos se originaram a partir de uma célula procarionte. Dessa forma, ambos foram fagocitados (englobados), de maneira independente, por uma célula eucarionte, passando a viver em simbiose desde então.

As provas dessa teoria se baseiam no fato de que essas duas organelas apresentam membrana dupla e DNA próprio.

MEMBRANA CELULAR

A membrana celular é constituída por carboidratos, lipídeos e proteínas. Sua organização é estabelecida de acordo com o modelo mosaico fluido, ou seja, apresenta uma bicamada lipídica (fosfolipídios) que permite a movimentação de estruturas conectadas a ela. Esses lipídeos mantêm a integridade e estabilização da membrana.

Proteínas associadas à membrana plasmática permitem a passagem de substâncias através da membrana e podem atuar no reconhecimento de sinais químicos vindos do meio externo. Carboidratos podem ser encontrados apenas na parte externa da membrana plasmática, em uma região denominada glicocálix, e têm a importante missão de reconhecimento de patógenos, por exemplo. Ademais, apresenta permeabilidade seletiva, ou seja, seleciona moléculas que podem entrar e sair da célula.

É importante que você entenda também sobre os tipos de transporte realizados através da membrana, que podem ser classificados como passivos ou ativos.

No transporte **passivo**, consideramos que não ocorre gasto de energia, ou seja, a passagem de substâncias é a favor do gradiente de concentração (do lado onde a substância está mais concentrada para o lado em que ela está menos concentrada). Além disso, o transporte passivo é subdividido em dois tipos: osmose e difusão. Na osmose, temos a passagem de solventes através da membrana, sendo a água o solvente universal, enquanto na difusão temos a passagem de solutos. Quando esses solutos atravessam diretamente a membrana, ou mesmo através de poros presentes na membrana, dizemos que é um caso de difusão simples. Entretanto, se

os solutos atravessarem a membrana com a ajuda de proteínas, teremos um caso de difusão facilitada.

Quando o transporte não é a favor do gradiente de concentração, a substância atravessa a membrana ao lado, indo de onde está menos concentrada para onde ela está mais concentrada. Dizemos que o transporte ocorre contra o gradiente de concentração. Neste caso, o transporte é classificado como um transporte **ativo**, pois precisa haver gasto de energia para atravessar a membrana. Como principal exemplo temos a bomba de sódio e potássio (Na^+/K^+).

Há, também, os transportes em massa, que carregam moléculas de maior tamanho. São classificados em endocitose (entrada de partículas), se sólidas, o que é denominado fagocitose, ou, se líquidas, é chamado pinocitose. Ao contrário, há a exocitose, caracterizada pela saída de moléculas da membrana.

NÚCLEO

É considerado a maior organela de células eucariontes e é a região que controla as atividades celulares. Dentro do núcleo, encontra-se o nucléolo, local onde são formados os ribossomos. É constituído por membrana dupla e apresenta poros que permitem trocas entre núcleo e citoplasma. Entretanto, para ultrapassar os limites do núcleo é necessário possuir uma sequência de aminoácidos específica, denominada sequência sinal.

Dentro do núcleo, podemos encontrar a molécula de DNA associada a proteínas histonas, formando a cromatina. Assim como a célula tem o citoplasma, o núcleo é preenchido por nucleoplasma.

No núcleo, ocorrem os processos de transcrição e de replicação da molécula de DNA. Após, o RNA formado é capaz de passar pelos poros e migra para o citoplasma, levando a informação necessária para a produção de proteínas, através da tradução.

Com relação ao material genético, na avaliação farmacológica de toxicidade de medicamentos é feita a análise da formação de micronúcleos, fragmentos de cromossomos (DNA no momento da divisão celular). Caso se formem, é possível ver lesões genéticas.

CITOESQUELETO E MOVIMENTO CELULAR

Conjunto de fibras com função de sustentação, forma, movimento e posicionamento. Dividem-se em:

- **Microtúbulos:** constituem os cílios e os flagelos das células eucarióticas. São cilindros ocos e sem ramificação, constituídos por moléculas de tubulina, que se originam a partir de uma região denominada centro organizador de microtúbulos. Organizam-se em nove grupos de dois microtúbulos periféricos e um grupo de dois microtúbulos centrais. Podem formar um esqueleto rígido em algumas células e auxiliam os movimentos de proteínas motoras entre diferentes estruturas dentro das células. Em células vegetais, participam da organização da parede celular (de celulose). Já em células animais, eles se associam a estruturas locomotoras como cílios (na traqueia) e flagelos (nos espermatozoides);
- **Microfilamentos:** organizam-se em filamentos individuais ou em forma de malhas (redes de filamentos), constituídos por actina. São responsáveis pela locomoção celular ou de partes específicas da célula e pela forma apresentada por ela. Atuam na contração muscular, situação em que a actina se

associa à miosina. Também participam de processos de locomoção por pseudópodes e do estrangulamento na telófase da divisão celular, onde a célula se divide em duas novas células;

- **Filamentos intermediários:** apresentam estrutura em formato de cabo. São constituídos por queratina. São importantes para manter a estabilização da célula e em casos de resistência à tensão. Esses filamentos são os responsáveis por manter o núcleo e as organelas em posições específicas dentro da célula. Podem ser encontrados, por exemplo, nas microvilosidades intestinais — preenchidas por microfilamentos de actina —, na lâmina nuclear e em conexões entre o tipo desmossomos.

I DIVISÃO CELULAR

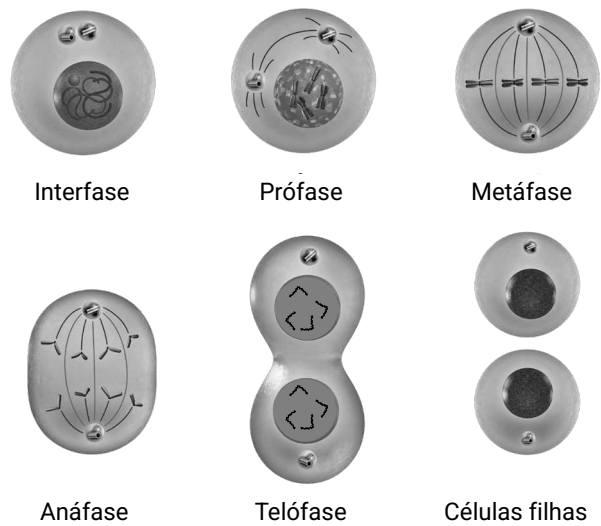
As divisões celulares podem ser do tipo mitose e meiose.

É importante saber que, na mitose, uma célula gera duas idênticas a ela (divisão equacional), enquanto na meiose uma célula gera quatro células com a metade do material genético da célula inicial (célula mãe), sendo considerada uma divisão reducional. Além disso, a meiose ocorre, em humanos, apenas em processos de formação de gametas (espermatozoide em homens e ovócitos II nas mulheres), sendo a mitose o processo responsável pela divisão em qualquer outro tipo celular.

Tanto a mitose quanto a meiose seguem um ciclo celular que contém uma fase de interfase, constituída por G1, S e G2. Em G0, a célula se mantém em quiescência celular (sem proliferação). Podemos considerar que, em G1, ela basicamente aumenta seu volume, em S duplica o DNA e, em G2, confere enzimas necessárias para a divisão celular. Se estiver tudo “ok” ela inicia o processo de divisão. Vamos entender as etapas de cada um dos processos de divisão celular:

Mitose

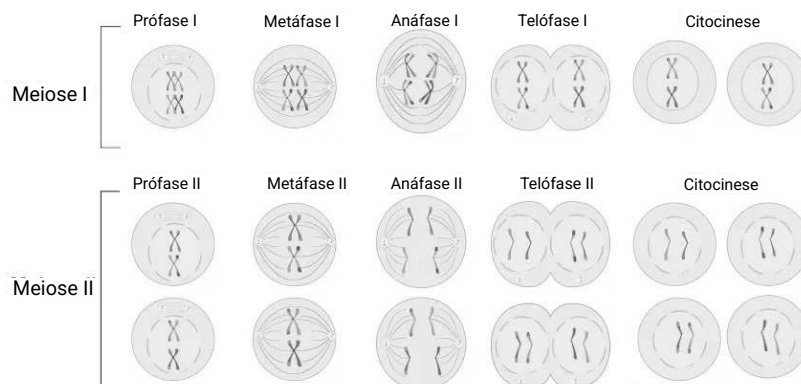
Apresenta quatro fases: prófase, metáfase, anáfase e telófase.



- **Prófase:** desaparecimento da carioteca e do nucléolo;
- **Metáfase:** cromossomos migram para a região equatorial da célula;
- **Anáfase:** separação das cromátides irmãs;
- **Telófase:** reaparecimento da carioteca e do nucléolo, e citocinese.

Meiose

Divide-se em meiose I (prófase I, metáfase I, anáfase I e telófase I) e meiose II (prófase II, metáfase II, anáfase II e telófase II).



Adaptado de: <https://static.biologianet.com/2022/08/etapas-da-meiose.jpg>. Acesso em: 16 fev. 2023.

- **Prófase I:** desaparecimento da carioteca e do nucléolo, início da migração dos centríolos para lados opostos da célula. Permite ocorrer *crossing-over* ou permutação (troca de pedaços entre cromossomos homólogos);
- **Metáfase I:** cromossomos migram aos pares para o centro da célula (região equatorial);
- **Anáfase I:** separação dos cromossomos homólogos;
- **Telófase I:** citocinese;
- **Prófase II:** ocorre o desaparecimento da carioteca e do nucléolo;
- **Metáfase II:** cromossomos migram para a região equatorial da célula;
- **Anáfase II:** separação das cromátides irmãs;
- **Telófase II:** reaparecimento da carioteca e do nucléolo, e citocinese.

Atenção! Na fase II da meiose, o processo é similar ao que ocorre na mitose.



EXERCÍCIOS COMENTADOS

1. (ENEM – 2025)

A deficiência da enzima lipase ácida causa uma doença em que o portador apresenta células que não degradam colesterol esterificado nem triglicerídeos, resultando no depósito desses compostos em diversos órgãos, principalmente no fígado.

ANDERSON, R. A. et al. In Situ Localization of the Genetic Locus Encoding [...]. Genomics, n. 1, jan. 1993 (adaptado).

Essa doença resulta da insuficiência funcional de qual estrutura celular?

- Lisossomos.
- Ribossomos.
- Mitocôndrias.
- Peroxisossomos.
- Retículo endoplasmático liso.

O enunciado afirma que a deficiência da enzima lipase ácida impede que a célula degrade colesterol esterificado e triglicerídeos, causando acúmulo dessas substâncias — especialmente no fígado.

Para interpretar isso, é importante lembrar onde ocorre a digestão intracelular de moléculas complexas. As enzimas responsáveis pela degradação de lipídios em meio ácido atuam dentro dos lisossomos, organelas ricas em enzimas hidrolíticas que quebram lipídios, proteínas e carboidratos.

Assim, se a lipase ácida não funciona, o lisossomo deixa de cumprir seu papel, levando ao acúmulo de lipídios dentro das células — exatamente o que o texto descreve.

Portanto, a insuficiência funcional ocorre nos lisossomos.

Resposta: Letra A.

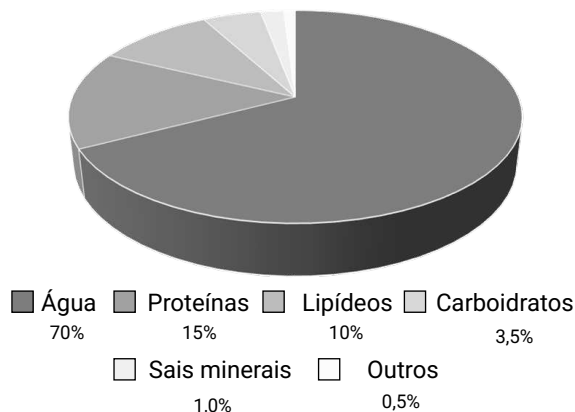
BIOQUÍMICA

C4 - H14

Bioquímica é a área da biologia responsável pelo estudo das reações químicas que ocorrem nos organismos vivos. É uma ciência amplamente utilizada na microbiologia, agricultura, indústria alimentícia, farmacologia, dentre outras.

As moléculas químicas são formadas por átomos. A matéria viva é composta por alguns elementos químicos importantes, os quais devemos sempre ter em mente ao estudar bioquímica. São eles: carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo e enxofre. A partir desses elementos são formadas substâncias químicas essenciais para a existência da vida e para a formação de um organismo.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA MÉDIA DOS ORGANISMOS VIVOS



Essa porcentagem pode variar entre diferentes espécies. Também existe variação entre os órgãos de um organismo, variações no decorrer da idade, entre outros.

Se liga!

Os elementos químicos importantes para a constituição dos organismos podem ser lembrados por meio do termo "CHONPS".

Diferenças na porcentagem de água em órgãos do corpo humano: cérebro 75%, sangue 81%, fígado 86%, músculos 75%, rins 83% etc.

Quanto à classificação, essas substâncias podem ser orgânicas ou inorgânicas. De forma simples, são diferenciadas baseado na presença ou ausência, respectivamente, do elemento carbono em suas estruturas.

SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS

São a água e os sais minerais. Temos, então, as características da água:

- **Solubilidade:** é considerada solvente universal, pois consegue dissolver uma grande quantidade de substâncias;
- **Tensão superficial:** alta coesão entre as moléculas;
- **Atua no controle da temperatura corporal:** é capaz de absorver e de conservar calor;
- Participa de diversas reações químicas importantes para os organismos.

Já os sais minerais (como ferro, cálcio e iodo, por exemplo) são assim caracterizados:

- desempenham várias funções em um organismo, sendo responsáveis pela manutenção do funcionamento adequado;
- são obtidos por meio da alimentação (o corpo não produz);
- atuam como reguladores enzimáticos em reações químicas e no equilíbrio osmótico do organismo.

O ferro, por exemplo, tem a função estrutural de compor a hemoglobina, proteína das hemácias (glóbulos vermelhos ou eritrócitos); essas células sanguíneas são responsáveis por transportar os gases respiratórios, majoritariamente o oxigênio. A deficiência desse mineral acarreta um tipo de anemia, denominada ferropriva. O cálcio está relacionado com eventos como ativação da coagulação sanguínea e da contração muscular. Já o iodo, por sua vez, forma os hormônios da tireoide, T3 e T4, envolvidos com o metabolismo celular.

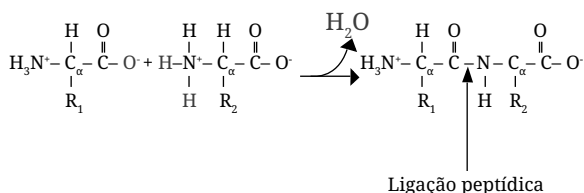
I SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS

Proteínas

Compostos de extrema importância para o organismo. Desempenham funções estruturais, energéticas, enzimáticas, hormonais e de defesa.

As proteínas são formadas por conjuntos de aminoácidos. Os aminoácidos são formados por reações de condensação do tipo ligação peptídica que ocorrem entre grupamentos amino e grupamentos carboxila, resultando na liberação de uma molécula de água. Estruturalmente, são compostos por um átomo de carbono central (carbono α), um átomo de hidrogênio, um grupo amino, um grupo carboxila e um grupo R.

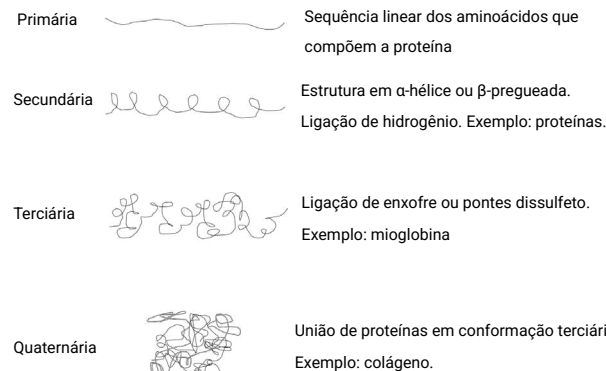
Observemos, a seguir, proteínas:



As proteínas são compostos orgânicos de grande importância para o bom funcionamento de um organismo. Elas desempenham diversas funções, sendo: estruturais, energéticas, enzimáticas, hormonais e de defesa.

FUNÇÃO	EXEMPLOS
Estrutural	Proteínas de membrana — membrana plasmática Actina e miosina — músculos Queratina — cabelos e unhas Colágeno — pele
Energética	Fontes alimentares — 4 kcal/g
Enzimática	Lipases — digerem lipídeos Proteases — digerem proteínas
Hormonal	Insulina — pâncreas
Defesa	Anticorpos

São classificadas em quatro tipos, de acordo com a configuração espacial apresentada:



As proteínas apresentam conformações (formatos) específicos para as funções que irão desempenhar. Se esse formato for alterado por algum motivo, ela pode perder a capacidade de desempenhar sua função. E quais fatores poderiam causar essa perda de função?

- aumento da temperatura;
- alterações de PH;
- salinidade.

O aumento da temperatura pode resultar na desnaturação da proteína e, conseqüentemente, na perda de função. Algumas desnaturações são reversíveis (exemplo: alisamento do cabelo por uso de chapinha quente) e outras irreversíveis (exemplo: clara do ovo após cozimento).

Carboidratos

Conhecidos também como açúcares, glicídios ou hidratos de carbono, eles são importantes para o metabolismo energético e na formação de componentes estruturais.

Os carboidratos são considerados a principal fonte de energia das células e são classificados em três grandes grupos, monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos:

- **Monossacarídeos:** apenas uma molécula de carboidrato. Exemplos: glicose, frutose e galactose;
- **Dissacarídeos:** duas moléculas de carboidrato unidas. Exemplos: maltose (glicose + glicose), sacarose (glicose + frutose) e lactose (glicose + galactose);
- **Polissacarídeos:** várias moléculas de carboidrato unidas. Exemplos: glicogênio, amido, quitina e celulose.

Atenção! Carboidratos simples são facilmente absorvidos pelo organismo. Carboidratos complexos precisam ser quebrados em moléculas simples antes de serem absorvidos. Por este motivo, devemos dar preferência a monossacarídeos quando queremos fornecer energia mais rapidamente ao organismo.

Lipídeos

Conhecidos também como gorduras, são insolúveis em água. Participam do metabolismo energético atuando como reserva de energia. Atuam na formação

de componentes estruturais, têm função hormonal, protegem contra variações de temperatura (isolante térmico) e contra choques mecânicos.

Os lipídeos são classificados como:

- **Glicerídeos:** formado pela união entre ácidos graxos e glicerol. Exemplo: triglicerídeo (três moléculas de ácido graxo);
- **Fosfolipídios:** atuam na composição das membranas celulares. É formado pela união de glicerídeo com um fosfato;
- **Carotenoides:** são pigmentos com coloração alaranjada presentes em células vegetais;
- **Cera:** composto responsável por evitar a perda de água por transpiração. Pode ser encontrado em superfícies foliares, em ceras de abelhas ou de ouvido humano e sobre a estrutura corporal de alguns insetos;
- **Esteroides:** como exemplo, temos os hormônios sexuais masculinos e femininos (testosterona, estrogênio e progesterona) e o colesterol.

Essa molécula de colesterol pode se associar a proteínas presentes no sangue e formar lipoproteínas, as famosas moléculas de HDL (colesterol bom) e de LDL (colesterol ruim).

Ácidos Nucleicos

Formados pelo conjunto de nucleotídeos. Classificam-se em ácido desoxirribonucleico (DNA) e ácido ribonucleico (RNA). Têm como função carregar a informação genética, bem como codificar e traduzir informações referentes à síntese de proteínas.

Vitaminas

Auxiliam na manutenção e no bom funcionamento do organismo, sendo obtidas via alimentação. Atuam como coenzimas (catalisadores enzimáticos). Não fornecem energia aos organismos. Quando em falta, o indivíduo sofre por avitaminose, e, quando em excesso, denominamos hipervitaminose. Encontram-se divididas em dois grupos: as vitaminas hidrossolúveis e as lipossolúveis.

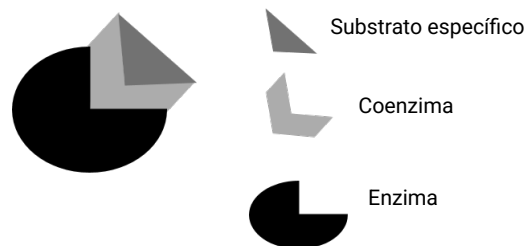
- **Hidrossolúveis:** solubilizam em água. Vitaminas: C e complexo B. O excesso é descartado na urina;
 - **Deficiências hidrossolúveis:** vitamina C = escorbuto, vitamina B1 = beribéri.
- **Lipossolúveis:** solubilizam em lipídeos. Vitaminas: A, D, E e K;
 - **Deficiências lipossolúveis:** vitamina A = cegueira noturna, vitamina D = raquitismo, vitamina E = esterilidade, vitamina K = deficiência na coagulação sanguínea.

Enzimas

As enzimas são proteínas com capacidade de aumentar a velocidade da reação, sendo classificadas como catalisadores biológicos. Isso é possível porque elas conseguem diminuir a energia de ativação necessária para a realização do processo.

Também são específicas para cada substrato, funcionando no mecanismo chave-fechadura, ou seja, se ligam apenas a substratos com um encaixe perfeito.

Além disso, temos as coenzimas (exemplo: vitaminas), que podem atuar no processo, mas apenas quando for necessário.



As enzimas podem ser reutilizadas em diferentes reações, já que não ocorre gasto delas durante as reações químicas. O melhor funcionamento das enzimas ocorre em uma temperatura ideal e um pH ótimo, e isso vai variar para cada uma.

É preciso saber o local e a forma de ação das enzimas para encontrar as melhores condições de funcionamento. Um exemplo disso é a amilase salivar, com funcionamento ideal em pH ligeiramente mais básico. Quando chega ao estômago, que apresenta pH ácido, ela é inativada e, no intestino, a amilase pancreática passa a exercer a função de hidrolisar o amido.

PROCESSOS DE OBTENÇÃO DE ENERGIA NA CÉLULA

Metabolismo Energético

Reações químicas ocorrem o tempo todo em organismos vivos. Denominamos “metabolismo energético” o conjunto de reações que tem como objetivo a obtenção de energia.

Podemos dizer que os processos metabólicos consistem em sucessivas atividades anabólicas e catabólicas, como ganhos e gastos de energia. Isso significa que estamos formando e quebrando substâncias o tempo todo.

No anabolismo, as moléculas são formadas (reações de síntese) e no catabolismo, elas são quebradas (reações de degradação), liberando produtos que podem ser utilizados em outras reações, inclusive anabólicas. Como exemplos, temos a fotossíntese e a respiração celular, respectivamente.

Além disso, devemos lembrar que existem organismos capazes de produzir seu próprio alimento, os autotróficos, e organismos que não possuem essa habilidade, os heterotróficos. Sendo assim, precisamos entender e descrever os mecanismos que cada um deles utiliza para obter energia.

PRINCIPAIS VIAS METABÓLICAS

Reações de Síntese

Síntese de compostos orgânicos a partir de inorgânicos, realizada apenas por organismos autotróficos. São **endotérmicas** — precisam de energia para acontecer.

Fotossíntese

Energia luminosa é transformada em energia química.

Reação: