Projeto Material Didático Público

ELOGIO DO APRENDIZADO

Aprenda o mais simples! Para aqueles
Cuja a hora chegou
Nunca é tarde demais!
Aprenda o ABC; não basta, mas
Aprenda! Não desanime!
Comece! É preciso saber tudo!
Você tem que assumir o comando!
Aprenda, homem no asilo!
Aprenda, homem na prisão!
Aprenda, mulher na cozinha!
Aprenda, ancião!
Você tem que assumir o comando!
Frequente a escola, você que não tem casa!
Adquira conhecimento, você que sente frio!
Você que tem fome, agarre o livro: é uma arma.
Você tem que assumir o comando.
Não se envergonhe de perguntar, camarada!
Não se deixe convencer
O que não sabe por conta própria
Não sabe.
Verifique a conta
É você que vai pagar.
Ponha o dedo sobre cada item
Pergunte: o que é isso?
Você tem que assumir o comando.

(Bertolt Brecht)

Edição 2021

NÚCLEO PRÁXIS-USP

Índice das Matérias

I - Português/Gramática
II - Português/Literatura
III - Redação
IV - História
V - Geografia
VI - Matemática
VII - Física
VIII - Química
IX - Biologia
X - Inglês
Extra - Impulso Inicial

Apostila

"Educando para a construção de uma nova sociedade em que os seres humanos possam ser livres"

CURSINHO POPULAR dos estudantes da USP

Projeto Político-Pedagógico da Associação Cultural de Educadores e Pesquisadores da Universidade de São Paulo

ACEPUSP

ASSOCIAÇÃO CULTURAL de EDUCADORES e PESQUISADORES da USP

*

NÚCLEO PRÁXIS de PESQUISA, EDUCAÇÃO POPULAR e POLÍTICA da USP

Projeto Político-Pedagógico de Educação Popular / Edição Digital

“ MATERIAL DIDÁTICO PÚBLICO ”

Esta obra foi escrita coletivamente por professores e estudantes universitários, trabalhadores e militantes pela democratização do ensino que entre 2002 e 2008 construíram o CURSINHO POPULAR DOS ESTUDANTES DA USP: projeto de educação popular da ACEPUSP, entidade oriunda do movimento estudantil uspiano da década de 1990. Dentre seus autores, alguns foram antes membros do CURSINHO DO CRUSP, agremiação em meio à qual se começou a conceber o plano deste material, nos últimos anos do século XX. A presente edição digital foi organizada, revista e atualizada em 2021 pelos pesquisadores e educadores do NÚCLEO PRÁXIS-USP – coletivo político-acadêmico que em parte se originou da militância acepuspiana.

***

Agradecemos o APOIO das seguintes entidades que de variadas formas, mediante parcerias e auxílios econômicos diretos ou infraestruturais, ajudaram a compor este projeto: SINTUSP, AMORCRUSP, ADUSP, DCE-Livre da USP, ASIB/Inst. Butantã, Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra, APEOESP, APROPUC, SINPRO-SP, Partido dos Trabalhadores/DZ-Butantã, Programa Diversidade na Universidade/MEC-UNESCO, Fórum Nacional de Cursinhos Pré-Universitários Populares, Instituto Cultura Latina, Inst. Desenvolv. Tradições Indígenas, Depto. História-USP, Depto. Geografia-USP, Depto. Filosofia-USP, Deptos. de Letras-USP, Deptos. de Ciências Sociais-USP, Inst. Física-USP, Depto. Jornalismo-USP, Depto. Artes Plásticas-USP, Fac. Educação-USP, Inst. Matemática e Estat.-USP, Fac. Arquitetura e Urban.-USP, Inst. Oceanografia-USP, Inst. Biociências-USP, Jornal A Palavra Latina, Jornal Brasil de Fato, Jornal do Campus-USP, Rádio Livre da USP “106.X”, Escola Mun. E. F. Amorim Lima-SP, Paróquia Sagrado Coração de Jesus/Pq. Continental-SP, Espaço Cultural O Jardim Elétrico, Espaço Cult. COHAB-Raposo Tavares, e os Centros Acadêmicos de Filosofia, História, Geografia, Letras, C. Sociais, Física, Matemática, Comunicação e Artes, Pedagogia, Engenharia Civil, Arquitetura, Psicologia, Biologia, Bioquímica, Oceanografia, Química, Astronomia e Geologia da USP, e de C. Sociais e Economia da PUC-SP, dentre outros colaboradores.

É ESTRITAMENTE PROIBIDA A COMERCIALIZAÇÃO DESTE CONJUNTO DE APOSTILAS PRÉ-UNIVERSITÁRIAS: MATERIAL DIDÁTICO PÚBLICO E GRATUITO!

*

TRABALHO POLÍTICO-PEDAGÓGICO SEM FINS LUCRATIVOS DESENVOLVIDO PARA USO NA EDUCAÇÃO POPULAR *PRÉ-UNIVERSITÁRIA* – CONCEITO QUE TRANSCENDE O DE *PRÉ-VESTIBULAR*, EM DEFESA DA UNIVERSALIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO SUPERIOR E DO FIM DA EXCLUSÃO VESTIBULAR!

*

OS EDITORES SOLICITAM QUE LHES SEJAM COMUNICADOS QUAISQUER EQUÍVOCOS E IMPRECISÕES DESTE MATERIAL DIDÁTICO, OU PROBLEMAS COM EVENTUAL UTILIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES CUJA FONTE NÃO TENHA SIDO REFERENCIADA OU QUE ESTEJAM EM DESACORDO COM ALGUM DIREITO.

[CONTATO: nucleopraxis.usp.br@gmail.com]

*

PARTES DESTA OBRA PODEM SER REPRODUZIDAS, DESDE QUE CITADA A FONTE:

ACEPUSP; NÚCLEO PRÁXIS-USP (autoria coletiva). **Material Didático Público**: ***apostilas pré-universitárias do Cursinho Popular dos Estudantes da USP*** [10 volumes e tomo introdutório]. São Paulo: Edições Núcleo Práxis-USP (Biblioteca Popular), 2021 [baseada na 2ª edição impressa, de 2008, em 4 volumes e introdução/ atualizada e revisada em 2021]. **Disponível em: https://nucleopraxisusp.org .**

PROJETO “MATERIAL DIDÁTICO PÚBLICO”

AUTORES / ACEPUSP*

*** Lista dos principais coautores, militantes da educação popular, membros e parceiros da ACEPUSP que – entre outros colaboradores – conceberam, coordenaram, escreveram, revisaram e produziram coletivamente esta obra em sua 1ª edição (2002/2003) e 2ª edição (2007/2008).**

PROFESSORES MEMBROS DA COORDENAÇÃO GERAL DO PROJETO

Adalberto Tadeu (Geografia-FFLCH-USP)
Alexandre Ribeiro Leichsenring (Inst. Matemática e Estatística-USP)
Cassiano Reinert Novais dos Santos (Fac. Economia e Adm.-USP/ Inst. Matemática e Est.-USP)
Cesar Antonio Alves Cordaro (Fac. Direito-USP/ Sind. Advogados-SP)
Emerson Rios Viana (Ciências Sociais-FFLCH-USP)
Ferenc Diniz Kiss (Inst. Física-USP)
Geraldinho José da Cunha (Sintusp)
Igor Martins Fontes Leichsenring (História-FFLCH-USP)
Ivan Martins Fontes Leichsenring (Letras-FFLCH-USP)
Mariana Vieira Helene (Inst. Física-USP/ Direito-PUC-SP)
Paulo Henrique Tavares Cesar (Inst. Geociências-USP)
Roseana de Souza Pellozo (Inst. Física-USP)
Silfarlem Junior de Oliveira (Artes Visuais-UFES)
Thiago Rocha Cardoso (Inst. Matemática e Estatística-USP/ Fac. Educação-USP)
Yuri Martins Fontes Leichsenring (Esc. Politécnica-USP/ Filosofia-FFLCH-USP)

PROFESSORES MEMBROS DAS COORDENADORIAS PEDAGÓGICAS

Ana Luiza de Azevedo Pires Sérios (Inst. Física-USP/ Jornalismo-PUC-SP)
Anna Karina Diniz Kiss (Fac. Educação-USP)
Antonio Araujo (Letras-FFLCH-USP)
Carolina Poppi (Letras-FFLCH-USP)
Dafne Lima Pessanha de Morais Melo (Jornalismo-PUC-SP/ História-FFLCH-USP)
Elder Nascimento (Letras-FFLCH-USP)
Eduardo Calderini (IME-USP)
Gabriela Viacava (Letras-FFLCH-USP)
Henrique Peres (Letras-FFLCH-USP)
Jacy Gameiro (Inst. Biologia-Unicamp)
João Victor Pavesi de Oliveira (Geografia-FFLCH-USP)
Júlio César da Silva (Inst. Matemática e Estatística-USP)
Leonel de Miranda Sampaio (Fac. Economia e Administração-USP)
Maria Elaine Andreoti (Letras-FFLCH-USP)
Patrícia Amorim da Silva (Letras-FFLCH-USP)
Pedro Kawamura Gonçalves (Inst. Biologia-USP)
Rafael Eichemberger Ummus (Inst. Biologia-USP)
Robson Tadeu Muraro (História-FFLCH-USP)
Renato Douglas Gomes Ribeiro (Inst. Matemática e Estatística-USP)
Rodrigo Ramos da Silva (Inst. Física-USP)
Samantha Stamatiu (Letras-FFLCH-USP)
Simone Bazarian Vosgueritchian (Inst. Biologia-USP)
Suely Midori Aoki (Inst. Física-USP)
Telmo Egmar Camilo Deifeld (Eng. Civil-UFSM/ Esc. Politécnica-USP)
Tiago Barbosa (História-PUC-SP)
Waldo Lao Fuentes Sánchez (Escuela Nac. Antropología e Historia-México)

PROJETO “MATERIAL DIDÁTICO PÚBLICO”

EDIÇÃO DIGITAL – 2021

[OBRA EDITADA EM 11 VOLUMES]

ORGANIZADA, REVISTA E ATUALIZADA PELO

NÚCLEO PRÁXIS de PESQUISA, EDUCAÇÃO POPULAR e POLÍTICA da UNIVERSIDADE de SÃO PAULO

*

ORGANIZAÇÃO GERAL DA EDIÇÃO

YURI MARTINS FONTES L.

*

REVISÃO FINAL E EDITORAÇÃO

ARGUS ROMERO ABREU DE MORAIS
FERENC DINIZ KISS
IVAN MARTINS FONTES LEICHSENRING
MARIANA VIEIRA HELENE
YURI MARTINS FONTES L.

*

REVISÕES ESPECÍFICAS E ATUALIZAÇÃO DE CONTEÚDO

ARGUS ROMERO ABREU DE MORAIS
ATHOS LUIZ VIEIRA
CARLOS ALBERTO BORBA
FERENC DINIZ KISS
IVAN MARTINS FONTES LEICHSENRING
JOANA APARECIDA COUTINHO
MARIANA MENDONÇA MEYER
MARIANA VIEIRA HELENE
PAULO ALVES JUNIOR
PAULO HENRIQUE TAVARES CESAR
PEDRO ROCHA FLEURY CURADO
ROSA MARIA TAVARES ANDRADE
SOLANGE STRUWKA
YURI MARTINS FONTES L.

PROJETO “MATERIAL DIDÁTICO PÚBLICO”

NOTA SOBRE A EDIÇÃO DIGITAL E ORIENTAÇÃO AO ESTUDANTE

Esta edição digital foi elaborada pelo NÚCLEO PRÁXIS–USP, coletivo político-acadêmico vinculado ao LEPHE/História-USP (coord. prof. Wilson do Nascimento Barbosa), criado em 2015 por iniciativa de antigos membros-fundadores da ACEPUSP, juntamente com pesquisadores participantes do Seminário das Quartas/Filosofia-USP (coord. prof. Paulo Eduardo Arantes), com o propósito de atuar na educação popular, formação política e difusão do pensamento socialista.

O texto-base usado na composição desta edição digital é o da 2ª edição impressa, finalizada em 2008. Originalmente, a coleção de APOSTILAS foi dividida em quatro volumes (duas por semestre), além de tomo introdutório. Contudo, visando oferecer uma melhor organização ao estudante pré-universitário – especialmente o autodidata – que busque apoio nesta obra, optou-se na nova edição por estruturar o conjunto do MATERIAL DIDÁTICO PÚBLICO de acordo com suas disciplinas (áreas normalmente cobradas em exames de seleção), totalizando-se assim dez volumes, mais uma introdução: Português/Gramática, Português/Literatura, Redação, História, Geografia, Matemática, Física, Química, Biologia, Inglês, e o tomo extra *Impulso Inicial*.

O estudante deve estar atento ao fato de que, apesar dos esforços dos atuais editores, educadores e pesquisadores por revisar e atualizar o texto original das apostilas, sempre haverá lacunas em qualquer material didático: manuais de estudos nunca são autossuficientes; e há temas que necessitam de renovação mais frequente ou específica. Além disto, de uma perspectiva mais ampla cabe observar que nenhuma teoria é conclusiva: como mostra o pensamento contemporâneo, não existem ciências definitivas, rígidas ou “exatas” (essa crendice *ideológica* da modernidade) – mas o conhecimento se movimenta com a história, dialeticamente.

Por outro lado, tendo-se em vista a falta de democratização da rede mundial (*internet*) – que vem sendo antes usada para segregar e lucrar, de que para incluir e socializar saberes –, este material didático deve servir, para além de seu vasto conteúdo ainda atual, crítico e pedagogicamente bem trabalhado, como um importante ROTEIRO DE ESTUDOS, que oferece um panorama básico dos principais temas exigidos em variadas provas: um guia a partir do qual se poderá pesquisar na rede ou em bibliotecas, com mais facilidade, as informações específicas faltantes ou futuramente vigentes.

Quanto aos EXERCÍCIOS, recomenda-se aos estudantes acessarem as plataformas universitárias e de ensino oficiais e públicas (ENEM, USP, UNICAMP, etc.), onde podem ser encontradas inúmeras questões de exames atuais, cuja tendência – louvável – tem sido a de promover a interdisciplinaridade, quebrando as artificiais fronteiras científicas *modernas* com que a academia ainda divide o conhecimento. Estes são alguns endereços:

ENEM (www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem/provas-e-gabaritos); FATEC (www.vestibularfatec.com.br/provas-gabaritos); USP/FUVEST (www.fuvest.br); UFBA (www.vestibular.ufba.br); UFMG (www.ufmg.br/copeve); UFSCar (www.ufscar.br); UNESP (www.vunesp.com.br/vestibulares); UNICAMP (www.comvest.unicamp.br); UNIFESP (www.vestibular.unifesp.br).

NOTA ORTOGRÁFICA

O Projeto “Material Didático Público” foi desenvolvido durante a fase de transição para entrada em vigor do “Novo Acordo Ortográfico” da língua portuguesa. A atual edição digital e revista incorporou tais mudanças, porém com algumas ressalvas: como é o caso de certas regras de hífen (imprecisas e polêmicas); e de regras consideradas equivocadas, como normas que causam ambiguidade e dificultam a pronúncia e a própria fluidez da leitura (por exemplo, a confusa supressão do acento da forma verbal “pára” – palavra que mantivemos acentuada).

NOTA POLÍTICA

A partir da segunda década do século XXI, a ACEPUSP passou a ser gerida por pessoas já sem ligação com os fundadores da entidade, como grupos cooperativistas que, embora manifestem viés progressista, não necessariamente mantiveram as perspectivas socialistas, educacionais, histórico-científicas e o caráter de projeto popular crítico segundo os quais a associação foi construída – e conforme consta em seu estatuto de fundação. Desse modo, seus membros-fundadores e demais pioneiros (alguns dos quais ora membros do Núcleo Práxis-USP) não são responsáveis pelo teor que porventura poderá ser encontrado em novas edições ou outras versões deste material didático, ou ainda pelas práticas institucionais implementadas desde então na ACEPUSP (associação que hoje não conta com a participação de nenhum de seus criadores).

ASSOCIAÇÃO CULTURAL DE EDUCADORES E PESQUISADORES DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Biologia

(tomo IX)

Biologia

Sumário Geral

Parte I.....8

Parte II.....93

Biologia

Parte I

ÍNDICE DE BIOLOGIA – PARTE I

FRENTE UM

1. Níveis de organização em Biologia e a base química da vida
Introdução
O que é a vida?
A base química da vida
A água
Os sais minerais
Os carboidratos
Os lipídios
As vitaminas
2. Proteínas
Introdução
Estrutura e função das proteínas
Papel enzimático das proteínas
A proteína como defensora do organismo
3. Ácidos nucleicos e a síntese de proteínas
Os ácidos nucleicos
Síntese de proteínas
Tipos de RNA
A duplicação e a transcrição
Tradução
Mutações do código genético
4. Citologia
Introdução
Composição celular
5. Metabolismo Energético
Processos de liberação e de incorporação de energia
A fermentação
Quimiossíntese
6. Divisão Celular
Divisão celular e tipos de reprodução
Tipos de divisão celular
Mitose
Meiose
Comparação: mitose e meiose
Comparação: mitose vegetal e mitose animal
7. 1ª. Lei de Mendel, ausência de dominância e genes letais
Conceitos importantes
Introdução: o trabalho de Mendel e as aplicações da genética
O experimento
Os resultados e sua interpretação
Regra da adição (regra do ou)
Regra da multiplicação (regra do e)
Análise de genealogias
Montando genealogias
Ausência de dominância ou codominância
Genes letais
Alelos múltiplos

FRENTE DOIS

1. As origens da vida
Introdução
Abiogênese (ou da geração espontânea) vs. biogênese
Histórico da avaliação das teorias bióticas e abióticas
A contribuição definitiva de Pasteur
A evolução das substâncias químicas
Teorias atuais sobre a origem da vida na Terra
2. Evolução
Introdução
Evidências da evolução
Lamarckismo
Darwinismo
A teoria evolutiva moderna, ou o neodarwinismo
Especiação
Isolamento reprodutivo
3. O sistema de classificação dos seres vivos, vírus e reino monera
Introdução
O sistema binomial de Lineu
As regras de nomenclatura
Árvores filogenéticas
Classificação geral dos seres vivos
Os vírus
O vírus da AIDS ou Síndrome da Imuno-Deficiência Adquirida
Outras doenças virais
4. Reino Protista e Fungi
Protozoários (Filo Protozoa)
Ciclos de vida de protozoários parasitas importantes
Reino Fungi
Líquens
5. Embriologia
Tipos de Óvulos
Segmentação ou Clivagem
Fases do Desenvolvimento Embrionário
Anexos Embrionários
Destino dos Folhetos Embrionários
6. Reino Animal – Conceitos básicos, Filo PorIfera e Filo Cnidaria
Conceitos básicos
Filo Cnidaria ou Choelenterata
7. Filos Platelminte, Asquelminte, Anellida e Mollusca
Os Vermes
Filo Asquelminte
Filo Anellida
Filo Mollusca
8. Filos Arthropoda e Echinodermata
9. Filo Chordata

Gabarito de Biologia

FRENTE UM

1. NÍVEIS DE ORGANIZAÇÃO EM BIOLOGIA E A BASE QUÍMICA DA VIDA

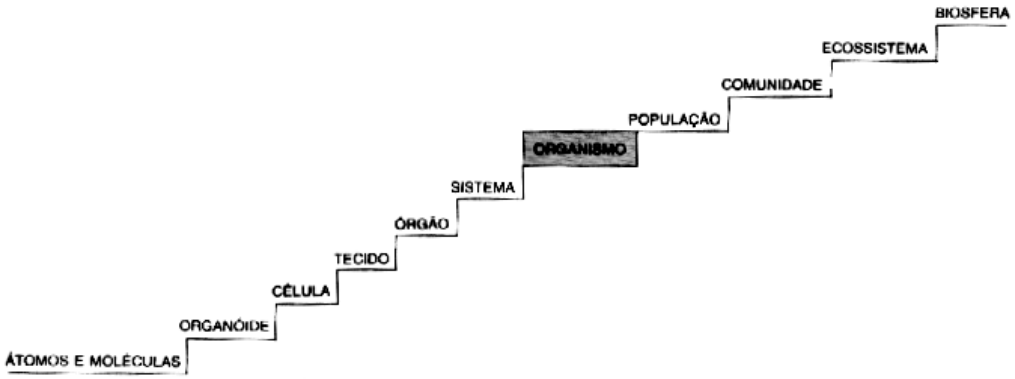
INTRODUÇÃO

A biologia é uma ciência ampla e abrangente, e pode ser subdividida em algumas áreas de conhecimento, a saber: bioquímica, biologia molecular, genética, fisiologia, anatomia, embriologia, etologia, zoologia, botânica, ecologia e outras. Ela abarca assim muitos níveis de organização diferentes dos seres vivos.

Tomemos o ser humano como exemplo. O estudo do corpo humano passa pela análise dos sistemas (circulatório, digestivo etc.), dos órgãos que os formam (coração, pulmão etc.), das células que compõem esses órgãos (células musculares, do muco, hemácias etc.), dos componentes celulares (organelas, citoesqueleto, núcleo etc.) e de sua composição molecular (da membrana plasmática, das proteínas enzimáticas, do citoesqueleto, entre outros). Lembrando que tudo isso é controlado e/ou determinado através da expressão da informação genética contida no genoma do indivíduo em questão. Por outro lado, podemos pensar nas interações desse organismo com o meio em que vive (ecossistema), compreendendo os componentes físico-químicos desse meio (fatores abióticos); os outros seres vivos (comunidade); os outros seres humanos (população); entre outros.

Assim, cada um de nós constitui um todo composto por partes, em constante interação com o meio. Falaremos destas partes: células, órgãos, tecidos, sistemas, componentes orgânicos (carboidratos, proteínas, lipídeos etc.) e não orgânicos (água, sais minerais, moléculas inorgânicas).

No esquema a **seguir**, podemos visualizar uma sequência entre os diversos níveis de organização da matéria e da vida, os quais são estudados por diversas áreas de pesquisa em biologia.



Devemos observar então que, apesar de ter tantas especialidades, a Biologia busca o conhecimento sobre os fenômenos da vida, desde hipóteses do seu início até as intrincadas relações dentro de um ser vivo e entre seres vivos num ecossistema.

O QUE É A VIDA?

Para começar a pensar sobre essa questão, vejamos a definição de "ser vivo" elaborada pelo biólogo e filósofo chileno Humberto Maturana. Para ele:

> "Um ser vivo seria um sistema que fosse capaz de construir e organizar suas próprias partes em um todo funcional, que constantemente se relaciona com o meio e, em função desse relacionamento, altera e ajusta seu funcionamento".

Dessa forma, um ser vivo pode ser visto como tal por ser capaz de organizar e construir a si próprio, tirando e trocando energia e elementos com o meio em que vive. Para dar mais concretude e ajudar na compreensão dessa definição, vamos citar as características fundamentais dos seres vivos:

- desenvolvem-se, ou seja, passam por estágios diferentes do nascimento até a morte;
- repõem o material desgastado, retirando matéria-prima e energia do meio em que vivem;
- apresentam uma série de reações químicas controladas – o metabolismo;
- respondem a estímulos do ambiente, regulando e ajustando seu funcionamento;
- produzem descendentes semelhantes, transmitindo suas características através do material genético (DNA e RNA).

Também podemos pensar a vida como um processo bioquímico, utilizando energia para organizar e reproduzir moléculas orgânicas complexas, que se perpetuam através da reprodução e que, juntas, compõem os seres vivos, desde as mais simples bactérias até um complexo mamífero. Esta afirmação ficará mais visível quando estudarmos a organização celular e as teorias da origem da vida.

A BASE QUÍMICA DA VIDA

Fisicamente, somos o que ingerimos. Todos os dias, nos alimentamos de diversos tipos de nutrientes, ou assim deveríamos fazê-lo, já que todos nós necessitamos de uma alimentação regular e equilibrada para suprir o organismo com seus nutrientes básicos. No entanto, sabemos que, na distribuição alimentar mundial, alguns indivíduos (a minoria) comem de tudo, enquanto os outros (a maioria) não comem o mínimo necessário para viver.

As necessidades básicas da alimentação para os seres vivos são a obtenção de energia para os processos vitais, de elementos para a composição da matéria viva do corpo e de elementos para o controle das reações que ocorrem no organismo. Na alimentação básica brasileira – que inclui arroz, feijão, açúcar, salada, ovo, carne, café, leite, pão e manteiga –, notamos que esses alimentos fornecem ao organismo carboidratos, proteínas e gorduras, além de vitaminas e sais minerais.

Para uma melhor compreensão da importância desses elementos, dos fenômenos bioquímicos e de como eles ocorrem em nível celular, estudaremos agora um pouco das moléculas que compõem a célula e como se dá sua interação, permitindo a ocorrência das funções celulares.

A ÁGUA

A manutenção da vida na Terra está associada à água. Acredita-se que as primeiras formas de vida teriam surgido nos mares primitivos. Isso se deve principalmente às suas propriedades físico-químicas. A água compõe cerca de 75% da massa total dos seres vivos. Esse valor pode variar entre seres distintos: por exemplo, em uma água-viva, 98% do peso do seu corpo é constituído por água. Pode variar também entre seres de uma mesma espécie, com sexo ou estágios de vida diferentes – na espécie humana, 70% do peso de um bebê é água, enquanto o idoso tem 60% –; há, ainda, variação entre os diferentes órgãos de um ser vivo: 90% do peso do encéfalo e 25% dos ossos são água.

A molécula da água, por causa de sua composição química H2O, em que o oxigênio exerce um poder de atração diferente daquele dos átomos de hidrogênio, é chamada molécula polar (um polo da molécula tem afinidade elétrica diferente do outro). Esta propriedade faz com que as moléculas polares se dissolvam quando imersas em água. Como este poder de dissolução da água é muito grande, ela é chamada de "solvente universal". Tal característica é muito importante, pois é nela que ocorrem as diversas reações químicas do metabolismo da célula. Por outro lado, moléculas apolares (sem diferença de atração entre as partes da molécula) não têm uma boa interação com a água. Isto teria permitido a formação das primeiras membranas compostas por lipídios e proteínas, sendo fundamentais à formação das primeiras células.

A água tem um alto calor específico (diz-se de uma substância quando é grande a quantidade de energia necessária para aquecer certa quantidade da mesma). Deste modo, a água atua no equilíbrio térmico dentro da célula, impedindo mudanças bruscas de temperatura, o que é muito importante, dado que as reações químicas celulares ocorrem num estreito intervalo de temperatura. Também a água absorve grande quantidade de calor para se vaporizar, resfriando a superfície ao se evaporar (como na transpiração), regulando a temperatura corpórea.

OS SAIS MINERAIS

Os sais minerais podem ser encontrados na constituição dos ossos, por exemplo, o cálcio - Ca^{++} e o magnésio - Mg^{++}. Porém, é na forma solúvel, ou na forma de íons, que eles exercem seu papel no metabolismo celular.

O potássio (K^+), o sódio (Na^+) e o cloro (Cl^-) participam do equilíbrio osmótico celular. O fósforo ($PO4^{--}$) está na constituição da molécula de ácido nucleico e do ATP, o qual fornece diretamente energia para muitas reações. O ferro (Fe^{++}), presente na hemoglobina das hemácias, está relacionado com o transporte de oxigênio. O cálcio também é importante para a formação de novas conexões neuronais, de grande valor ao arranjo da memória. Os sais de iodo entram na composição da tiroxina, hormônio da glândula tireoide.

OS CARBOIDRATOS

Formados por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio (além de nitrogênio e enxofre, em alguns casos), os carboidratos são a principal fonte de energia dos seres vivos. Também têm funções plásticas, participando de estruturas que os constroem. É o caso da celulose, que compõe a parede celular das células vegetais, e da quitina, que contém nitrogênio na sua estrutura e compõe a parede celular dos fungos e a carapaça (exoesqueleto) de diversos artrópodes, como as aranhas, os insetos e os crustáceos. Além disso, estão presentes na composição do material hereditário dos seres vivos. Aparecem também associados aos lipídeos e proteínas (glicoproteínas).

Os carboidratos podem ser divididos em três grupos:

- Monossacarídeos: açúcares simples, que recebem outra denominação de acordo com o número de carbonos presentes. Podem ser: trioses, tetroses, pentoses, hexoses, heptoses (monossacarídeos com três, quatro, cinco, seis e sete carbonos, respectivamente). São os únicos absorvidos pelo sangue, sendo que os outros açúcares devem ser hidrolisados ao nível de um monossacarídeo para serem aproveitados;
- Oligossacarídeos: carboidratos formados pela reunião de dois a dez monossacarídeos, sendo os mais importantes os dissacarídeos (dois monossacarídeos unidos por uma ligação glicosídica). Uma glicose e uma frutose formam o dissacarídeo sacarose (açúcar da cana). Duas glicoses formam uma maltose (comum em vegetais). Uma glicose e uma galactose formam a lactose (açúcar do leite);
- Polissacarídeos: açúcares complexos que formam moléculas grandes. Podem ser estruturais, como a celulose das plantas e a quitina dos artrópodes e fungos. Também podem ser energéticos, como o amido (reserva energética dos vegetais) e o glicogênio (reserva energética de fungos e animais; no homem, está presente, principalmente, no fígado e músculos).

OS LIPÍDIOS

Moléculas apolares são insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos (como o álcool). Formados por longas cadeias de carbono, os lipídios classificam-se em glicerídeos (óleos, gorduras e fosfolipídios), cerídeos (ceras) e esteroides (hormônios e colesterol). Constituem as membranas celulares, sobretudo os fosfolipídios e o colesterol, os quais conferem maior rigidez à membrana.

Apesar de os carboidratos serem a fonte mais comum de energia para os seres vivos, os lipídios são uma reserva energética admirável. Isso fica evidente se compararmos as calorias geradas por uma mesma massa de carboidratos com uma massa de lipídios: devido à sua conformação química, com muitos átomos de carbono ligados, os últimos geram mais calor do que os primeiros. Estão na forma de óleos, nos vegetais, e de gordura, nas células adiposas animais.

As ceras são mais abundantes entre as plantas, impermeabilizando folhas e frutos e reduzindo a perda de água por evaporação.

Dentre os esteroides, destaca-se o colesterol, que participa da estrutura das membranas celulares em animais e é precursor dos hormônios (substâncias de regulação lenta de funções do organismo) sexuais femininos (estrógeno) e masculino (testosterona). Em excesso, porém, o colesterol pode se acumular na parede interna de vasos sanguíneos, endurecendo-os e obstruindo o fluxo sanguíneo. Ele é encontrado apenas em alimentos de origem animal.

AS VITAMINAS

As vitaminas são substâncias reguladoras das reações que ocorrem nas células, sendo. caracterizadas por serem muito ativas em quantidades mínimas. São encontradas, maiormente, em frutas e verduras cruas, pois são facilmente destruídas pelo calor do cozimento. Certos alimentos de origem animal também são ricos em vitaminas, como o ovo, o peixe e o leite. As vita-

minas atuam de diversas formas, podendo ser coenzimas, as quais são necessárias para a ativação de enzimas do metabolismo. Apresentam considerável papel antioxidante, preservando as estruturas celulares da oxidação, reação que causa envelhecimento e está envolvida no surgimento de cânceres. As vitaminas também participam da formação de hormônios, de células sanguíneas, de substâncias químicas do sistema nervoso central e de material genético. Elas são classificadas dependendo da sua capacidade de diluição em água ou em gordura, chamadas, respectivamente, de hidrossolúveis e lipossolúveis. As vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), como o nome diz, são ingeridas e dissolvem-se em alimentos que contêm gordura. Como ficam armazenadas nas gorduras do corpo, não precisam ser ingeridas diariamente. As vitaminas hidrossolúveis (as oito do complexo B e a vitamina C), como não podem ser armazenadas no organismo, devem ser consumidas preferencialmente todos os dias, ou pelo menos com uma grande frequência ao longo da semana. O corpo só produza vitamina D (graças à ajuda do sol); as demais devem ser ingeridas.

Vejamos abaixo as utilidades e as consequências da falta de cada uma delas:

- Vitamina A: sua carência afeta a formação e a manutenção da pele, membranas mucosas, ossos, dentes, visão e reprodução. É encontrada nos legumes verdes e verduras, laticínios e fígado. A deficiência desta vitamina pode causar cegueira noturna permanente e/ou ressecamento extremo da pele;
- Vitamina B (Complexo B): é importantíssima ao metabolismo de carboidratos. Elas são: A tiamina (B1), a riboflavina (B2), a nicotidamina (B3), a piridoxina (B6), a cobalamina (B12) e o ácido fólico ou folacina;.
- Vitamina C (Ácido Ascórbico): é importante para a formação e conservação do colágeno. Auxilia também na absorção do ferro procedente dos alimentos de origem vegetal. A doença "escorbuto" é a manifestação clássica de insuficiência grave de ácido ascórbico (caracterizada por hemorragias severas e múltiplas, e também por outros tipos de lesões, podendo levar à morte). É encontrada nas frutas cítricas, verduras e tomates;
- Vitamina D: é necessária à formação normal dos ossos e à retenção do cálcio e fósforo no corpo. Podemos encontrá-la nos laticínios, ovos e óleo de fígado de bacalhau. Os raios ultravioleta induzem a sua produção. A insuficiência de vitamina D causa o "raquitismo";
- Vitamina E: é encontrada na margarina, sementes e verduras. Participa da formação dos glóbulos vermelhos, músculos e outros tecidos; previne a oxidação da vitamina A e de outras gorduras;
- Vitamina K: é necessária, principalmente, à coagulação do sangue e é encontrada nas verduras. Sua deficiência causa hemorragias.

EXERCÍCIOS

1. Unicamp 2005 – O texto abaixo se refere ao relato de um viajante inglês que esteve em Minas Gerais entre 1873 e 1875: "O bócio é muito comum entre os camponeses mais pobres, mas raramente é visto nos fazendeiros mais prósperos. A presença de cal nas águas dos córregos e uma atmosfera úmida são consideradas as causas primárias do mal, mas hábitos indolentes e uma ausência de toda higiene e limpeza, seja na própria pessoa ou na casa, são, sem dúvida, grandes promotores da doença. Pode ser, e possivelmente é, hereditária, pois está principalmente confinada àqueles nascidos nas áreas afetadas, e os colonos vindos de outras localidades não são muito sujeitos a ela". (Adaptado de James W. Wells, *Explorando e viajando três mil milhas através do Brasil, do Rio de Janeiro ao Maranhão*. v. 1. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1995)

a) Das causas mencionadas pelo autor, alguma é realmente responsável pelo aparecimento do bócio? Justifique.

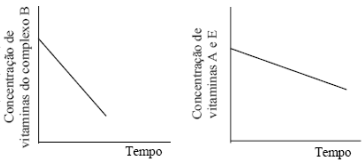
b) Qual a consequência do aparecimento do bócio para o organismo?

c) Que medida foi tomada pelos órgãos de saúde brasileiros para combater o bócio endêmico?

2. UFRN 2007 – O quadro abaixo apresenta as necessidades diárias de algumas vitaminas para o ser humano saudável.

Vitamina	Necessidade diária (mg)
Ácido fólico	0,4
B_{12}	0,03
C	60
E	15

Os dois gráficos ao lado mostram, respectivamente, a redução da concentração de vitaminas do complexo B e das vitaminas A e E no organismo.



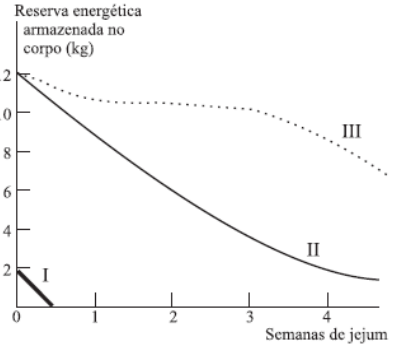
a) A partir do quadro, e levando em consideração o papel das vitaminas no organismo, explique por que o organismo humano apresenta essas diferenças nas necessidades diárias de ácido fólico e de vitamina B12 em relação às vitaminas C e E.

b) A partir dos gráficos, explique a diferença existente na redução das concentrações das vitaminas A e E em relação ao complexo B.

3. UFV 2007 – O Ministério da Saúde concluiu que a falta de vitamina B1 é a causa da síndrome que atinge a população do oeste do Maranhão, e que, de acordo com os dados do próprio órgão, matou 33 pessoas desde janeiro. Outras 123 pessoas tiveram os sintomas da doença. (Folha de S. Paulo, 12/06/2006.) Com relação a essa vitamina, é INCORRETO afirmar que:

a) previne distúrbios cardíacos e fadiga muscular;
b) participa como coenzima na respiração celular;
c) auxilia na oxidação de proteínas e ácidos graxos;
d) contribui com a manutenção do tônus muscular;
e) previne a degeneração das células nervosas.

4. Unifesp 2007 – No gráfico, as curvas I, II e III representam o consumo das principais reservas de energia no corpo de uma pessoa em privação alimentar.



A curva que se relaciona corretamente ao tipo de reserva que representa é

a) I - gordura; II - proteína; III – carboidrato;
b) I - proteína; II - gordura; III – carboidrato;
c) I - proteína; II - carboidrato; III – gordura;
d) I - carboidrato; II - proteína; III – gordura;
e) I - carboidrato; II - gordura; III – proteína.

5. (PUC PR – 2007) Em uma floresta, ocorrem três espécies de árvores, igualmente bem-sucedidas e numerosas. Essas árvores constituem:

a) Três populações.
b) Um ecossistema.
c) Duas comunidades.
d) Três comunidades.
e) Uma população.

6. UFPE 2007 – Amido, sacarose e glicogênio são polissacarídeos que, apesar de serem constituídos pelas mesmas unidades (moléculas de glicose), apresentam diferença quanto ao tipo de ligação entre as glicoses e à conformação espacial das moléculas. No quadro abaixo, 1, 2 e 3 indicam, respectivamente, locais onde são encontrados os polissacarídeos:

a) amido, celulose e glicogênio.
b) celulose, amido e glicogênio.
c) celulose, glicogênio e amido.
d) glicogênio, amido e celulose.
e) glicogênio, celulose e amido.

7. UFMT 2007 – Leia as informações do quadro abaixo.

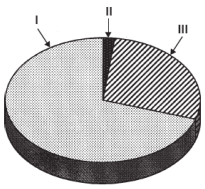
A partir das informações contidas no quadro, marque V para as afirmativas verdadeiras e F para as falsas.
( ) Um *donut* tem pelo menos 29 % a mais de gordura trans que 2 unidades de biscoitos de chocolate.
( ) Em uma colher de sopa de margarina em tablete, há mais gordura trans que em um pacote grande de pipoca de microondas.
( ) A quantidade de gordura trans contida num pacote grande de batata frita de lanchonete é inferior à quantidade contida em 4 biscoitos de chocolate.
( ) Um *donut* tem 30 % mais gordura trans que 1 pacote grande de pipoca de microondas.

Assinale a sequência correta.
a) V, V, V, F
b) V, F, F, V
c) V, F, V, F
d) F, F, F, V
e) F, V, F, F

8. UFMG 2006 – O arroz dourado – geneticamente modificado – produz beta-caroteno (vitamina A). Assim sendo, é **CORRETO** afirmar que o uso desse grão na alimentação humana resulta em benefício para a saúde porque ele
a) previne alguns tipos de cegueira.
b) aumenta o peristaltismo.
c) evita o aparecimento do bócio.
d) diminui a formação de coágulos.

9. UEL 2006 – Os meios de comunicação têm noticiado, frequentemente, que o Brasil está se tornando um país de obesos. Os órgãos envolvidos com a saúde pública têm mostrado preocupação constante com a dieta do povo brasileiro, pois o tradicional prato de "feijão, arroz, bife e salada" está sendo substituído por comidas industrializadas e com alto teor calórico. Estima-se que o consumo de feijão e de arroz caiu em torno de 30% nos últimos anos. Com base no texto e nos conhecimentos sobre o tema, considere as afirmativas a seguir.
I. O prato tradicionalmente consumido pelo brasileiro apresenta elementos essenciais ao metabolismo, como proteínas, carboidratos, gorduras, vitaminas e sais minerais.
II. A ingestão de proteínas é importante, pois elas serão degradadas em aminoácidos, usados como fonte na síntese das proteínas codificadas pelo organismo.
III. Os carboidratos e lipídios da dieta são fonte importante de energia para os organismos, pois essas moléculas preservam, na forma de energia química, boa parte da energia gasta para a sua síntese.
IV. Os ácidos nucleicos ingeridos são incorporados ao DNA do organismo, razão pela qual questiona-se o consumo de alimentos transgênicos.
Estão corretas apenas as afirmativas:
a) I e III.
b) I e IV.
c) II e IV.
d) I, II e III.
e) II, III e IV.

10. PUC-RS 2006 – INSTRUÇÃO: Responda à questão abaixo com base na composição dos tecidos vivos.



As substâncias indicadas no gráfico acima constituem os componentes não-minerais dos tecidos vivos. A maioria dos tecidos vivos tem ao menos 70% de I, cerca de 2% de II e, no restante, III. Considerando a correta composição dos tecidos vivos, os números I, II e III devem ser, respectivamente, assim substituídos:
a) I - água
II - íons, pequenas moléculas e proteínas
III - carboidratos, ácidos nucleicos e lipídios
b) I - água
II - íons e pequenas moléculas
III - proteínas, carboidratos, ácidos nucleicos e lipídios
c) I - proteínas, carboidratos, ácidos nucleicos e lipídios
II - pequenas moléculas
III - água e íons
d) I - carboidratos, ácidos nucleicos e lipídios
II - água
III - íons, pequenas moléculas e proteínas
e) I - carboidratos, ácidos nucleicos e lipídios
II - proteínas
III - água, íons e pequenas moléculas

11. UFC 2002 – O colesterol tem sido considerado um vilão nos últimos tempos, uma vez que as doenças cardiovasculares estão associadas a altos níveis desse composto no sangue. No entanto, o colesterol desempenha importantes funções no organismo. Analise os itens abaixo:
I . O colesterol é importante para a integridade da membrana celular.
II . O colesterol participa da síntese dos hormônios esteroides.
III . O colesterol participa da síntese dos sais biliares.
São corretas:
a) I , II e III.
b) somente II.
c) somente I.
d) somente III.
e) somente I e II.

2. PROTEÍNAS

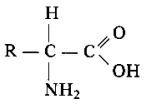
INTRODUÇÃO

As proteínas são macromoléculas formadas pela união de moléculas menores, os aminoácidos. Os aminoácidos se combinam em números e em ordens específicas para formarem cada tipo de proteína, além de sua sequência determinar a conformação da molécula proteica. Apesar da grande diversidade de proteínas, existem apenas 20 tipos de aminoácidos; as diferentes combinações e sequências possíveis a partir delas tornam a diversidade de proteínas infinita. Por outro lado, a sequência precisa desses aminoácidos pode ser fundamental para determinar o funcionamento correto de uma proteína. Por exemplo: em uma molécula de hemoglobina, com 574 aminoácidos, a substituição de uma molécula de ácido glutâmico por uma de valina acarreta "anemia falciforme", uma doença hereditária em que as hemácias adquirem uma forma arqueada.

Mais da metade do peso seco de uma célula é composto por proteínas. Estão presentes nas membranas celulares, com função catalítica, de transporte ou de reconhecimento de estímulos do meio. Apresentam papel estrutural no citoesqueleto, em cílios e flagelos, fibras intercelulares, além de fibras musculares, unhas, cascos e pelos. Possuem, ainda, considerável função na catálise e regulação de reações, quando atuam sob a forma de enzimas. Ocorrem como anticorpos, fundamentais à defesa dos organismos. São também proteínas alguns hormônios, como a insulina e o glucagon, que atuam no metabolismo de açúcares.

ESTRUTURA E FUNÇÃO DAS PROTEÍNAS

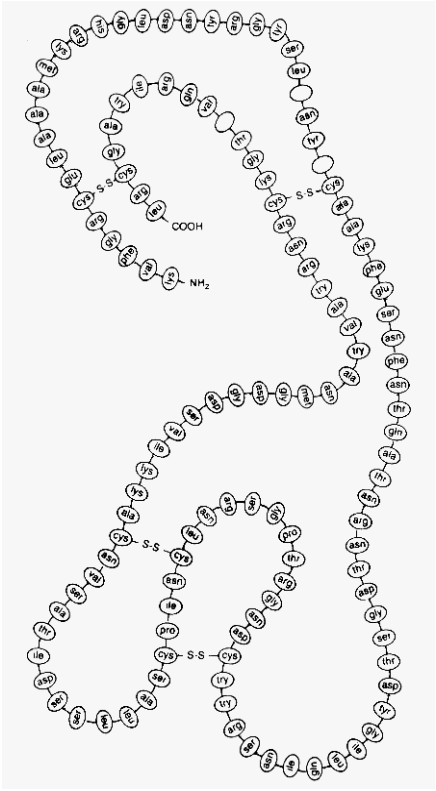
Cada aminoácido tem em sua molécula um grupo amina (NH_2) e um grupo carboxila ou ácido (COOH), ambos ligados a um mesmo átomo de carbono (C). Esse carbono também está amarrado a um átomo de hidrogênio (H) e a um radical (R). A única porção variável dos aminoácidos é o radical, sendo este que confere diferenças entre eles.



Fórmula geral de um aminoácido.

Para constituir uma proteína, os aminoácidos se unem por ligações peptídicas, que ocorrem com a ligação de um agrupamento amina a um grupamento carboxila de outro aminoácido. Na reação de ligação, há a liberação de uma molécula de água, e, inversamente, a quebra ocorre por hidrólise.

Uma ligação com até 80 aminoácidos é classificada como um polipeptídio; acima disso, teremos uma proteína. Podemos pensá-las, as proteínas, em quatro diferentes níveis organizacionais. Quando falamos da sequência de aminoácidos, falamos da estrutura primária; considerando o primeiro nível de dobramento em uma sequência de aa, temos a estrutura secundária; e, pensando na estrutura secundária dobrando-se sobre si mesma numa composição mais complexa tridimensional, falamos da estrutura terciária de uma proteína. A estrutura quaternária seria o último nível de organização, com as estruturas terciárias como subunidades que se combinam e compõem a proteína funcional. Por último, classificamos as proteínas como fibrosas ou globulares. As fibrosas têm, em geral, função estrutural (queratina da pele, unhas e pelos, actina, miosina dos músculos, entre outras funções). As globulares podem ser enzimas, anticorpos e proteínas de membranas.

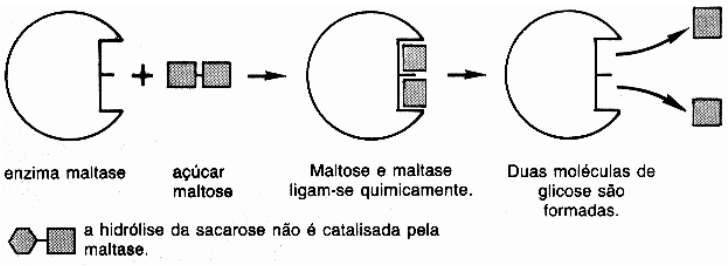


A formação da ligação peptídica.

PAPEL ENZIMÁTICO DAS PROTEÍNAS

Como sabemos, o funcionamento do organismo é realizado por reações físico-químicas que estão condicionadas pela presença de determinadas enzimas (proteínas), sem as quais tais reações não aconteceriam.

Em síntese, as enzimas realizam papel de aceleradoras, e tornam viáveis as reações do organismo, como digestão de alimentos, produção de energia em nível celular, mitose e meiose, síntese de DNA etc. Para atingir eficiência na atividade das enzimas, essas moléculas contam com alto grau de especificidade na sua ligação com o substrato correspondente. Esta especificidade pode ser considerada como uma relação de chave-fechadura. Além disso, cada enzima tem condições ideais de temperatura e pH (concentração de íons H+ que influenciam no nível de acidez do meio). Nos mamíferos, a temperatura ideal gira em torno de 37º C, abaixo da qual ocorre a perda de eficiência da enzima. Acima de 45º C, a maioria das nossas enzimas sofre desnaturação (desarranjo estrutural), ficando disfuncionais. Porém, para os peixes que habitam as regiões dos polos do globo terrestre, a temperatura ideal é de 0º C ou até menos, enquanto que, para as bactérias das fontes termais, a temperatura ideal é de 50º C.



Funcionamento enzimático: chave-fechadura.

O pH ideal também é específico para cada enzima, sendo que a pepsina, presente no estômago, funciona num pH muito ácido (aproximadamente 1,5), enquanto a amilase da boca funciona em um pH mais básico (7).

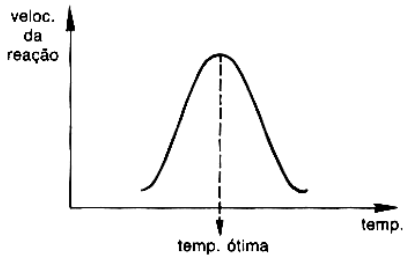
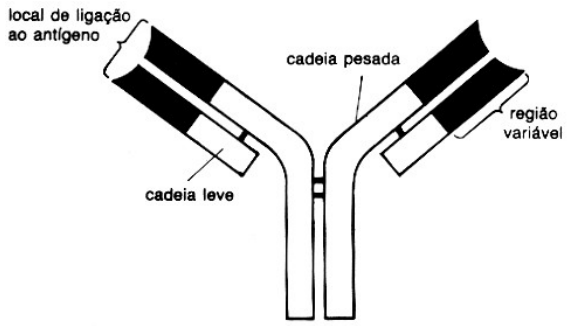
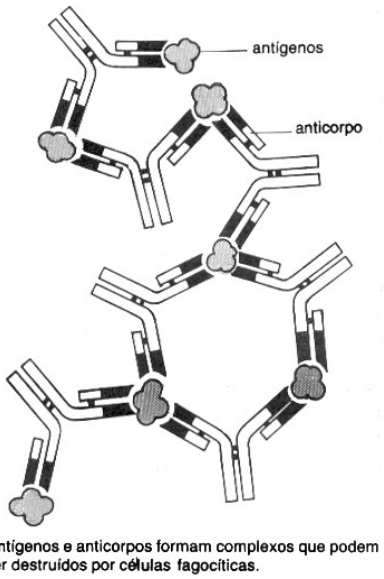


Gráfico da ação enzimática em função da temperatura.

A PROTEÍNA COMO DEFENSORA DO ORGANISMO



Um anticorpo contém 4 cadeias polipeptídicas, 2 leves e 2 pesadas



Antígenos e anticorpos formam complexos que podem ser destruídos por células fagocíticas.

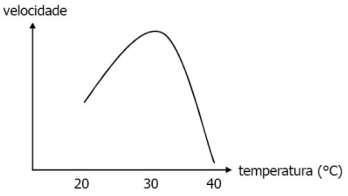
Estrutura do anticorpo; reação antígeno-anticorpo.

As proteínas desempenham função de defensoras do organismo contra elementos estranhos a ele. Este tipo de proteína que defende é chamado de anticorpo. Os anticorpos reagem contra moléculas invasoras causadoras de infecções, procurando torná-las inativas. A partir desse conhecimento, é possível desenvolver vacinas e soros.

Um anticorpo é formado por quatro cadeias polipeptídicas. Entre os diferentes tipos, a estrutura varia principalmente na região de ligação ao antígeno.

EXERCÍCIOS

1. Mackenzie 2007 – A velocidade de um processo celular foi medida durante 10h. Nesse período, a temperatura foi aumentada gradativamente, passando de 20°C para 40°C. O resultado foi expresso no gráfico abaixo.



A esse respeito, são feitas as seguintes afirmações:
I. A temperatura de aproximadamente 30°C é ótima para as enzimas envolvidas nesse processo.
II. Na temperatura de 40°C, pode ter havido desnaturação completa de todas as enzimas envolvidas.
III. Se a célula fosse submetida a uma temperatura menor do que 20°C, ela certamente morreria, devido à falta de atividade.

Assinale:
a) se somente as afirmativas I e II forem corretas.
b) se somente as afirmativas II e III forem corretas.
c) se todas as afirmativas forem corretas.
d) se somente as afirmativas I e III forem corretas.
e) se somente a afirmativa II for correta.

2. PUC-SP 2007 – João, que era vegetariano, passou a consumir regularmente carne bovina. Exames médicos revelaram um aumento de ureia em seu organismo após a mudança de hábito alimentar, o que se deveu a:
a) aumento da ingestão de amido.
b) diminuição da ingestão de proteínas.
c) aumento da ingestão de proteínas.
d) diminuição da ingestão de gorduras.
e) aumento da ingestão de gorduras.

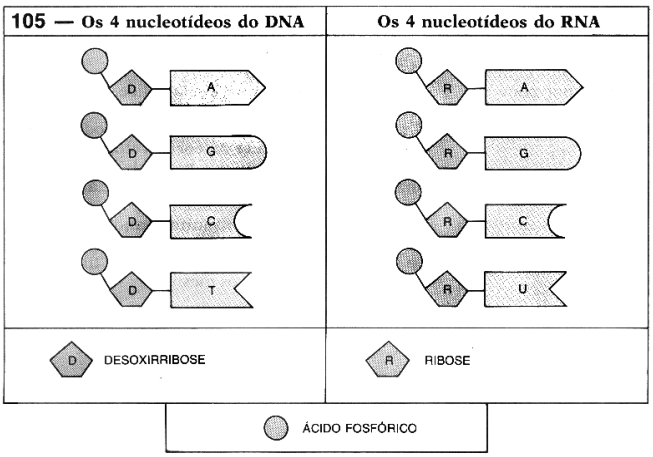
3. PUC-PR 2007 – As enzimas são catalisadores orgânicos e atuam na ativação das reações biológicas. Em relação às enzimas, podemos afirmar que:
a) sendo proteínas, por mudanças de pH, podem perder seu poder catalítico ao se desnaturarem.
b) atuam em qualquer temperatura, pois sua ação catalítica independe de sua estrutura espacial.
c) seu poder catalítico resulta da capacidade de aumentar a energia de ativação das reações.
d) são catalisadores eficientes a qualquer substrato.
e) não podem ser reutilizadas, pois reagem como substrato, tornando-se parte do produto.

3. ÁCIDOS NUCLEICOS E A SÍNTESE DE PROTEÍNAS

OS ÁCIDOS NUCLEICOS

Não seria correto tentar hierarquizar os componentes moleculares dos seres vivos, pois cada um deles tem o seu papel essencial no funcionamento do conjunto; num ser vivo, portanto. Porém, aos ácidos nucleicos, é dada especial atenção, pois são neles que estão depositadas as informações genéticas, resultantes de milhões de anos de seleção natural, mesmo sabendo da complexidade, do caráter único e irrecuperável – uma vez que é perdido – do material genético, o homem continua a promover a rápida extinção de inúmeras espécies de seres vivos e de suas exclusivas combinações.

Os ácidos nucleicos são macromoléculas formadas por subunidades menores denominadas nucleotídeos. Cada nucleotídeo é constituído por um ácido fosfórico (que não varia), uma pentose (açúcar de 5C) e uma base nitrogenada. No DNA, a pentose é chamada desoxirribose; no RNA, a pentose é chamada ribose. Dessa forma, o DNA e o RNA se diferem somente num dos carbonos da pentose, sendo que na ribose há uma hidroxila (OH) ligada ao carbono e na desoxirribose há somente um hidrogênio (desoxirribose = ribose desoxigenada).



As bases nitrogenadas são cinco: adenina e guanina (bases púricas); timina, uracila e citosina (bases pirimídicas). A timina só se encontra no DNA e a uracila só no RNA, ambas ligando-se à adenina. Já a citosina, a guanina e a adenina estão presentes no DNA e no RNA. A complementaridade entre essas bases foi descoberta quando se demonstrou que, em qualquer filamento de DNA, a porcentagem de nucleotídeos de citosina era igual ao de guanina, e a de adenina igual ao de timina.

O modelo de dupla-hélice do DNA foi proposto por Watson e Crick, que utilizaram técnicas de "difração de raios X"; o exemplo confirma-se de modo experimental até hoje. Nessa estrutura, dois filamentos de DNA ficam ligados entre si através de pontes de hidrogênio entre as bases nitrogenadas. A adenina se liga à timina e a citosina se liga à guanina. Em cada filamento, os nucleotídeos estão ligados em sequência através de ligações covalentes entre a pentose de um e o fosfato do próximo.

É no material hereditário do DNA que está toda a informação genética do ser vivo. Como veremos com mais detalhes adiante, sequências de nucleotídeos no DNA formam os genes, que são as partes desse material que, de fato, são traduzidas em proteínas, constituindo e controlando o metabolismo celular.

SÍNTESE DE PROTEÍNAS

Como já dissemos, o responsável pelo controle de toda a atividade celular é o material genético (ácidos nucleicos). É no DNA que se encontram os genes, trechos deste mesmo DNA que contêm a informação para a produção de um polipeptídio ou de uma proteína. Para entendermos esse fenômeno, devemos estudar antes algumas características do funcionamento do DNA e do RNA.

No código genético, a sequência de nucleotídeos organizados em códons (conjunto de três bases nitrogenadas) irá determinar a sequência de aminoácidos que constituirão a proteína. Ou seja, a cada três bases no DNA (um códon) será incorporado, no ribossomo, um aminoácido à proteína. Observemos que os diferentes nucleotídeos, organizados três a três, podem formar 64 combinações diferentes, e existem somente 20 aminoácidos. Deste modo, há mais de um códon para identificar cada aminoácido, e por isso diz-se que o código genético é "degenerado". Por exemplo, a leucina é codificada por três códons diferentes.

TIPOS DE RNA

Existem três tipos de RNA fabricados pela célula:

- RNA mensageiro (RNAm) - é ele quem determina a sequência de aminoácidos da proteína a ser formada. É um intermediário entre a "receita escrita" no DNA e a proteína em si;
- RNA transportador (RNAt) - é ele quem possui o papel de carregar os aminoácidos ao local da síntese de proteínas e apresenta uma região com três nucleotídeos; é responsável pela especificidade porque essa região somente carregará um tipo de aa;
- RNA ribossômico (RNAr) - apresenta um papel estrutural, fazendo parte do ribossomo.

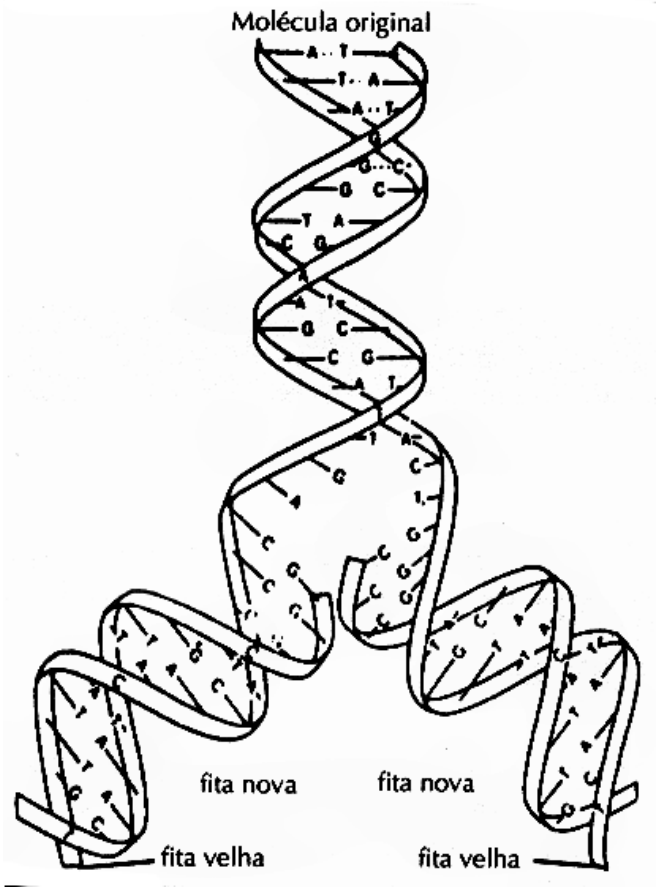
A DUPLICAÇÃO E A TRANSCRIÇÃO

O DNA é o responsável pelo armazenamento das informações hereditárias ao longo do tempo (com exceção dos vírus, em que é o RNA que desempenha esse papel). Esta é uma característica importante por causa da estrutura de dupla fita em forma de hélice do DNA, que confere maior estabilidade e proteção à molécula, impedindo que ela se degrade ou sofra muitas mutações. O RNA, por sua vez, é uma molécula constituída por uma única fita, o que o torna vulnerável a danos. Porém, essa fragilidade não tem grandes implicações, uma vez que a função do RNA não exige que ele seja conservado por muito tempo.

O DNA tem duas funções básicas numa célula – duplicar-se e dividir-se – para que ocorra a divisão celular e seja transcrito numa molécula de RNA, a qual está diretamente envolvida na síntese de proteínas. Para a duplicação do DNA, a dupla-hélice separa-se, e uma enzima, a DNA polimerase, liga-se à molécula aberta de DNA, adicionando nucleotídeos complementares às duas fitas separadas. Originam-se, desta maneira, duas moléculas de DNA idênticas ao final do processo. Dizemos que a duplicação é semiconservativa, pois cada uma das moléculas-filhas resultantes conserva em si metade da molécula-mãe.

Já na transcrição do DNA em RNA, as fitas do DNA se separam, mas somente uma delas serve de molde (para sermos exatos, somente um trecho que codifica um polipeptídio). No processo, após o afastamento das fitas do DNA, a enzima RNA

polimerase se encaixa e adiciona nucleotídeos até o RNA ser completado; então ele se solta e as duas fitas voltam a se unir.



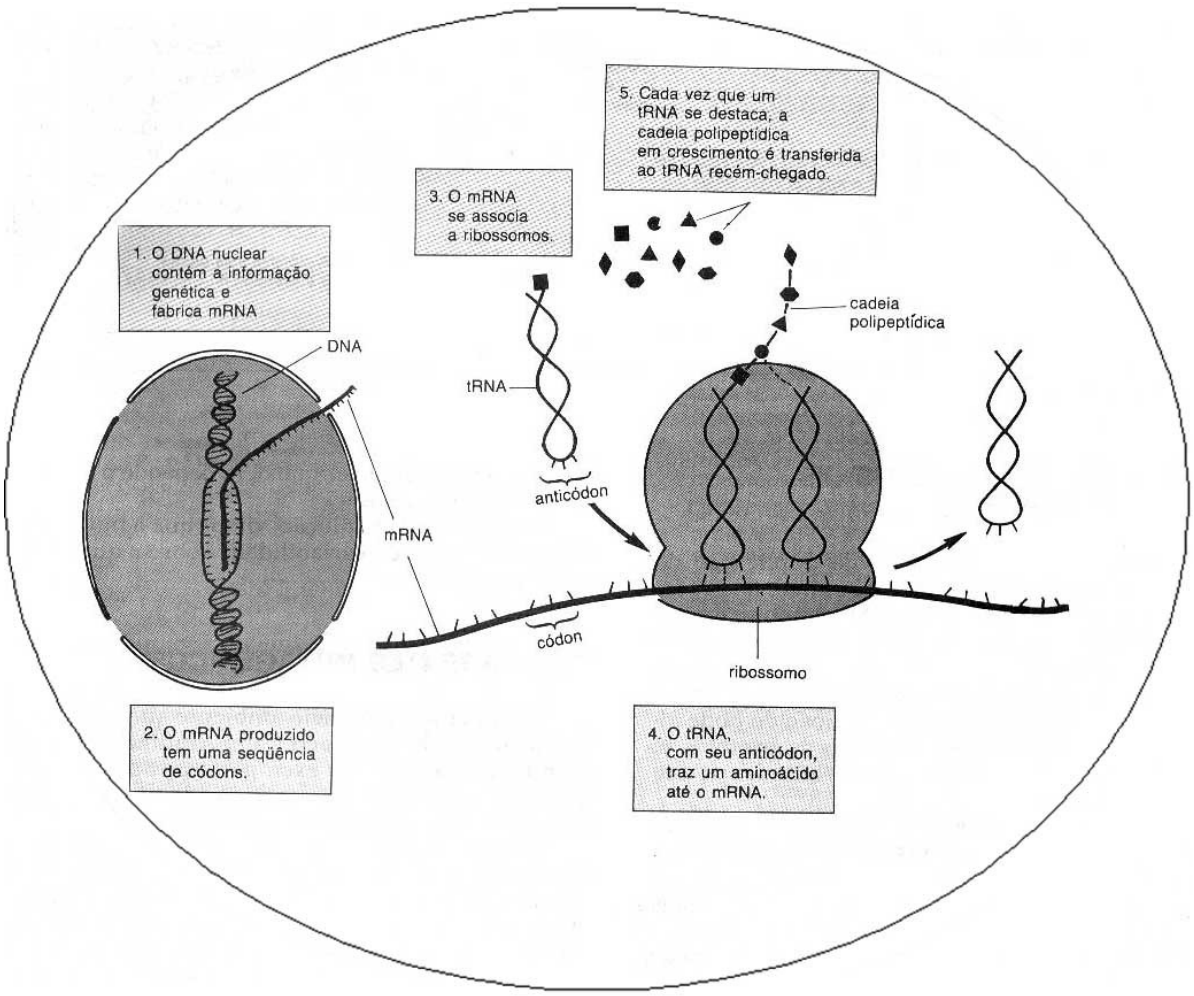
A duplicação do DNA.

TRADUÇÃO

- Após a transcrição, o RNAm (RNA mensageiro) sai do núcleo e permanece no citoplasma;
- Moléculas de RNAt (transportador), também feitas no núcleo, ligam-se a um aminoácido, de acordo com uma sequência de três bases nitrogenadas, que recebe o nome de anti-códon;
- Um ribossomo liga-se na extremidade do RNAm, nas primeiras três bases, ou primeiro códon. Aí se prenderá um RNAt, complementar a esse primeiro códon, carregando o seu aminoácido;
- O ribossomo se desloca sobre o RNAm, abrangendo as três bases seguintes;
- Um outro RNAt se juntará a esse complexo e o seu aminoácido reagirá com o anterior, formando uma ligação peptídica. O primeiro RNAt se solta;
- O ribossomo continua a deslocar-se pela fita do RNAm e, a cada três bases, um outro aminoácido será incorporado até que esteja pronta a proteína e o ribossomo; o RNAm e a proteína se separaram. Todo esse processo denomina-se Tradução.

Um RNAm pode ser traduzido em várias cópias de uma proteína e, até ao mesmo tempo, com muitos ribossomos deslizando sobre ele, formando um polirribossomo.

Esse é o modo como ocorre a síntese de proteínas nos eucariontes. Nos procariontes, nos quais não existe núcleo, a transcrição do RNAm e a tradução da proteína podem ocorrer simultaneamente.



A transcrição do RNA no núcleo e a tradução no citoplasma.

MUTAÇÕES DO CÓDIGO GENÉTICO

A alteração, a adição ou a subtração de uma base no DNA poderá acarretar uma mutação genética, a qual alterará a composição da proteína ou a expressão (síntese) dela. A troca de uma base de um códon por outra pode desvirtuar um aminoácido na proteína final, causando, devido à alta complexidade estrutural das proteínas, uma mudança de conformação capaz até de inutilizá-lo. A adição ou subtração de um nucleotídeo pode ser mais grave, alterando toda a leitura de códons a partir desse ponto e, consequentemente, alterando toda a proteína. Alterações no DNA também são causadoras de "câncer". Estas alterações podem ser acarretadas por muitos agentes mutagênicos, os quais danificam a estrutura do DNA; dentre eles, temos: raios ultravioleta, raios-X, fenóis, ácido nitroso, alguns vírus e uma diversidade de elementos químicos que muitas vezes ingerimos de modo inadvertido. A própria célula tem estrutura para evitar as mutações, como é o caso das enzimas de reparo do DNA, que funcionam como mecanismos para neutralizar agentes mutagênicos.

Por outro lado, importante destacar que as mutações são fundamentais na história dos seres vivos, criando a diversidade deles. Quando estudarmos a Evolução, entenderemos a importância da variação frente à seleção natural.

DUPLICAÇÃO – produção de DNA a partir de DNA
TRANSCRIÇÃO – produção de RNA a partir de DNA
TRADUÇÃO – produção de uma proteína a partir de um RNA

EXERCÍCIOS

1. Unicamp 2005 – Em 25 de abril de 1953, um estudo de uma única página na revista inglesa *Nature,* intitulado "A estrutura molecular dos ácidos nucleicos", quase ignorado de início, revolucionou para sempre todas as ciências da vida, sejam elas do homem, rato, planta ou bactéria. James Watson e Francis Crick descobriram a estrutura do DNA, que permitiu posteriormente decifrar o código genético determinante para a síntese proteica.
a) Watson e Crick demonstraram que a estrutura do DNA se assemelha a uma escada retorcida. Explique a que correspondem os "corrimãos" e os "degraus" dessa escada.
b) Que relação existe entre DNA, RNA e síntese proteica?
c) Como podemos diferenciar duas proteínas?

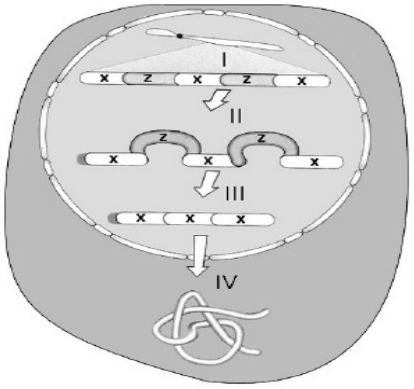
2. UFRN 2007 – Uma proteína X codificada pelo gene Xp é sintetizada nos ribossomos, a partir de um RNAm. Para que a síntese aconteça, é necessário que ocorram, no núcleo e no citoplasma, **respectivamente**, as etapas de
a) iniciação e transcrição.
b) iniciação e terminação.
c) tradução e terminação.
d) transcrição e tradução.

3. UFSCAR 2007 – O quadro apresenta uma estimativa do número de pares de base (em milhões) do DNA de diferentes espécies.

Espécie	Pares de base (em milhões)
Mosca-das-frutas (*Drosophila melanogaster*)	180
Jibóia (*Boa constrictor*)	2 100
Homem (*Homo sapiens*)	3 100
Gafanhoto (*Schistocerca gregaria*)	9 300
Cebola (*Allium cepa*)	18 000
Peixe pulmonado (*Protopterus aethiopicus*)	140 000
Salamandra (*Phioglossum petiolatum*)	160 000
Ameba (*Amoeba dubia*)	670 000

Esses dados confirmam que:
a) há uma correlação direta entre número de pares de base e complexidade estrutural e funcional do organismo.
b) há uma correlação direta entre número de pares de base e número de genes do organismo.
c) em relação aos outros organismos, as amebas codificam e sintetizam um maior número de tipos de proteínas.
d) o DNA é composto por muitas sequências de pares de bases que não codificam proteínas.
e) o gafanhoto tem cerca de 3 vezes mais genes que o homem.

4. UFV 2007 – Na célula representada abaixo, os números I, II, III e IV indicam a ocorrência de alguns dos processos característicos do início da expressão gênica ao produto final. As letras Z e X representam dois tipos diferentes de segmentos presentes nos ácidos nucleicos.



Utilizando o esquema como base, assinale a afirmativa CORRETA:
a) O RNA maduro que codifica um polipeptídio é menor que o inicialmente transcrito.
b) A replicação, transcrição e tradução correspondem, respectivamente, a I, II e III.
c) O processo de tradução proteica também pode ser representado por II ou III.
d) Os segmentos X e Z contêm informações genéticas que fazem parte do polipeptídio.
e) O RNA maduro está representado entre I e II, e o polipeptídio inicial entre III e IV.

5. Unifesp 2007 – Os códons AGA, CUG e ACU do RNA mensageiro codificam, respectivamente, os aminoácidos arginina, leucina e treonina. A sequência desses aminoácidos na proteína correspondente ao segmento do DNA que apresenta a sequência de nucleotídeos GAC TGA TCT será, respectivamente,
a) treonina, arginina, leucina.
b) arginina, leucina, treonina.
c) leucina, arginina, treonina.
d) treonina, leucina, arginina.
e) leucina, treonina, arginina.

6. UFRN 2007 – As técnicas de engenharia genética possibilitaram a produção de grandes quantidades de insulina por bactérias que receberam o gene humano para esse hormônio. Tal feito só foi possível pelo emprego das enzimas de restrição, que agem
a) traduzindo o gene da insulina para o código genético da bactéria.
b) ligando o pedaço do DNA humano no DNA da bactéria.
c) identificando os aminoácidos codificados pelo gene.
d) cortando o DNA da bactéria em pontos específicos.

7. UFPE 2007 – Considerando que tenha sido determinada uma quantidade de 30% de adenina na composição do DNA de um certo mamífero, analise o quadro abaixo e assinale a alternativa que indica as porcentagens esperadas para as outras bases nitrogenadas.

	GUANINA	CITOSINA	TIMINA
A)	30	30	30
B)	20	20	30
C)	40	30	40
D)	30	20	20
E)	25	25	25

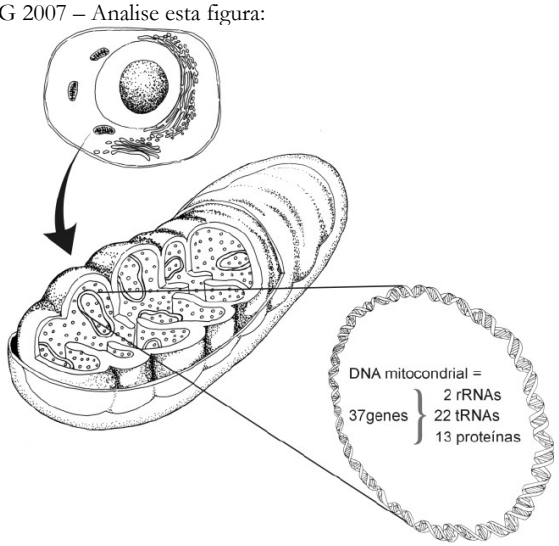
8. UEL 2007 – Considere que um cientista esteja, em um laboratório, tentando reproduzir "in vitro" a síntese de moléculas de DNA. Com base nos conhecimentos sobre o tema, assinale a alternativa que indica, corretamente, as moléculas imprescindíveis que ele deve utilizar para que possa atingir o seu objetivo.
a) Quatro diferentes tipos de nucleotídeos, contendo as bases nitrogenadas adenina, timina, citosina e guanina; a enzima DNA polimerase e DNA.
b) Os nucleotídeos contendo as bases nitrogenadas timina, guanina, adenina e citosina; a enzima RNA polimerase; RNA mensageiro e DNA.
c) As enzimas RNA e DNA polimerase; os três tipos de RNA (mensageiro, transportador e ribossômico) e DNA.
d) A enzima DNA polimerase; os vinte tipos diferentes de aminoácidos, DNA e RNA.
e) As enzimas RNA e DNA polimerase; vinte tipos diferentes de aminoácidos; DNA e RNA.

9. PUC-SP 2007 – A mesma molécula – o RNA – que faturou o Nobel de Medicina ou Fisiologia na segunda-feira foi a protagonista do prêmio de Química entregue ontem. O americano Roger Kornberg, da Universidade Stanford, foi laureado por registrar em imagens o momento em que a informação genética contida no DNA no núcleo da célula é traduzida para ser enviada para fora pelo RNA – o astro da semana. Esse mecanismo de transcrição, através do qual o RNA carrega consigo as instruções para a produção de proteínas (e por isso ele ganha o nome de RNA mensageiro), já era conhecido pelos cientistas desde a década de 50. (Girardi, G. Estudo de RNA rende o segundo Nobel – *O Estado de S. Paulo*, 5 out. 2006).

A partir da leitura do trecho acima e de seu conhecimento de biologia molecular, assinale a alternativa incorreta.
a) A produção de RNA mensageiro se dá por controle do material genético.
b) No núcleo da célula ocorre transcrição do código da molécula de DNA para a de RNA.
c) O RNA mensageiro leva, do núcleo para o citoplasma, instruções transcritas a ele pelo DNA.
d) No citoplasma, o RNA mensageiro determina a sequência de aminoácidos apresentada por uma proteína.
e) Cada molécula de RNA mensageiro é uma longa sequência de nucleotídeos idêntica ao DNA.

10. PUC-RJ 2007 – Diversas doenças estão relacionadas a mutações no material genético. Porém, mutações pontuais, como a alteração de apenas uma base nitrogenada, muitas vezes não resultam em substituição efetiva do aminoácido correspondente ao códon mutado na proteína produzida. Isto se dá devido ao fato de:
a) o código genético ser universal.
b) o código genético ser repetitivo ou degenerado.
c) o erro ser corrigido pela célula durante a tradução.
d) o código genético não poder sofrer alterações.
e) os genes mutados não serem transcritos ou traduzidos.

11. UFMG 2007 – Analise esta figura:



Com base nas informações dessa figura e em outros conhecimentos sobre o assunto, faça o que se pede. Uma mutação em um gene mitocondrial de tRNA ou de rRNA pode ser prejudicial para o organismo.
a) CITE o nome do processo em que atuam o tRNA e o rRNA.
b) MARQUE com um X, diretamente na figura desta questão, o local onde se realiza esse processo.

4. CITOLOGIA

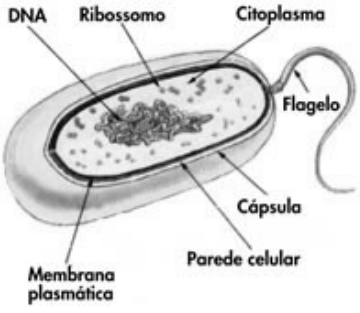
A grande maioria das reações químicas que proporcionam a existência da vida ocorre dentro das células. As células podem ser chamadas de "unidades da vida", pois, de todas as formas de vida conhecidas, somente os vírus não são formados por elas. Assim, a compreensão dos fenômenos biológicos passa naturalmente pela compreensão da célula.

INTRODUÇÃO

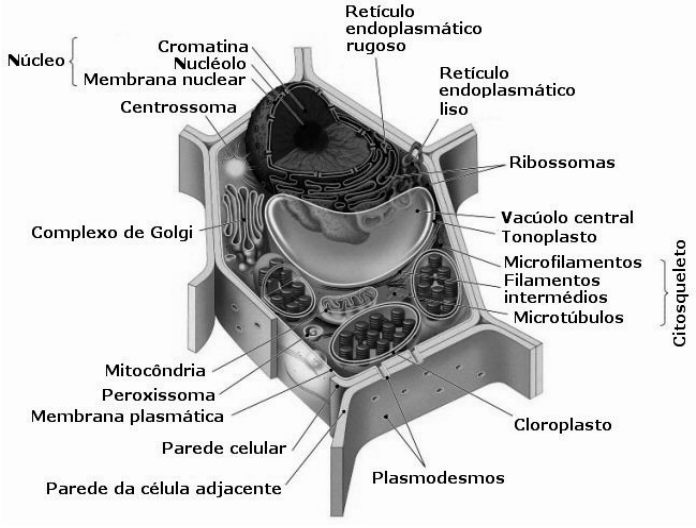
Como já foi dito, a maioria dos seres vivos são compostos por uma só célula – unicelulares – ou muitas células – pluricelulares. Alguns são eucariontes, possuem célula com núcleo e organelas; outros, procariontes, sem núcleo nem organelas organizadas. Seus tamanhos variam muito: de um micrômetro (um milímetro dividido em 1000 partes), nas bactérias, até células bem maiores, visíveis a olho nu. Porém, todas as células conhecidas têm características comuns, uma vez que as funções vitais exercidas são as mesmas. Como uma fábrica, ela adquire matéria-prima, a fim de obter energia para suas reações, para produzir seus compostos (proteínas), para autoconsumo ou para exportação, eliminando os resíduos de suas operações. Para tanto, é necessária a coordenação exercida pelo material genético.

COMPOSIÇÃO CELULAR

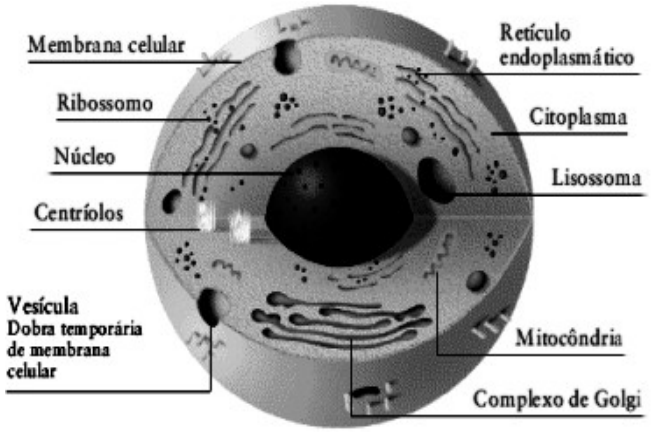
Uma célula bacteriana, procarionte ("pro" = 'primitivo' + "cario" = 'núcleo'), não apresenta organização interna de organelas e núcleo, mas possui material genético e membrana plasmática. Células animais e vegetais, eucariontes ("eu" = 'bom', 'verdadeiro' + "cario" = 'núcleo'), são mais complexas, apresentam ainda organização interna em organelas (um pouco diferentes entre elas) e núcleo.(1)



Célula procarionte



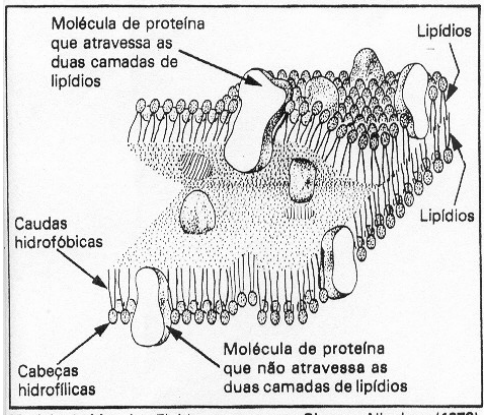
Célula vegetal



Célula animal

A seguir, estão listados os componentes básicos comuns a todas as células e suas funções.

▪a) Membrana Plasmática: é o envoltório essencial de composição lipoproteica que delimita e protege a célula. Apresenta função de regular as trocas entre o meio interno e externo, exercendo a permeabilidade seletiva aos materiais que passam. Isso é possível, também, devido às proteínas imersas, que funcionam como canais (permitindo a passagem de íons, como cálcio ou potássio, e de moléculas grandes, como a glicose) ou bombas (gastando energia para transportar substâncias contra o grau de concentração). A membrana plasmática permite a passagem de água por osmose e de outras moléculas pequenas, assim como moléculas hidrofóbicas – cuja conformação química permite uma boa interação com o meio lipídico da membrana –, que passam com facilidade pela membrana por difusão. Ela também está envolvida na comunicação célula-célula e célula-meio, devido às proteínas imersas especializadas no reconhecimento de substâncias;



Modelo mosaico-fluido da membrana citoplasmática.

▪b) Hialoplasma: é também chamado de citosol. Muito rico em água, permite a ocorrência de inúmeras reações químicas e transporte de substâncias. É onde estão imersos os componentes internos da célula;

▪c) Cromatina: o nome significa "filamento colorido", porque esse material é facilmente corável com o fim de observação em microscópio. É o material genético em si, constituído por ácidos nucleicos, os responsáveis pela coordenação das atividades celulares. Quando a célula vai se dividir, esse material se duplica e se condensa, e a cromatina, a partir de então, passa a ser chamada de Cromossomo;

▪d) Ribossomos: são os corpúsculos granulares responsáveis pela produção de proteínas, através da tradução do RNA mensa-

geiro (que será estudado posteriormente). Estes componentes correspondem a uma célula bacteriana menos complexa.

Células animais e vegetais, além desses elementos citados, apresentam as estruturas abaixo, com algumas diferenças.

- a) Carioteca: é a membrana nuclear que delimita o núcleo, no qual está organizado o material genético;
- b) Retículo Endoplasmático Liso (não granuloso): é como uma rede de "canais" membranosos, cujas funções são de transporte e armazenamento de substâncias e de síntese de esteróides (uma espécie de lipídio);
- c) Retículo Endoplasmático Rugoso (granuloso): além de ser responsável pelas funções do retículo liso, tem ribossomos aderidos externamente, estando relacionado à síntese de proteínas;
- d) Complexo Golgiense (*de Golgi*): está relacionado com a secreção celular. Armazena, empacota e exporta (exocitose) substâncias;
- e) Lisossomo: é a digestão intracelular, que contém enzimas para degradar material exógeno (de fora da célula) e material endógeno (próprio da célula);
- f) Mitocôndria: é a responsável pela respiração celular, oxidando glicose e produzindo ATP, molécula que transporta a energia necessária para diversas reações bioquímicas vitais. Possui DNA próprio (endossimbiose);
- g) Citoesqueleto: confere forma à célula, além de propiciar a capacidade de movimentação e de organização interna das organelas É formada por microtúbulos (fusos mitóticos, estruturação, organização interna), filamentos de actina (movimentos celulares) e filamentos intermediários (estabilidade mecânica);
- h) Centríolos: estão presentes somente em células animais e relacionam-se com a divisão celular (organização das fibras do fuso). São semelhantes aos cílios e flagelos, quanto à sua organização e morfologia;
- i) Cloroplasto: presente somente em plantas e algas, é o responsável pela Fotossíntese, síntese de material orgânico, como a glicose, a partir de luz, CO_2 e H_2O. É ele quem confere a característica autotrófica (produz seu próprio alimento) dos vegetais, sendo de extrema importância para todo o ecossistema do planeta;
- j) Vacúolos: presente somente em células vegetais, é uma expansão do retículo liso; armazena reservas de nutrientes, pigmentos, cristais, além de serem importantes nas trocas de água entre a célula e o meio;
- k) Parede Celular: composta por celulose, é o envoltório externo à membrana plasmática das células vegetais, conferindo maior proteção, além de uma estrutura mais rígida, à célula.

ENTENDA MELHOR A MEMBRANA PLASMÁTICA

Vamos agora dar atenção especial à membrana plasmática, entendendo o porquê de acontecerem as trocas com o meio externo e quais são os mecanismos utilizados por esta importantíssima estrutura celular.

A capacidade de uma membrana de ser atravessada por algumas substâncias, e não por outras, define sua permeabilidade. Numa solução, encontram-se o solvente (meio líquido dispersante) e o soluto (partícula dissolvida). A passagem aleatória de partículas sempre ocorre de um local de maior concentração ao de menor (a favor do gradiente de concentração). Isso se dá até que a distribuição das partículas seja uniforme. Contudo, alguns mecanismos reagem ao fluxo de substâncias pela membrana plasmática. Esse fluxo pode ser de três tipos:

- 1) Transporte Passivo: ocorre sempre a favor do gradiente, no sentido de igualar as concentrações nas duas faces da membrana. Não envolve gasto de energia. Esse transporte poderá dar-se por Osmose, em que a água se movimenta livremente através da membrana, sempre do local de soluto de menor concentração ao de maior. A pressão com a qual a água é forçada a atravessar a membrana é conhecida como pressão osmótica. No fenômeno de Difusão, as moléculas de soluto (partículas sólidas; o açúcar, por exemplo) e de solvente (água), num meio líquido, tendem a distribuir-se de maneira homogênea. O movimento das moléculas dá-se no sentido de equilibrar a concentração da solução. Quando células são colocadas em meio rico num determinado soluto (hipertônico), passarão a ter, no seu interior, moléculas desse soluto (levando-se em conta que a membrana plasmática seja permeável à substância e que ela seja hipotônica; isto é, apresente baixa concentração do mesmo produto). Normalmente, quanto menor for a partícula que se difunde, mais rápida será sua passagem através da membrana plasmática. Assim, água, sais minerais, açúcares (monossacarídeos) e aminoácidos difundem-se através da membrana com relativa facilidade. Já as macromoléculas, como proteínas ou o amido, não atravessam a membrana, podendo ser, no entanto, capturadas pela célula por meio de outros métodos. Um bom exemplo de difusão, através da membrana plasmática, é o da entrada de oxigênio numa célula. Como há um consumo constante de oxigênio pelas mitocôndrias na respiração, a concentração interna do gás é sempre baixa em relação ao meio externo. Existe, então, entre a célula e o meio, um gradiente de concentração (diferença de concentração), e as moléculas de oxigênio tendem a se mover do local de maior concentração (lado externo) ao local de menor concentração (citoplasma). Por outro lado, o gás carbônico estará sempre em concentração alta no citoplasma. Isso fará com que ocorra difusão constante desta substância para fora da célula. Na Difusão Facilitada, a superfície da membrana plasmática possui proteínas especiais, receptoras ou permeases, que reconhecem e transportam (carregadoras) substâncias alimentares de fora ao interior das células ou vice-versa. É um processo de facilitação que segue o gradiente de concentração, sem gasto de energia, como acontece também na Osmose;
- 2) Transporte Ativo: neste processo, as substâncias são transportadas com gasto de energia, podendo ocorrer do local de menor para o de maior concentração (contra o gradiente de concentração). Esse gradiente pode ser químico ou elétrico, como no transporte de íons. O transporte ativo age como uma "porta giratória". A molécula a ser transportada liga-se à molécula transportadora (proteína de membrana), que gira, liberando-a do outro lado da membrana; gira novamente e volta à posição inicial. A energia para o transporte ativo vem da hidrólise do ATP;
- 3) Transporte em massa (endocitose): a célula é capaz de transferir, para o seu interior, grande quantidade de macromoléculas em bloco (proteínas, polissacarídeos, ácidos nucleicos etc.), ou mesmo partículas macroscópicas como vírus e bactérias. Este transporte sempre é acompanhado de alterações morfológicas da membrana plasmática e de gasto de energia. Embora o processo geralmente ocorra de fora para dentro, em algumas células, a transferência se dá em sentido inverso, processo chamado de exocitose. A endocitose poderá ser por fagocitose, na qual a célula engloba partículas sólidas do meio externo. Temos ainda a pinocitose, que consiste no englobamento de gotículas de líquido, como as gorduras, ou partículas de diâmetro inferior a 1 μm.

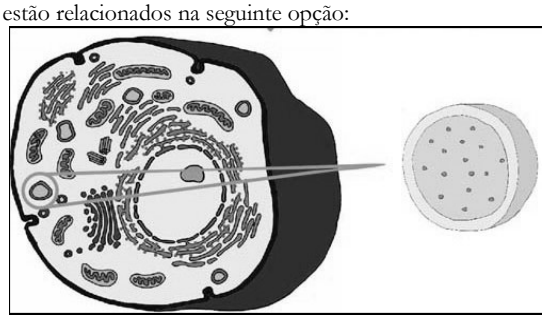
Posteriormente, nos capítulos sobre o Reino Plantae, veremos a importância e a função das principais organelas que compõem uma célula vegetal. Por enquanto, colocamos em destaque, na tabela abaixo, a comparação das diferenças básicas entre estas células e as animais.

	Célula Vegetal	Célula Animal
Centríolos	ausentes	presentes
Peroxíssomos	ausentes ou raros	presentes
Complexo de Golgi	vesículas isoladas	vesículas empilhadas
Cloroplastos	presentes	ausentes
Vacúolos	presentes	ausentes
Plasmodesmos	presentes	ausentes
Parede Celular	presentes	ausentes
Reserva	amido	glicogênio

EXERCÍCIOS

1. Unicamp 2000 – No citoplasma das células são encontradas diversas organelas, cada uma com funções específicas, mas interagindo e dependendo das outras para o funcionamento celular completo. Assim, por exemplo, os lisossomos estão relacionados ao complexo de Golgi e ao retículo endoplasmático rugoso, e todos às mitocôndrias.
a) Explique que relação existe entre lisossomos e complexo de Golgi.
b) Qual a função dos lisossomos?
c) Por que todas as organelas dependem das mitocôndrias?

2. UFRN-2007 – Na figura abaixo, a organela citoplasmática em destaque é uma vesícula cheia de enzimas que desempenha funções importantes na célula eucariótica. O nome dessa organela e duas ações resultantes do seu funcionamento estão relacionados na seguinte opção:



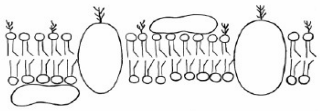
a) Lisossomo – digestão de microrganismos e autodissolução celular.
b) Glioxissomo – renovação celular e apoptose.
c) Peroxissomo – conversão do H_2O_2 e autólise.
d) Golgiossomo – armazenamento de proteínas e movimentação ciliar.

3. PUC-PR 2007 – Mergulhadas no citoplasma celular, encontram-se estruturas com formas e funções definidas, denominadas ORGANELAS CITOPLASMÁTICAS, indispensáveis ao funcionamento do organismo vivo. Associe as organelas com suas respectivas funções:
1) Complexo de Golgi.
2) Lisossoma.
3) Peroxissoma.
4) Ribossoma.
5) Centríolo.
( ) - responsável pela desintoxicação de álcool e decomposição de peróxido de hidrogênio.
( ) - local de síntese proteica.
( ) - modifica, concentra, empacota e elimina os produtos sintetizados no Retículo Endoplasmático Rugoso.
( ) - vesícula que contém enzimas fortemente hidrolíticas formadas pelo Complexo de Golgi.
( ) - responsável pela formação de cílios e flagelos.
Assinale a sequência correta:
a) 3 – 4 – 1 – 2 – 5
b) 2 – 3 – 1 – 5 – 4
c) 2 – 1 – 3 – 4 – 5
d) 1 – 3 – 2 – 4 – 5
e) 3 – 4 – 2 – 5 – 1

4. UFPel 2007 – O citoesqueleto é formado por um conjunto de filamentos (actina, filamentos intermediários e microtúbulos) presentes no citoplasma das células. Ele é responsável por várias funções celulares, e por isso é uma estrutura altamente dinâmica que se modifica conforme a necessidade das células. De acordo com o texto e seus conhecimentos, é INCORRETO afirmar que
a) o fuso mitótico é constituído por citoesqueleto e, durante a mitose, ele se liga aos centrômeros dos cromossomos metafásicos.
b) o citoesqueleto participa da contração e distensão das células musculares, da ciclose e do movimento ameboide das células.
c) o citoesqueleto está envolvido na determinação da forma da célula e sua sustentação, assim como na organização interna das organelas.
d) o citoesqueleto está presente nos cílios e flagelos, ambos com função de movimento, porém os cílios são mais curtos e geralmente ocorrem em maior número por célula.
e) os centríolos não apresentam, na sua constituição, o citoesqueleto, apesar de estarem envolvidos no movimento dos cromossomos durante a divisão celular.
f) I.R.

5. UEM 2007 – Em relação à fisiologia da célula, assinale a alternativa **correta**.
a) A osmose é a passagem de água e de sais, através da membrana celular, do meio hipertônico para o meio hipotônico.
b) O retículo endoplasmático liso é a parte da célula responsável pela síntese de ácidos graxos e de fosfolipídios.
c) As amebas utilizam os seus lisossomos, liberando enzimas digestivas sobre seu alimento para digeri-lo e depois absorvê-lo.
d) As mitocôndrias são as organelas responsáveis pela retirada de energia da glicose e pelo armazenamento dessa energia nas moléculas de ATP.
e) O complexo de Golgi é responsável pela fagocitose e pela pinocitose.

6. UEL 2007 – A imagem a seguir representa a estrutura molecular da membrana plasmática de uma célula animal.



Com base na imagem e nos conhecimentos sobre o tema, considere as afirmativas a seguir.
I. Os fosfolipídios têm um comportamento peculiar em relação à água: uma parte da sua molécula é hidrofílica, e a outra, hidrofóbica, favorecendo a sua organização em dupla camada.
II. A fluidez atribuída às membranas celulares é decorrente da presença de fosfolipídios.
III. Na bicamada lipídica da membrana, os fosfolipídios têm a sua porção hidrofílica voltada para o interior dessa bicamada, e sua porção hidrofóbica voltada para o exterior.
IV. Os fosfolipídios formam uma barreira ao redor das células, impedindo a passagem de moléculas e íons solúveis em água, que são transportados através das proteínas intrínsecas à membrana.

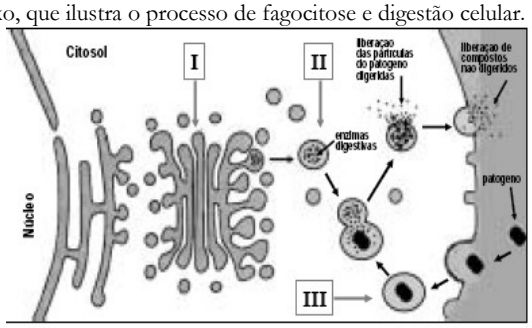
Estão corretas apenas as afirmativas:
a) I e II.
b) I e III.
c) III e IV.
d) I, II e IV.
e) II, III e IV.

7. UEL 2007 – Com base nos conhecimentos sobre morfologia celular, considere as afirmativas a seguir.
I. A forma arredondada da célula é mantida por componentes integrantes do citoesqueleto.
II. Em revestimentos epiteliais com várias camadas de células, as mais superficiais são achatadas para resistir ao atrito.
III. A ciclose, um movimento intracelular, é responsável pela manutenção da forma da célula, independentemente do citoesqueleto.
IV. Nos vários tecidos que compõem um organismo, as diferenças nas formas das células refletem as distintas funções que elas desempenham.

Estão corretas apenas as afirmativas:
a) I e II.
b) I e III.
c) III e IV.
d) I, II e IV.
e) II, III e IV.

8. PUC-SP 2007 – As células apresentam um eficiente sistema de reciclagem. Componentes celulares desgastados são digeridos e seu material reutilizado. Indique e caracterize a organela membranosa responsável pela digestão celular que está envolvida nesse processo.

9. PUC-RS 2007 – INSTRUÇÃO: Para responder à questão, considere a figura abaixo, que ilustra o processo de fagocitose e digestão celular.



A fagocitose representa uma importante defesa inespecífica da célula contra patógenos. A figura indica três estruturas celulares que participam diretamente nesse processo. São elas:
a) I - Retículo endoplasmático liso
II - Peroxissomo
III - Fagossomo
b) I - Retículo endoplasmático liso
II - Lisossomo
III - Peroxissomo
c) I - Golgi
II - Lisossomo
III - Fagossomo
d) I - Golgi
II - Peroxissomo
III - Lisossomo
e) I - Golgi
II - Fagossomo
III - Peroxissomo

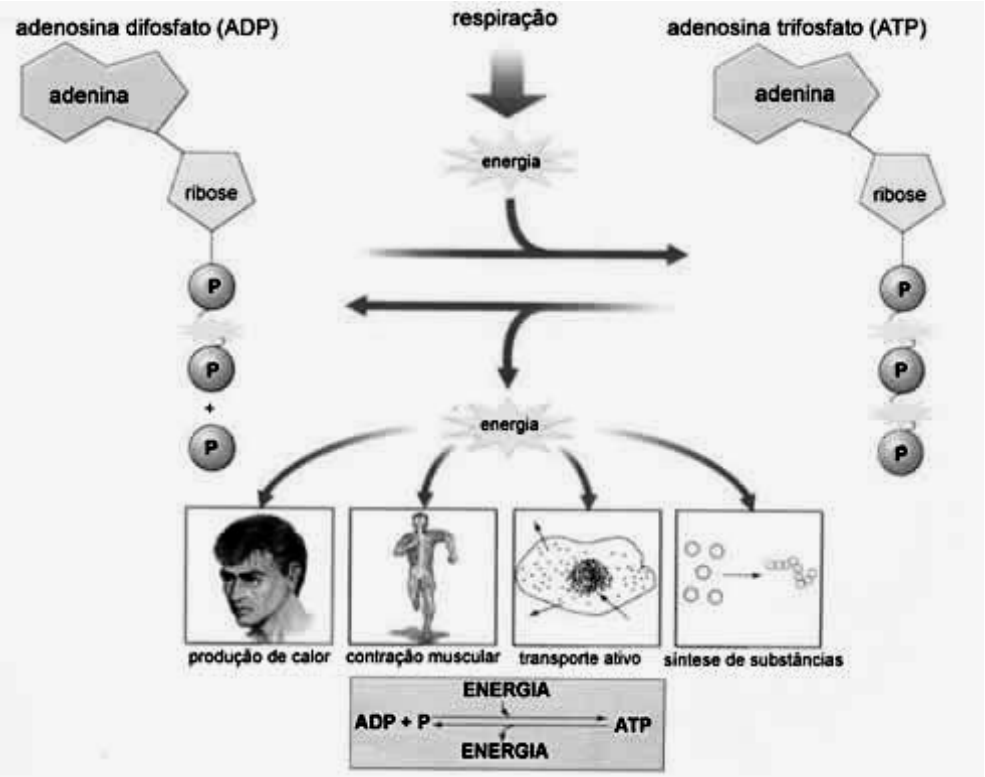
10. PUC-PR 2007 – Em relação aos envoltórios celulares, podemos afirmar que:
a) todas as células dos seres vivos têm parede celular.
b) somente as células vegetais têm membrana celular.
c) somente as células animais têm parede celular.
d) todas as células dos seres vivos têm membrana celular.
e) os fungos e bactérias não têm parede celular.

5. METABOLISMO ENERGÉTICO

PROCESSOS DE LIBERAÇÃO E DE INCORPORAÇÃO DE ENERGIA

Para se manterem vivos, os organismos devem obter energia para seu metabolismo. Ela é conseguida através da quebra de moléculas orgânicas, com a liberação da energia contida em suas ligações químicas, o que ocorre via respiração ou fermentação. Por outro lado, é necessário que haja síntese dessas moléculas orgânicas. Isto se dá por meio da incorporação da energia solar, através da fotossíntese, ou por meio da oxidação de compostos inorgânicos, na quimiossíntese. Os organismos capazes de realizar esta incorporação são os chamados autótrofos (que tem a capacidade de produzir seu próprio alimento), como as plantas, as algas e as cianobactérias. Aqueles que não apresentam essa capacidade de síntese devem ingerir ou absorver substâncias orgânicas produzidas por outros seres. São os heterótrofos, como os animais, os fungos e a maioria das bactérias.

Nos processos de liberação de energia (reações exotérmicas), as moléculas orgânicas são quebradas e a energia liberada é incorporada nas ligações da molécula de ATP (adenosina trifosfato). E é o ATP que leva a energia para todos os cantos da célula, a fim de que ela seja utilizada diretamente nas funções metabólicas. Ao ocorrer a hidrólise nas ligações fosfatos, é liberada a energia que "move" a célula. O ATP é, por assim dizer, a "moeda energética" da célula.



Os Cloroplastos

Um tipo de organela característica das células vegetais são os plastos. Acumulam substâncias e são classificados de acordo com a natureza da substância armazenada. Os plastos incolores, que armazenam amido, lipídios ou proteínas, são os leucoplastos. Os plastos coloridos pela presença de pigmentos são chamados de cromoplastos e, destes, os mais numerosos e importantes são os cloroplastos, nos quais ocorrem as reações de fotossíntese. Possuem o pigmento verde chamado clorofila.

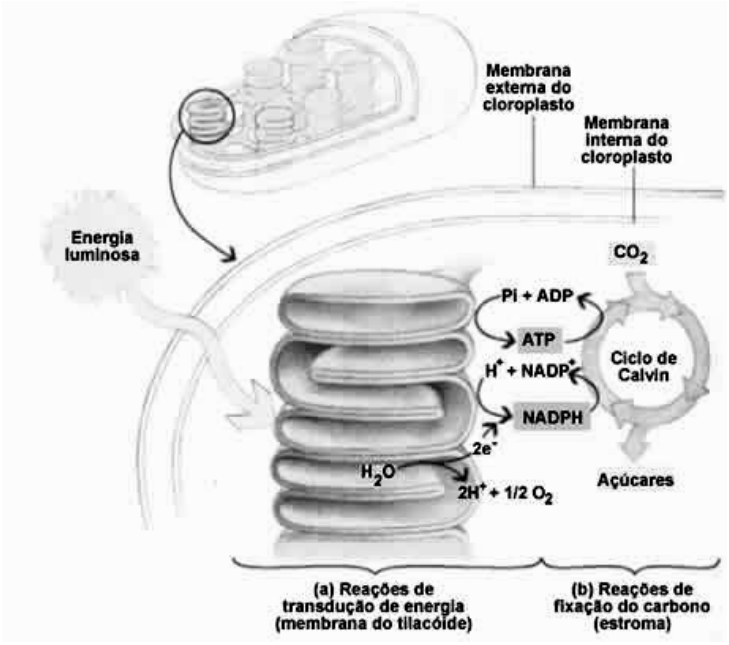
A FOTOSSÍNTESE

A fotossíntese é o processo pelo qual os seres vivos autotróficos fotossintetizantes armazenam energia solar numa substância química chamada glicose. Estes seres utilizam água e gás carbônico para produzi-la e são ajudados pela energia solar para desenvolver a molécula. Esse processo ocorre nos cloroplastos.

A fotossíntese é dividida numa etapa fotoquímica, em que há a necessidade de luz, e numa química, que ocorre sem a necessidade de luz. Na etapa fotoquímica, ocorre a fotólise da água ou a quebra da molécula de água sob a ação da luz, liberando oxigênio para a atmosfera e hidrogênio para o receptor NADP. Há também a fotofosforilação, com a produção de moléculas de ATP, e a conversão de energia solar em energia química (da ligação do ADP + P). Na etapa química da fotossíntese, é formada a glicose, com o CO_2 provindo do ar; o hidrogênio, do $NADPH_2$, e energia, do ATP (ambos produzidos na fase fotoquímica).

O esquema da reação química está representado a seguir:

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



Fotossíntese

A RESPIRAÇÃO

A respiração é o processo pelo qual os seres vivos extraem energia armazenada em substâncias químicas, como a glicose, para tornar disponível essa energia às células. Esse processo é como uma "queima" controlada, em que a glicose é quebrada gradualmente com a ajuda do oxigênio, utilizando a energia liberada para o consumo em todas as partes da célula. Ela é realizada pela maioria dos seres vivos, inclusive os fotossintetizantes.

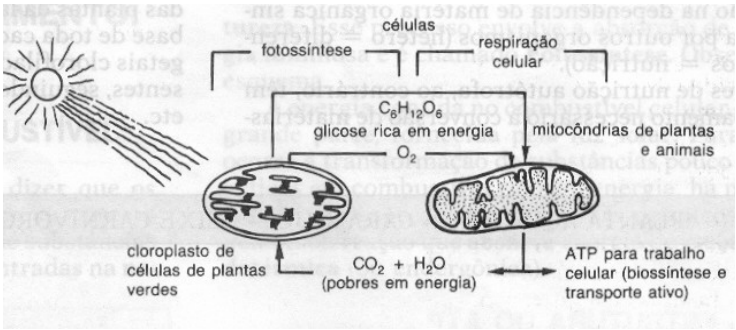
As reações químicas podem ser agrupadas em duas fases:

- A Fase Anaeróbia: produz ATP pela glicólise (a primeira quebra da glicose), gerando duas moléculas de ácido pirúvico, mais dois ATP e 2 $NADH_2$. Ocorre no citosol da célula, na ausência de oxigênio;
- A Fase Aeróbia: é dividida em ciclo de Krebs, que ocorre no citosol da mitocôndria, e em cadeia respiratória, que ocorre nas cristas mitocondriais. Para cada ácido pirúvico que entra na mitocôndria, é produzido 1 ATP, 3 $NADH_2$ e 1 $FADH_2$, na presença de oxigênio. Na cadeia respiratória, ocorre a produção de 34 ATP, momento no qual o Oxigênio será finalmente utilizado como receptor final dos elétrons que são mobilizados para a produção de ATP.

O esquema da reação química da respiração consiste de:

$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_6 + 6\ H_2O \rightarrow 6\ H_2O + 6\ CO_2 + \text{energia (38 ATP)}$$

Notemos que a equação da respiração é exatamente o inverso da reação da fotossíntese. Isso demonstra a complementaridade destes processos.



O intercâmbio entre a mitocôndria e o cloroplasto.

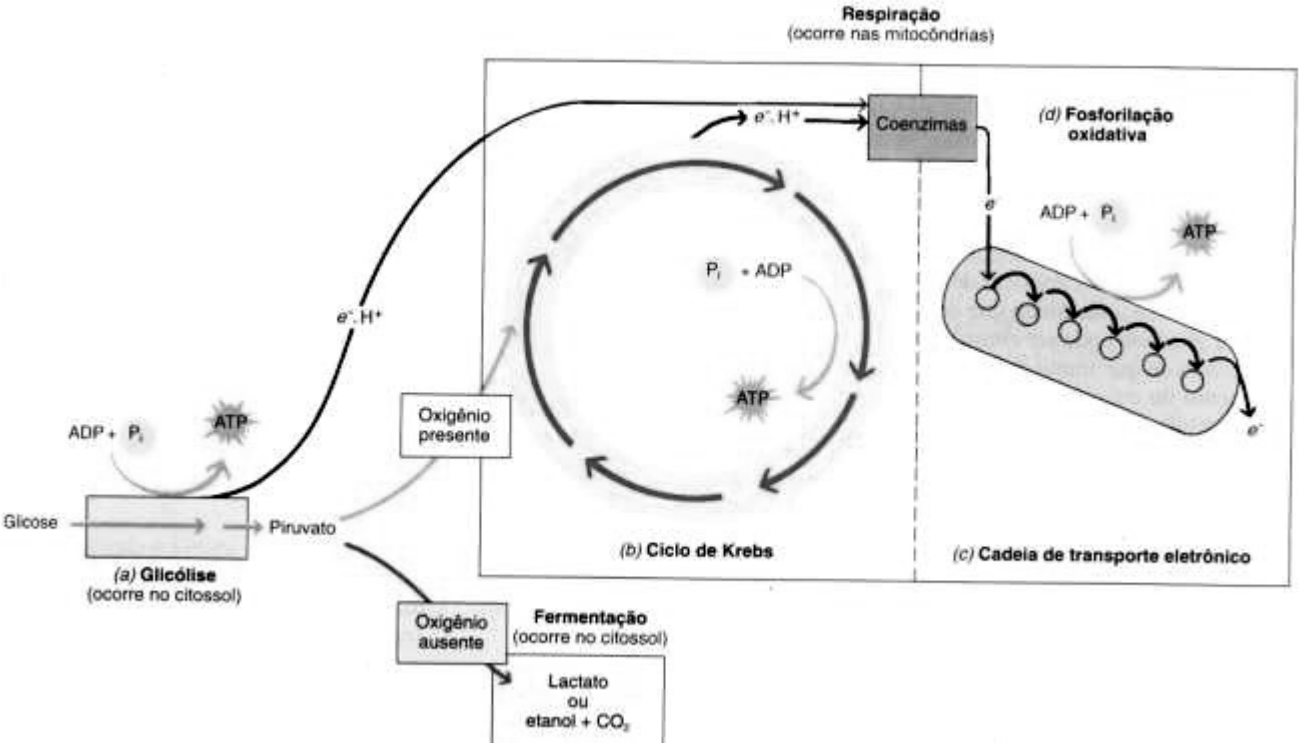
A FERMENTAÇÃO

A fermentação é um processo de obtenção de energia que ocorre na ausência de oxigênio. Nela, a energia contida na glicose não é totalmente liberada, como na respiração. Isto é demonstrado pelos produtos finais da fermentação alcoólica:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2\ CO_2 + \text{energia (2 ATP)}$$

ou

Glicose → 2 álcool etílico + 2 gás carbônico + energia

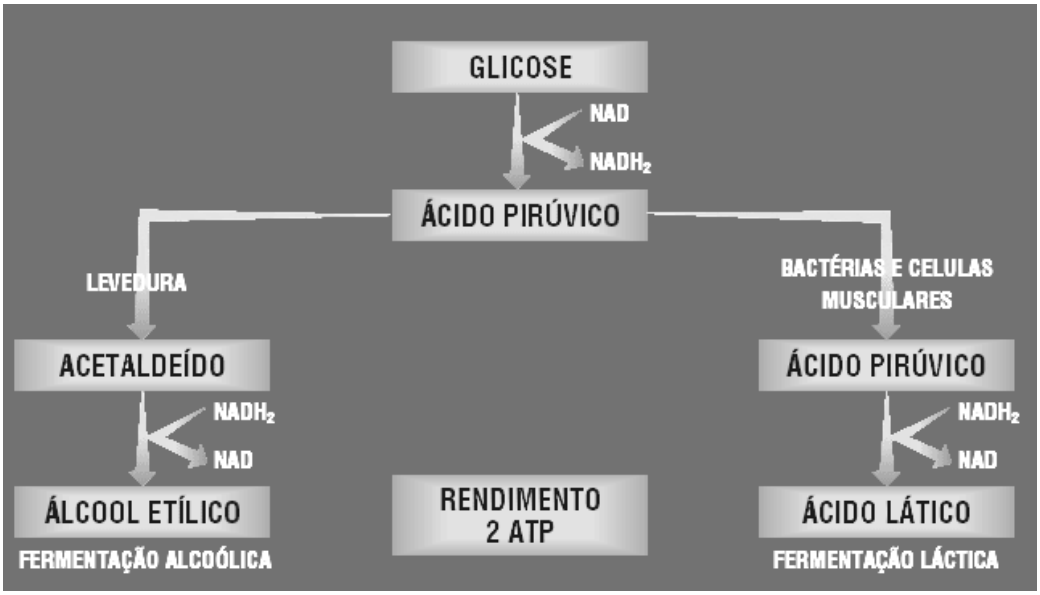


Respiração celular

A fermentação alcoólica gera duas moléculas de álcool etílico, de dois carbonos cada. Portanto, a energia contida nessas ligações não foi aproveitada, diferentemente da respiração aeróbia, em que o produto final consiste de seis moléculas de gás carbônico, com o aproveitamento da energia química de todas as ligações entre carbonos. A divergência no aproveitamento é grande: enquanto a respiração gera 38 ATP a partir de uma glicose, a fermentação gera somente 2 ATP.

Acredita-se, em termos evolutivos, que a fermentação tenha surgido primeiro como processo de obtenção de energia. Se pensarmos que, na Terra primitiva, o oxigênio era escasso, ficando disponível somente após a realização de muita fotossíntese por parte dos primeiros seres fotossintetizantes, as células primitivas não poderiam depender dele para seus metabolismos. Além disso, até os seres vivos que respiram são capazes de fazer fermentação.

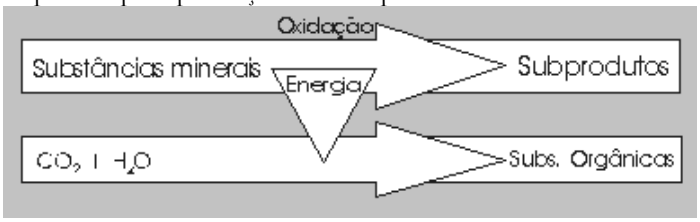
No homem, após um esforço muscular muito intenso, em que o suprimento de O_2 fica escasso, as células musculares passam a fazer a fermentação láctica, suplementando a produção de energia e produzindo ácido láctico. O acúmulo de ácido láctico nos músculos é o responsável por causar a sensação de dor após uma sobrecarga de exercício.



Fermentação

QUIMIOSSÍNTESE

A quimiossíntese é um processo autotrófico restrito a certos tipos de bactérias que aproveitam a energia química proveniente da oxidação de compostos químicos diversos. Podem ser: *sulfobactérias*, que utilizam a oxidação do gás sulfídrico para produzir matéria orgânica; *ferrobactérias*, que oxidam o ferro para a produção de matéria orgânica; *nitrobactérias*, que oxidam amônia (NH_3) ou nitritos (NO_2) para a síntese de matéria orgânica. Estas últimas têm grande importância ecológica, participando do ciclo do nitrogênio, fixando-o no solo em quantidade necessária às plantas para produção de suas proteínas.



EXERCÍCIOS

1. Unicamp 2006 – As macromoléculas (polissacarídeos, proteínas ou lipídios) ingeridas na alimentação não podem ser diretamente usadas na produção de energia pela célula. Essas macromoléculas devem sofrer digestão (quebra), produzindo moléculas menores, para serem utilizadas no processo de respiração celular.
a) Quais são as moléculas menores que se originam da digestão das macromoléculas citadas no texto?
b) Como ocorre a "quebra" química das macromoléculas ingeridas?
c) Respiração é um termo aplicado a dois processos distintos, porém, intimamente relacionados, que ocorrem no organismo em nível pulmonar e celular. Explique que relação existe entre os dois processos.

2. CEFET 2007 – Durante uma atividade intensa, em uma célula muscular, parte das moléculas de ácido pirúvico, resultantes da glicólise, não penetra nas mitocôndrias, sendo metabolizadas no hialoplasma. O processo descrito é denominado
a) respiração anaeróbica, devido à alta concentração de oxigênio no sangue.
b) respiração aeróbica, decorrente da conversão do glicogênio em glicose.
c) fermentação lática, resultante de débito de oxigênio na célula.
d) fermentação alcoólica, responsável pela conversão de ácido pirúvico em CO_2.
e) ciclo de Krebs, como consequência da oxidação do ácido pirúvico.

3. Fatecs 2007 – Se as células musculares podem obter energia por meio da respiração aeróbica ou da fermentação, quando um atleta desmaia após uma corrida de 1000 m, por falta de oxigenação adequada de seu cérebro, o gás oxigênio que chega aos músculos também não é suficiente para suprir as necessidades respiratórias das fibras musculares, que passam a acumular
a) glicose.
b) ácido acético.
c) ácido lático.
d) gás carbônico.
e) álcool etílico.

4. UFSCAR 2007 – Os ingredientes básicos do pão são farinha, água e fermento biológico. Antes de ser levada ao forno, em repouso e sob temperatura adequada, a massa cresce até o dobro de seu volume. Durante esse processo predomina a
a) respiração aeróbica, na qual são produzidos gás carbônico e água. O gás promove o crescimento da massa, enquanto a água a mantém úmida.
b) fermentação lática, na qual bactérias convertem o açúcar em ácido lático e energia. Essa energia é utilizada pelos microorganismos do fermento, os quais promovem o crescimento da massa.
c) respiração anaeróbica, na qual os microorganismos do fermento utilizam nitratos como aceptores finais de hidrogênio, liberando gás nitrogênio. O processo de respiração anaeróbica é chamado de fermentação, e o gás liberado provoca o crescimento da massa.
d) fermentação alcoólica, na qual ocorre a formação de álcool e gás carbônico. O gás promove o crescimento da massa, enquanto o álcool se evapora sob o calor do forno.
e) reprodução vegetativa dos microorganismos presentes no fermento. O carboidrato e a água da massa criam o ambiente necessário ao crescimento em número das células de levedura, resultando em maior volume da massa.

5. UFRN 2007 – Durante o processo de fotossíntese, a ação da luz sobre a clorofila libera elétrons que são capturados por uma cadeia transportadora. Durante esse **processo de transporte**, ocorre:
a) formação de quantidades elevadas do aceptor NADP+ a partir da captura de elétrons e prótons.
b) transferência dos elétrons entre moléculas organizadas em ordem decrescente de energia.
c) fotólise de moléculas de CO_2, que liberam elétrons e cedem o carbono para a formação da glicose.
d) quebra da molécula de água a partir da conversão de ATP em ADP, com liberação de prótons.

6. UFRN 2007 – Em cada momento, uma grande parte do carbono que compõe o corpo de todos os seres vivos já esteve antes na atmosfera, e a ela volta na forma de dióxido de carbono (CO_2). Durante o ciclo do carbono na natureza, um dos processos que garantem seu retorno desses organismos ao ambiente abiótico é a:
a) oxidação de nutrientes durante a respiração celular.
b) formação de moléculas complexas, como a glicose.
c) combinação desse elemento com o hidrogênio do ar.
d) ligação com átomos de nitrogênio para formar proteínas.

7. UFPE 2007 – Substâncias como glicose, aminoácidos, entre outros, resultantes da digestão dos alimentos, são distribuídas pelo sangue para os diferentes tecidos do homem, sendo empregadas em processos metabólicos. Com relação a esse assunto, é correto afirmar que:
1) a energia necessária à realização de processos vitais é obtida por meio da respiração celular aeróbica.
2) parte da energia utilizada pelo homem na execução de atividades como andar e estudar decorre da fermentação celular.
3) na respiração celular aeróbica, a glicose se combina com gás carbônico, resultando na obtenção de oxigênio e energia para o homem.
4) embora, na respiração aeróbica, resultem 38 moléculas de ATP e, na fermentação, apenas 8, a fermentação também contribui para a efetivação dos processos vitais.
Está(ão) correta(s):
a) 1 apenas
b) 1 e 2 apenas
c) 3 e 4 apenas
d) 2, 3 e 4 apenas
e) 1, 2, 3 e 4

8. UFMT 2007 – Nos centros urbanos, onde a vegetação é substituída por vias pavimentadas e prédios de concretos, ocorre elevação da temperatura ambiental. As árvores, além de amenizarem o calor, melhoram a qualidade do ar, e isso se deve à:
a) respiração pela produção de O_2.
b) fotossíntese pela produção de CO_2.
c) fotossíntese pela produção de O_2.
d) respiração pela produção de CO_2.
e) fotossíntese pela absorção de O_2.

9. UEL 2007 – "Para nenhum povo da antiguidade, por mais que consumissem a cerveja, ela foi tão significativa e importante como para os egípcios. Entre eles, além de ter uma função litúrgica determinada no banquete oferecido aos mortos ilustres, a cerveja era a bebida nacional [...]. As mulheres que fabricavam a cerveja tornavam-se sacerdotisas, tal era a importância dessa bebida digna de ser oferecida como libação aos deuses." (VIDA biblioteca. *Como fazer cerveja*. 3.ed. São Paulo: Três, 1985. p. 51-52.)
Ainda que a cerveja seja fabricada há milhares de anos, a essência de sua produção continua a mesma. Com base nos conhecimentos sobre o tema, é correto afirmar que a cerveja é originada a partir da fermentação de cereais por meio de:
a) Fungos macroscópicos, liberando álcool etílico e oxigênio.
b) Bactérias, liberando álcool metílico e gás carbônico.
c) Bactérias, liberando álcoois aromáticos e oxigênio.
d) Fungos microscópicos, liberando álcool etílico e gás carbônico.
e) Fungos microscópicos, liberando álcool metílico e água.

10. PUC-PR 2007 – Analise as afirmações abaixo, relativas ao processo do metabolismo energético:
I. Fermentação, respiração aeróbica e respiração anaeróbica são processos de degradação das moléculas orgânicas em compostos mais simples, liberando energia.
II. Todos os processos de obtenção de energia ocorrem na presença do oxigênio.
III. A energia liberada nos processos do metabolismo energético é armazenada nas moléculas de ATP.
IV. No processo de fermentação, não existe uma cadeia de aceptores de hidrogênio que está presente na respiração aeróbica e anaeróbica.
V. Na respiração aeróbica, o último aceptor de hidrogênio é o oxigênio, enquanto que na respiração anaeróbica é outra substância inorgânica.
VI. Na fermentação, a energia liberada nas reações de degradação é armazenada em 38 ATPs, enquanto na respiração aeróbica e anaeróbica é armazenada em 2 ATPs.
Estão corretas:
a) I , III , IV , V
b) I , III , V , VI
c) I , IV , V , VI
d) I , II , IV , V
e) I , II , III, IV

11. Unicamp 2005 – O processo de fermentação foi inicialmente observado no fungo *Saccharomyces*. Posteriormente, verificou-se que os mamíferos também podem fazer fermentação.
a) Em que circunstância esse processo ocorre nos mamíferos?
b) Dê dois exemplos da importância do processo de fermentação para a obtenção de alimentos.

6. DIVISÃO CELULAR

DIVISÃO CELULAR E TIPOS DE REPRODUÇÃO

As espécies só perduram graças ao processo de multiplicação celular, pois é fundamental que sejam capazes de se reproduzir. Ou seja, é necessário que um ser vivo gere seres com características semelhantes às suas através da hereditariedade. Em organismos unicelulares, a divisão celular leva ao aumento do número de indivíduos. Nesse caso, o processo que acontece é o de reprodução assexuada, em que os organismos produzidos são geneticamente idênticos entre si e o genitor. Na reprodução sexuada, que envolve mistura de genes de dois indivíduos diferentes da mesma espécie, haverá a produção de gametas haploides. Em organismos multicelulares, deverá, ainda, haver o desenvolvimento e a renovação do organismo, que também ocorrem através da produção de novas células.

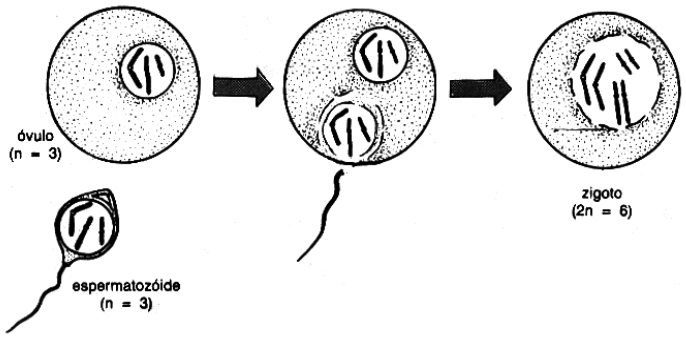
Há dois tipos de divisão celular: a mitose e a meiose.

A ATIVIDADE DOS CROMOSSOMOS

A conformação cromossômica é de essencial valor no procedimento de divisão celular. Os cromossomos devem sua capacidade de duplicação e divisão a seu principal componente, o DNA, o qual é capaz de autoduplicação (processo anterior à divisão de uma célula). Cada cromossomo produz outro idêntico a ele, e ambos permanecem unidos pelo centrômero, que será a última porção cromossômica a duplicar seu DNA. Enquanto ligados, recebem o nome de cromátides ou cromátides-irmãs. Ao final da duplicação, essas podem se separar, cada qual consistindo num novo cromossomo.

Células haploides e diploides

Dentro de uma mesma espécie existem cromossomos de mesmo número, forma e tamanho. Na maior parte das espécies, a célula apresenta dois cromossomos de cada tipo, iguais entre si. Cada dupla destes será denominada "par de cromossomos homólogos". As células que apresentam este tipo de conjunto cromossômico são chamadas de células diploides, representadas por 2n. Nelas, cada um dos cromossomos de um par é originário de um dos dois progenitores. As células que apresentam apenas um cromossomo de cada tipo são chamadas células haploides, representadas por n.



Fecundação: restabelecimento do número diploide.

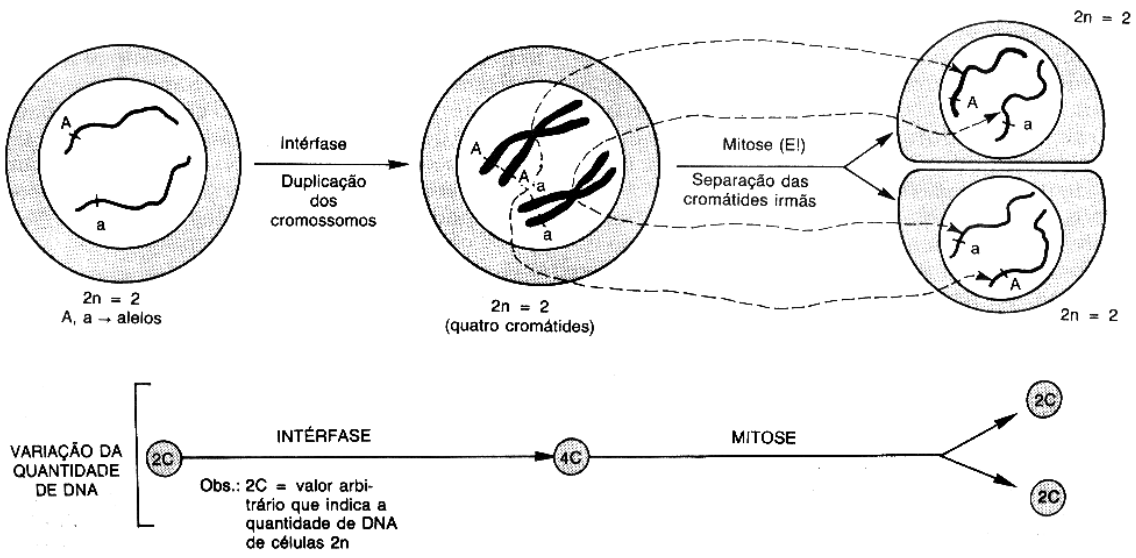
Na espécie humana, as células do corpo são todas diploides, e apenas os gametas (espermatozoides e óvulos) são haploides. Com a fecundação, o número diploide característico da espécie é restabelecido, como detalhado na figura acima.

TIPOS DE DIVISÃO CELULAR

A divisão celular pode ser caracterizada pelo comportamento cromossômico durante o processo em que ocorre, e é classificada em dois tipos: mitose e meiose. A mitose dá origem a duas células-filhas que contêm, cada uma, o mesmo número de cromossomos da célula-mãe. A meiose forma quatro células-filhas haploides, ou seja, metade do número de cromossomos da célula-mãe.

MITOSE

A Mitose é a divisão celular nas células somáticas (células não-sexuais), com produção de duas células idênticas à geradora. O número de cromossomos de cada uma das células-filhas permanece igual ao da célula-mãe. Ocorre durante o crescimento de um organismo e na regeneração, além de ser base para processos de reprodução assexuada como a bipartição (ou cissiparidade) e o brotamento. O ciclo celular é um processo contínuo. Porém, por motivos didáticos, a mitose foi dividida em quatro estágios: prófase, metáfase, anáfase e telófase. O período que precede a divisão é a intérfase.



Mitose e variação da quantidade de DNA.

Intérfase

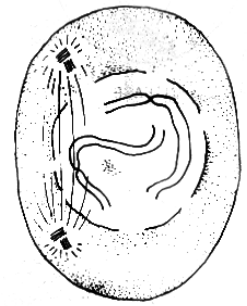
Quando não está em divisão, a célula permanece em Intérfase. É uma fase longa, correspondendo a quase 90% do ciclo celular. A intérfase corresponde a um estágio entre as divisões celulares sucessivas, havendo grande atividade metabólica. A célula cresce, duplica seu DNA (material genético), forma novas organelas e acumula energia. Divide-se em três períodos:

G_1: do inglês "gap" = 'intervalo'; período mais longo;
S : "síntese" ou duplicação de DNA;
G_2: a célula começa a se organizar para entrar em mitose; período mais curto.

É durante a intérfase que a célula se prepara para a divisão, tendo como evento mais marcante a duplicação do material genético. Após a Intérfase, a Mitose se inicia.

Prófase ("pró" = 'antes')

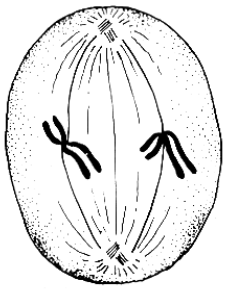
- Início da condensação da cromatina em cromossomos unidos pelo centrômero;
- Desintegração do nucléolo;
- Migração dos pares de centríolos (ausentes em vegetais superiores) para os polos;
- Formação do fuso: os centríolos se deslocam para polos opostos, e entre eles se estendem fibras proteicas, que constituem o fuso. Há fibras contínuas de polo a polo e outras que se prendem aos cromossomos pelos centrômeros. O fuso forma-se mesmo na ausência de centríolos;
- A Prófase termina com a fragmentação da carioteca;



Prófase

Metáfase ("meta" = 'meio')

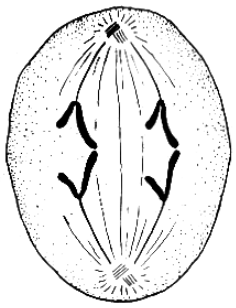
- Os cromossomos se dispõem na região equatorial da célula, atados às fibras do fuso.
- Os cromossomos atingem o grau máximo de espiralização.
- No final da Metáfase, os centrômeros se duplicam e se partem longitudinalmente, deixando livres as cromátides-irmãs.



Metáfase

Anáfase ("ana" = 'separação')

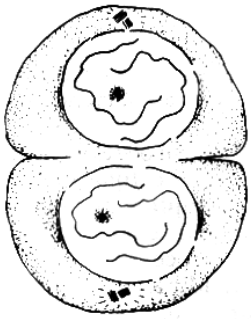
- Há separação das cromátides-irmãs, agora como novos cromossomos;
- Os cromossomos migram aos polos pelo encurtamento das fibras do fuso;



Anáfase

Telófase ("telo" = 'final')

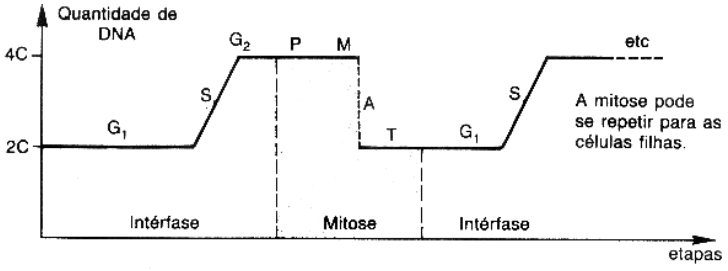
- Os conjuntos cromossômicos aproximam-se dos polos e se agregam;
- Há o reaparecimento dos nucléolos;
- Ocorre a descondensação dos cromossomos;
- Há a formação de dois envoltórios nucleares;
- Completa-se a divisão do núcleo (cariocinese);
- As fibras do fuso e do áster desaparecem;
- Ocorre a distribuição das organelas e a divisão do citoplasma (citocinese), com o isolamento das novas células;



Telófase

Após a Telófase, as células-filhas originadas entram em Intérfase, quando estarão se preparando para uma nova divisão.

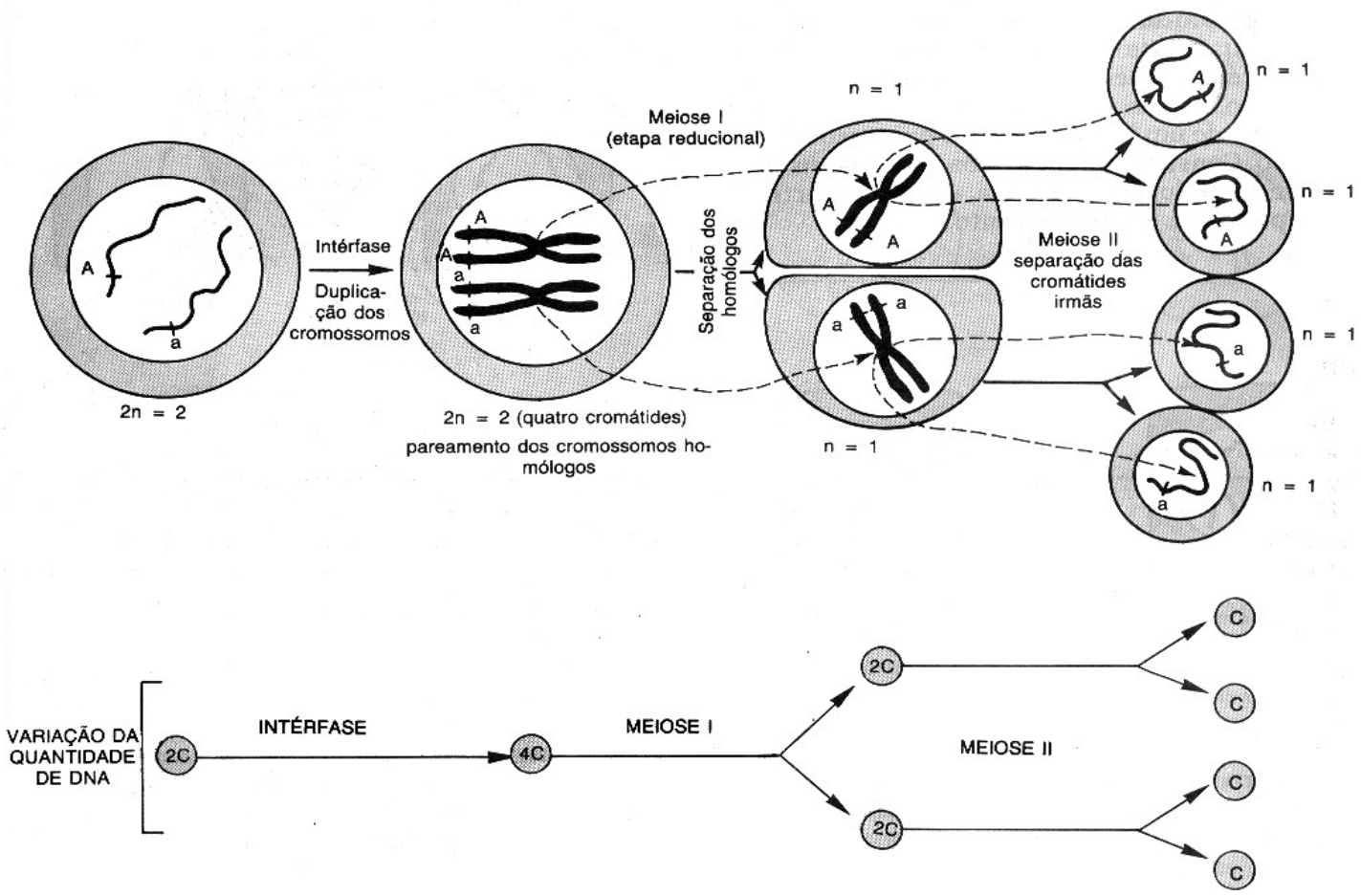
VARIAÇÃO DA QUANTIDADE DE DNA NA INTÉRFASE E MITOSE



MEIOSE

A Meiose é um processo imprescindível para a manutenção da carga genética das espécies. Corresponde à divisão celular que ocorre nos órgãos reprodutores masculinos e femininos de plantas e animais, formando esporos e gametas, respectivamente. É reducional, com o número de cromossomos da célula

comprimido à metade; ou seja: uma célula somática com 2n cromossomos forma quatro células reprodutivas com n cromossomos. A meiose está intimamente ligada à reprodução sexuada. O ciclo reprodutivo sexual envolve uma alternância de gerações de células haploides (n = um lote cromossômico) e diploides (2n = dois lotes cromossômicos). Na fecundação e formação do zigoto, após o encontro dos gametas, se restabelece o número diploide de cromossomos.



Meiose e variação da quantidade de DNA.

A Meiose consiste em duas etapas de divisão celular sucessivas: a Meiose I (primeira divisão meiótica) e a Meiose II (segunda divisão meiótica). Na primeira divisão, os cromossomos homólogos duplicados separam-se, produzindo células com um único lote cromossômico. Esta primeira etapa é reducional, pois tanto o número de cromossomos quanto o número de cromátides são reduzidos. Na segunda divisão, as cromátides-irmãs separam-se em células-filhas, como na mitose. Essa fase é equitativa, visto que apenas o número de cromátides é reduzido. A meiose é de muita importância para a evolução, uma vez que é durante este processo que ocorre a recombinação genética, ou seja, ocorre troca de partes dos cromossomos, aumentando assim a variabilidade genética dos gametas formados. Como a Mitose, a Meiose foi dividida em diferentes fases para uma melhor compreensão didática, mas deve ser vista como um processo contínuo. Da mesma maneira que a mitose, a meiose é precedida pela fase de Intérfase.

Intérfase

Semelhante ao que ocorre na Mitose, na Intérfase que precede a Meiose há duplicação dos cromossomos (duplicação do DNA), com as duas cromátides-irmãs permanecendo unidas pelo centrômero.

PRIMEIRA DIVISÃO MEIÓTICA

Prófase I

A Prófase I é muito longa e subdividida em cinco subfases, de acordo com o aspecto dos cromossomos:

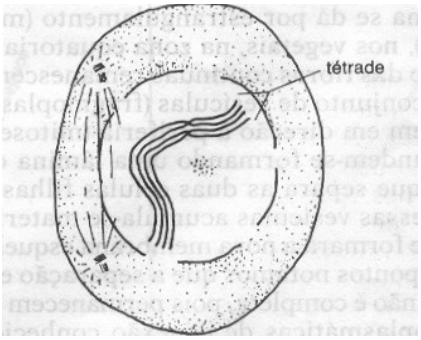
- Leptóteno ("léptos" = 'finos') - cromossomos visíveis, semelhantes a fios muito finos, até o momento em que iniciam o processo de condensação;
- Zigóteno ("zygos" = 'par') - há o pareamento dos cromossomos homólogos, que é a sinapse;
- Paquíteno ("pachýs" = 'espesso') - os cromossomos homólogos condensam-se mais, tornando-se mais espessos. Há visualização das cromátides. Os homólogos pareados apresentam quatro filamentos, as cromátides, sendo o conjunto uma tétrade ou par bivalente;
- Diplóteno ("diplóos" = 'duplo') - os cromossomos homólogos intensificam a condensação, afastando-se um pouco. Nesta fase e na anterior, observam-se pontos de contato entre as cromátides homólogas chamados de quiasmas (cruzamento), que se relacionam ao *crossing-over* - este será detalhado a seguir;
- Diacinese ("diá" = 'através', "kinesis" = 'movimento') - ocorre condensação mais intensa, e os cromossomos continuam a se separar. A separação total só ocorrerá na Anáfase I.

Além das características cromossômicas destacadas acima, a prófase I caracteriza-se, em termos gerais,

- pelo deslocamento dos centríolos para posições opostas;
- pelo surgimento do fuso;
- pela condensação dos cromossomos;
- pelo desaparecimento do nucléolo e da carioteca.

Diferenças com a Prófase da Mitose

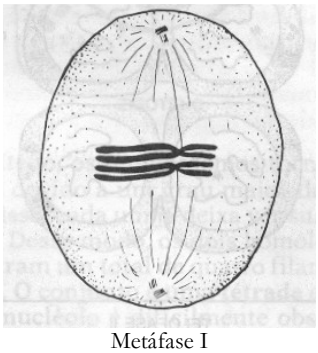
- Os cromossomos homólogos se dispõem lado a lado; o emparelhamento dos cromossomos é conhecido como sinapse;
- Cada par de homólogos forma um bivalente ou tétrade, denominação referente às quatro cromátides, duas de cada cromossomo homólogo;
- Pode ocorrer o fenômeno de *crossing-over*, também chamado permuta ou recombinação. Corresponde à situação na qual há quebras em cromátides de cromossomos homólogos em pontos correspondentes. Se há uma troca, e os fragmentos soldam-se em posições trocadas, uma cromátide solda-se ao fragmento de sua homóloga, e vice-versa.



Prófase I

Metáfase I

- Os cromossomos homólogos, em pares, movem-se para a região equatorial do fuso;
- Os pares de cromossomos homólogos estão unidos a fibras do fuso, que se formaram através de seus centrômeros. O centrômero é o ponto de união das duas cromátides;
- Cada centrômero prende-se à fibra de um dos polos do fuso;
- Antes de haver a divisão dos centrômeros, cada cromossomo com as duas cromátides começa a ser puxado para um dos polos da célula.

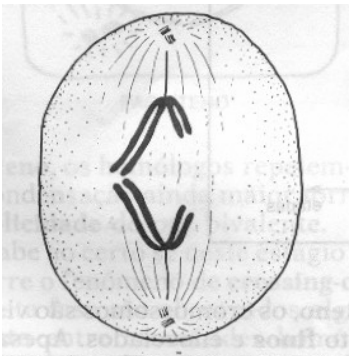

Metáfase I

Diferenças com a Metáfase da Mitose

- Na Mitose, cada centrômero ligava-se às fibras de ambos os polos.
- Na Meiose I, as cromátides-irmãs serão puxadas juntas, sem divisão dos centrômeros, sendo que na Mitose as cromátides-irmãs se separavam.

Anáfase I

- Os cromossomos homólogos, cada um com as duas cromátides unidas pelo centrômero, são separados;
- Há o seu arrastamento para polos opostos do fuso e da célula, graças ao encurtamento das fibras;
- A chegada dos cromossomos aos polos da célula marca o fim da Anáfase I e o início da Telófase I.

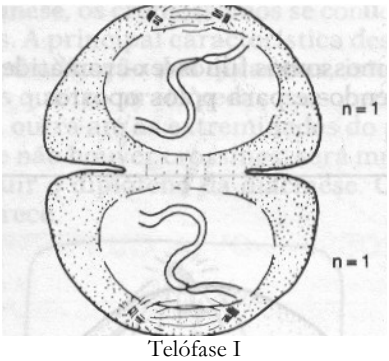

Anáfase I

Diferenças com a Anáfase da Mitose

- Na Anáfase I da Meiose, os cromossomos em migração para os polos são cromossomos homólogos, cada um formado por duas cromátides unidas pelo centrômero.
- Já na Mitose, os cromossomos que migraram para os polos eram cromossomos-irmãos, cada um sendo formado por apenas uma cromátide.

Telófase I

- Os cromossomos atingem os polos e se descondensam;
- O fuso desaparece;
- As cariotecas reorganizam-se e os nucléolos reaparecem;
- Nos polos das células, dois novos núcleos se organizam;
- Cada núcleo, disposto em polos opostos, terá n cromossomos. Porém, destaca-se que cada um dos cromossomos terá duas cromátides;
- Após a reorganização nuclear, o citoplasma se divide, com a origem de duas células.



Telófase I

Intercinese

Entre a primeira e a segunda divisão da Meiose, pode haver um período de repouso chamado de Intercinese. Nesta fase, porém, não há duplicação do DNA, como a que ocorre na Intérfase.

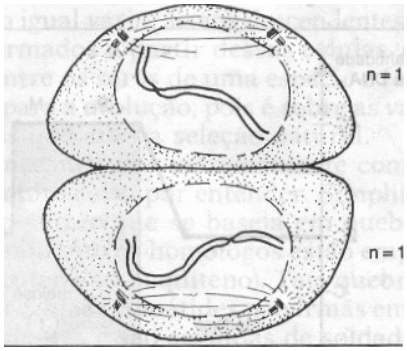
SEGUNDA DIVISÃO MEIÓTICA

A segunda divisão ocorre simultaneamente nas duas células que se formaram após a primeira divisão. Em ambas as células resultantes da Meiose I, após a separação dos homólogos, os

eventos que acontecem na Meiose II são praticamente idênticos aos de uma Mitose. Na divisão II, há a separação das cromátides-irmãs, com a duplicação e separação dos centrômeros.

Prófase II

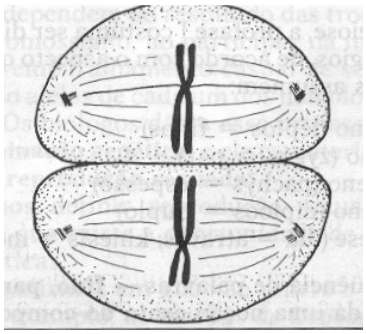
- Os cromossomos se condensam;
- Os nucléolos desaparecem progressivamente;
- Forma-se um novo fuso, geralmente perpendicular ao anterior;
- O fim da prófase II dá-se com a fragmentação da carioteca.



Prófase II

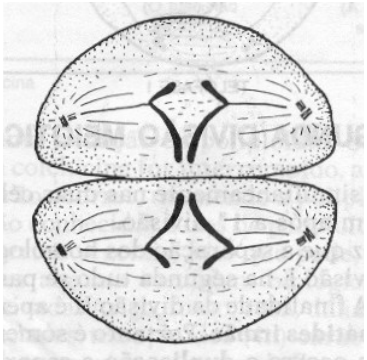
Metáfase II

- Os cromossomos espalham-se pelo citoplasma até moverem-se à região equatorial da célula;
- Fuso acromático formado na Prófase II ocupa a região central da célula;
- Os cromossomos unem-se às fibras do fuso, sendo que cada um se une a fibras de ambos os polos;
- Esta fase termina quando os centrômeros se dividem, na região do centrômero, e as cromátides-irmãs passam a ser puxadas para os polos opostos.


Metáfase II

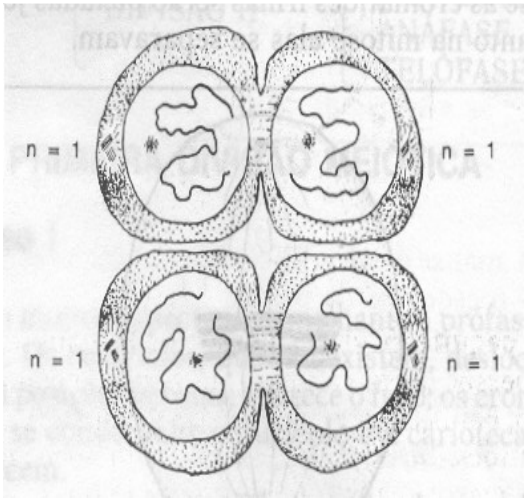
Anáfase II

- Os cromossomos, cada um constituído por uma cromátide, separam-se, sendo arrastados para os polos opostos.


Anáfase II

Telófase II

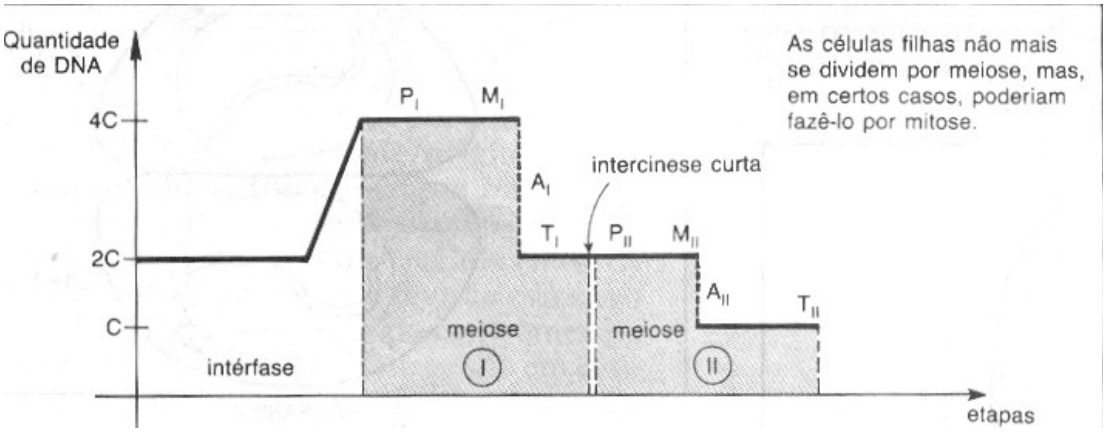
Nos polos de cada uma das células que sofreu a Meiose II, há a descondensação dos cromossomos e estes assumem suas formas originais filamentosas:



Telófase II

- os nucléolos reaparecem;
- as cariotecas se reorganizam;
- o citoplasma se divide;
- cada célula que entrou em Meiose II se divide, dando origem a duas células-filhas.

VARIAÇÃO DA QUANTIDADE DE DNA NA INTÉRFASE E NA MEIOSE



CROSSING-OVER OU PERMUTAÇÃO

O *Crossing-Over* ou Permutação é um fenômeno de grande utilidade à distribuição correta dos cromossomos aos polos opostos no decorrer da Meiose. Em consequência, é fundamental à variação genética das células formadas na Meiose, sendo indispensável ao processo de evolução. É característico da Meiose.

A Permuta ocorre a partir de quebras quando os cromossomos homólogos estão pareados, atingindo duas cromátides não-irmãs em pontos equivalentes, havendo sucessiva soldadura trocada entre ambas as posições. As cromátides que trocaram pedaços serão os novos cromossomos das células-filhas, e cada uma das novas células receberá um conjunto genético que variará com as trocas.

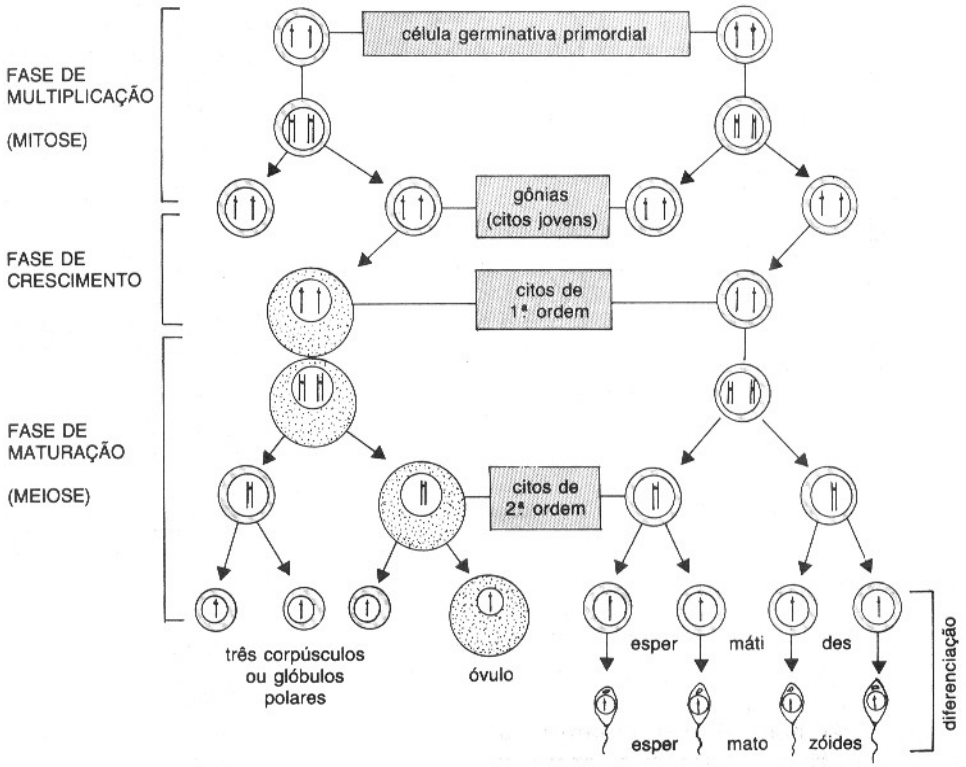
O número de permutações que ocorre por par de homólogos é variável e sua localização é casual. O processo resultante denomina-se recombinação gênica, caracterizando a reprodução sexuada e sua variabilidade genética.

O *Crossing-Over* não deve ser confundido com a mutação, já que nesse outro processo pode haver alteração da manifestação dos genes, de sua estrutura e do número de cromossomos, com diferentes manifestações.

A GAMETOGÊNESE

A Gametogênese é a formação de gametas a partir de células germinativas, e se dá através da Meiose. Ocorre nas seguintes fases:

- Multiplicação - há Mitose de células germinativas 2n, com sua multiplicação e formação de um lote de células novas;
- Crescimento - as células jovens crescem antes do começo da Meiose, com acúmulo de substâncias de reserva. Ao final, as células denominam-se de ovócitos e espermatócitos de 1ª ordem, de acordo com o seu desenvolvimento para óvulos ou espermatozoides;
- Maturação - as células, ou citos de 1ª ordem, passam por Meiose. Na espermatogênese, as quatro células haploides formadas são chamadas espermátides, e irão se alterar para espermatozoides. Na ovulogênese, somente uma das quatro células formadas é a funcional, o óvulo. As outras três são chamadas de corpúsculos polares, não tendo função e se degenerando.



COMPARAÇÃO: MITOSE E MEIOSE

Mitose	Meiose
Resulta em duas células geneticamente iguais.	Resulta em quatro células geneticamente diferentes.
Não há redução do número cromossômico.	Há redução do número de cromossomos.
Não há permuta gênica entre cromossomos homólogos.	Normalmente ocorre permuta gênica entre os cromossomos homólogos.
Ocorre em células somáticas.	Ocorre em células germinativas.
A duplicação do DNA antecede apenas uma divisão celular.	A duplicação do DNA antecede duas divisões celulares.
Uma célula produzida por mitose, em geral, pode sofrer nova mitose.	Uma célula produzida por meiose não pode sofrer meiose.
Importante na reprodução assexuada e na regeneração e crescimento de multicelulares.	Importante na produção de gametas e esporos.

COMPARAÇÃO: MITOSE VEGETAL E MITOSE ANIMAL

Célula animal	Célula vegetal
Cêntrica: presença de centríolos.	Acêntrica: ausência de centríolos.
Astral: presença de áster.	Anastral: ausência de áster.
Citocinese centrípeta: de "fora para dentro", por estrangulamento.	Citocinese centrífuga: de "dentro para fora", pela formação da lamela média com a fusão de vesículas.

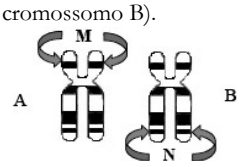
EXERCÍCIOS

1. (Unicamp – 2003) Nos animais a meiose é o processo básico para a formação dos gametas. Nos mamíferos há diferenças entre a gametogênese masculina e a feminina.
a) Nos machos, a partir de um espermatócito primário obtêm-se 4 espermatozoides. Que produtos finais são obtidos de um oócito primário? Em que número?
b) Se um espermatócito primário apresenta 20 cromossomos, quantos cromossomos serão encontrados em cada espermatozoide? Explique.
c) Além do tamanho, os gametas masculinos e femininos apresentam outras diferenças entre si. Cite uma delas.

2. (UFRJ – 2007) Sabendo que a maioria das mutações é deletéria (prejudicial ao organismo), o evolucionista John Maynard-Smith escreveu sobre a meiose, durante a produção de gametas: "A meiose é o equivalente a ter dois carros, um com a transmissão quebrada, outro com o motor quebrado e, com eles, produzir um único carro que funcione".

A figura a seguir ilustra um par de cromossomos homólogos duplicados (A e B), bem como as localizações dos alelos deletérios "M" (presente somente no cromossomo A) e "N" (presente somente no cromossomo B).

Um indivíduo que possui os cromossomos A e B poderá formar gametas que não sejam portadores dos alelos M e N? Justifique sua resposta



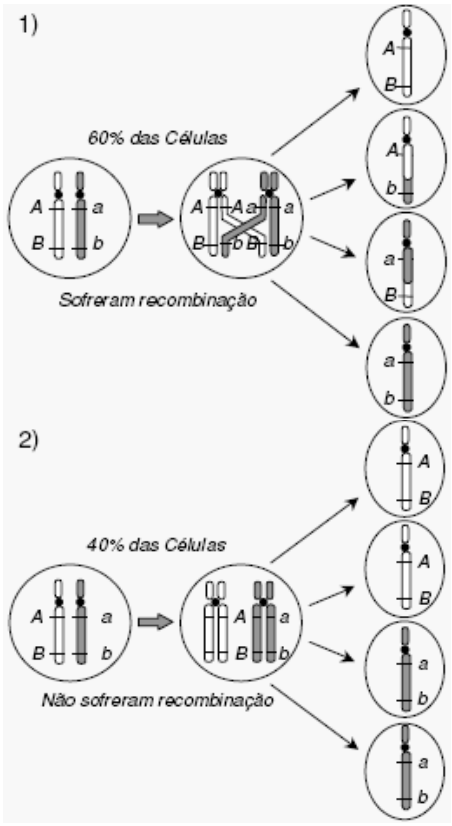
3. (UFSC – 2005) A resposta correta será a soma dos números associados às proposições verdadeiras. A Mitose e a Meiose são importantes processos biológicos, pois permitem que o número de cromossomos de uma célula permaneça igual, ou seja reduzido, para possibilitar sua restauração numérica após a fecundação. Com relação aos eventos e aos resultados destes dois processos, é **CORRETO** afirmar que:
01. ao contrário da Mitose, que ocorre em todas as células, a Meiose restringe-se àquelas da linha germinativa, que produzirão gametas.
02. nos dois processos, ocorre a compactação da cromatina, fenômeno este que, além de facilitar a divisão correta dos cromossomos, impede que o material genético seja atacado por enzimas, presentes no citoplasma, que destroem o DNA.
03 uma mutação que ocorra em uma das cromátides de uma célula somática será transmitida a todas as suas células-filhas, através da divisão mitótica.
04 a Mitose é o sistema de reprodução dos organismos nos quais não existe a presença de sexo nem a formação de células germinativas.
05 se considerarmos, em uma mesma espécie, duas células-filhas, uma originada por Mitose e a outra por Meiose, a primeira conterá metade do número de cromossomos e o dobro da quantidade de DNA da segunda.
06. na Meiose, existe a possibilidade de ocorrer o fenômeno de recombinação, que é a troca de segmentos entre quaisquer dois cromossomos, gerando, com isso, alta variabilidade genética para os indivíduos envolvidos.
07. a Meiose compreende duas etapas de divisão cromossômica, sendo que, após a primeira, o número de cromossomos das células-filhas é metade do das células-mães.
( ) soma

4. (Unifesp – 2007) Certos fármacos, como a colchicina, ligam-se às moléculas de tubulina e impedem que elas se associem para formar microtúbulos. Quando células em divisão são tratadas com essas substâncias, a mitose é interrompida na metáfase. Células contendo dois pares de cromossomos homólogos foram tratadas com colchicina, durante um ciclo celular. Após o tratamento, essas células ficaram com:
a) quatro cromossomos.
b) dois cromossomos.
c) seis cromossomos.
d) dez cromossomos.
e) oito cromossomos.

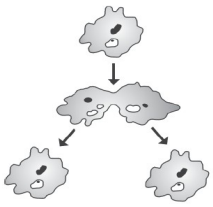
5. (UFPel – 2007) O ciclo celular envolve a interfase e as divisões celulares, que podem ser mitose ou meiose. Durante as fases de divisões celulares, ocorrem vários eventos importantes que envolvem o material genético, as organelas e as estruturas celulares. O ciclo celular mitótico garante a reposição celular, o crescimento dos organismos multicelulares e a reprodução assexuada, enquanto o ciclo celular meiótico é um processo importante para a reprodução sexuada.

Com base no texto e em seus conhecimentos, é correto afirmar que
a) a interfase é um período do ciclo celular que apenas antecede a mitose ou a meiose; nela não ocorrem eventos importantes para a geração de novas células.
b) ocorre, tanto na anáfase mitótica quanto na anáfase I meiótica, a separação das cromátides irmãs, as quais são puxadas para os polos opostos da célula.
c) são formadas duas células diploides no final da mitose masculina, enquanto que, no final da meiose, são formadas quatro células diploides, considerando a espécie humana.
d) todas as células animais e vegetais iniciam a citocinese (divisão do citoplasma) da mesma forma, pela invaginação da membrana plasmática (movimento centrípeto).
e) ocorre, na fase da telófase mitótica, a reorganização do envoltório nuclear e do nucléolo, que foram desorganizados no início do processo de divisão.
f) I.R.

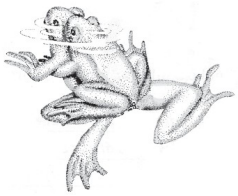
6. (UFPE – 2007) Na elaboração de mapas cromossômicos devem ser consideradas as taxas de recombinação entre os locos gênicos. Considerando o genótipo ilustrado na figura e as frequências de recombinação mostradas para os gametas oriundos, é correto afirmar que:
a) Os gametas AB e ab (parentais) serão observados em maior frequência.
b) Os gametas recombinantes ocorrerão com frequência de 60% (figura 1).
c) Os gametas não-recombinantes ocorrem com frequência de 40% (figura 2).
d) O processo de permutação (figura 1) ocorre na prófase II da meiose.
e) Os gametas duplo-recessivos são obtidos em menor frequência.



7. (UFMG – 2006) Analise estas figuras:



I



II

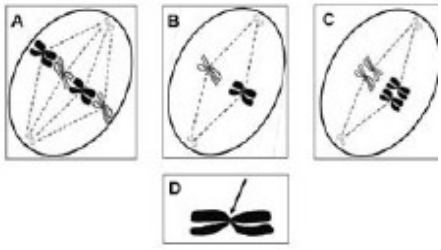
A partir dessa análise, é **INCORRETO** afirmar que a variabilidade genética observada
a) em **II** se explica por mutação e recombinação.
b**)** em **I** decorre da troca de material genético.
c) em **II** possibilita a sobrevivência em vários ambientes.
d) em **I** resulta de um processo de mutação.

8. (UEM – 2007) Considerando o processo da divisão celular, assinale a alternativa **correta**.
a) Durante a prófase da mitose, os cromossomos homólogos formam pares e trocam pedaços.
b) Durante a anáfase I da meiose, as cromátides irmãs se separam, indo para os polos da célula.
c) As fibras do fuso mitótico das células de animais são organizadas a partir do centro celular.
d) Nos vegetais, a citocinese é centrípeta e, nos animais, é centrífuga.
e) A intérfase é o período entre as duas divisões da meiose.

9. (UEL – 2007) As células de um organismo, em sua maioria, têm tempo limitado de vida e quando morrem, são substituídas por novas células, mantendo a constância do seu número. Com base nos conhecimentos sobre o tema, é correto afirmar:
a) O tempo de vida de uma célula é diretamente proporcional ao volume de seu citoplasma.
b) Nos organismos multicelulares, suas células velhas morrem porque expulsam seu núcleo, como ocorre com as hemácias e as plaquetas.
c) A geração de novas células depende da divisão de células-tronco específicas de cada tecido.
d) Os diferentes tipos de células somáticas de um organismo são originados por divisões mitótica ou meiótica.
e) O processo de divisão das células-tronco determina o surgimento de células com diferentes conteúdos de DNA, gerando tipos celulares distintos.

10. (PUC PR – 2007) O primeiro organismo transgênico foi obtido por volta de 1981. quando genes de coelhos foram injetados em ovos de camundongos que se desenvolveram no útero de fêmeas dessa espécie. Os camundongos que nascidos desses ovos apresentaram hemoglobina de coelho em suas hemácias, porque:
a) DNA do coelho injetado no ovo se incorporou a um cromossomo e foi transmitido de célula a célula através de mitoses.
b) DNA do coelho injetado no ovo foi transcrito para o RNA ribossômico que conduziu a síntese de proteínas nessa célula.
c) RNA mensageiro do coelho injetado no ovo passou a conduzir a síntese de proteínas nessa célula.
d) RNA mensageiro do coelho injetado no ovo se incorporou a um cromossomo e foi transmitido de célula a célula através de mitoses.
e) DNA do coelho injetado no ovo se incorporou a um cromossomo e passou a conduzir a síntese de proteínas nessa célula.

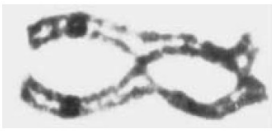
11. (Unicamp – 2005) Os esquemas A, B e C abaixo representam fases do ciclo de uma célula que possui 2n = 4 cromossomos.



a)A que fases correspondem as figuras A, B e C? Justifique.
b) Qual é a função da estrutura cromossômica indicada pela seta na figura D?

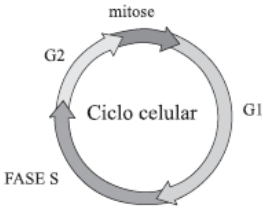
12. (Unicamp – 2002) A colchicina é uma substância de origem vegetal, muito utilizada em preparações citogenéticas para interromper as divisões celulares. Sua atuação consiste em impedir a organização dos microtúbulos.
a)Em que fase a divisão celular é interrompida com a colchicina? Explique.
b)Se, em lugar de colchicina, fosse aplicado um inibidor de síntese de DNA, em que fase ocorreria a interrupção?

13. (Unicamp – 2001) Analise a seguinte figura de cromossomos:



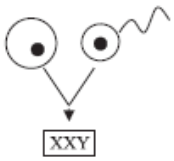
a)Que fenômeno celular está sendo mostrado na figura?
b)Em que tipo de divisão celular ocorre esse fenômeno? Por quê?
c) Qual é a importância desse fenômeno para os seres vivos?

14. (Unicid – 2006) O esquema representa o ciclo celular. Considerando uma célula diploide com 4 cromossomos simples, pode-se afirmar que



a) no início da fase G1 haverá 8 moléculas de DNA.
b) no final da fase S haverá 8 moléculas de DNA.
c) no final da fase G2 haverá 4 moléculas de DNA.
d) na mitose haverá 4 moléculas de DNA, durante toda a divisão.
e) na mitose haverá 8 moléculas de DNA no final da divisão.

15. (Unicid – 2006) O esquema representa dois gametas que, após a fecundação, formam um indivíduo com a constituição cromossômica indicada no retângulo.



Pode-se concluir que o gameta mutante foi gerado a partir de alguma mutação ocorrida durante a
a) mitose para formar as espermatogônias.
b) mitose para formar as ovogônias.
c) meiose das células somáticas dos testículos.
d) meiose das células somáticas dos ovários.
e) meiose das células germinativas dos testículos ou dos ovários.

7. 1ª. LEI DE MENDEL, AUSÊNCIA DE DOMINÂNCIA E GENES LETAIS

CONCEITOS IMPORTANTES

- Cromatina: é a estrutura formada por fios de DNA e proteínas, altamente espiralizados;
- Cromossomo: é a denominação usada para a cromatina na divisão celular, quando a espiralização atinge seu máximo;
- Caráter Biológico: qualquer aspecto anatômico-fisiológico de um ser vivo;
- Gene: é um segmento de DNA que tem a capacidade de armazenar e de transportar a informação genética a um caráter biológico, de uma célula para outra e de uma geração para outra;
- Genes Alelos: são genes para um mesmo caráter biológico, localizados num mesmo *locus* gênico (local na molécula de DNA), em cromossomos homólogos;
- Cromossomos Homólogos: é o par de cromossomos com a mesma forma, tamanho e sequência de genes. Cada componente do par deriva de um dos pais;
- Genótipo: é a bagagem hereditária do indivíduo (conjunto de genes);
- Fenótipo: é a expressão do genótipo associada à ação do meio ambiente (manifestação do caráter biológico);
- Homozigoto: são alelos iguais para o mesmo caráter biológico. Portanto, gametas iguais para o mesmo caráter na gametogênese (Ex: AA, aa, BB etc.);
- Heterozigoto: são alelos diferentes para o mesmo caráter biológico. Portanto, gametas diferentes para o mesmo caráter na gametogênese (Ex: Aa, Bb etc.);
- Alelo Dominante: é aquele que determina o mesmo fenótipo, tanto em homozigose como em heterozigose. É representado por letra maiúscula (Ex: A, B etc.);
- Alelo Recessivo: é aquele que só se expressa quando está em homozigose. É representado por letra minúscula (Ex: a, b etc.);
- Célula Haploide: é aquela que possui apenas um cromossomo de cada tipo. É representada pelo símbolo n, em que n representa uma coleção simples de cromossomos, característica da espécie. É caso típico dos gametas; a união dessas, ou fecundação, restabelece a diploidia normal da espécie;
- Célula Diploide: é aquela que possui dois cromossomos de cada tipo, ou seja, pares de homólogos. São representadas pelo símbolo 2n. O número de cromossomos (2n) é o mesmo para todos indivíduos da mesma espécie. Nos seres humanos, por exemplo, uma célula diploide é 2n=46, ou seja, todas as células diploides dos seres humanos terão 46 cromossomos (23 pares de homólogos);
- Genoma: é uma coleção simples de cromossomos (com apenas um de cada tipo), característica de uma espécie, também representada por n. Uma célula diploide possui então dois genomas, ao passo que uma célula haploide possui apenas um;
- Cariótipo: é o estudo dos cromossomos de uma célula, levando em consideração seu número, forma e tamanho, dentro de uma mesma espécie.

INTRODUÇÃO: O TRABALHO DE MENDEL E AS APLICAÇÕES DA GENÉTICA

A genética é o ramo da biologia que trata da hereditariedade. Estuda a natureza do material hereditário, ou seja, como aquela determina as características dos organismos e o mecanismo pelo qual este se transmite de pais para filhos.

A importância da genética em nossos dias é muito grande. Por um lado, o conhecimento dos mecanismos genéticos é fascinante por si só; por outro, a aplicação dos conhecimentos obtidos neste campo tem permitido melhorar significativamente a qualidade da vida humana. Há aproveitamento na agricultura e pecuária, com o melhoramento genético das espécies na manipulação gênica, como é o caso dos alimentos "transgênicos", aumentando sua produtividade, resistência a pragas, valor nutricional, entre outras aplicações. Realiza-se também o aconselhamento genético para pais, permitindo-se avaliar os riscos de um casal de vir a ter filhos com possíveis anomalias genéticas.

Somente na segunda metade do séc. XIX foram realizados os primeiros trabalhos que permitiram explicar os mecanismos básicos da herança. Partiu-se dos trabalhos realizados pelo monge Gregor Mendel, cujos resultados foram apresentados em 1865. Na época não foram reconhecidos, uma vez que os cientistas tinham dificuldades em aceitar seu raciocínio matemático-probabilístico. Os métodos de Mendel só foram adotados 35 anos mais tarde, quando um botânico holandês, Hugo de Vries, chegou às mesmas conclusões realizando experimentos semelhantes.

Mendel, em seu mosteiro, trabalhou com ervilhas Pisum sativum. A escolha desta espécie foi crucial ao seu sucesso, pois é de fácil cultivo, tem ciclo de vida curto, produz grande número de sementes (descendentes), apresenta características visíveis e contrastantes e tem flores que só permitem auto-fecundação. Isto significa que as linhagens encontradas na natureza são puras, não estão sujeitas à variação de suas características; assim, por polinização manual, ele pôde realizar a fecundação cruzada. As características que observou em seus estudos eram:

Traço	Características contrastantes
altura da planta	alta ou baixa
posição das flores	axilar ou terminal
forma da vagem	inflada ou sulcada
cor da vagem	verde ou amarela
forma da casca da semente	lisa ou rugosa
cor da casca da semente	cinza ou esbranquiçada
cor da semente	amarela ou verde

O EXPERIMENTO

Mendel realizou seus experimentos procedendo da seguinte forma:

a) selecionava diversas plantas puras para a característica desejada (geração parental, ou P);
b) cruzava-as entre si, realizando polinização manual e obtendo a primeira geração filial, ou F_1;
c) analisava os descendentes F_1 quanto ao aspecto e quantidade;
d) deixava as plantas da geração F_1 se reproduzirem por autofecundação (F_1 x F_1), obtendo a segunda geração filial ou F_2;
e) analisava os descendentes F_2.

OS RESULTADOS E SUA INTERPRETAÇÃO

Suponhamos o caractere da forma da casca da semente. Mendel cruzou (geração parental) plantas que possuíam as sementes lisas com plantas de sementes rugosas, segundo o esquema abaixo:

P	sementes lisas x sementes rugosas
F_1	100% sementes lisas
F_1 x F_1	sementes lisas x sementes lisas
F_2	5474, ou ¾ ou 75% sementes lisas e 1850, ou ¼ ou 25% sementes rugosas

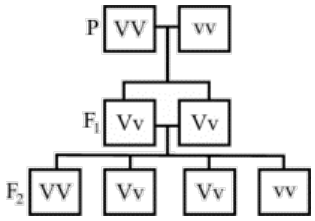
O primeiro aspecto que podemos notar nestes resultados é o diferente comportamento dos caracteres liso e rugoso, com nítido predomínio do caractere liso. Mendel cunhou o termo dominante para se referir à característica que aparecia na totalidade de F_1 e nos 75% da geração F_2. À propriedade alternativa, deu o nome de recessiva, uma vez que ficava em recesso, isto é, não se expressava na geração F_1. No caso, liso é dominante e rugoso é recessivo.

Mendel imaginou que cada gameta contivesse um fator para cada um dos traços da planta. Após a fecundação, cada semente formada teria um par de fatores para cada caráter. No exemplo, F_1 possuiria um fator liso e um fator rugoso. Portanto, ao formar gametas, F_1 formaria uma metade portadora do fator para sementes lisas e uma metade com o fator para sementes rugosas. Esta formulação, que ficou conhecida como a "Lei da Segregação dos Fatores", ou "1ª Lei de Mendel", diz o seguinte:

"Os fatores para uma dada característica ocorrem aos pares no indivíduo, e segregam-se na formação dos gametas, os quais são, portanto, sempre puros".

Ou seja, Interpretando os resultados, Mendel concluiu:

a) cada caráter é determinado por um par de fatores ou unidades hereditárias designadas genes;
b) os dois genes que determinam um caráter segregam-se, isto é, separam-se na formação de dois gametas: é a Lei da Segregação;
c) os dois genes que controlam um caráter são designados alelos.



O zigoto recebe os dois fatores do par de pais. Se esses dois fatores são iguais — VV ou vv —, são ditos homozigotos para este caráter. Se forem diferentes — Vv —, o zigoto é dito heterozigoto para o caráter em questão. O homozigoto pode ser dominante ou recessivo.

Atualmente, um grande número de ciências aproveita-se da Estatística como ferramenta para se chegar a uma maior precisão na obtenção e na interpretação de seus dados. A teoria estatística foi desenvolvida a partir do cálculo das probabilidades. Probabilidade é a relação numérica entre o número de casos favoráveis (m) e o número de casos possíveis (n) de ocorrência de um determinado evento. Assim:

$$P = \frac{m}{n}$$

O valor de P varia entre zero e um. Quando P vale zero, é porque o acontecimento não se realiza; quando P vale um, é porque o acontecimento certamente irá ocorrer.

Exemplo

Qual a chance de sair o número 2 se jogarmos um dado?
Caso favorável: nº2 (um número);
Casos possíveis: 1, 2, 3, 4, 5, 6 (seis números).

$$P = \frac{\text{nº de casos favoráveis}}{\text{nº de casos possíveis}} = \frac{\text{o que nós queremos}}{\text{o que pode acontecer}} = \frac{1}{6}$$

REGRA DA ADIÇÃO (REGRA DO OU)

A probabilidade de ocorrência de dois ou mais eventos mutuamente exclusivos é dada pela soma das probabilidades dos eventos isolados:

Exemplo

Qual a probabilidade de se obter o número 2 ou 3 no lançamento de um dado?
p(2) = 1/6
p(3) = 1/6
p(2,3) = 1/6 + 1/6 = 2/6
p(2,3) = 1/3

REGRA DA MULTIPLICAÇÃO (REGRA DO E)

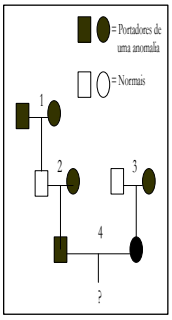
A probabilidade da ocorrência simultânea de dois eventos independentes é o produto das probabilidades isoladas.

Exemplo

Qual a probabilidade de se ter, em um casamento, primeiro uma filha e depois um filho?
p(♀) = 1/2
p(♂) = 1/2
p (♀ e ♂) = 1/2 x 1/2 = ¼

ANÁLISE DE GENEALOGIAS

Os cruzamentos realizados experimentalmente e os cruzamentos já existentes poderão ser representados, submetidos à análise, na forma de uma "carta genealógica", ou heredograma. Em geral, as fêmeas são representadas por círculos e os machos, por quadrados; cruzamentos, por traços horizontais entre eles, e a descendência, por linhas verticais; os diferentes fenótipos, por cores claras ou escuras, traços. etc. Vamos entender o funcionamento na prática com este exercício resolvido da Fuvest:



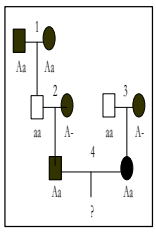
Com base na genealogia acima, responda às questões a seguir.
a) A anomalia é causada por um gene dominante ou recessivo?
Resposta
A observação do casal 1 mostra-nos que são dois indivíduos de mesmo fenótipo, que tiveram um descendente com fenótipo diferente. Isso demonstra

que o fenótipo do filho é recessivo e homozigoto, e os pais são heterozigotos. Portanto, a anomalia é causada por gene dominante.

b) Qual é a probabilidade de o casal número 4 ter um filho que apresente a anomalia?

Resposta

Com a resposta do item a, poderemos completar os genótipos dos demais elementos da genealogia. Começaremos com os genótipos de todos os recessivos, ou normais (aa). Em seguida, colocaremos uma letra que indica a característica dominante nos indivíduos afetados, pois cada um deles deverá ter pelo menos um gene dominante (A). Verificaremos se cada afetado é homo ou heterozigoto, através da análise dos seus descendentes. No caso apresentado não há como saber se as mulheres afetadas dos casais 2 e 3 são homo ou heterozigotas. Já os indivíduos do casal 4 são obrigatoriamente heterozigotos, pois receberam obrigatoriamente um gene recessivo de seus pais homozigotos normais.



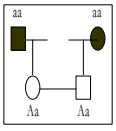
A chance (ou probabilidade) de o casal 4 ter um filho afetado é de 75% ou ¾, pois a descendência esperada dos pais é de 1AA : 2Aa : 1aa.

MONTANDO GENEALOGIAS

Para facilitar a resolução de problemas, podemos montar uma genealogia com os dados fornecidos. Vejamos um modelo:

(Fuvest-SP) — Uma mulher normal, cujo pai apresentava surdo-mudez (característica recessiva), casou-se com um homem normal, cuja mãe era surda-muda. Quais os possíveis genótipos e fenótipos correspondentes na prole do casal?

Com base nos dados, montamos a genealogia:



Colocaremos os genótipos correspondentes. Começando pelos surdo-mudos, que são recessivos (aa) e homozigotos. Em seguida, colocaremos um gene dominante (A) nos indivíduos normais. Os indivíduos do casal em questão, por serem filhos de surdo-mudos, devem fundamentalmente ter um gene recessivo herdado desses pais. Conforme o mecanismo de herança explicado pela primeira Lei de Mendel, cada pai do casal poderá formar 2 tipos de gametas, um com o gene recessivo (a) e o outro com o gene dominante (A). Desta maneira, os genótipos da prole possíveis são: AA, Aa e aa. E os fenótipos: AA, Aa – normais; aa – surdo-mudo.

Obs: o uso do termo **"surdo-mudo**" é controverso, e alguns têm preferido usar o termo **"surdo"**, apenas (já que a mudez é condição derivada, mas não necessária).

AUSÊNCIA DE DOMINÂNCIA OU CODOMINÂNCIA

Outros pesquisadores, ao repetir as experiências de Mendel com outras espécies e características, verificaram que, para aqueles determinados por um par de genes, as proporções fenotípicas mendelianas esperadas nem sempre ocorriam, e verificaram a existência de híbridos. Hoje, sabe-se que, apesar das proporções fenotípicas não coincidirem com as mendelianas, as proporções genotípicas são as mesmas, ou seja, a 1ª Lei de Mendel continua válida. Estes estudos revelaram que em duas variedades alternantes de uma mesma característica não ocorria dominância, tendo o híbrido ou heterozigoto uma característica intermediária entre as dos homozigotos dominante e recessivo. Assim, do cruzamento entre dois heterozigotos obtém-se:

Proporção Genotípica: 1AA:2AB:1BB
Proporção Fenotípica: 1A:2AB:1B

Quando há ausência de dominância, não se fala em genes recessivos e dominantes, e suas representações gráficas podem ser a inicial maiúscula da letra do fenótipo manifestado quando em homozigose. A herança da cor da flor Mirabilis jalapa é um modelo de ausência de dominância:

Flor vermelha-VV
Flor branca-BB
Flor rósea-VB
F1 X F1: VB X VB

	V	B
V	VV- vermelha	VB-rosa
B	VB- rosa	BB-branca

F_2: VV: VB: BB
1 : 2 : 1

1ª Lei de Mendel
- Com dominância F_2 3:1 (2 fenótipos)
- Sem dominância F_2 1:2:1 (3 fenótipos)

GENES LETAIS

A existência de genes letais foi sugerida pelo geneticista francês Cuénot, em 1905, logo após o descobrimento dos trabalhos de Mendel. Estudando a herança da cor do pêlo de camundongos, verificou que só nasciam camundongos amarelos heterozigotos (Aa) e camundongos agutis (selvagens), homozigotos recessivos (aa). Ao cruzar os camundongos amarelos entre si, sempre se obtinha uma proporção de 2 amarelos para 1 aguti (2:1) e a proporção mendeliana (3:1) nunca era alcançada.

Posteriormente, pesquisadores verificaram que indivíduos homozigotos dominantes (AA) chegavam a se formar, mas morriam antes de nascer. Sugeriram que esses genes A em dose dupla eram letais, pois produziam alterações nas proporções do monoibridismo. Foram chamados, então, de genes letais recessivos, porque só matavam quando em homozigose.

Ou seja, genes que, em dose homozigótica, provocam a morte do embrião são denominados "genes letais". São exemplos:

a) Albinismo Vegetal — do cruzamento de plantas não albinas, heterozigotas, plantinhas albinas (aa-homozigotas recessivas) morrem;
b) Variedade de Ratos — com o cruzamento de ratos de pelos amarelos, com heterozigotos, os descendentes amarelos homozigotos dominantes (PP) morrem;
c) Talassemia (tipo de anemia típica de populações mediterrâneas) — os indivíduos homozigotos dominantes (TT) morrem;
d) Idiotia Amaurótica Infantil — indivíduos homozigotos recessivos (ii) morrem nos primeiros anos de vida.

Além desses mencionados, existem os genes letais dominantes, que já eliminam em heterozigose. No homem, um exemplo disto é uma enfermidade chamada "epiloia", caracterizada pelo crescimento anormal da pele, tumores múltiplos, debilidade mental e morte dos indivíduos.

No caso de herança envolvendo genes letais, observam-se as mais variadas proporções genotípicas, dependendo do gene ser letalmente dominante ou recessivo.

ALELOS MÚLTIPLOS

Até aqui falamos de casos em que havia, para cada locus, apenas dois alelos, que podiam ser iguais ou diferentes, com ou sem relação de dominância. Em um mesmo locus, pode haver mais de uma mutação, dando origem a vários genes alelos. Quando há mais de dois alelos para cada locus, fala-se em alelos múltiplos ou polialelia.

Apesar de existirem vários alelos para um mesmo locus, nas células de cada indivíduo diploide ocorrem apenas dois deles, pois são apenas dois os cromossomos homólogos. Entre os alelos múltiplos pode haver relação de dominância ou ausência de dominância, e é o tipo de relação existente entre eles que irá determinar o fenótipo manifestado.

O mecanismo de transmissão desses alelos é o mesmo do monoibridismo. Para exemplificar, vamos apresentar a herança da cor do pelo em coelhos:

Selvagem- C
Chinchila- c^{ch}
Himalaia - c^{h}
Albino - c^{a}

A relação de dominância entre estes genes é:

$$C > c^{ch-} > c^{h} > c^{a}$$

Estes quatro alelos, agrupados dois a dois, produzem os seguintes genótipos, com seus respectivos fenótipos:

Genótipos	Fenótipos
CC - Cc^{ch} - Cc^{h} - Cc^{a}	Selvagem
$c^{ch}c^{ch}$ - $c^{ch}c^{h}$ - $c^{ch}c^{a}$	Chinchila
$c^{h}c^{h}$ - $c^{h}c^{a}$	Himalaio
$c^{a}c^{a}$	Albino

Exemplo

Cruzando-se, por exemplo, um coelho selvagem, que possui um pai himalaio puro, com uma coelha chinchila, cuja mãe era albina, que tipos de filhotes podem nascer deste cruzamento?

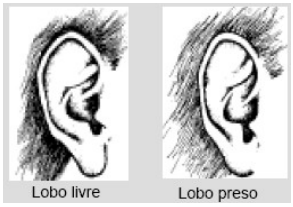
Pais		$c^{h}c^{h}$	$c^{a}c^{a}$
Casal		Cc^{h}	$c^{ch}c^{a}$
Gametas		C c^{h} x	c^{ch} c^{a}
Filhos	Cc^{ch} Cc^{a}	$c^{ch}c^{h}$	$c^{h}c^{a}$
	selvagens	chichila	himalaio

Sabendo-se que o fenótipo do macho é selvagem, determinar o alelo C. Se o pai dele é um himalaio puro, de genótipo chch, conhecemos o outro alelo, ch. A fêmea, sendo uma chinchila, possui o alelo cch, e, tendo mãe albina, o alelo ca. Assim, determinamos o genótipo do casal e os gametas que eles formam. Através do cruzamento, podemos determinar o genótipo da prole. Analisando a escala de dominância dos alelos, obtemos o fenótipo dos filhos.

EXERCÍCIOS

1. (Unicamp – 2005) Gatos Manx são heterozigotos para uma mutação que resulta na ausência de cauda (ou cauda muito curta), presença de pernas traseiras grandes e um andar diferente dos outros. O cruzamento de dois 0gatos Manx produziu dois gatinhos Manx para cada gatinho normal de cauda longa (2:1), em vez de três para um (3:1), como seria esperado pela genética mendeliana.
a) Qual a explicação para esse resultado?
b) Dê os genótipos dos parentais e dos descendentes. (Utilize as letras B e b para as suas respostas).

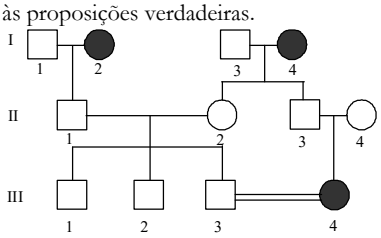
2. (UFRN – 2007) A figura abaixo apresenta os tipos de lobo da orelha, uma característica que é determinada pelos alelos **E** (livre ou descolado) e **e** (preso ou colado). Os genótipos possíveis para os tipos de lobo da orelha são



a) E, e, Ee.
b) EE, ee.
c) Ee, ee.
d) EE, Ee, ee.

3. (UFRN – 2007) Duas espécies de plantas, R e W, são capazes de produzir tanto flores vermelhas quanto brancas. A espécie R produz uma maioria de flores vermelhas e poucas brancas; a espécie W, além dessas, também produz flores de cor rosa.
a) Explique o mecanismo de herança envolvido no controle da cor da flor em cada espécie de planta.
b) Represente o esquema do cruzamento de plantas heterozigotas e informe a proporção fenotípica esperada para as cores de flores produzidas por essas plantas.

4. (UFSC – 2007) Na genealogia abaixo, os indivíduos que manifestam uma determinada doença hereditária são mostrados em preto. Com base na análise da mesma, assinale a(s) proposição(ões) **CORRETA(S)**. A resposta correta será a soma dos números associados às proposições verdadeiras.

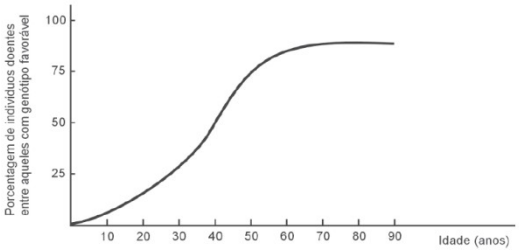


01. Na genealogia estão representadas 2 gerações.
02. O padrão da herança desta doença é autossômico dominante.
03. Os indivíduos I - 1, II - 3 e III - 3 podem ser homozigotos.
04. Do casamento consanguíneo, apresentado na genealogia, existe 33,3% de possibilidade de nascer um descendente com a doença.
05. III - 3 e III - 4 têm 50% de probabilidade de terem um descendente portador da doença.
06. A doença só se manifesta nas mulheres, portanto está ligada ao cromossomo X.
( ) soma

5. (UFT – 2007) Analise este esquema: Uso de tecnologia transgênica para possibilitar a secreção de substâncias terapêuticas humanas por ovelhas

Considerando-se as informações desse esquema e outros conhecimentos sobre o assunto, é **INCORRETO** afirmar que
a) a manipulação das ovelhas se mostra adequada na obtenção de proteínas exógenas.
b) a prole transgênica pode ser considerada um clone da ovelha-mãe adotiva.
c) o gene de interesse é transcrito e traduzido nas células mamárias das ovelhas.
d) o número de cromossomos permanece inalterado nas ovelhas transgênicas.

6. (UFMG – 2007)



O mal de Huntington é uma doença autossômica dominante caracterizada por deterioração mental progressiva, convulsões e morte. Os indivíduos afetados são heterozigotos. Analise este gráfico, em que se mostra o percentual de indivíduos doentes entre aqueles que possuem genótipo favorável.

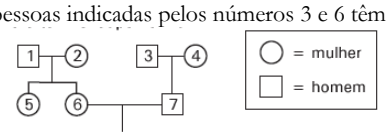
Com base nas informações desse gráfico e em outros conhecimentos sobre o assunto, é **INCORRETO** afirmar que,

a) em torno dos 65 anos, cerca de 85% dos indivíduos heterozigotos já manifestaram a doença.
b) antes de atingirem a idade de 15 anos, indivíduos portadores do alelo mutante podem expressar a doença.
c) aos 30 anos, aproximadamente 75% dos indivíduos **Aa** se apresentam sem os sinais clínicos da doença.
d) aos 40 anos, filhos de casais **Aa** x **aa** têm 50% de probabilidade de manifestar a doença.

7. (UEM – 2007) – Em espécies diploides de reprodução sexuada, 50% dos genes de dois irmãos completos (filhos do mesmo pai e da mesma mãe) são iguais. Suponha que, em uma família com dois filhos, um seja estéril por problemas não hereditários e o outro tenha dois filhos. A porcentagem de genes idênticos aos do tio estéril presentes nos filhos desse indivíduo é

a) 25%.
b) 50%.
c) 12,5%.
d) 6,25%.
e) 75%.

8. (PUC SP – 2007) Na genealogia abaixo, as pessoas indicadas pelos números 1, 2, 4, 5 e 7 apresentam uma anomalia condicionada por gene autossômico dominante. Já as pessoas indicadas pelos números 3 e 6 têm fenótipo normal.



Após a análise da genealogia, pode-se concluir que:

a) apenas as pessoas indicadas pelos números 1 e 2 são heterozigóticas.
b) a pessoa indicada pelo número 4 é homozigótica.
c) a pessoa indicada pelo número 3 transmitiu o gene recessivo para seu descendente indicado pelo número 7.
d) não há possibilidade de a pessoa indicada pelo número 5 ser heterozigótica.
e) o casal indicado pelos números 6 e 7 não poderá ter descendentes com fenótipo normal.

9. (PUC SP – 2007) Em uma certa espécie de mamíferos, há um caráter mendeliano com co-dominância e genótipos EE, EC e CC. Sabe-se que animais heterozigóticos são mais resistentes a um dado vírus X do que os homozigóticos. Animais com os três genótipos foram introduzidos em duas regiões diferentes designadas por I e II, onde há predadores naturais da espécie. Nos dois ambientes, os animais de genótipo CC são mais facilmente capturados pelos predadores. Em I não há registro da presença do vírus X e em II ele é transmitido por contato com as presas da espécie. Pode-se prever que

a) haverá igual chance de adaptação de animais com os três genótipos nas duas regiões.
b) haverá igual chance de adaptação de animais com os três genótipos apenas na região I.
c) haverá maior número de animais com genótipos EE e CC do que com genótipo EC na região I.
d) a seleção natural será mais favorável aos animais com genótipo EC na região II.
e) a seleção natural será mais favorável aos animais com genótipo EE na região II.

10. (Unicamp – 2004) A herança da cor do olho na espécie humana geralmente é representada simplificadamente como um par de alelos, **A** (dominante, determinando cor castanha) e **a** (recessivo, determinando cor azul). Baseando-se nessa explicação, analise as afirmações abaixo, proferidas por casais em relação à cor dos olhos de seu bebê, verificando se elas têm fundamento. Justifique sua resposta.

a)Afirmação de um casal de olhos azuis: "nosso bebê poderá ter olhos castanhos porque as avós têm olhos castanhos".
b) Afirmação de um casal de olhos castanhos: "nosso bebê poderá ter olhos azuis porque o avô paterno tem olhos azuis".

FRENTE DOIS

1. AS ORIGENS DA VIDA

INTRODUÇÃO

A questão da origem da vida intriga o ser humano desde os primórdios da civilização. As ideias mais antigas remetem à ideia de "geração espontânea", que perdurou por muitos séculos e somente foi refutada com o trabalho de cientistas que comprovaram sua ineficácia. Passou-se, então, a considerar a ideia de "biogênese" como a mais aceita. Dentre as principais teorias que tentaram explicar como surgiu a vida, estão:

O Criacionismo — a vida teria sido criada por uma entidade superior, um deus. Não é considerada uma teoria científica, pois não se baseia em dados empíricos para explicar o fenômeno;

A Origem Extraterrestre/Panspermia — a vida teria surgido em outro lugar do universo, chegando ao planeta Terra por meio de um meteoro. A principal evidência desta teoria foi a descoberta de aminoácidos e de outras substâncias vitais em corpos celestes; porém, por atingirem altíssimas temperaturas ao penetrarem na atmosfera terrestre, a vida a partir destas moléculas poderia ser inviável. Essa teoria é pouco aceita, além de só transferir o surgimento da vida para outro lugar, sem explicar como ocorreu;

A Evolução Química — a vida teria surgido no planeta por reações químicas entre os elementos presentes no solo primitivo. Estas reações geraram aminoácidos e ácidos nucleicos que, posteriormente, foram envolvidos por uma membrana de lipídios, semelhante à membrana plasmática. Assim surgiu a primeira célula. Esta é a hipótese, atualmente, mais aceita pela ciência.

Retomando a questão da biogênese e da abiogênese, apresentam-se, a seguir, as respectivas definições e um histórico que explica como a biogênese alcançou sua supremacia em relação à ideia de geração espontânea.

ABIOGÊNESE (OU DA GERAÇÃO ESPONTÂNEA) VS. BIOGÊNESE

Segundo as ideias que definiam a teoria da abiogênese, os seres vivos surgiriam por geração espontânea a partir da matéria bruta. Era defendida com base em observações cotidianas, como o surgimento de larvas de mosca no lixo. Consideravam-se as larvas como geradas pela própria imundície. A teoria da geração espontânea perdurou por longo tempo e foi definitivamente contestada a partir dos experimentos de Pasteur. Na teoria da biogênese, por sua vez, os seres vivos se originam, necessariamente, de outros seres vivos.

HISTÓRICO DA AVALIAÇÃO DAS TEORIAS BIÓTICAS E ABIÓTICAS

Ao longo da história, outros cientistas que não concordavam com a ideia de geração espontânea propuseram modelos para testá-la e refutá-la. Por volta de 1660, Francesco Redi colocou pedaços de carne crua em frascos, deixando alguns abertos e outros fechados com gaze. As larvas de moscas surgiram apenas nos frascos que ficaram expostos. Pela teoria da abiogênese, o surgimento deveria ocorrer em ambos, pois a carne seria a geradora dos insetos. Este experimento reforçou a ideia de biogênese em detrimento da abiogênese. Esta, porém, continuou a ter muitos partidários.

Com o desenvolvimento do microscópio, tomou-se conhecimento dos inúmeros micro-organismos que habitavam diferentes substâncias. Os defensores da abiogênese argumentaram que organismos tão pequenos eram muito simples para conseguirem se reproduzir e que, portanto, só poderiam ser formados pela geração espontânea.

Em 1745, John Needham fez experimentos que aparentavam comprovar a teoria da geração espontânea. Ele colocou diferentes caldos com nutrientes em tubos de ensaio e os aqueceu para provocar a morte de organismos preexistentes. Depois, alguns foram fechados, evitando, assim, a contaminação, e outros não. Porém, em todos os frascos surgiram micro-organismos, o que parecia comprovar a teoria da abiogênese.

Alguns anos depois, em 1770, o cientista Lazzaro Spallanzani criticou seriamente os experimentos de Needham, repetindo-os com algumas diferenças. Ele ferveu os líquidos por uma hora, ao invés de só aquecê-los, e fechou os tubos hermeticamente. Dessa maneira, não surgiram os microorganismos. Spallanzani alegava que Needham não havia eliminado todos eles com o aquecimento, permitindo suas posteriores reproduções. Este último respondeu às críticas declarando que o aquecimento excessivo em recipientes fechados afetou a "força vital" necessária à geração espontânea, tornando o ar desfavorável ao surgimento da vida. Mais uma vez, a teoria da abiogênese manteve-se consolidada.

A CONTRIBUIÇÃO DEFINITIVA DE PASTEUR

Com os experimentos de Pasteur, por volta de 1860, finalmente comprovou-se que era falsa a teoria da abiogênese. O cientista realizou experimentos baseados em princípios semelhantes aos dos anteriores, fervendo líquidos nutritivos. Para descartar dúvidas quanto à alteração do ar, não fechou os frascos hermeticamente; ele deu curvatura aos seus gargalos e, dessa maneira, permitiu o contato com o ar atmosférico. O ar, porém, entrava muito lentamente, e as gotículas de água acumuladas no pescoço dos frascos retinham os micro-organismos. Os líquidos permaneceram estéreis por longos períodos. Após esse tempo, foram quebrados os pescoços dos balões, permitindo o contato dos líquidos com o ar. Em algumas horas, surgiram bolores nos frascos, demonstrando que os líquidos não haviam perdido sua "força vital". Estes experimentos deram força à teoria da biogênese, que passou a ter preferência entre os cientistas. Colocou-se, então, uma nova grande questão: se os organismos surgiam a partir de outros, como haveria surgido o primeiro dos seres vivos?

A EVOLUÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

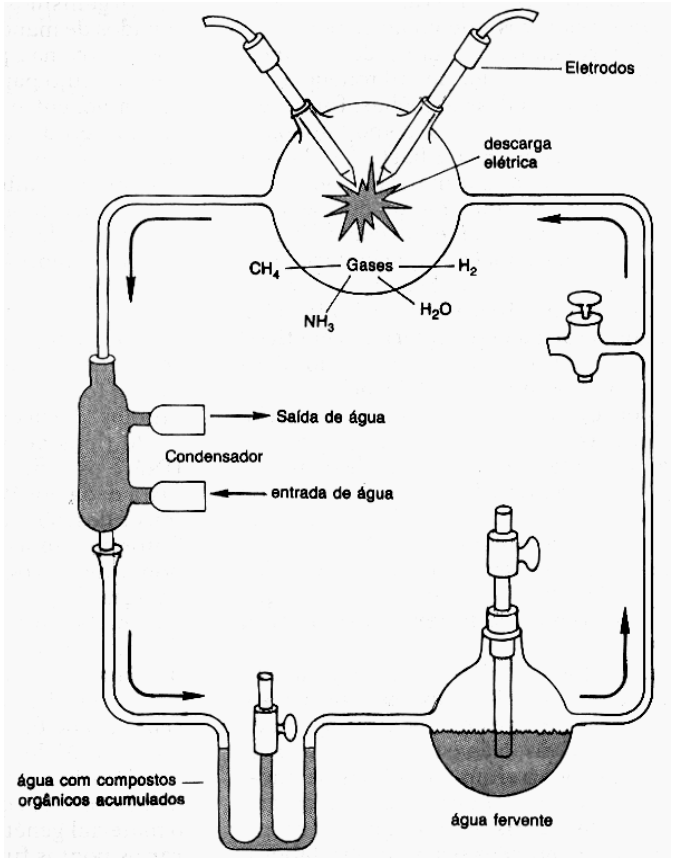
Há a ideia de que a vida surgiu de maneira espontânea na Terra graças à evolução química de substâncias não-vivas. O cientista russo Alexander Oparin, em 1936, foi o primeiro a apresentar uma teoria coerente do surgimento da vida por evolução química. Segundo ele, os elementos da atmosfera primitiva eram amônia, metano, hidrogênio e vapor d'água. Estes teriam sofrido uma série de reações químicas, favorecidas pelas condições físicas da superfície terrestre primitiva: altas temperaturas, raios ultravioleta do sol (não havia, ainda, a Camada de Ozônio) e descargas elétricas das tempestades. As reações químicas pro-

duziram as primeiras moléculas orgânicas (aminoácidos, carboidratos e lipídios). As substâncias sofreram reações químicas que formaram moléculas cada vez mais complexas. Essas moléculas (proteínas, ácidos nucleicos e carboidratos) formaram agregados moleculares maiores, os coacervados. Eles ainda não seriam seres vivos, porém continuariam a colidirem-se e a reagirem durante um tempo extremamente longo. Em dado momento, os coacervados se envolveriam por moléculas lipídicas, dando origem às primeiras células. A partir daí, havendo capacidade de duplicação nesse modo de organização, admitir-se-ia o surgimento da vida.

Um dos experimentos que suportam essa teoria foi feito por Miller na década de 50. Ele fez circular, num aparelho fechado, uma mistura de vapor de água, amônia e hidrogênio, elementos que compunham a atmosfera primitiva. Sua proposta era reproduzir em laboratório algumas das condições previstas por Oparin. A mistura foi submetida a aquecimento e descargas elétricas, simulando os raios de tempestades. Depois de algumas semanas, comprovou-se o desenvolvimento de aminoácidos e de outras moléculas orgânicas no líquido experimental. Dessa forma, caso as condições propostas por Oparin tivessem realmente acontecido, a síntese de aminoácidos teria sido possível.

Fox, outro bioquímico, reforçou a teoria de Oparin com um experimento diverso. Ele aqueceu uma mistura de aminoácidos e observou que eles reagiam entre si formando ligações peptídicas, resultando numa espécie de proteína primitiva.

TEORIAS ATUAIS SOBRE A ORIGEM DA VIDA NA TERRA



O experimento de Miller.

Atualmente, acredita-se que a atmosfera primitiva não era como Oparin considerou, contendo, na verdade, CO, CO_2, H_2, N_2 e vapor d'água. Não haveria metano ou amônia, e as fontes de carbono seriam o CO e o CO_2, enquanto a de nitrogênio seria o N_2. Mesmo assim, os experimentos de Miller não são invalidados; ao contrário, outras experiências foram feitas, com modificações dos gases, originando várias outras substâncias que poderiam ter contribuído para o início da vida, incluindo nucleotídeos e ATP.

Em relação ao surgimento de moléculas codificadoras de informação, considera-se que o RNA tenha surgido antes do DNA. Este seria um estágio mais avançado na composição de tipos de materiais genéticos.

OS PRIMEIROS ORGANISMOS

Há duas hipóteses em destaque sobre a origem da vida: uma propõe que o primeiro ser vivo foi capaz de sintetizar seu próprio alimento (hipótese autotrófica); e, a outra, que o primeiro ser se nutria de material orgânico já pronto e livre no meio (hipótese heterotrófica). Considera-se como mais provável a hipótese heterotrófica. É improvável que o primeiro ser vivo, que deveria ser bastante simples, fosse capaz de realizar um processo complexo como a fotossíntese. Já um organismo heterotrófico teria à sua disposição grande quantidade de alimento disperso no meio, considerando-se que a vida tenha surgido em um ambiente aquático repleto de nutrientes orgânicos. Nesse caso, o alimento não seria problema.

Pode-se obter energia, através da ingestão de alimentos, por meio de dois processos: a respiração e a fermentação. A respiração, como sabemos, depende do acesso ao oxigênio, algo que não ocorria em níveis suficientes para a época. Por outro lado, a fermentação dispensa o oxigênio, além de ser um processo mais simples. Então, o primeiro ser vivo que surgiu era, provavelmente, um heterotrófico fermentador; havendo alimento e espaço suficientes, sua reprodução deve ter ocorrido com rapidez. Se agregarmos a esta situação a ocorrência de evolução e o de processo de seleção natural, certamente houve o surgimento, ao longo do tempo, de novas características e organismos diversos dentre as populações do mundo inicial.

O SURGIMENTO DE ORGANISMOS AUTÓTROFOS

Pelo consumo constante dos nutrientes do oceano primitivo, deve-se considerar que houve diminuição deles, sendo que a sua reposição não acontecia de maneira tão rápida quanto a sua retirada. Além disso, os organismos heterótrofos deveriam procurar pelo seu alimento no meio, o que certamente não era fácil para organismos extremamente simples e com relativa ou pouca capacidade de movimentação. Autótrofos, surgidos através de variações obtidas em multiplicações contínuas, seriam favorecidos pela segurança de obtenção de seu alimento.

Os primeiros autótrofos deviam ser semelhantes às atuais bactérias anaeróbicas, realizando o processo conhecido como "quimiossíntese". Neste processo, há a produção de alimentos pelos organismos através da energia liberada por compostos inorgânicos.

Prosseguindo a variação biológica e a seleção de novas características, considera-se que organismos autótrofos mais complexos tenham surgido. Seu diferencial devia-se, principalmente, à presença da "clorofila", pigmento que permite a realização da fotossíntese. Nela se utilizam gás carbônico e água, ambos abundantes no meio considerado; e é a partir de sua realização, pelos organismos, que houve a liberação de grande quantidade de oxigênio, ocasionando, através de seu acúmulo na atmosfera, grande alteração do meio em que viviam.

A POSSIBILIDADE DA RESPIRAÇÃO

A partir da liberação sucessiva de oxigênio molecular e de seu armazenamento durante milhões de anos no meio, organismos surgidos evolutivamente que fossem capazes de realizar a respiração aeróbica foram favorecidos. Estabeleceu-se então a respiração, entre os processos desenvolvidos por seres vivos, com a finalidade de obter energia para o metabolismo celular. A respiração, ainda, apresenta maior vantagem energética em relação à fermentação. A grande quantidade de oxigênio acumulada na atmosfera permitiu o estabelecimento da camada de ozônio, que filtra grande parte dos raios ultravioleta solares que atingem a Terra. Os organismos aquáticos foram favorecidos, pois a água também realiza uma atividade de proteção. Porém, os organismos terrestres que surgiriam futuramente só puderam fazê-lo pelo desenvolvimento dessa camada.

EVOLUÇÃO CELULAR DA VIDA

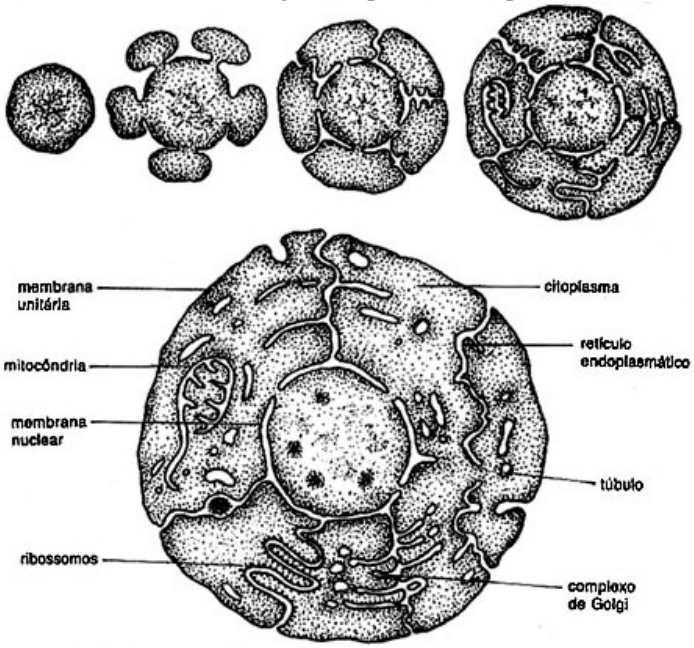
A membrana celular desempenha papel fundamental para a individualização de um organismo simples, além de dar proteção, estabilidade e ser uma barreira de seleção entre os meios interior e exterior. Julga-se plausível que diferentes tipos de membrana tenham surgido, sofrendo então o processo de seleção natural. O surgimento da membrana lipoproteica apresentou uma alternativa que dá "elasticidade", ao mesmo tempo em que permite grau adequado de permeabilidade. Dadas as suas qualidades, é simples compreender que todos os atuais seres vivos celulares a possuam.

A EVAGINAÇÃO DA MEMBRANA: A MAIOR SUPERFÍCIE DE CONTATO COM O MEIO

Os primeiros seres surgidos, já dotados da membrana celular, eram procariontes. Suas células eram simples; e, em consequência da delimitação pela membrana celular, estabeleceu-se um limite ao seu volume e crescimento. O citologista Robertson propõe que alguns organismos adquiriram evolutivamente a capacidade de dobrar sua membrana para fora em evaginação. Logo, haveria aumento da área de superfície em contato com o meio sem alterar muito o volume celular. Uma maior área de contato favorece principalmente a alimentação da célula. A partir desses dobramentos, foram lançadas as bases ao desenvolvimento de organelas, estruturas que otimizam as atividades celulares.

Com as novas características adquiridas, estabelecem-se os primeiros organismos eucariontes, que, em muitos casos, têm vantagem em relação aos procariontes. Estes, todavia, também apresentam vantagens em outras situações, além de estarem bem adaptados a certos meios, mantendo-se no processo de seleção natural.

Outra teoria aceita hoje em dia é a que apresenta encosto à origem das organelas celulares: a da endossimbiose, que considera os organismos procariontes incorporados ao interior de eucariontes maiores, por seu engolimento. O procarionte engolido seria mantido dentro de outra célula sem ser digerido, tendo sua capacidade de reprodução independente, e realizando atividades que seriam funcionais para a célula que o manteve. Por exemplo, as mitocôndrias poderiam nascer de bactérias, e os cloroplastos, de organismos fotossintetizantes. Haveria vantagem para ambos os organismos, pois o procarionte estaria protegido num meio mais eficiente quanto à obtenção de alimento e contra os predadores. A célula maior se beneficiaria das atividades das outras, como na respiração das mitocôndrias e na fotossíntese dos cloroplastos. Favorecendo tal teoria, evidencia-se que cloroplastos e mitocôndrias têm materiais genéticos próprios, semelhantes ao DNA de procariontes, que possuem capacidade de duplicação, transcrição e produção de proteínas. Além disso, essas organelas podem se reproduzir.



O AMBIENTE PLANETÁRIO E SUA RELAÇÃO COM A VIDA: DESAFIOS PARA O FUTURO

Dadas as bases que permitiram deduzir a origem da vida no planeta Terra, pode-se considerar o mesmo tipo de raciocínio para avaliar sua continuidade a partir de padrões atuais. Acumulamos, já há alguns anos, os efeitos da queima de combustíveis fósseis em meio às atividades industriais e ao consumo doméstico.

Ocorre, então, acúmulo de gás carbônico e outros gases na atmosfera, que mantêm relação direta com o aquecimento global em virtude de estes gases estarem ligados ao efeito estufa; implicando, assim, a subida do nível oceânico, devido ao derretimento de gelo continental dos polos, segundo supõe-se.

Somando-se ao que foi discutido, colocam-se em questão nossas atuações sobre os recursos hídricos, a alteração de ecossistemas, a extinção de espécies, além da urbanização intensa e da relação de tais alterações com o desenvolvimento de doenças e condições desfavoráveis a uma vida de qualidade.

Não é simples avaliar o resultado de tais consequências para as gerações futuras, mas certamente haverá grande impacto sobre o planeta. Como já vimos, a vida é um processo contínuo e dinâmico, estando em profunda associação com o meio no qual se desenvolve. De modo que seria muita ingenuidade do ser humano crer que sua atuação, de maneira tão determinada sobre a Terra, não traria prejuízos globais e para ele próprio.

Com efeito, é possível que se as pessoas perceberem que são também parte desse meio houvesse uma mudança de atitude real, efetiva e coletiva, permitindo diminuir e reavaliar efeitos tão intensos sobre a Terra e sobre a vida.

EXERCÍCIOS

1. (FATEC) Atente para os seguintes itens, relativos a processos que ocorrem nos seres vivos:
I – síntese de substâncias orgânicas.
II – liberação de oxigênio para a atmosfera.
III – utilização de substâncias orgânicas presentes no meio ambiente.
IV – não liberação de oxigênio para a atmosfera.
V – obtenção de energia por processo aeróbico.
VI – obtenção de energia por processo anaeróbico.

A hipótese heterotrófica da origem da vida admite que nos primeiros seres vivos ocorriam:
a) I, II e V.
b) III IV e VI.
c) I, IV e VI.
d) III, II e VI.
e) III, IV e V.

Questões 2 e 3 (UFBA). O surgimento de organismos com capacidade de utilizar energia luminosa foi uma inovação importante na história da evolução da vida.
2. (UFBA) Em consequência, houve na atmosfera um aumento gradativo de:
a) O_2
b) N_2
c) CO_2
d) NH_3
e) CH_4
3. (UFBA) Numa etapa posterior, essa inovação possibilitou o aparecimento de:
a) moléculas de clorofila;
b) compostos orgânicos na atmosfera;
c) organismos heterótrofos anaeróbios;
d) bactérias autótrofas fotossintetizantes;
e) um processo biológico mais eficiente de obtenção de energia.

4. UFRJ 2008 - Com o surgimento da fotossíntese, grandes concentrações de oxigênio passaram a se acumular na atmosfera. Esse acúmulo foi um dos eventos cruciais para a evolução da vida na Terra, pois, em concentrações elevadas, o oxigênio é extremamente reativo e pode causar danos aos componentes celulares. Aceita-se que a evolução das células eucarióticas se deu por endossimbiose; por esse motivo, as mitocôndrias (presentes nas células de protistas, fungos, animais e plantas) e os cloroplastos (presentes nas células de plantas e protistas) são descendentes de diferentes procariontes integrados às células primitivas por processos de fagocitose. Na evolução da célula eucariótica por endossimbiose, qual evento deve ter ocorrido primeiro: a aquisição de mitocôndrias ou a aquisição de cloroplastos? Justifique sua resposta.

5. (PUC) Admitindo-se que na atmosfera primitiva predominavam os gases CH4, NH3 e H2, supõe-se que os heterótrofos primitivos obtivessem energia necessária para os processos vitais por:
a) fermentação.
b) respiração aeróbia.
c) absorção de luz ultravioleta.
d) absorção de energia térmica.
e) absorção de energia luminosa.

6. Pode-se caracterizar a Terra primitiva da seguinte forma:
a) superfície quente, muita chuva, poucas descargas elétricas e atmosfera rica em oxigênio.
b) atmosfera rica em ozônio, pouca radiação ultravioleta, muitas descargas elétricas e superfície quente.
c) atmosfera pobre em oxigênio, muitas descargas elétricas, superfície fria e muita radiação ultravioleta.
d) superfície quente, muita chuva, atmosfera sem oxigênio e muitas descargas elétricas.
e) superfície quente, ausência de chuvas e atmosfera rica em oxigênio.

7. (UNIMEP-SP) – Segundo Oparin, a atmosfera primitiva era formada por vapor d'água, H_2, CH_4 e NH_3. Os primeiros seres vivos, supõe-se, obtiveram a energia necessária para a manutenção da vida através de:
a) fermentação.
b) fotossíntese.
c) respiração aeróbica.
d) digestão extracelular.
e) nenhuma das alternativas anteriores.

8. (CESGRANRIO-RJ) – Em relação às etapas da respiração, provavelmente a glicólise foi a primeira a surgir porque
a) é a etapa mais rica na produção de ATP.
b) o O_2 é fundamental para que todo o processo ocorra.
c) a maioria dos seres depende de O_2 livre.
d) os organismos primitivos devem ter surgido em atmosfera sem O_2.
e) a produção de ATP não se faz sem a molécula de O_2.

9. (UNI-RIO) – Existe uma hipótese que supõe que a atmosfera da Terra primitiva desempenhou um papel muito importante na origem e evolução do seres vivos. A composição química desta atmosfera era:
a) vapor d'água, hidrogênio, metano e amônia.
b) vapor d'água, oxigênio, metano e amônia.
c) oxigênio, metano, hidrogênio e amônia.
d) metano, oxigênio, hidrogênio e vapor d'água.
e) oxigênio, metano, vapor d'água e gás carbônico.

10. (UFBA) – "Como esses primeiros procariontes eram (...) incapazes de sintetizar compostos ricos em energia (...), a vida poderia ter desaparecido da Terra após utilização dos compostos de carbono, formados pelo processo abiótico na massa líquida onde eles viviam." (Junqueira e Carneiro, p. 14)

Nas condições acima descritas, a manutenção da vida em nosso planeta dependeu do aparecimento de organismos:
a) aeróbicos.
b) autótrofos.
c) heterótrofos.
d) eucariontes.
e) fermentativos.

11. UEL 2007- Charles Darwin, além de postular que os organismos vivos evoluíam pela ação da seleção natural, também considerou a possibilidade de as primeiras formas de vida terem surgido em algum lago tépido do nosso Planeta. Entretanto, existem outras teorias que tentam explicar como e onde a vida surgiu. Uma delas, a panspermia, sustenta que:
a) As primeiras formas de vida podem ter surgido nas regiões mais inóspitas da Terra, como as fontes hidrotermais do fundo dos oceanos.
b) Compostos orgânicos simples, como os aminoácidos, podem ter sido produzidos de maneira abiótica em vários pontos do planeta Terra.
c) Bactérias ancestrais podem ter surgido por toda a Terra, em função dos requisitos mínimos necessários para a sua formação e subsistência.
d) A capacidade de replicação das primeiras moléculas orgânicas foi o que permitiu que elas se difundissem pelos oceanos primitivos da Terra.
e) A vida se originou fora do Planeta Terra, tendo sido trazida por meteoritos, cometas ou então pela poeira espacial.

2. EVOLUÇÃO

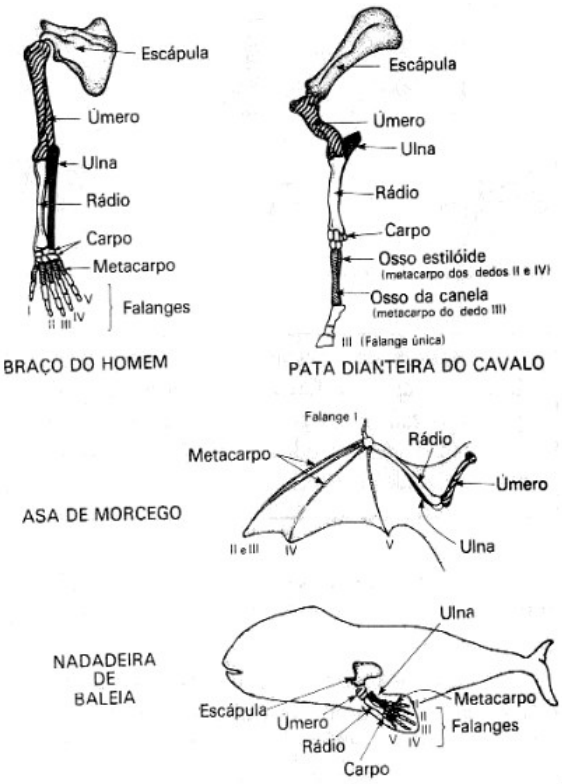
INTRODUÇÃO

Podemos dizer que a Teoria Evolutiva é o preceito unificador de todas as áreas da biologia, pois ela explica hoje a enorme diversidade de seres vivos observada como fruto dos processos de diferenciação e adaptação às condições do ambiente, modificando-os através das gerações. Apesar disso, até meados do século XIX, a ideia dominante entre os naturalistas era a do fixismo, segundo a qual essa mesma diversidade teria sido criada por um ato divino, fixando o conjunto de espécies criadas; ou seja, não haveria alteração ao longo do tempo.

EVIDÊNCIAS DA EVOLUÇÃO

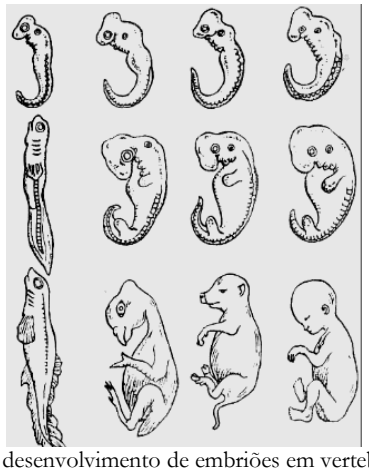
Comparando as diferentes estruturas, tanto dos seres vivos quanto dos fósseis — a saber, restos ou vestígios de seres vivos que existiram muito tempo atrás —, observamos evidências que corroboram a teoria da evolução dos organismos.

Primeiramente, quando comparamos a anatomia de espécies animais e vegetais, observamos padrões semelhantes na estrutura e organização de órgãos e de sistemas. O cóccix humano, por exemplo, uma estrutura óssea terminal na coluna, seria um vestígio da cauda, presente em vários mamíferos. Também podemos fazer uma comparação entre o braço do homem, a nadadeira de uma baleia, a pata de um cavalo, a pata de um gato e a asa de uma ave, que são estruturas que têm quase o mesmo número de ossos, músculos, nervos e vasos sanguíneos, apresentando um padrão de organização muito parecido. São estruturas homólogas (que têm a mesma origem embrionária), o que nos sugere um certo grau de parentesco entre esses diferentes tipos de organismos vertebrados. Observe as homologias abaixo, estruturas com diferentes funções que denotariam uma relação de ancestralidade comum.



Homologia entre os membros anteriores dos mamíferos

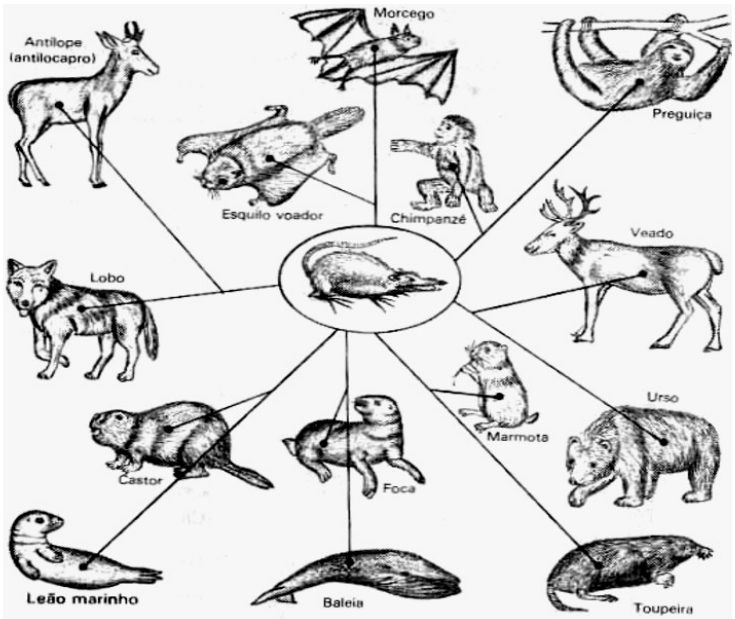
Não devemos confundi-las com estruturas análogas, que são semelhantes em sua morfologia e função, mas que possuem uma origem embrionária diferente e, portanto, não demonstram nenhum grau de parentesco. A asa de um inseto e a de uma ave, ambas com a função de voo, são análogas, mas sabemos que esses dois grupos de organismos estão muito separados evolutivamente. Esse é um caso de convergência adaptativa, em que organismos desenvolvem características semelhantes, independentemente, como resposta a condições (ou necessidades) ecológicas semelhantes. Outro exemplo de convergência adaptativa é a forma do corpo de tubarões, golfinhos e do réptil extinto "ictiossauro", todos eficientes predadores aquáticos.



Comparação entre desenvolvimento de embriões em vertebrados. Da esquerda à direita: peixe, galinha, porco e homem.

Mais evidências da evolução podem ser observadas na semelhança da fase embrionária entre animais de espécimes diferentes. Embriões de peixe, anfíbio, répteis, aves e mamíferos – entre eles, o homem – apresentam bolsas branquiais e cauda, o que demonstra que todos descendem de animais em que essas estruturas eram funcionais.

O estudo bioquímico dos seres vivos mostra diversas semelhanças fisiológicas ou de proteínas que compõem o sangue de espécies pertencentes a grupos próximos. Atualmente, estudos baseados em dados moleculares da composição dos genes de diferentes espécies são uma importante ferramenta para estudos filogenéticos (do grau de parentesco entre espécies).



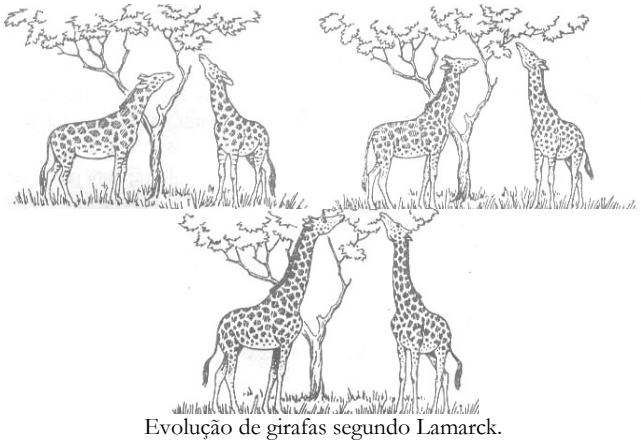
Irradiação adaptativa em mamíferos.

A paleontologia, ciência que estuda os fósseis, também fornece informações sobre o desenvolvimento dos seres através das eras geológicas. Vejamos alguns eventos importantes para a diversidade dos seres vivos, baseados em registros fósseis:

EVENTO	TEMPO APROXIMADO (em anos)
Origem da Terra	4-5 bilhões
Primeiros registros de bactérias	3 bilhões
Primeiros eucariontes	1 bilhão
Invertebrados marinhos	600 milhões
Peixes/ Plantas terrestres	400 milhões
Anfíbios/ Peixes com mandíbula	300 milhões
Dinossauros	200 milhões
Mamíferos	150 milhões
Primatas	20 milhões

LAMARCKISMO

O naturalista francês Jean Baptiste Lamarck (1744-1829) elaborou uma hipótese evolutiva que admitia que as espécies se modificavam para se adaptarem às novas condições do ambiente onde viviam. Sabendo que os seres vivos eram capazes de alterar suas características para se ajustarem ao meio — tal como a pele do ser humano, que se torna mais escura devido à exposição ao sol —, Lamarck postulou a Lei do Uso e Desuso: quanto maior for a utilização de uma parte do corpo, mais ela se desenvolverá. Por outro lado, as partes que não são utilizadas tendem a se atrofiarem e, eventualmente, a desaparecerem. Lamarck também acreditava que essas características, desenvolvidas durante a vida de um ser, pudessem ser herdadas por seus descendentes, ideia também chamada de Lei da Herança dos Caracteres Adquiridos.



Evolução de girafas segundo Lamarck.

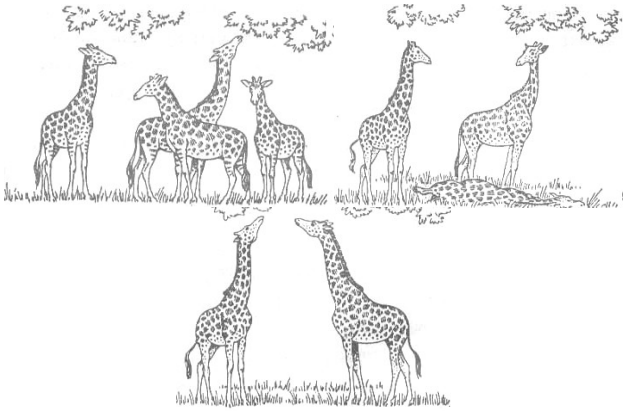
DARWINISMO

O naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882) publicou, em 1859, seu livro A Origem das Espécies. Sua hipótese evolutiva era fundamentada na Teoria de Seleção Natural. Segundo esta, a transformação ocorreria a partir de alguns pressupostos:

- os recursos disponíveis aos organismos (por exemplo: alimento para animais, sol e água para vegetais) no ambiente seriam relativamente escassos;
- esta escassez estabeleceria um limite ao tamanho da prole desses organismos, o que significaria a ocorrência de uma grande mortalidade natural;
- mesmo dentro de uma espécie, os indivíduos nunca seriam iguais, e as variações seriam herdadas pela prole de cada indivíduo;
- estas variações poderiam ser favoráveis ou não para o indivíduo obter os recursos dos quais ele necessitaria no ambiente em que vivesse;
- os indivíduos mais aptos (com variações favoráveis) a obter recursos num ambiente teriam maiores chances de sobreviver e procriar do que os menos aptos. A prole destes indivíduos herdaria as mesmas características favoráveis, e também teriam maiores chances de procriação.

Portanto, assim ocorria a seleção natural dos mais aptos às condições do meio.

Ao longo do tempo, de geração para geração, esse processo selecionaria uma população diferente, mais adaptada ao meio em que ela vivesse.



Evolução de girafas segundo Darwin, através da seleção natural.

A TEORIA EVOLUTIVA MODERNA, OU O NEODARWINISMO

Atualmente, com o conhecimento sobre a natureza do material genético e seu funcionamento, temos o embasamento molecular para entender como se dá a evolução. Sabemos que as variações, dentro de uma espécie e entre espécies, se devem a diferenças no conjunto de genes de cada indivíduo. Estas diferenças essenciais surgem a partir de dois processos: de mutação, que determina genes diferentes; e de recombinação dos genes já existentes, através da permuta gênica e da segregação independente dos cromossomos na meiose (formação dos gametas).

Os diferentes indivíduos de uma população estão expostos às condições do meio ambiente. Mudanças nesse meio fazem com que alguns indivíduos, com características vantajosas para obtenção de recursos nestas novas condições, tenham maiores chances de sobrevivência e reprodução, ao passo que outros, desprovidos daquelas, têm menor oportunidade. Essa é a forma como a seleção natural age sobre as populações, moldando-as para formas mais adaptadas às condições do meio. Um exemplo bem conhecido desta seleção é o denominado "melanismo industrial", ocorrido em regiões de intenso desenvolvimento, como EUA e Inglaterra, que causou a substituição de mariposas claras por mariposas escuras nas diversas espécies de populações. Antes da industrialização, havia o predomínio de mariposas claras, que ficavam bem camufladas em seu ambiente, enquanto as mariposas escuras eram facilmente localizadas e capturadas por seus predadores. A industrialização trouxe consigo a fuligem das chaminés, que se depositava nos troncos das árvores, escurecendo-as. As mariposas escuras ficavam assim mais camufladas do que as mariposas claras, que passaram a ser predadas mais facilmente. Com o tempo, a quase totalidade das populações de mariposas dessas regiões tornou-se de indivíduos escuros.

ESPECIAÇÃO

Espécies são grupos de populações que se reproduzem, produzem descendentes férteis e são isolados reprodutivamente de outros grupos semelhantes.

Para entender como se forma uma nova espécie, vamos imaginar uma população X, adaptada às condições de um ambiente. Surge então uma modificação ambiental, fazendo essa população se dividir em dois grupos, que migram para dois ambientes diferentes, geograficamente isolados. Submetidos a pressões seletivas diferentes, em cada grupo surgirão adaptações diferentes, constituindo duas subespécies (ou raças). Com o tempo, estes dois grupos se diferenciam mais e mais geneticamente. Sem haver, entre eles, troca de genes por reprodução, as diferenças podem chegar a um estágio de impedir que indivíduos de cada um desses grupos cruzem entre si, não gerando indivíduos férteis. Está formada, assim, uma nova espécie.

ISOLAMENTO REPRODUTIVO

O isolamento reprodutivo, essencial à constituição de novas espécies, pode ser devido a múltiplos fatores. Eis alguns deles:

- Habitat: dois grupos de uma população podem passar a habitar uma mesma região, mas em dois ambientes diferentes. Uma população de besouros pode habitar o chão de uma floresta, isolados de outra que passa a viver nas árvores;
- Sazonal ou Estacional: mesmo vivendo em um mesmo habitat, duas populações não cruzam, pois seus períodos reprodutivos são diferentes;
- Etológico ou Comportamental: o comportamento reprodutivo é importantíssimo para algumas espécies. Se a corte for diferente entre duas populações, pode não haver cópula devido a esse antagonismo;
- Mecânico: a incompatibilidade da estrutura dos órgãos reprodutores impede a cópula;
- Inviabilidade do Híbrido: duas espécies muito diferentes geneticamente tendem a não formar indivíduos viáveis, pois quando se forma o zigoto, a partir dos gametas, os genes podem não ser compatíveis;
- Esterilidade do Híbrido: o híbrido entre duas espécies pode se formar, e muitas vezes ser mais vigoroso que os pais. Porém, suas gônadas podem ser anormais, ou a meiose se degenera antes de se completar ou, devido a diferenças estruturais dos cromossomos, estes não se emparelham corretamente na meiose, formando gametas inviáveis.

EXERCÍCIOS

1. UFPE 2007- "Um grande grupo de indivíduos, de uma única espécie, sofre dispersão por vários ambientes, nos quais atuam diferentes fatores de seleção natural, e, consequentemente, diferentes variações adaptativas são selecionadas em cada um desses ambientes. Diversas espécies são formadas, embora todas apresentem algumas características semelhantes, pelo fato de terem descendido de um ancestral comum".

Esse texto refere-se à ocorrência de:
A) Convergência adaptativa.
B) Oscilação genética.
C) Analogia genética.
D) Irradiação adaptativa.
E) Diversidade intraespecífica.

2. (FUVEST) Certas infecções hospitalares podem ser de difícil combate por meio de antibióticos comuns. Esse fato se deve à:
a) indução nas bactérias de resistência a antibióticos.
b) convivência de portadores de diversos tipos de infecção.
c) seleção de linhagens resistentes aos antibióticos.
d) rejeição dos antibióticos pelo organismo humano.
e) tendência da bactéria a se habituar aos antibióticos.

3. Estão relacionados, abaixo, alguns estágios da especiação:
I- seleção natural diferencial;
II- isolamento geográfico;
III- formação de raças;
IV- formação de novas espécies;
V- isolamento reprodutivo.

Qual das alternativas apresenta a sequência correta desses estágios?
a) II – III – IV – I - V
b) II – III – I – V – IV
c) III – II – I – V –IV
d) II – I – III – V – IV
e) V – IV – I – II – III

4. Qual a diferença entre raça e espécie?

5. UFPEL 2007
03) Antigamente creditava-se a uma divindade o surgimento dos seres vivos, o que ficou conhecido como Criacionismo, crença que persiste entre membros de muitas religiões. Posteriormente surgiu o Fixismo, defendendo o princípio da imutabilidade das espécies, ou seja, que os seres vivos não se modificavam ao longo do tempo. Já no século XVIII, o biólogo francês Buffon e sua equipe de colaboradores escreveram uma obra chamada "Histoire Naturalle", na qual reuniram todo o conhecimento biológico da época. Em 1809 o biólogo Jean-Baptista Antoine de Monet foi um dos primeiros defensores do Transformismo, segundo a qual os seres vivos modificavam-se através dos tempos, em contraposição ao Fixismo. Posteriormente, em 1859, Charles Robert Darwin expôs, em seu livro "Origem das Espécies", suas ideias a respeito do mecanismo da transformação das espécies, base da moderna teoria da Teoria da Seleção Natural.

Como base no texto e em seus conhecimentos, analise as afirmações.
I. Os seres vivos produzem muitos descendentes, mas poucos chegam à fase adulta para reproduzir-se, por isso o número de indivíduos de cada espécie se mantém constante ao longo das gerações.
II. As serpentes evoluíram de ancestrais que possuíam pernas muito curtas; quando, em determinada época, aconteceram mudanças radicais no ambiente, esses animais tiveram necessidade de modificar-se para se adaptar às novas condições e desenvolver o hábito de rastejar.
III. Somente os indivíduos mais aptos sobrevivem, porque são mais adaptados às condições ambientais de modo que cada geração aprimora o grau de adaptação conseguido por seus ancestrais.
IV. Quando novas necessidades se apresentam a um indivíduo, sua organização estrutural se altera de modo a torná-lo mais adaptado ao novo modo de vida. Assim os órgãos corporais se desenvolvem pelo uso da musculatura, ou atrofiam se pouco utilizados.

As afirmações anteriores podem ser creditadas, respectivamente, a:
a) Darwin - Lamarck - Buffon – Lamarck.
b) Darwin - Lamarck - Darwin – Lamarck.
c) Lamarck - Buffon - Darwin – Darwin.
d) Lamarck - Darwin - Darwin – Lamarck.
e) Lamarck - Darwin - Buffon – Darwin.

6. (SANTA CASA - SP) Considerar o seguinte: a espécie A se apresenta com duas raças: A1 e A2, que vivem, respectivamente, nos ambientes a_1 e a_2, diferentes entre si e perfeitamente isolados. Pode-se dizer corretamente que a formação de A1 e A2:
a) corresponde ao estágio final da evolução de A.
b) corresponde a um estágio mais evoluído de A.
c) nas condições em que estão, corresponde a um estágio inicial da formação de espécies novas.
d) indica que A é a espécie humana.
e) indica que A não pode ser a espécie humana.

7. (SANTA CASA - SP) A1 e A2, referidas na questão anterior:
a) apresentam as mesmas frequências gênicas, já que derivam da mesma espécie.
b) deslocadas para um mesmo ambiente, tornar-se-ão espécies diferentes.
c) evoluirão num mesmo sentido e com a mesma velocidade.
d) persistido seu isolamento, tenderão a formar espécies novas e diferentes.
e) mais cedo ou mais tarde se igualarão, deixando de ser raças diferentes.

8. UNESP 2008 – "… o uso, nos animais domésticos, reforça e desenvolve certas partes, enquanto o não-uso as diminui e, além disso, estas mudanças são hereditárias."
A afirmação faz referência aos mecanismos que explicariam a transmissão das características biológicas de pais para filhos: lei do uso e desuso e transmissão hereditária dos caracteres adquiridos. Pode-se afirmar que esses mecanismos de herança eram aceitos
(A) tanto por Lamarck quanto por Darwin. Porém, para Darwin, esses mecanismos apenas explicavam a transmissão das características hereditárias, enquanto que a evolução em si era explicada como resultado da ação da seleção natural sobre a variabilidade.
(B) tanto por Lamarck quanto por Darwin. Para ambos, esses mecanismos, além de explicarem a herança das características hereditárias, também explicavam a evolução das espécies ao longo das gerações. Para Darwin, porém, além desses mecanismos, deveria ser considerada a ocorrência das mutações casuais.
(C) exclusivamente por Lamarck. Cerca de 50 anos depois de Lamarck, Darwin demonstrou que as características adquiridas não se tornam hereditárias e apresentou uma nova teoria capaz de explicar o mecanismo da herança: a seleção natural.
(D) exclusivamente por Lamarck. Essas explicações sobre o mecanismo da herança foram imediatamente contestadas pela comunidade científica. Coube a Darwin apresentar o mecanismo ainda hoje aceito como correto: a Teoria da Pangênese, que complementa a Teoria da Evolução.
(E) exclusivamente por Lamarck. Darwin sabia que essa explicação não era correta e, por isso, nesse aspecto, era contrário ao lamarckismo. Contudo, Darwin não tinha melhor explicação para o mecanismo da herança. Coube a Mendel esclarecer que o material hereditário é formado por DNA.

9. UNIFESP 2007 - De acordo com a teoria da evolução biológica, os seres vivos vêm se modificando gradualmente ao longo das gerações, desde o seu surgimento na Terra, em um processo de adaptação evolutiva. Segundo essa teoria:
(A) os indivíduos mais bem-adaptados transmitem as características aos descendentes.
(B) ocorre a seleção de características morfológicas adquiridas pelo uso frequente.
(C) a seleção natural apenas elimina aqueles indivíduos que sofreram mutação.
(D) as mutações são dirigidas para genes específicos, que proporcionam maior vantagem aos seus portadores.
(E) as mutações dirigidas são seguidas da seleção aleatória das mais adaptativas.

10. (UFBA) A fonte primária de variabilidade genética em uma população é:
a) o fluxo gênico.
b) a mutação.
c) a seleção natural.
d) a oscilação genética.
e) a recombinação gênica.

11. (UFG) O DDT foi largamente empregado no combate a baratas e outros insetos que, posteriormente, passaram a apresentar resistência ao referido produto. Esse fenômeno ocorreu porque:
a) alguns insetos são portadores de variações genéticas que são transmitidas.
b) os indivíduos que entram em contato com o inseticida tornam-se resistentes.
c) o inseticida promove alterações no DNA do inseto (mutações).
d) o inseticida estimula o inseto a produzir mais quitina.
e) o inseticida estimula o aumento de células fagocitárias que digerem o veneno.

12. (UNITAU) Para explicar as origens das variações entre os seres vivos, surgiu o conceito de mutação, que foi usado por:
a) apenas Lamarck.
b) apenas Darwin.
c) Neodarwinistas.
d) Lamarck e Darwin.
e) Darwin e Neodarwinistas.

13. UNESP 2006
Apesar do acúmulo dos estudos sobre evolução dos seres vivos e de uma série de evidências coletadas desde a época de Darwin, observa-se uma onda de posicionamentos contrários às teorias evolucionistas. Em vários estados dos EUA e em um estado do Brasil, por exemplo, foi incluído o ensino do criacionismo, por decisão governamental. Um dos professores que ensinará o criacionismo em uma destas escolas brasileiras afirmou:
"Tenho certeza de que minha avó não era macaca" (Ciência Hoje, outubro de 2004).
No entanto, a partir dos estudos de evolução dos primatas, em particular, podemos afirmar que:
a) macacos originaram-se tanto na América quanto na África, assim como os humanos, o que
reforça a hipótese da existência de um ancestral comum.
b) humanos e macacos têm um mesmo ancestral, uma vez que o tamanho do cérebro dos
macacos é muito próximo do tamanho do cérebro dos humanos.
c) geneticamente, alguns macacos são muito próximos dos humanos, o que se considera como
uma evidência em termos de ancestralidade comum.
d) humanos e macacos têm um ancestral comum, pois em suas regiões de origem apresentam
hábitos alimentares muito semelhantes.
e) o fato de apenas macacos e humanos apresentarem as mãos com cinco dedos é a maior
evidência de ancestralidade comum.

14. UNICAMP 2004 - O melanismo industrial tem sido frequentemente citado como exemplo de seleção natural. Esse fenômeno foi observado em Manchester, na Inglaterra, onde, com a industrialização iniciada em 1850, o ar carregado de fuligem e outros poluentes provocou o desaparecimento dos líquens de cor esbranquiçada que viviam no tronco das árvores. Antes da industrialização, esses líquens permitiam a camuflagem de mariposas da espécie *Biston betularia* de cor clara, que eram predominantes. Com o desaparecimento dos liquens e escurecimento dos troncos pela fuligem, as formas escuras das mariposas passaram a predominar.
a)Por que esse fenômeno pode ser considerado um exemplo de seleção natural?
b)Como a mudança ocorrida na população seria explicada pela teoria de Lamarck?

15. Fuvest 2008- No início da década de 1950, o vírus que causa a doença chamada de mixomatose foi introduzido na Austrália para controlar a população de coelhos, que se tornara uma praga. Poucos anos depois da introdução do vírus, a população de coelhos reduziu-se drasticamente. Após 1955, a doença passou a se manifestar de forma mais branda nos animais infectados e a mortalidade diminuiu. Considere as explicações para esse fato descritas nos itens de I a IV:

I. O vírus promoveu a seleção de coelhos mais resistentes à infecção, os quais deixaram maior número de descendentes.

II. Linhagens virais que determinavam a morte muito rápida dos coelhos tenderam a se extinguir.

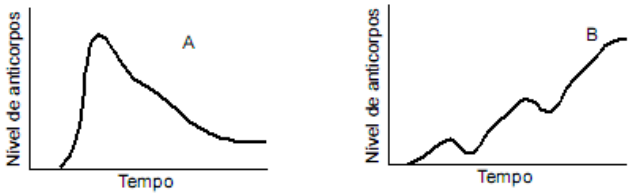
III. A necessidade de adaptação dos coelhos à presença do vírus provocou mutações que lhes conferiram resistência.

IV. O vírus induziu a produção de anticorpos que foram transmitidos pelos coelhos à prole, conferindo-lhe maior resistência com o passar das gerações.

Estão de acordo com a teoria da evolução por seleção natural apenas as explicações:

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

16. Fatec 2008 - A bactéria causadora do tétano produz esporos que podem penetrar no corpo através de lesões na pele, liberando toxinas que atuam sobre os nervos motores, provocando fortes contrações musculares e ocasionando a morte por parada respiratória e cardíaca, se a pessoa não for tratada a tempo. Observe os gráficos A e B:



Considerando uma criança que sofreu um ferimento na perna, quando brincava na terra, identifique o procedimento mais seguro a ser adotado para evitar o tétano e o gráfico correspondente a esse procedimento

	Procedimento	Gráfico
a)	Administração da vacina antitetânica	O **gráfico B**, que evidencia as três doses de vacina que são necessárias para aumentar os níveis de anticorpos, de forma lenta e gradual.
b)	Administração do soro antitetânico	O **gráfico B**, que evidencia o aumento dos níveis de anticorpos de forma lenta e gradual, devido à presença, no soro, de antígenos causadores da doença.
c)	Administração da vacina antitetânica	O **gráfico B**, que evidencia um aumento lento e gradual no nível de anticorpos, devido à presença, na vacina, de antígenos causadores da doença.
d)	Administração do soro antitetânico	O **gráfico A**, que evidencia um aumento súbito no nível de anticorpos, devido à presença, no soro, de anticorpos prontos e específicos para a doença.
e)	Administração da vacina antitetânica	O **gráfico A**, que evidencia um aumento súbito no nível de anticorpos, devido à presença, na vacina, de anticorpos prontos e específicos para a doença.

3. O SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DOS SERES VIVOS, VÍRUS E REINO MONERA

INTRODUÇÃO

O ato de agrupar em classes os elementos da natureza, baseando-se em semelhanças segundo algum critério, é algo intrínseco à criação do conhecimento do homem. Em relação aos seres vivos, a importância desta classificação está em organizar o conhecimento sobre a enorme diversidade de seres vivos.

As primeiras classificações agrupavam seres segundo critérios inadequados, criando grupos artificiais. Por exemplo, baseado no ambiente em que vivem, agrupavam-se seres tão distintos como morcegos, pássaros e insetos voadores no grupo dos animais aéreos. Hoje sabemos que um sabiá (voador) tem muito em comum com uma avestruz (terrestre) e um pinguim (aquático), enquanto uma mosca (voadora) pouco tem a ver com esses animais. Ao excluir a mosca e formar um agrupamento com essas aves, utilizamos um critério que se baseia nas diversas semelhanças entre esses seres, o que denota uma maior proximidade evolutiva. Assim, compreendemos hoje que muitas semelhanças refletem um maior grau de parentesco entre os seres, e é dessa forma que podemos agrupá-los.

O SISTEMA BINOMIAL DE LINEU

O naturalista sueco Karl von Linné (vulgo "Lineu") elaborou um sistema de classificação dos seres vivos (Systema naturae, publicado em 1735) que foi de enorme importância, dado o grande aumento do número de seres que eram descritos em sua época. Quando duas ou mais espécies tinham muitas características anatômicas — que eram o principal critério para sua classificação — ou comportamentais em comum, Lineu as reunia numa categoria chamada Gênero (grupo a que a "espécie" pertence). Para compor o nome de uma espécie, duas palavras eram empregadas: o gênero, e a segunda, a Espécie propriamente dita. Por exemplo, o cão doméstico foi denominado Canis familiaris, pertencente ao mesmo grupo do lobo, o Canis lupus.

Atualmente, além das características anatômicas e comportamentais, as semelhanças fisiológicas, bioquímicas e genéticas são levadas em conta para tornar a classificação a mais precisa possível. Outras categorias de classificação, ou categorias taxonômicas, são levadas em conta hierarquicamente, sendo a espécie o táxon mais específico, e o reino, o mais abrangente. Assim: a espécie do cão, Canis familiaris, pertence ao gênero Canis. Este gênero apresenta semelhanças com outros, formando com eles uma Família. Famílias semelhantes são reunidas em Ordens; ordens semelhantes são agrupadas em Classes. Estes são agrupados em Filos, que por sua vez, compõem os Reinos. Esquematicamente, temos:

Reino → Filo → Classe → Ordem → Família → Gênero → Espécie

AS REGRAS DE NOMENCLATURA

Existem algumas regras de nomenclatura importantes que uniformizam a linguagem científica, permitindo a compreensão de termos em qualquer canto do mundo; a nomenclatura científica é elaborada com o fim de ser universal e imutável, facilitando a padronização, documentação e a troca de informações sobre os seres. O nome de um ser vivo deve sempre estar destacado (a saber, por outro tipo de letra, ou sublinhado), sendo composto por duas palavras latinas ou latinizadas. A primeira delas se refere ao gênero, e deve começar com maiúscula; e a segunda se refere à espécie. Se se trata de uma variedade de espécie, o nome da raça ou subespécie deverá vir com letra minúscula após o nome da espécie. Quando queremos designar o nome de um subgênero (uma divisão de um gênero), este deve ser escrito entre parênteses, começando com letra maiúscula, depois do gênero e antes da espécie. Por exemplo:

Mirabilis	jalapa	alba – maravilha (planta)
↓	↓	↓
Gênero	epíteto específico	subespécie

ou, havendo um subgênero:

Aedes	(Stegomya)	aegypt – mosquito
↓	↓	↓ transmissor da dengue
gênero	subgênero	epíteto específico

ÁRVORES FILOGENÉTICAS

O termo "filogênese" (do grego "phylon", 'grupo', e "genesis", 'origem') foi criado por Ernst Haeckel para designar as relações de parentesco entre os seres atuais e seus ancestrais. Ele elaborou a primeira árvore filogenética de que se tem notícia, em 1879. A ideia dessa árvore, à semelhança de uma árvore genealógica, é estabelecer relações de parentesco entre as espécies atuais e passadas, sendo que cada ponta dos ramos dela representa uma espécie. Obviamente, ramos próximos representam relações mais próximas de parentesco, sendo que as bifurcações que separam dois ramos representam o ancestral comum entre dois grupos de seres.

CLASSIFICAÇÃO GERAL DOS SERES VIVOS

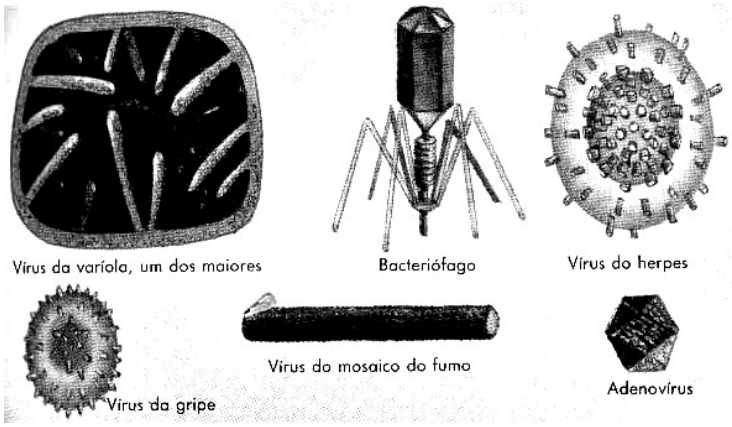
Com o crescente acúmulo de conhecimento sobre a diversidade dos seres vivos, mais e melhores informações aprimoram nossa capacidade de compreensão sobre suas histórias evolutivas. Assim, a classificação destes tem sofrido alterações, gerando muitas vezes controvérsias e discordâncias sobre esse assunto histórico. Lineu, por exemplo, adotava dois reinos para uma classificação geral: o Vegetal e o Animal. Este modelo, que perdurou até metade do século XX, foi substituído por outro que considerava quatro reinos: Monera; Protista; Plantae; Animalia. Adotaremos, entretanto, um outro modelo de classificação, o qual agrupa os seres vivos em cinco reinos. São:

- Monera: organismos procariontes, unicelulares, coloniais ou não, autótrofos ou heterótrofos. Contém as algas azuis e as bactérias;
- Protista: organismos eucariontes, unicelulares, coloniais ou não. Neste grupo estão as algas unicelulares (autótrofos) e os protozoários (heterótrofos);
- Fungi: organismos eucariontes, heterótrofos, geralmente multinucleados. Neste grupo estão os fungos, que se alimentam por absorção;
- Plantae: organismos eucariontes, multicelulares e fotossintetizantes. Aqui estão agrupadas desde as algas multicelulares até as plantas que produzem frutos (angiospermas);

▪ Animalia: organismos eucariontes, multicelulares e heterótrofos. Neste reino se incluem os animais, desde as esponjas até o homem.

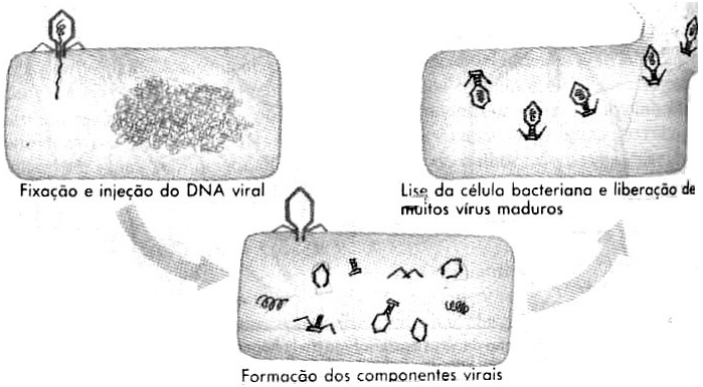
Além dos seres vivos incluídos nestes reinos, existem os vírus, que, por não apresentarem estrutura celular, são estudados em separado. Trataremos deles agora, e posteriormente, em outros capítulos, veremos detalhadamente cada um dos reinos, seus representantes e suas características.

OS VÍRUS



Alguns tipos de vírus.

Os vírus, diferentemente dos outros seres vivos, não apresentam organização celular. Basicamente, são formados por um envoltório de proteína (capsídeo) que contém o material genético, podendo ser DNA ou RNA. Alguns vírus (os envelopados ou encapsulados) podem apresentar um envoltório membranoso, ou envelope, que é uma bicamada lipídica, derivada da membrana da célula hospedeira, com proteínas virais inseridas. São estas proteínas, específicas para cada vírus, que determinarão quais células o vírus será capaz de infectar. Em tamanho, eles podem variar de 15 nanômetros ($15x10^{-9}$ metros) a 0,3 micrômetros ($0,3x10^{-6}$metros). Já que não possuem organelas, são parasitas obrigatórios de células vivas, nas quais podem se reproduzir numa velocidade muito grande. Em geral, ao infectar uma célula, o vírus embrenha-se com cápsula e ácido nucleico.



Ciclo de vida de um bacteriófago, com infecção e lise da bactéria.

O bacteriófago é um tipo de vírus cujo ciclo de vida é bem conhecido. Eles perfuram a parede celular de bactérias e injetam seu material genético no citoplasma, que poderá ser incorporado ao DNA da célula e lá permanecer. Não interfere na vida da célula, que poderá se reproduzir; consequentemente, reproduzirá o material genético do vírus (ciclo reprodutivo lisogênico). Ou então, com as enzimas e ribossomos da bactéria, passam imediatamente a duplicar seu material genético e produzir muitas cápsulas proteicas, formando, assim, muitos outros vírus. Desta forma, a célula bacteriana é rompida, liberando muitos novos bacteriófagos maduros que irão infectar outras células (ciclo reprodutivo lítico).

O vírus da gripe é um pouco diferente. Seu material genético é RNA e, ao infectar uma célula (em geral células do epitélio das vias respiratórias), podem penetrar por inteiro nela, inclusive com a cápsula proteica. Passa, então, a comandar a produção de muitas cópias de si mesmo; aproximadamente 30 minutos após a infecção, abandonam-na sem, no entanto, destruí-la necessariamente.

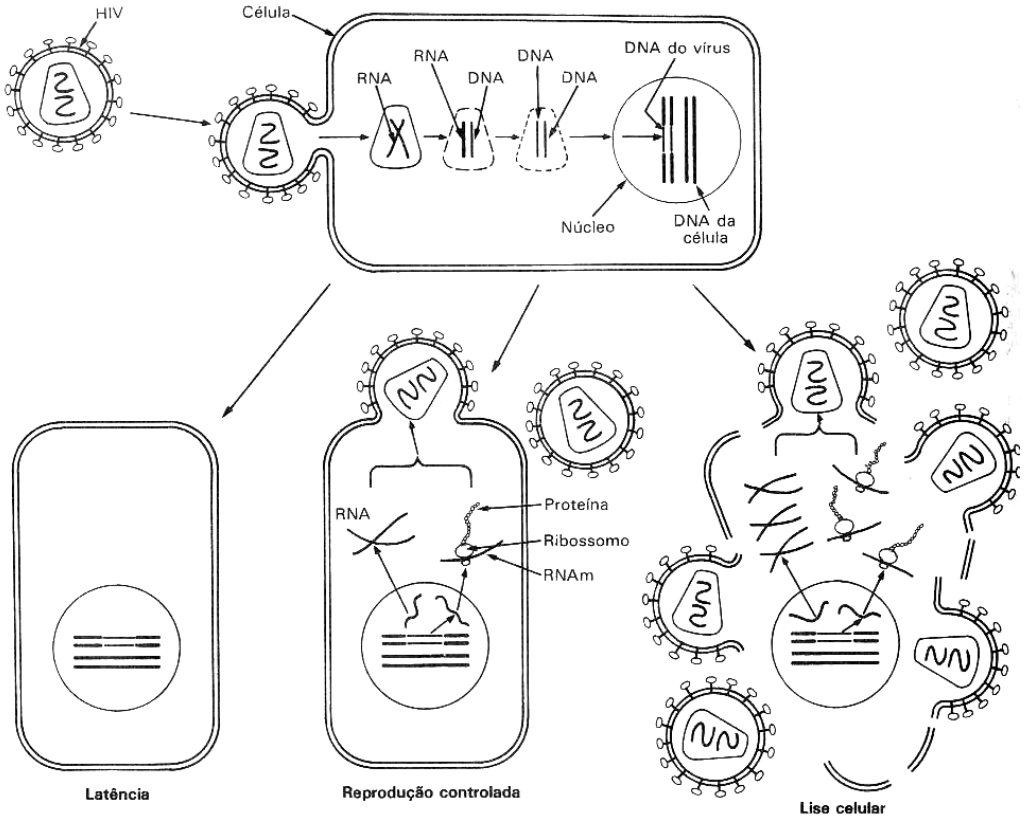
O VÍRUS DA AIDS OU SÍNDROME DA IMUNO-DEFICIÊNCIA ADQUIRIDA (AIDS/SIDA)

O HIV apresenta duas moléculas de RNA, ambas envoltas por moléculas proteicas (formando o nucleocapsídeo). Envolvendo esse conjunto há outra camada proteica (core), que, por sua vez, é envolto pelo envelope (bicamada lipídica), no qual estão imersas várias proteínas virais. Trata-se de um retrovírus, isto é, que é capaz de produzir DNA a partir do seu RNA, utilizando-se da enzima transcriptase reversa.

O ciclo viral do HIV (vírus causador da AIDS -- quase não se usa a sigla em português "SIDA" por soar como nome próprio) inicia-se quando o seu envelope se funde à membrana de uma célula hospedeira, e o core penetra no citoplasma. Então, o seu RNA é transcrito pela transcriptase reversa do vírus, produzindo uma molécula de DNA viral que migra para o núcleo e se funde ao DNA da célula hospedeira. Assim, começa uma infecção permanente, pois a célula, ao se duplicar, duplica também o DNA viral. Este DNA pode permanecer latente — a saber, sem atividade — por um tempo. Esporadicamente, sai desse estado dormente e passa a comandar a produção de cópias suas (na forma de RNA) e de proteínas que formam o capsídeo e o core. Estas proteínas migram para a membrana, associando-se a ela. O RNA viral entra nessa estrutura, e um vírus completo "brota" da célula hospedeira, podendo infectar outras células, dando origem a um novo ciclo. Quando muitos vírus são produzidos ao mesmo tempo por uma célula, ocorre a lise ("ruptura") dessa célula.

As proteínas que ficam expostas no envelope do HIV conferem a capacidade desse vírus de se fundir com as células alvo. Sabe-se que aquelas são bastante específicas, e por isto somente algumas destas são infectadas pelo vírus: células nervosas da medula óssea, do duodeno, da pele, do reto, do timo, além de linfócitos e macrófagos.

A AIDS — Síndrome da Imunodeficiência Adquirida, que pode levar de seis meses a alguns anos para se manifestar, é uma enfermidade em que o sistema imunológico do indivíduo fica debilitado devido à destruição dos linfócitos T do sangue (glóbulos brancos: células de defesa). Assim, diversas doenças "oportunistas", que seriam inofensivas num corpo saudável, podem levá-lo à morte.



Esquema do comportamento do HIV após penetrar numa célula hospedeira.

OUTRAS DOENÇAS VIRAIS

Os vírus podem causar doenças em plantas e animais. As principais doenças causadas por vírus que atingem o homem são:

Hidrofobia (Raiva) – saliva introduzida pela mordida de animais infectados (o cão, por exemplo). Infecção: o vírus penetra pelo ferimento e instala-se no sistema nervoso. Controle: vacinação de animais domésticos e aplicação de soro e vacina em pessoas mordidas. Sintomas e características: febre, mal-estar, delírios, convulsões, paralisia dos músculos respiratórios (se não tratada, é uma doença mortal).

Hepatite Infecciosa – transmissão: gotículas de muco e saliva; contaminação fecal de água e objetos. Infecção: o vírus instala-se no fígado, onde se multiplica, destruindo células. Controle: injeção de gamaglobulina em pessoas que entram em contato com o doente; saneamento, cuidados com alimentos ingeridos. Sintomas e características: febre, anorexia, náuseas, mal-estar, icterícia (pode ser fatal).

Caxumba – transmissão: contato direto; objetos contaminados; gotículas de saliva. Infecção: o vírus multiplica-se nas glândulas parótidas; eventualmente localiza-se em outros órgãos, como ovários e testículos. Controle: vacinação. Sintomas e características: parotidite (infecção das parótidas), com inchaço abaixo e em frente das orelhas (pode tornar a pessoa estéril se atingir os testículos ou os ovários).

Gripes – transmissão: gotículas de secreção expelidas pelas vias respiratórias. Infecção: o vírus penetra pela boca ou pelo nariz, localizando-se nas vias respiratórias superiores. Controle: nenhum. Sintomas e características: febre, prostração, dores de cabeça e musculares, obstrução nasal e tosse.

Rubéola – transmissão: gotículas de muco e saliva; contato direto. Infecção: o vírus penetra pelas vias respiratórias e se dissemina através do sangue. Controle: aplicação de imunoglobulina (com efeito protetor discutível). Sintomas e características: febre, prostração, erupções cutâneas (em embriões provoca a morte ou deficiências congênitas).

Varíola – transmissão: gotículas de saliva; objetos contaminados e contato direto. Infecção: o vírus penetra pelas mucosas das vias respiratórias e dissemina-se através do sangue; finalmente, atinge a pele e as mucosas, causando lesões. Controle: vacinação. Sintomas e características: febre alta e erupções cutâneas (geralmente deixando cicatrizes na pele; pode ser fatal).

Sarampo – transmissão: contato direto e indireto com secreções nasofaríngeas da pessoa doente. Infecção: o vírus penetra pelas mucosas das vias respiratórias e dissemina-se através do sangue. Controle: vacinação. Sintomas e características: febre alta, tosse, vermelhidão por todo o corpo (pode ser fatal em crianças).

Febre Amarela – transmissão: picada de mosquitos, dentre os quais se destaca o ***Aedes aegypti***. Infecção: o vírus penetra através da pele, dissemina-se pelo sangue e localiza-se no fígado, na medula óssea, no baço e em outros órgãos. Controle: vacinação e combate aos mosquitos transmissores. Sintomas e características: febre alta, náuseas, vômitos, calafrios, prostração e pele amarelada (pode ser fatal).

Dengue – Também transmitida pelo mosquito ***Aedes aegypti***. Os principais sintomas são: febre alta durante três dias, dores no corpo e nos olhos, cansaço e falta de apetite, podendo haver também erupções na pele semelhantes às do sarampo. A dengue não tem tratamento específico; o doente deve ficar de repouso, ingerir muitos líquidos e tomar medicamentos para dor e febre (que não contenham **Á**cido **A**cetil **S**alicílico). A prevenção é a mesma para a febre amarela. Quem já teve dengue, mesmo que de forma assintomática, ou é portador de doenças crônicas como diabetes, artrite reumatoide ou lupus está sujeito a contrair a *Dengue Hemorrágica*. Ela é causada por outro vírus e começa como a dengue, porém, depois que a fase febril acaba, os sintomas se agravam, com a queda da pressão arterial, hemorragias na pele, intestino e gengivas, além do aumento do ta-

manho do fígado. Caso não haja assistência médica, a doença pode levar o paciente à morte em 10% dos casos.

Poliomielite – transmissão: alimento e objetos contaminados; secreções respiratórias. Infecção: o vírus penetra pela boca, multiplica-se no intestino, dissemina-se pelo sangue e instala-se no sistema nervoso central, onde destrói os neurônios. Controle: vacinação. Sintomas e características: paralisia dos membros; em muitos casos ocorrem apenas febres baixas e indisposição, que logo desaparecem sem causar problemas (provoca deficiência física).

Os Vírus Emergentes

Febre alta, dores no corpo, vômito, diarreia e hemorragias generalizadas nos órgãos e na pele, que se rasga e se solta dos ossos, com o sangue saindo por todos os poros do corpo. Em cerca de dez horas, a pessoa morre: esses são os efeitos da febre hemorrágica, causada pelo vírus Ebola.

Esse vírus apareceu pela primeira vez em 1967, quando matou algumas pessoas na cidade alemã de Marburgo. Voltou a aparecer em 1976, no Sudão e no Zaire (às margens do rio Ebola, de onde se originou o nome do vírus), matando centenas de pessoas e, novamente no Zaire, em 1995, dizimando cerca de cem pessoas. O vírus é transmitido de pessoa contaminada para outra pelo contato direto com sangue, suor, saliva, sêmen. Mata 90% das vítimas, destruindo seus vasos sanguíneos. Não há tratamento específico, mas, se as vítimas forem isoladas e mantidas em condições higiênicas adequadas, a epidemia pode ser controlada. O Ebola faz parte de um grupo de vírus que circulam há muito tempo em animais que vivem em áreas não habitadas pelo homem ou em populações humanas isoladas (no caso do Ebola, o reservatório, isto é, o animal que abriga o vírus, parece ser uma espécie de macaco). Com a chegada do homem nesses ambientes, o vírus começa a se espalhar na população humana. Por isso, esses vírus são chamados "vírus emergentes", já que saem ou emergem de seu hábitat natural.

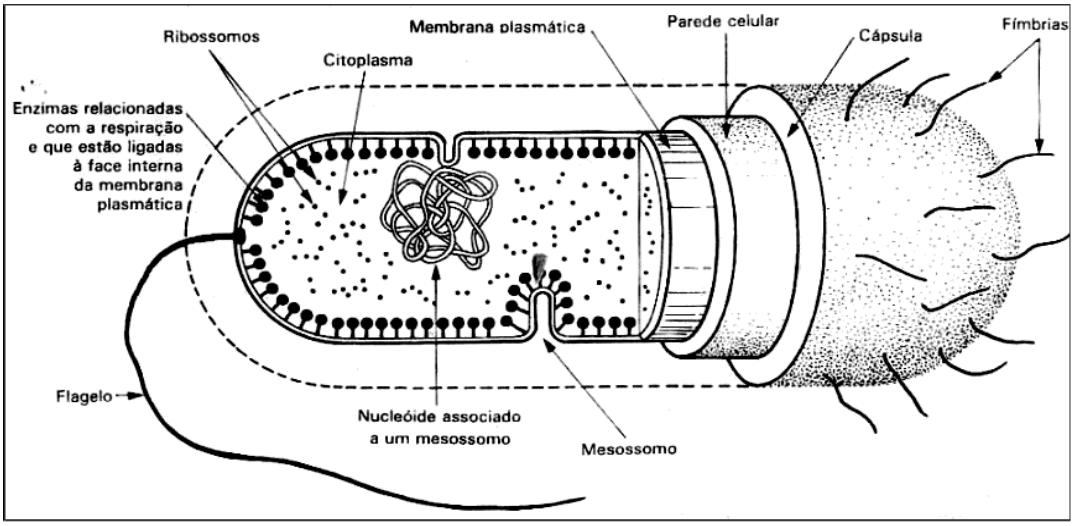
No Brasil, encontramos: o Rocio, descoberto em 1975, na localidade de mesmo nome no sul do estado de São Paulo, que provoca hemorragias e lesões neurológicas; o hantavírus Juquitiba, identificado em 1993, em Juquitiba, São Paulo, causador de problemas respiratórios; o Sabiá, descoberto no condomínio Jardim Sabiá, no município paulista de Cotia, e que, como o Ebola, provoca febre hemorrágica.

Há também a ampla família dos Coronavírus: subfamília de vírus de genoma de RNA simples de sentido positivo (servem diretamente para a síntese proteica), conhecidos desde meados dos anos 1960.

AS BACTÉRIAS

Bactérias são organismos microscópicos surpreendentes pela sua quantidade: se somadas todas as existentes, apresentam uma massa maior do que a de todos os demais seres vivos juntos. Estes organismos minúsculos começaram a ser identificados a partir da descoberta do microscópio ótico. Algumas bactérias podem causar doenças no homem, plantas ou animais. É comum dar-se grande destaque às bactérias causadoras de doenças, mas elas representam uma parte menor do grupo. Há muitas bactérias extremamente úteis, como é o caso dos "lactobacilos", fundamentais na produção de vários derivados do leite.

As bactérias são seres unicelulares procariontes, não possuindo núcleo organizado, organelas membranosas e nem citoesqueleto. A única organela presente é o ribossomo. No seu citoplasma se encontra o nucleoide, um cromossomo único, sem membrana nuclear, aderido à membrana da célula pelo mesossomo (invaginação da membrana). Pode haver também plasmídios, que são pequenas extensões circulares de DNA, e outras inclusões.



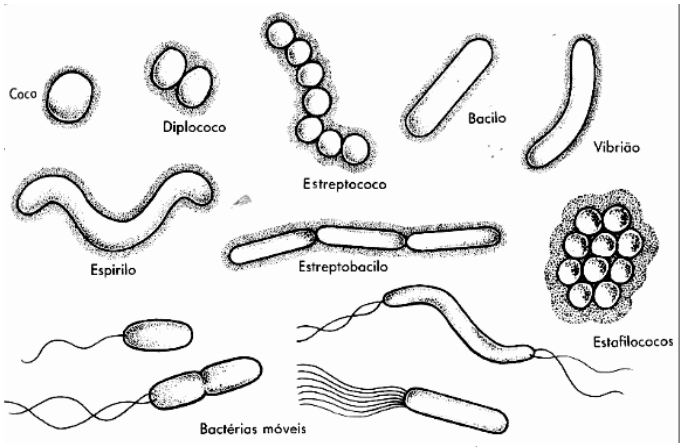
Estrutura geral de uma bactéria.

A membrana citoplasmática de uma bactéria é composta por 75% de proteínas, pois ela acumula muitas funções que numa célula eucariótica são desempenhadas por organelas. Por exemplo: realiza reações de biossíntese; realiza a cadeia de transporte de elétrons (que ocorre na mitocôndria de um eucarioto), para obtenção de energia; atua na divisão celular. Externamente à membrana, ocorrem algumas estruturas. Fibras proteicas, como os flagelos, provêm movimentos à célula, enquanto as fímbrias auxiliam na conjugação sexual e na adesão das bactérias a superfícies. Também existe uma parede celular, semelhante à das células vegetais, que confere rigidez e proteção. Essa parede pode ser formada por uma espessa camada de peptidoglicano, em bactérias gram-positivas, que retém um corante violeta, num método utilizado para diferenciar bactérias (Método de Gram). Noutros tipos de bactérias, essa parede é formada por uma fina camada de peptidoglicano, envolta por outra membrana lipídica, que não retém o corante, sendo classificadas como gram-negativas. Ao redor da parede, pode haver ainda uma cápsula formada por substâncias viscosas produzidas pela célula, que atua na adesão desta bactéria; é, pois, muito importante, por

causa de sua capacidade de infecção dessa célula. O antibiótico penicilina atua impedindo a síntese do peptidoglicano, e assim, quando bactérias (principalmente as gram-positivas) se dividem, não conseguem formar a parede celular e morrem.

Quanto à forma da célula, podemos classificar as bactérias em cocos (esféricas), bacilos (bastonetes), espirilos (espirais) ou vibriões (vírgula). Após a divisão celular, elas podem permanecer unidas por alguns pontos da parede celular, formando colônias que, por serem específicas, determinam o nome de alguns gêneros, como estreptococos, estreptobacilos ou estafilococos.

Cerca de 85% do corpo de uma bactéria é constituído por água, fundamental para que se processem as reações químicas celulares, pois dissolve várias substâncias químicas, facilitando a ocorrência de choques entre moléculas. A água é justamente a maior exigência ambiental das bactérias. Assim, elas podem ser encontradas nos mais diversos tipos de ambientes, desde que haja algum tipo de umidade. Isso inclui o mar, a água doce, o solo úmido e o corpo de animais e plantas.



Alguns tipos de bactérias e de colônias.

A reprodução da bactéria ocorre assexuadamente por bipartição. Trata-se de um processo diferente da mitose de eucariontes, pois o cromossomo não se condensa, não se forma fuso mitótico — bactérias não têm citoesqueleto — e não há carioteca. Quando a célula vai se dividir, deve haver a duplicação dos cromossomos, que se separam através do crescimento da membrana entre os mesossomos (invaginação da membrana em que está ligado o cromossomo) de cada um dos cromossomos. Ocorre então a citocinese (divisão do citoplasma), dando origem a duas bactérias filhas. Dessa forma, uma bactéria pode, em pouco tempo, originar muitos clones (seres geneticamente idênticos). Porém, poderá ocorrer a transmissão de material genético de uma bactéria para outra. Por exemplo, a conjugação, que é o processo mais comum, consiste na passagem de um pedaço duplicado do cromossomo de uma bactéria para outra, em que será incorporado ao seu cromossomo, criando uma bactéria recombinante. Chama-se conjugação porque se cria uma ponte citoplasmática entre as bactérias envolvidas através de uma pequena fusão citoplasmática, por onde o trecho duplicado do cromossomo passa de uma para outra.

A nutrição bacteriológica é dividida em heterótrofas (a maioria), que se alimentam por absorção, e autótrofas (que produzem seu próprio alimento). As bactérias quimiossintetizantes (autótrofas) obtêm energia para produzir glicose a partir de reações inorgânicas. As nitrobactérias, por exemplo, oxidam nitritos, transformando-os em nitratos, e aproveitam a energia liberada nessa reação para produzir compostos orgânicos dos quais se alimenta.

As bactérias púrpuras e as bactérias verdes realizam um tipo especial de fotossíntese, denominado fotossíntese bacteriana ou bacteriossíntese. Nessa reação não é liberado oxigênio, pois a fonte de hidrogênio não é a água. Essas bactérias possuem bacteriocloro fila, um pigmento associado à sua membrana.

A IMPORTÂNCIA AMBIENTAL DAS BACTÉRIAS

Os seres vivos apresentam material orgânico em sua constituição. Após sua morte, este material é invadido por bactérias que promovem sua decomposição em partículas menores, tais como amônia, sais minerais, água, gás carbônico etc. As bactérias decompositoras são também chamadas saprófitas. Os resíduos resultantes do apodrecimento podem ser novamente utilizados por plantas, permitindo a reciclagem de materiais no planeta. Sem a decomposição, os seres vivos não teriam matérias-primas para construir seus corpos.

Há bactérias que participam da reciclagem de matéria de outras maneiras, sendo esse o caso das envolvidas no ciclo do nitrogênio (visto com maiores detalhes em outro capítulo). Algumas decompõem compostos nitrogenados dos seres vivos, como, por exemplo, as proteínas e ácidos nucleicos, formando amônia. Outras bactérias realizam a fixação do nitrogênio, transformando o nitrogênio gasoso (N_2) em compostos nitrogenados como amônia, nitrito ou nitrato, os quais as plantas podem utilizar.

A IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DAS BACTÉRIAS

Certas variedades de bactérias são fundamentais na indústria porque realizam fermentação, produzindo inúmeras substâncias de grande utilidade:

Ácido Lático: pode ser gerado pelos lactobacilos. O ácido lático altera o pH do leite, possibilitando sua transformação em uma série de derivados, tais como iogurte, coalhada e queijos;

Ácido Acético: é o principal componente do vinagre.

Algumas bactérias são utilizadas na produção de "antibióticos", isto é, substâncias produzidas por seres vivos que podem afetar bactérias. Os antibióticos não agem contra fungos nem contra vírus. Mais recentemente, as bactérias têm sido utilizadas na engenharia genética para a produção de hormônios, proteínas, vacinas, entre outros processos biotecnológicos.

BACTÉRIAS PATOGÊNICAS

As bactérias podem causar inúmeros tipos de doenças, algumas por parasitarem tecidos dos hospedeiros e outras por produzirem toxinas. Dentre as doenças causadas por bactérias, destacamos:

Tuberculose – é causada pelo bacilo ***Mycobacterium tuberculosis***, ataca geralmente os pulmões. Há tosse persistente, emagrecimento, febre, fadiga e, nos casos mais avançados, hemoptise. O tratamento é feito com antibióticos e as medidas preventivas incluem vacinação das crianças - a vacina é a BCG (Bacilo de Calmet-Guérin) -, radiografias e melhorias dos padrões de vida das populações mais pobres.

Hanseníase (lepra) – transmitida pelo bacilo de Hansen (***Mycobacterium lepra***), causa lesões na pele, nas mucosas e nos nervos. O doente fica com falta de sensibilidade na pele. Quando o tratamento é feito a tempo, a recuperação é total.

Difteria (crupe) – muitas vezes fatal, é causada pelo bacilo diftérico, atacando principalmente crianças. Produz uma membrana na garganta, acompanhada de dor e febre, dificuldade de fa-

lar e engolir. O tratamento deve ser feito o mais rápido possível. A vacina antidiftérica está associada à antitetânica e à antipertussis (que combate a coqueluche) na forma de vacina tríplice.

Coqueluche – doença típica de crianças, produz uma tosse característica, causada pela bactéria ***Bordetella pertussis***. O tratamento consiste em repouso, boa alimentação e, se o médico achar necessário, antibióticos e sedativos para a tosse.

Pneumonia bacteriana – embora algumas formas de pneumonia sejam causadas por vírus, a maioria é provocada pela bactéria ***Streptococcus pneumoniae***, que ataca o pulmão. Começa com febre alta, dor no peito ou nas costas e tosse com expectoração. O médico deve ser chamado para iniciar o tratamento com antibióticos, e o doente deve ficar em repouso.

Escarlatina – provocada pelo ***Streptococcus pyogenes***. Causa dor de garganta, febre, dores musculares, náuseas e vômitos. As amígdalas ficam inflamadas, com pus, e a língua apresenta pequenas saliências ("língua de framboesa"). Depois disso, surgem erupções na pele e manchas vermelho-escarlates. O médico deve ser consultado e o doente tem que ficar em repouso. De modo geral, a evolução é benigna, mas pode haver complicações causadas pela disseminação da infecção para outros órgãos do corpo.

Tétano – produzido pelo bacilo do tétano (***Clostridium tetani***), pode penetrar no organismo por ferimentos na pele ou pelo cordão umbilical do recém-nascido quando este é cortado por instrumentos não esterilizados. Há dor de cabeça, febre e contrações musculares, provocando rigidez na nuca e mandíbula. Há casos de morte por asfixia. A vacinação e os cuidados médicos (é aplicado o soro antitetânico em caso de ferimento suspeito) são essenciais.

Leptospirose – causada pela ***Leptospira interrogans***, é transmitida pela água, alimentos e objetos contaminados por urina de ratos, cães e outros animais portadores da bactéria. Há febre alta, calafrios, dores de cabeça e dores musculares e articulares. É necessário atendimento médico para evitar complicações renais e hepáticas.

Tracoma – causada pela ***Chlamydia trachomatis,*** causa inflamação da conjuntiva e da córnea, podendo levar à cegueira. Surgem bolhas nos olhos e granulações nas pálpebras. É necessário pronto atendimento médico. A prevenção inclui uma boa higiene pessoal e o tratamento é feito com sulfas e antibióticos.

Disenterias bacilares – constituem a principal causa de mortalidade infantil nos países subdesenvolvidos, onde as classes mais pobres vivem em péssimas condições sanitárias e de moradia. São doenças causadas por diversas bactérias, como a ***Shigella*** e a ***Salmonella***, e pelos *colibacilos patogênicos*. Transmitidas pela ingestão de água e alimentos contaminados, exigem pronto atendimento médico. A profilaxia só pode ser feita através de medidas de saneamento e melhoria das condições socioeconômicas da população.

Gonorreia ou blenorragia: causada por uma bactéria, o *gonococo* (***Neisseria gonorrhoeae***), transmite-se por contato sexual. Provoca dor, ardência e pus na urina. O tratamento deve ser feito sob orientação médica, pois exige o emprego de antibióticos.

Sífilis – provocada pela bactéria ***Treponema pallidum,*** é transmitida, geralmente, por contato sexual (pode passar também da mãe para o feto pela placenta). Um sinal característico da doença é o aparecimento, próximo aos órgãos sexuais, de uma ferida de bordas endurecidas, indolor (o "cancro duro"), que regride mesmo sem tratamento. Entretanto, essa regressão não significa que o indivíduo esteja curado, sendo absolutamente necessários diagnóstico e tratamento médicos. Sem tratamento, a doença tem sérias consequências, atacando diversos órgãos do corpo, inclusive o sistema nervoso, e provocando paralisia progressiva e morte.

Meningite meningocócica – infecção das meninges (membranas que envolvem o cérebro e a medula). Pode ser provocada por vírus, mas a forma mais comum de meningite é causada por uma bactéria – o *meningococo.* Os sintomas iniciais são febre alta, náuseas, vômitos e rigidez dos músculos da nuca. O doente não consegue encostar o queixo no peito e deve ser hospitalizado imediatamente, sendo submetido a tratamento por antibióticos, pois a doença pode ser fatal. Como é transmitida por espirro, tosse ou fala, é importante a notificação à escola caso uma criança a contraia.

Cólera – doença causada pela bactéria ***Vibrio cholerae*** (vibrião colérico), que se instala e se multiplica na parede do intestino delgado, produzindo substâncias tóxicas e provocando uma forte diarreia. As fezes são aquosas e esbranquiçadas (parecendo água de arroz), sem muco ou sangue. Ocorrem também cólicas abdominais, dores no corpo, náuseas e vômitos.

O grande perigo está na rápida desidratação provocada pela diarreia: o doente pode perder de um a dois litros de líquido por hora. Como consequência, apresenta muita sede, cãibras, olhos encovados e pele seca, azulada e enrugada. Se o processo continuar, pode haver rápida insuficiência renal e morte em 24 horas ou menos. Por isso, é preciso procurar logo atendimento médico para que a perda de água seja controlada através de reidratação endovenosa com soro e antibióticos.

Mais de 90% das pessoas que contraem o cólera permanecem assintomáticos, isto é, não chegam a adoecer, podendo sofrer apenas uma diarreia branda (embora possam transmitir a doença por mais de trinta dias). A doença é contraída através da ingestão de água ou alimentos contaminados, crus ou mal cozidos (a bactéria morre em água fervida e em alimentos cozidos).

Embora haja vacinas contra o cólera, sua eficácia é apenas parcial (em geral, cerca de 50%) e dura poucos meses. Por isso, a doença somente pode ser erradicada através de medidas de higiene e saneamento básico.

Febre tifóide – causada pela ***Salmonella typhi,*** provoca úlceras no intestino, diarreia, cólica e febre. O tratamento é feito com antibióticos. A prevenção inclui vacinas e melhoria das condições sanitárias da população.

AS CIANOBACTÉRIAS

Por sua vez, as cianobactérias (vulgas "algas azuis") e todos os eucariontes fotossintetizantes utilizam-se, para a fotossíntese, de outros pigmentos, que ficam associados às membranas internas da célula — assim como nas bactérias —, sem a formação de uma organela definida. Seus pigmentos são a ficocianina (azul) e a ficoeritrina (vermelho), além da clorofila, que é o mesmo pigmento encontrado em todos os eucariontes fotossintetizantes. Este fato é uma evidência de parentesco evolutivo. Sua estrutura é muito parecida à das bactérias, com uma parede celular rígida, citoplasma sem citoesqueleto, organelas membranosas ou carioteca. Frequentemente, apresentam uma bainha mucilaginosa ao redor da parede. São unicelulares e podem formar colônias. Sua reprodução é assexuada, semelhante à das bactérias; e existem evidências da ocorrência de recombinação de material genético entre cianobactérias. Algumas espécies podem fazer fixação de nitrogênio.

EXERCÍCIOS

1. (UFBA) O conjunto de indivíduos semelhantes e capazes de intercruzarem-se, produzindo descendentes férteis, define, biologicamente:
a) comunidade.
b) família.
c) gênero.
d) espécie.
e) clone.

2. UNESP 2008- No sistema de classificação de Lineu, os fungos eram considerados vegetais inferiores e compunham o mesmo grupo do qual faziam parte os musgos e as samambaias. Contudo, sistemas de classificação modernos colocam os fungos em um reino à parte, reino Fungi, que difere dos vegetais não apenas por não realizarem fotossíntese, mas também porque os fungos
(A) são procariontes, uni ou pluricelulares, enquanto os vegetais são eucariontes pluricelulares.
(B) são exclusivamente heterótrofos, enquanto os vegetais são autótrofos ou heterótrofos.
(C) não apresentam parede celular, enquanto todos os vegetais apresentam parede celular formada por celulose.
(D) têm o glicogênio como substância de reserva energética, enquanto nos vegetais a reserva energética é o amido.
(E) reproduzem-se apenas assexuadamente, enquanto nos vegetais ocorre reprodução sexuada ou assexuada.

3. (CESGRANRIO-RJ) As categorias taxonômicas obedecem a uma hierarquia; assim, dois animais que fazem parte da mesma classe certamente pertencem:
a) ao mesmo gênero.
b) ao mesmo filo.
c) à mesma família.
d) à mesma espécie.
e) à mesma ordem.

4. UNESP 2006 - Divulgou-se recentemente (Revista Pesquisa FAPESP nº 100, junho de 2004) a identificação de uma nova classe dos Cnidários, chamada de Staurozoa. A característica marcante das medusas adultas de uma das duas ordens desta nova classe é que elas vivem agarradas a rochas ou algas através de uma estrutura chamada pedúnculo. Antes da proposição de um sistema de classificação biológica por Lineu, em 1758, alguns naturalistas consideravam os cnidários como plantas. A natureza animal destes organismos somente foi reconhecida no século XIX, quando alguns naturalistas os classificaram juntamente com as esponjas.
a) Esta mudança proposta recentemente de uma nova classe para os cnidários altera ou fere, de alguma forma, os critérios gerais de classificação biológica propostos por Lineu em 1758? Justifique sua resposta.
b) Considerando que a classificação biológica tem levado em conta as características dos organismos, por que foi sugerida uma nova classe e não um novo filo de animais, no presente caso?

Resolução
a) Não alteram os critérios gerais de classificação biológica propostos por Lineu em 1758. Tanto os poríferos como os celenterados são organismos diblásticos.
b) Porque os novos animais identificados possuem uma cavidade intestinal (celenterados) e estruturas urticantes (cnidoblastos), características presentes nos cnidários em geral.

5. (PUC/Campinas) A palavra célula, etimologicamente, vem de cela, que quer dizer pequena cavidade. Todos os organismos vivos são formados de células, à exceção dos(as):
a) fungos.
b) bactérias.
c) vírus.
d) algas cianofíceas (azuis).
e) protozoários.

6. Fuvest 2008 - Um argumento correto que pode ser usado para apoiar a ideia de que os vírus são seres vivos é o de que eles
a) não dependem do hospedeiro para a reprodução.
b) possuem número de genes semelhante ao dos organismos multicelulares.
c) utilizam o mesmo código genético das outras formas de vida.
d) sintetizam carboidratos e lipídios, independentemente do hospedeiro.
e) sintetizam suas proteínas, independentemente do hospedeiro.

7. Fuvest 2003 - De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a dengue voltará com ímpeto. "A Ásia e a América Latina serão duramente castigadas este ano [...]", diz José Esparza, coordenador de vacinas da OMS. (New Scientist nº 2354, 3 de agosto de 2002). O motivo dessa previsão está no fato de
a) o vírus causador da doença ter se tornado resistente aos antibióticos.
b) o uso intenso de vacinas ter selecionado formas virais resistentes aos anticorpos.
c) o contágio se dar de pessoa a pessoa por meio de bactérias resistentes a antibióticos.
d) a população de mosquitos transmissores possivelmente aumentar.
e) a promiscuidade sexual favorecer a dispersão dos vírus.

8. (UFSCAR) Qual dos grupos apresentados reúne apenas doenças causada por vírus?
a) Rubéola, poliomielite, tétano, febre amarela e malária.
b) Hepatite infecciosa, febre amarela, rubéola, poliomielite e varíola.
c) Malária, catapora, caxumba, sarampo e rubéola.
d) Tétano, poliomielite, tuberculose, gripe e rubéola.
e) Sarampo, varíola, malária, febre amarela e hepatite infecciosa.

9. (VUNESP-SP) Em relação à AIDS/SIDA, temos as afirmações seguintes:
I. A doença é causada por vírus.
II. O contágio se dá, principalmente, por transfusão de sangue contaminado, contato sexual com portadores e uso em comum de agulhas pelos viciados em drogas.
III. A convivência com a pessoa doente, em casa, no trabalho, na escola, na rua, excluídas as condições mencionadas em II, não oferece perigo de transmissão da doença.
IV. A doença atua sobre o sistema imunológico, diminuindo a resistência do organismo.
Considerando os conhecimentos atuais, assinale a alternativa:
a) se apenas II, III e IV são corretas.
b) se apenas II e III são corretas.
c) se apenas I, II e IV são corretas.
d) se apenas I, III e IV são corretas.
e) se I, II III e IV são corretas.

10. (PUC-MG) O vírus da AIDS/SIDA deprime o sistema imunológico porque:
a) fagocita as imunoglobulinas.
b) fagocita os leucócitos.
c) parasita os linfócitos.
d) inibe a diapedese.
e) confere resistência às bactérias.

11. UNESP 2008 - O ovo de galinha é a principal matéria-prima da nova fábrica de vacinas contra gripe do Instituto Butantan, inaugurada na quinta (26) na Avenida Vital Brasil. (...) O vírus da doença é injetado no ovo (...). Depois de uma semana, o micro-organismo está formado (...). O vírus passa por outros processos industriais e vira vacina mais tarde.
(Veja São Paulo, 02.05.2007.)
Considerando-se as condições necessárias à replicação dos vírus, pode-se dizer que o Instituto Butantan utiliza ovos
(A) não fertilizados, nos quais não há um embrião que possa apresentar reação imunológica à presença do vírus, impedindo sua replicação.
(B) não fertilizados, os quais mantêm um ambiente interno estéril propício à replicação viral e protegido pela casca do ovo, que impede eventual contaminação bacteriana.
(C) fertilizados, que contêm um embrião, de cujas células os vírus podem se utilizar para sua replicação.
(D) fertilizados ou não fertilizados, nos quais os vírus se utilizam o vitelo da gema e das proteínas da clara para obterem os nutrientes necessários à sua replicação.
(E) fertilizados ou não fertilizados, pois, nas duas situações, haverá a presença de um núcleo celular, no qual os vírus realizam sua replicação.

12. (Fuvest) O organismo A é um parasita intracelular constituído por uma cápsula proteica que envolve a molécula de ácido nucleico. O organismo B tem uma membrana lipoproteica revestida por uma parede rica em polissacarídeos que envolvem um citoplasma, no qual se encontra seu material genético, constituído por uma molécula circular de DNA. Esses organismos são, respectivamente:
a) uma bactéria e um vírus;
b) um vírus e um fungo;
c) uma bactéria e um fungo;
d) um vírus e uma bactéria;
e) um vírus e um protozoário.

13. UFRJ 2008 - Algumas bactérias são patogênicas por causa das toxinas que produzem. Esse é o caso da *Clostridium tetani*, uma bactéria anaeróbica obrigatória causadora do tétano. Essa bactéria não invade o organismo, mas libera a toxina tetânica que afeta o sistema nervoso e produz rigidez muscular quando prolifera em feridas profundas; entretanto, quando a bactéria infecta feridas superficiais, não ocorre tétano.
Explique por que o tétano só ocorre em feridas mais profundas.

14. UFPE 2007 - Dados epidemiológicos recentes têm mostrado o aumento do número de casos de tuberculose no mundo, devido, entre outras razões, à diminuição da eficiência das drogas usadas e à piora das condições sanitárias em muitos países. Nesse sentido, analise o que se diz a seguir.
0-0) A doença é transmitida pela inalação de gotículas liberadas pela tosse ou pelo espirro de um indivíduo contaminado.
1-1) O *Toxoplasma tuberculosis* (ou de Koch) é o protozoário responsável pela doença.
2-2) A eficiência dos antibióticos no combate à doença está diminuindo porque seu uso frequente, ao longo dos anos, selecionou os bacilos mais resistentes a esses medicamentos.
3-3) A desnutrição contribui para a elevação do número de casos de tuberculose, uma vez que a queda das defesas naturais do organismo facilita o desenvolvimento da doença.
4-4) Antes da vacinação com BCG, em jovens e adultos, é necessária a realização do teste Mantoux, para determinar se já houve a sensibilização pelo bacilo.

15 Dos seguintes grupos de bactérias, o único a que se aplica o termo autótrofas é o das:
a) quimiossintetizantes.
b) parasitas.
c) decompositoras.
d) comensais.
e) anaeróbicas.

16. UFC 2002 - Em relação às bactérias, marque V para as afirmativas verdadeiras e F para as falsas.
( ) As bactérias têm sido usadas pela engenharia genética na síntese de peptídeos humanos como a insulina e o hormônio de crescimento.
( ) As bactérias causam muitas doenças sexualmente transmitidas, como o herpes simples, a meningite e a sífilis.
( ) Em geral as bactérias trazem mais benefícios do que prejuízos para os seres humanos e para a biosfera.
Assinale a alternativa que contém a sequência correta.
A)F V F
B)V F V
C)F F V
D)F V V
E)V V V

17. (Fuvest) O que é a conjugação? Cite grupos de organismos onde esse processo ocorre.

18. UFPEL 2007
Uma doença que vence o tempo amarra a Pelotas do final do século 19 e das primeiras décadas do século 20. Após causar a morte de milhares de pessoas entre 1890 e 1930, a tuberculose ainda contamina e preocupa as autoridades médicas. A enfermidade atinge de 15 a 30 pessoas por mês na cidade. A Aids contribuiu para o retorno, com força, da tuberculose. O Brasil já registra casos de tuberculose multirresistente, em que o variante do micro-organismo patogênico não é sensível aos medicamentos habituais. *Diário Popular, 03/09/2006 [adapt.]*.

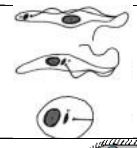
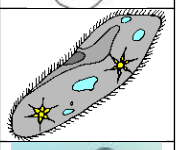
Com base no texto e em seus conhecimentos, analise as afirmativas.

I.A resistência que alguns bacilos da tuberculose têm apresentado deve-se principalmente à variação genética deste organismo, originária principalmente pela troca de DNA entre bactérias no processo de reprodução por divisão binária.
II. Para combater a tuberculose utilizam-se medidas como a imunização, através da vacina BCG – anticorpos contra o bacilo de Koch injetados nas pessoas –, além da higiene e saneamento.
III. A tuberculose é causada por uma bactéria – seres unicelulares procarióticos – que se instala preferencialmente nos pulmões, podendo, entretanto, afetar outros órgãos.
IV. A Aids contribui para o aumento dos casos de tuberculose, pois o vírus HIV ataca os linfócitos – células responsáveis pela defesa imunitária do organismo –, facilitando a infecção por agentes causadores de doenças oportunistas, como a tuberculose.

Estão corretas as afirmativas
(a) III e IV.
(b) I e II.
(c) II e IV.
(d) I e III.
(e) II e III.
(f) I.R.

4. REINO PROTISTA E FUNGI

Os seres deste reino apresentam grande diversidade de estratégias de sobrevivência, porém todos possuem um tipo celular complexo, com núcleo delimitado por membrana (carioteca), e citoplasma compartimentado por várias organelas membranosas (célula eucarionte). Devido à grande diversidade dentro deste reino, existem muitas divergências para identificar um organismo como Protista. Atualmente, consideram-se integrantes dele os seres eucariontes unicelulares; isto inclui os protozoários e as algas planctônicas.

Classes	Estrutura de locomoção	
Rizópodes ou sarcodíneos Ex. ameba	pseudópodes: expansões temporárias e mutáveis da célula, projetadas por correntes citoplasmáticas.	
Flagelados ou astigóforos Ex. Tripanosoma cruzi	Flagelo: estrutura filiforme, constituída por feixes de microtúbulos semelhante ao cílio, porém maior em tamanho e menor em número.	
Ciliados Ex. Paramecium	cílios: estruturas filiformes, constituídas por feixes de microtúbulos: semelhantes ao flagelo, porém menor em tamanho e maior em número.	
Esporozoários Ex. Plasmodium	não há estrutura especializada em locomoção	

PROTOZOÁRIOS (FILO PROTOZOA)

Os seres que pertencem a este grupo não têm capacidade de sintetizar seu próprio alimento, sendo, portanto, considerados heterótrofos.

O critério básico de classificação dos protozoários baseia-se no tipo de estrutura de locomoção, de acordo com a tabela adiante.

Os protozoários podem ser de vida livre ou podem viver associados a outros organismos, como simbiontes (relação harmônica) ou parasitas. Entre os protozoários parasitas mais importantes da espécie humana, estão os apresentados a seguir.

CLASSE RIZÓPODES OU SARCODÍNEOS

Doença	Parasita	Região infeccionada	Transmissão	Profilaxia
Amebíase	Entamoeba hystolitica	Intestino	Contaminação Fecal	Saneamento básico

CLASSE FLAGELADOS OU MASTIGÓFOROS

Doença	Parasita	Região infeccionada	Transmissão	Profilaxia
D. de Chagas	Trypanosoma cruzi	Miocardio (músculo do coração)	Fezes do barbeiro	Combate ao barbeiro
D. do sono	*Trypanosoma gambiensis*	Meninges	Saliva da mosca tsé-tsé – Glossina palpalis	Combate à mosca tsé-tsé
Leishmaniose	Leishmania brasiliensis	Pele e cartilagens	Saliva do mosquito-palha – *Lutzumia*	Combate ao mosquito-palha
Tricomoniase	Trichomonas vaginalis	Vagina e uretra	Contato sexual Roupas contaminadas	Medidas de higiene
Giardíase	Giárdia lamblia	Intestino	Contaminação fecal	Saneamento básico

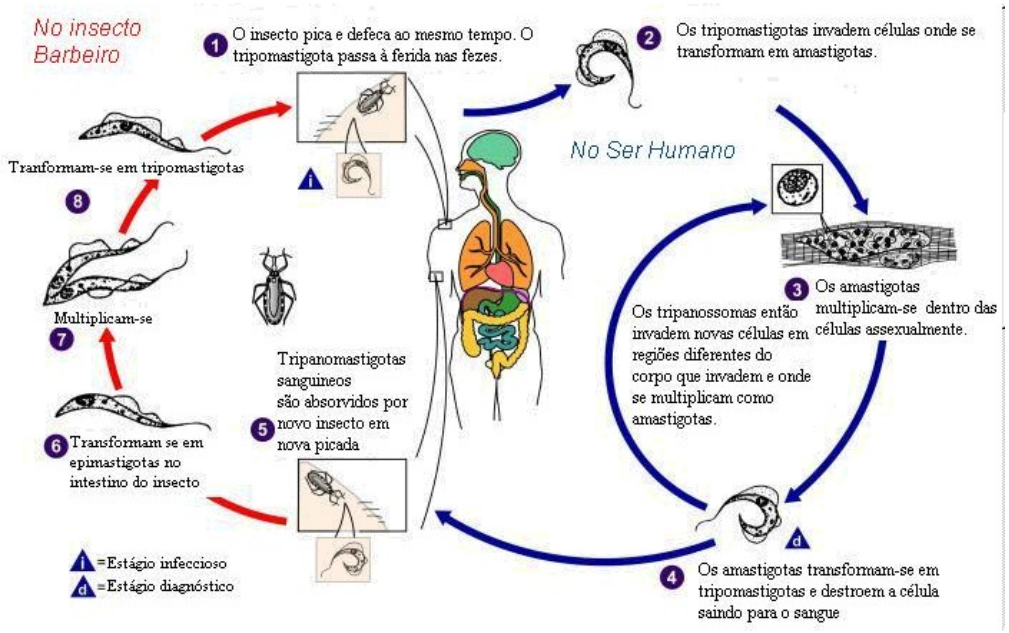
CLASSE CILIADOS

Doença	Parasita	Região infeccionada	Transmissão	Profilaxia
Disenteria	Balantidium coli	Intestino	Contaminação fecal	Saneamento básico

CLASSE ESPOROZOÁRIOS

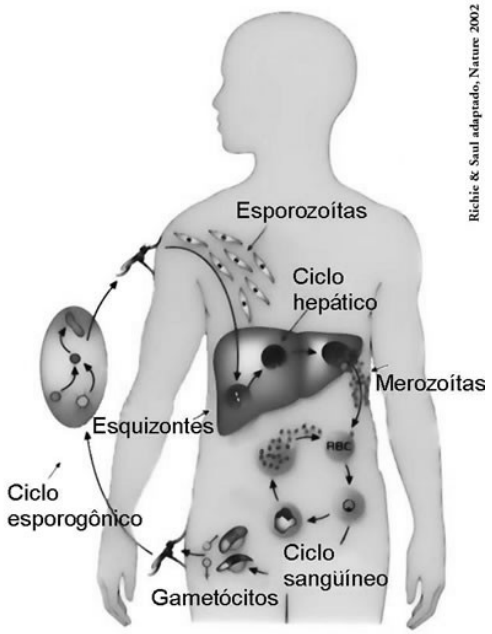
Doença	Parasita	Região infeccionada	Transmissão	Profilaxia
Malária	*Plasmodium* sp	Fígado e sangue	Saliva do mosquito-prego - *Anopheles*	Combate ao *Anopheles*
Toxoplasmose	Toxoplasma gondii	Diversos tecidos	Contaminação fecal de cães e gatos	Saneamento básico

CICLOS DE VIDA DE PROTOZOÁRIOS PARASITAS IMPORTANTES



Doença de Chagas

Malária



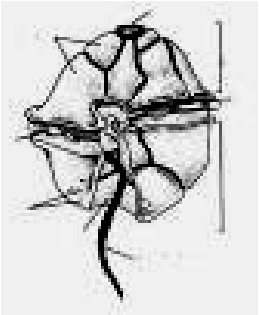
Algas Douradas (Divisão Crisofíceas)

Estas algas unicelulares compõem cerca de 70% do fitoplâncton marinho, sendo, portanto, as principais responsáveis pela síntese de alimento nos oceanos, sustentando grande parte das cadeias alimentares nestes ecossistemas. Além da clorofila, possuem um pigmento carotenoide, a fucoxantina, de cor amarelo-acastanhado, para realização da fotossíntese.

As crisofíceas possuem uma carapaça de sílica (mesmo material que compõe o vidro e a areia) constituída por duas peças que se ajustam como em uma saboneteira. A maior parte das crisofíceas é representada pelas chamadas diatomáceas.

Algas-de-fogo (Divisão Pirrofíceas)

Estas algas unicelulares compõem, normalmente, cerca de 30% do fitoplâncton marinho. São conhecidas como dinoflagelados pelo fato de possuírem dois flagelos e carapaça rígida, como as diatomáceas. Algumas apresentam bioluminescência, produzindo luzes perceptíveis, à noite, no mar.

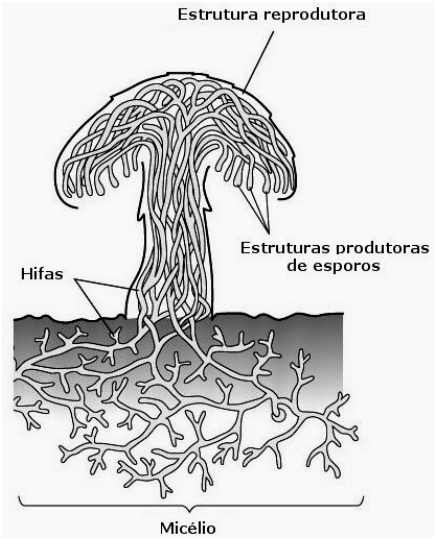


A superpopulação de pirrofíceas provoca um fenômeno conhecido como maré vermelha. Elas produzem toxinas que são lançadas na água e provocam grande mortandade em organismos marinhos.

REINO FUNGI

Os seres deste reino possuem células eucariontes, podem ser uni ou pluricelulares e não sintetizam o próprio alimento, sendo, portanto, heterótrofos: em sua grande maioria, decompositores, e alguns, parasitas (micoses).

Essas características não são exclusivas dos fungos e, por isso, não podem ser usadas para definir um reino. A característica marcante que define os fungos como um reino é sua organização celular filamentosa. Um filamento celular microscópico recebe o nome de hifa. A hifa germina a partir de uma célula especializada para reprodução assexuada, denominada esporo. Ao crescer, a hifa penetra pelo substrato (em geral, cadáveres ou detritos orgânicos), liberando enzimas que realizam digestão extracorpórea. Com o desenvolvimento e ramificação, forma-se um emaranhado de hifas denominado micélio, o qual constitui o verdadeiro "corpo" do fungo. Quando o micélio está bem desenvolvido, forma-se uma estrutura especializada na formação e espalhamento dos esporos, denominada corpo de frutificação. O tipo de corpo de frutificação é o critério básico para a classificação dos fungos. Um dos tipos mais conhecidos de corpos de frutificação é conhecido vulgarmente como cogumelo.



CLASSIFICAÇÃO

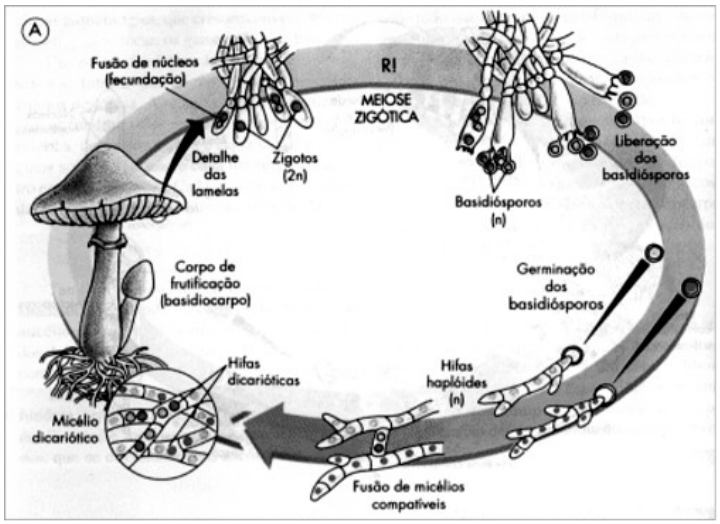
Ficomicetos: corpo de frutificação simples denominado esporângio; possui hifas sem paredes transversais (cenocíticas); os principais representantes são bolores e mofos em geral.

Ascomicetos: possuem corpo de frutificação em forma de saco (asco); constituem a classe com maior número de espécies, incluindo algumas unicelulares, conhecidas como leveduras. Exemplos importantes:

- fermento biológico ou levedura-de-cerveja (*Saccharomices cerevisae),* usado na fabricação de pães e bebidas alcoólicas;
- *Penicillium*, utilizado na produção da penicilina (antibiótico), e também na fabricação de certos tipos de queijo;
- *Claviceps purpurea*, cresce em grãos de centeio e fabrica uma substância (ergotamina), a partir da qual sintetiza-se o LSD.

Basidiomicetos: é o fungo mais conhecido; forma corpos de frutificação conhecidos como cogumelos e orelhas de pau.

CICLO DE VIDA DE UM COGUMELO



LÍQUENS

Os líquens constituem associações ecológicas obrigatórias (mutualismos) entre fungos e algas unicelulares. A organização celular filamentosa do fungo cria um microambiente que protege as algas contra desidratação, fornecendo a elas água e, ainda, sais minerais que retiram do substrato. As algas realizam fotossíntese e fornecem alimento (matéria orgânica) ao fungo. Essa associação permite que os líquens sobrevivam nas regiões mais inóspitas do planeta, suportando condições extremas de frio, calor e falta de água.

EXERCÍCIOS

1. UNICAMP 2004 - O impressionante exército de argila de Xian, na China, enfrenta finalmente um inimigo. O oponente é um batalhão composto por mais de quarenta tipos de fungos, que ameaça a integridade dos 6000 guerreiros e cavalos moldados em tamanho natural. Os fungos que agora os atacam se alimentam da umidade provocada pela respiração das milhares de pessoas que visitam a atração a cada ano. (Adaptado de Veja, 27/09/2000).
a)Ao contrário do que está escrito no texto, a umidade não é suficiente para alimentar os fungos. Explique como os indivíduos do Reino Fungi se alimentam.
b)Os fungos são encontrados em qualquer ambiente. Como se explica essa grande capacidade de disseminação?

2. Primeiro, o suco obtido de uvas esmagadas é juntado a fungos do gênero *Saccharomyces* em tonéis fechados. Depois de certo tempo, o fungo é retirado e o líquido resultante é filtrado e consumido como vinho. As uvas podem ser colhidas mais cedo (menor exposição ao sol) ou mais tardiamente (maior exposição) ao longo da estação. Um produtor que deseje obter um vinho mais seco (portanto, menos doce) e com alto teor alcoólico deve colher a uva
(A) ainda verde e deixar o fungo por mais tempo na mistura.
(B) ainda verde e deixar o fungo por menos tempo na mistura.
(C) mais tarde e deixar o fungo por menos tempo na mistura.
(D) mais tarde e deixar o fungo por mais tempo na mistura.
(E) mais cedo e deixar o fungo por menos tempo na mistura.

3. Puc-RIO 2005- O Pró-Álcool, programa de produção de combustível etanol no Brasil, baseia-se na obtenção de um produto resultante de:

(A)	Respiração aeróbia do açúcar da cana-de-açúcar por bactérias.
(B)	Respiração anaeróbia do amido da cana-de-açúcar por protozoários.
(C)	Fermentação do açúcar da cana-de-açúcar por leveduras.
(D)	Acidificação do amido de sementes da cana-de-açúcar.
(E)	Oxidação completa do açúcar da cana-de-açúcar.

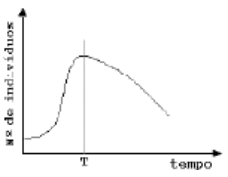
4. Puc-RS 2006 - Os _____ patógenos são uma das principais causas de morte entre as pessoas com o sistema imune comprometido. A maioria dos pacientes com AIDS morre por pneumonia ou outras doenças causadas por estes patógenos. A *Candida albicans* e outras leveduras também causam doenças graves em indivíduos com AIDS ou indivíduos que tomam drogas imunossupressoras. Além disso, vários _____ patógenos causam doenças humanas menos graves, como a pé-de-atleta ou outras micoses e dermatites. A ferrugem do trigo e uma série de doenças causadas também ao milho e aveia são decorrentes de _____ que atacam os vegetais.

A palavra que completa corretamente as lacunas do texto é:
A)fungos.
B)vírus.
C)procariotos.
D)protozoários.
E) nematóides.

5.Puc-RIO 2005 - Indique, dentre os processos abaixo, a opção que esteja relacionada com a nutrição em fungos
(A) Síntese de matéria orgânica com energia liberada da oxidação de matéria inorgânica.
(B) Síntese de matéria orgânica com utilização de energia luminosa.
(C) Digestão extracorpórea e absorção celular de matéria orgânica digerida do meio.
(D) Digestão corpórea extracelular em órgãos específicos.
(E) Endocitose de moléculas orgânicas complexas do meio e digestão intracelular.

6. Uma pessoa pretende processar um hospital com o argumento de que a doença de Chagas, da qual é portadora, foi ali adquirida em uma transfusão de sangue. A acusação
a) não procede, pois a doença de Chagas é causada por um verme platelminto que se adquire em lagoas.
b) não procede, pois a doença de Chagas é causada por um protozoário transmitido pela picada de mosquitos.
c) não procede, pois a doença de Chagas resulta de uma malformação cardíaca congênita.
d) procede, pois a doença de Chagas é causada por um protozoário que vive no sangue.
e) procede, pois a doença de Chagas é causada por um vírus transmitido por contato sexual ou por transfusão sanguínea.

7. Uma pequena quantidade da levedura *Saccharomyces cerevisae* foi inoculada em um tubo de ensaio, contendo meio apropriado. O desenvolvimento dessa cultura está representado no gráfico. Para explicar o comportamento da população de leveduras, após o tempo T foram levantadas três hipóteses:



1- A cultura foi contaminada por outro tipo de micro-organismo originando competição, pois o esperado seria o crescimento contínuo da população de leveduras.
2- O aumento no número de indivíduos provocou diminuição do alimento disponível, afetando a sobrevivência.
3- O acúmulo dos produtos excretados alterou a composição química do meio, causando a morte das leveduras. Entre as três hipóteses, podemos considerar plausível(eis) apenas
a) 1.
b) 2.
c) 3.
d) 1 e 2.
e) 2 e 3.

8. São organismos pioneiros na sucessão ecológica, que atuam como produtores em lugares inóspitos e que apresentam os sorédios, eficientes estruturas de dispersão, formados por algas envolvidas por filamentos de fungos. Esta caracterização refere-se a:
a) micorrizas.
b) líquens.
c) bolores.
d) briófitas.
e) protozoários.

9. U. Caxias do Sul/RS - Organismos heterotróficos, eucariontes que armazenam glicogênio como carboidrato de reserva pertencem ao Reino:
a) Fungi
b) Vegetal
c) Protista
d) Vírus
e) Monera

10. UFMT 2007- A doença de Chagas, transmitida pelo barbeiro, é causada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi*. Sobre esse protozoário, analise as características.
I - Eucarionte dotado de flagelo.
II - Eucarionte dotado de cílios.
III - Eucarionte unicelular heterótrofo.
IV - Eucarionte pluricelular autótrofo.
São características do *Trypanosoma cruzi*
A) II e IV, apenas.
B) II, III e IV, apenas.
C) I e III, apenas.
D) I, II e IV, apenas.
E) I, II, III e IV.

11. UNESP 2005 - Ao longo dos meses de fevereiro e março de 2005, a doença de Chagas voltou a ser destaque nos meios de comunicação, agora em razão da forma inusitada pela qual foi adquirida: mais de 30 pessoas apresentaram a forma aguda da doença, todas elas contaminadas depois de terem bebido caldo-de-cana (garapa) em quiosques do litoral norte de Santa Catarina. Embora este novo surto da doença tenha merecido destaque nos noticiários, cerca de seis milhões de brasileiros possuem a doença de Chagas adquirida na sua forma convencional de contágio.
a) Normalmente, como se adquire a doença de Chagas? Explique o modo pelo qual o caldo-de-cana pode ter sido o veículo do agente transmissor da doença.
b) Produtos obtidos desse caldo-de-cana, tais como melado e rapadura, poderiam veicular os agentes transmissores da doença? Justifique.

12. (ENEM) Houve uma grande elevação do número de casos de malária na Amazônia que, de 30 mil casos na década de 1970, chegou a cerca de 600 mil na década de 1990. Esse aumento pode ser relacionado a mudanças na região, como
(A) as transformações no clima da região decorrentes do efeito estufa e da diminuição da camada de ozônio.
(B) o empobrecimento da classe média e a consequente falta de recursos para custear o caro tratamento da doença.
(C) o aumento na migração humana para fazendas, grandes obras, assentamentos e garimpos, instalados nas áreas de floresta.
(D) as modificações radicais nos costumes dos povos indígenas, que perderam a imunidade natural ao mosquito transmissor.
(E) a destruição completa do ambiente natural de reprodução do agente causador, que o levou a migrar para os grandes centros urbanos.

13. UFPE 2007 - A esquistossomose observada no Brasil, causada pelo *Schistosoma mansoni*, é uma doença grave e debilitante. Na fase crônica, ocorre inflamação do fígado e do baço, além da típica ascite (barriga d'água). Na profilaxia dessa doença é importante:
1) construir redes de água e esgoto.
2) exterminar o caramujo hospedeiro.
3) evitar o contato com águas possivelmente infestadas por cercárias.
4) combater as oncosferas e os cisticercos.
Está(ão) correta(s):
A) 1, 2, 3 e 4
B) 2 apenas
C) 1, 2 e 4 apenas
D) 2 e 4 apenas
E) 1, 2 e 3 apenas

5. EMBRIOLOGIA

A Embriologia é a ciência que estuda as mudanças progressivas que ocorrem durante o desenvolvimento pré-natal, desde a fertilização até o nascimento. Para que haja a fertilização, são necessários um gameta feminino, o óvulo, e um gameta masculino, o espermatozoide. O óvulo se forma na ovogênese, e o espermatozoide, na espermatogênese. Após a fecundação, o zigoto passa a sofrer sucessivas divisões mitóticas, iniciando o desenvolvimento do embrião. Em função da quantidade e distribuição de "vitelo", que é a substância nutritiva utilizada pelo embrião durante o seu desenvolvimento, podemos classificar quatro tipos diferentes de óvulos.

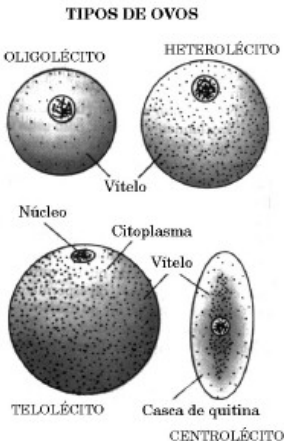
TIPOS DE ÓVULOS

▪ Oligolécitos/Isolécitos/Alécitos - são aqueles óvulos que possuem pequena quantidade de vitelo, uniformemente distribuída pelo citoplasma. São próprios das espécies nas quais o embrião não obtém alimento do ovo, mas sim do corpo materno ou do meio ambiente. Aparecem em espongiários, celenterados, protocordados e mamíferos.

▪ Heterolécitos/Mediolécitos – são aqueles óvulos que apresentam nítida polaridade, distinguindo-se o polo animal, com pequena quantidade de vitelo, e o polo vegetativo, com abundante quantidade de vitelo, permitindo a nutrição do embrião durante algum tempo. Aparecem em platelmintos, moluscos, anelídeos e anfíbios.

▪ Telolécitos/Megalécitos – são aqueles óvulos que, com grande quantidade de vitelo, ocupam quase todo o ovo, ficando o citoplasma e o núcleo reduzidos a uma pequena área, a cicatrícula ou disco germinativo, situado no polo animal. Ocorrem em cefalópodes, peixes, répteis e aves.

▪ Centrolécitos – são aqueles óvulos em que o vitelo se concentra no centro e separa em duas zonas de protoplasma: uma central, contendo o núcleo, e a outra periférica, circundando o vitelo. São óvulos típicos dos artrópodes.



SEGMENTAÇÃO OU CLIVAGEM

A Segmentação ou Clivagem corresponde à divisão do zigoto num certo número de células denominadas "blastômeros". A segmentação termina com a formação de uma figura embrionária chamada blástula. O tipo de segmentação é determinado pela quantidade de vitelo existente no zigoto. Sendo substância inerte, o vitelo, quando em grande quantidade, pode dificultar ou mesmo impedir a segmentação total do zigoto.

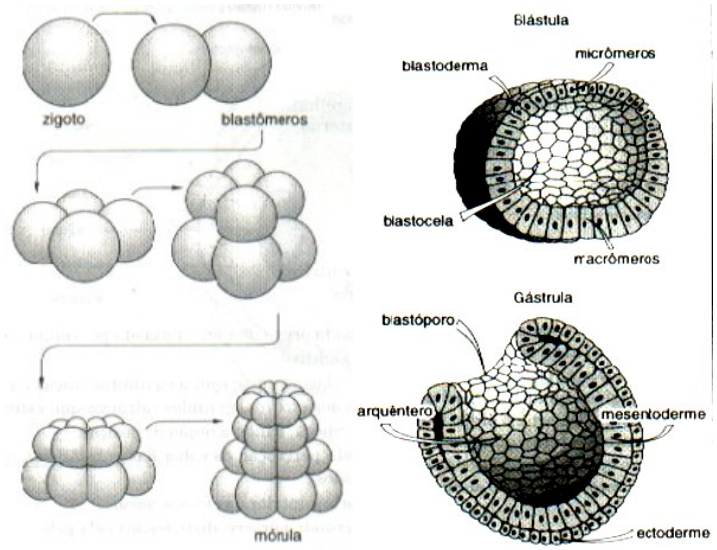
▪ Holoblástica/Total – é a segmentação que ocorre em ovos oligolécito ou heterolécito, nos quais a pequena quantidade de vitelo permite a segmentação completa do ovo. Distinguem-se dois tipos: igual e desigual.

- 1) Total Igual - é próprio dos oligolécitos, no qual a distribuição uniforme de vitelo permite a divisão em blastômeros de mesmo tamanho. Serve como exemplo a segmentação do ovo do anfioxo e dos mamíferos.
- 2) Total Desigual - ocorre em ovos heterolécitos e, devido à desigual distribuição do vitelo, produz blastômeros de tamanhos diferentes. Serve como exemplo a segmentação do ovo dos anfíbios.

▪ Meroblástica/Parcial - é a segmentação acontecida nos ovos com bastante vitelo, como no caso dos telolécitos e centrolécitos: apenas o protoplasma se divide, de maneira que a segmentação do ovo é apenas parcial. Distinguem-se dois tipos:

- 1) Meroblástica Discoidal - é típico dos ovos telolécitos e atinge apenas o disco germinativo. Pode ser observada na evolução do ovo das aves e também em alguns répteis.
- 2) Meroblástica Superficial - ocorre em ovos centrolécitos dos artrópodes.

FASES DO DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO

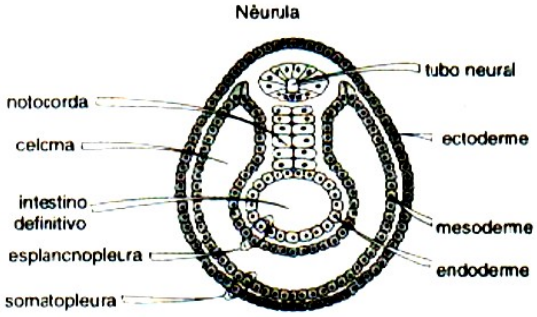


▪ Mórula - constitui a forma embrionária encontrada após sucessivas divisões celulares. Caracteriza-se fundamentalmente pela forma esférica e por apresentar-se maciça, isto é, formada inteiramente por células embrionárias. Só ocorre no tipo de segmentação holoblástica igual.

▪ Blástula - caracteriza-se, de modo geral, pela forma globosa embrionária e por apresentar uma única camada de células (blastoderma), delimitando uma cavidade completamente fechada (blastocele).

▪ Gastrulação - é o processo de formação da gástrula. Caracteriza-se pela presença de duas camadas celulares, pode ocorrer por embolia, formação da gástrula por invaginação de um dos polos da blástula (como se vê o anfioxo), ou por epibolia, formação da gástrula nos vertebrados a partir do recurvamento do disco embrionário.

▪ Neurulação - é a fase do desenvolvimento embrionário dos animais ditos cordados, imediatamente posterior à gástrula, durante a qual se forma o tubo neural. É o estágio em que se intensifica a diferenciação celular.



ANEXOS EMBRIONÁRIOS

Os Anexos Embrionários são estruturas derivadas dos folhetos germinativos e que, com o desenvolvimento do embrião, atrofiam-se ou são expelidos por ocasião do nascimento. No entanto, são fundamentais para a manutenção da integridade do embrião, garantindo o seu desenvolvimento.

- Saco Vitelino - é o anexo embrionário que armazena substâncias nutritivas para o embrião. Apresenta-se bem desenvolvido nos peixes, nos répteis e nas aves; nos mamíferos, é muito reduzido, constituindo um órgão vestigial.
- Âmnio e Córion - o âmnio é uma membrana que envolve o embrião dos répteis, aves e mamíferos. Forma uma cavidade preenchida pelo líquido amniótico, que tem por função proteger o embrião contra choques mecânicos e desidratação. O córion é uma serosa que recobre o embrião e outros anexos. Ocorre nos répteis, nas aves e nos mamíferos, contribuindo, nestes últimos, para a fixação do embrião na parede uterina.
- Alantoide - é um anexo que ocorre nos répteis, nas aves e nos mamíferos. Nos répteis e nas aves, promove a eliminação dos excretas e a metabolização de parte do cálcio presente na casca do ovo, transferindo-o para a formação do esqueleto desses animais. Além disso, permite as trocas de gases respiratórios entre o embrião e o meio ambiente. Nos mamíferos, é reduzido e encontra-se associado ao córion (constituindo o alantocórion), participando da formação da placenta.
- Placenta - é o anexo exclusivo dos mamíferos, resultando da fusão do alantocórion com a mucosa uterina. Tem por função nutrir o embrião, promover as trocas gasosas e eliminar excretas. Além disso, tem função hormonal, uma vez que produz gonadotrofina coriônica e progesterona, hormônios fundamentais para a gestação.
- Cordão Umbilical - é o anexo exclusivo dos mamíferos que permite a comunicação entre o embrião e a placenta. Trata-se de um longo cordão contendo grande quantidade de vasos sanguíneos e preenchido por um material gelatinoso denominado de gelatina de Wharton.

DESTINO DOS FOLHETOS EMBRIONÁRIOS

Ectoderme	epiderme e seus anexos	
	encéfalo e medula espinhal	
Mesoderme	Notocorda (posteriormente é substituída por vértebras)	
	Epímero	dermátono – derme
		miótomo - musculatura estriada
		esclerótomo - esqueleto axial (coluna)
	Mesômero - aparelho urogenital	
	Hipômero	sistema circulatório
		musculatura lisa
		peritônio e mesentérios
		esqueleto apendicular (membros)
Endoderme	aparelho respiratório	
	tubo digestivo e glândulas anexas	

Observações

Dependendo do número de folhetos embrionários, os animais podem ser classificados em:

- Diblásticos - quando possuem apenas dois folhetos embrionários (endoderma e ectoderma). Característico de espongiários e celenterados;
- Triblásticos - quando possuem três folhetos embrionários (endoderma, mesoderma e ectoderma). Como exemplo, os demais grupos do Reino Animal.

O blastóporo, sendo um orifício de comunicação do intestino primitivo com o exterior, pode dar origem à boca ou ao ânus. Dependendo da estrutura em que o blastóporo é transformado, pode-se ter dois tipos de grupos animais:

- Protostômicos - o blastóporo dá origem à boca. São os vermes, moluscos e artrópodes;
- Deuterostômicos - o blastóporo dá origem ao ânus. São os equinodermas e cordados.

A partir do desenvolvimento do mesoderma, surge uma cavidade preenchida por um líquido e revestido por este mesmo folheto, o celoma:

- Acelomados - característico de animais diblásticos, pois não apresentam mesoderma e alguns triblásticos onde o mesoderma não desenvolve. Como exemplo, temos os espongiários, celenterados e platelmintos;
- Pseudocelomados - o mesoderma adere-se ao ectoderma e se afasta do endoderma. Surge, então, um espaço entre o endoderma e o mesoderma, que, no indivíduo adulto, simula o celoma. Os asquelmintos são o principal exemplo;
- Celomados - são os animais que apresentam uma cavidade interna revestida por um tecido originado a partir do mesoderma, o que caracteriza o celoma. Os demais animais são celomados (anelídeos, equinodermas, artrópodes e cordados).

EXERCÍCIOS

1. (UFJF 95) Uma das funções do anexo embrionário denominado âmnios é:
a) armazenar substâncias tóxicas produzidas pelo embrião;
b) promover a troca gasosa entre mãe e feto;
c) oferecer proteção mecânica ao feto;
d) armazenar substâncias nutritivas para a sobrevivência do feto;
e) dar origem ao córion e âmnios.

2. UFPEL 2007

O desenvolvimento embrionário dos vertebrados é dividido nas seguintes etapas: segmentação, gastrulação e organogênese.

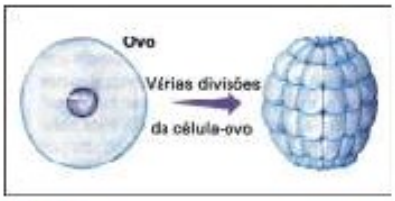


Figura A

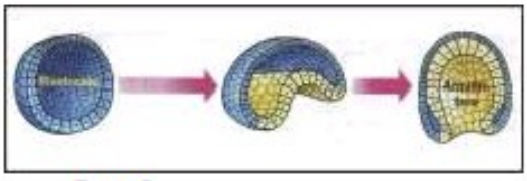


Figura B

LOPES, S.. BIO. Vol. 1, Ed. Saraiva, 2003. [adapt.].

Analise as afirmativas.

I. A organogênese é uma etapa do desenvolvimento embrionário em que ocorre a diferenciação dos tecidos e dos órgãos do corpo dos animais. Ela inicia com a fase de neurulação.

II. A figura A representa a fase de segmentação, em que ocorrem várias divisões meióticas a partir do zigoto, porém no final dessa fase não há aumento do volume total do embrião em relação ao volume do zigoto.

III. A mórula e a blástula estão presentes na fase de gastrulação; ambas são formadas por um conjunto de células, porém a mórula é um maciço celular e a blástula apresenta uma cavidade interna cheia de líquido.

IV. Na fase de organogênese dos cordados, surge o tubo neural, a notocorda e o arquêntero; o tubo neural e a notocorda estão envolvidos na formação do futuro sistema nervoso, e o arquêntero, do sistema digestório.

V. A figura B representa a fase de gastrulação. Nessa fase, o embrião aumenta de tamanho e há formação dos folhetos germinativos que darão origem a todos os tecidos do indivíduo.

Estão <u>INCORRETAS</u> as afirmativas

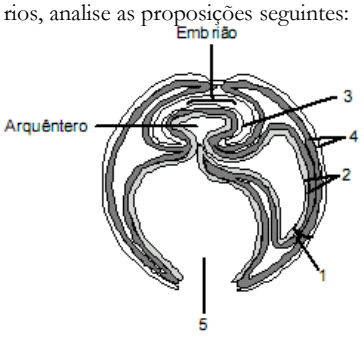
(a) I, II e IV.
(b) III, IV e V.
(c) II, III e IV.
(d) I, III e IV.
(e) I, II e V.
(f) I.R.

3. (FUNREI 2001) Durante o desenvolvimento embrionário de um mamífero, vários anexos embrionários são formados, auxiliando o desenvolvimento do indivíduo. Os processos de nutrição, excreção e trocas respiratórias do embrião ocorrem
a) no córion.
b) na placenta.
c) no líquido amniótico.
d) na vesícula vitelínica.
e) no complexo de Golgi.

4. (PASES-UFV 2000) Após a fecundação, o ovo sofre sucessivas divisões mitóticas, dando origem a várias células, sem que haja aumento no seu volume. Essa fase de desenvolvimento embrionário é denominada segmentação. Sobre ela, pode-se afirmar que o tipo de segmentação é determinado pelo(a)
a) quantidade e distribuição de vitelo.
b) tamanho do ovo.
c) tamanho do núcleo da célula.
d) quantidade de citoplasma.
e) número de organelas.

5. (UNIPAC 96) O alantoide, anexo embrionário bem desenvolvido em répteis e aves, tem como função:
a) acumular excretas do embrião, bem como retirar oxigênio do ar, devolvendo gás carbônico.
b) proteger contra choques mecânicos.
c) conter alimento de reserva para o embrião.
d) evitar a desidratação.
e) desenvolver a quantidade de células.

6. UFPE 2007 - Tomando como referência o embrião de um determinado vertebrado, ilustrado na figura abaixo, com seus respectivos anexos embrionários, analise as proposições seguintes:



0-0) Típica dos mamíferos, a aderência firme do alantoide ao cório, formando o corioalantoide (1) permite uma vascularização muito mais eficiente do embrião logo após sua formação.
1-1) O alantoide, indicado em (2), forma a parede do intestino primitivo em embriões de peixe.
2-2) O conteúdo da cavidade amniótica (3) se constitui em um eficiente sistema de amortecimento e impede o dessecamento de embriões de répteis, aves e mamíferos.
3-3) O surgimento do cório (4), membrana menos espessa e menos permeável que o âmnio, foi um dos passos mais importantes na conquista ambiente terrestre.
4-4) O saco vitelínico (5) é encontrado tanto em répteis, aves e mamíferos, quanto em anfíbios e peixes.

7. UFMT 2007 - Após a fecundação, o ovo do ser humano começa a se dividir. Após 72 horas, o embrião, já com cerca de cem células, é chamado de blastocisto ou células-tronco pluripotentes. Qual é o processo de divisão celular responsável pela formação do blastocisto?
A) Meiose
B) Embriogênese
C) Recombinação gênica
D) Mitoses
E) Translocação

8. (PUC-RS) Seguem-se os nomes de três grupos zoológicos precedidos dos algarismos I, II e III:
I. Moluscos
II. Equinodermos
III. Celenterados.
São deuterostômios:
a) apenas I.
b) apenas II.
c) apenas III.
d) apenas I e II.
e) I, II e III.

9. (UFV 99) Em 1998, comemoraram-se os 20 anos de nascimento de Louise Brown, o primeiro "bebê de proveta". Esta conquista biológica foi possível devido aos avanços científicos acumulados sobre o processo de fecundação. Entretanto, aspectos básicos da reprodução humana são ainda desconhecidos por alguns estudantes. Analise as frases abaixo, obtidas em provas de Biologia, e assinale a única correta:
a) gêmeos idênticos originam-se a partir da fecundação de um ovócito por um espermatozoide.
b) se o cromossomo X estiver no espermatozoide fecundante, o bebê será masculino.
c) a fertilização natural ocorre normalmente no útero da mãe.
d) a zona pelúcida é sempre removida do ovócito antes da fecundação.
e) a entrada de dois espermatozoides em um único ovócito originará gêmeos.

10. UEL 2007 - A placenta, uma das principais estruturas envolvidas no processo de desenvolvimento embrionário, surge precocemente, estabelecendo as relações materno-fetais até o nascimento.
Com base no texto e nos conhecimentos sobre o tema, analise as afirmativas abaixo.
I. O transporte de oxigênio e dióxido de carbono, através da placenta, se dá por simples difusão.
II. O sangue materno e fetal se mesclam nas vilosidades coriônicas da placenta.
III. A placenta é uma estrutura de origem mista, com um componente fetal e um materno.
IV. O vírus da rubéola pode atravessar a placenta e causar anomalias congênitas no feto.
Estão corretas apenas as afirmativas:
a) I e II.
b) III e IV.
c) II e IV.
d) I, II e III.
e) I, III e IV.

11. UNIFESP 2007 - A presença de ovos com envoltório rígido é mencionada como uma das principais características que propiciaram a conquista do ambiente terrestre aos vertebrados. Contudo, essa característica só resultou em sucesso adaptativo porque veio acompanhada de outra novidade evolutiva para o grupo no qual surgiu. Tal novidade foi:
(A) A total impermeabilidade da casca.
(B) O cuidado à prole.
(C) A fecundação interna.
(D) O controle interno da temperatura.
(E) A eliminação de excretas pela casca.

12. UNESP 2007 - Um pesquisador marcou um grupo de células em um embrião de rato de laboratório. Ao observar o animal adulto, encontrou marcadas as células nervosas. Assinale a alternativa que indica corretamente o tecido embrionário que foi marcado.
(A) Mesoderma na fase de blástula.
(B) Endoderma na fase de gástrula.
(C) Ectoderma na fase de blástula.
(D) Mesentoderma na fase de blástula.
(E) Ectoderma na fase de gástrula.

6. REINO ANIMAL – CONCEITOS BÁSICOS, FILO PORIFERA E FILO CNIDARIA

CONCEITOS BÁSICOS

O Reino Animal inclui seres eucariontes, heterótrofos e pluricelulares, com tecidos organizados. Para a classificação dos animais, estes são divididos em filos. São utilizadas características encontradas durante o desenvolvimento embrionário do organismo, e não apenas no indivíduo adulto. Alguns termos frequentemente usados:

- Simetria: é a divisão imaginária do corpo de um organismo em metades especulares.

a) radial: existe mais de um plano de simetria. Porifera, Cnidaria e Equinodermata (secundariamente);
b) bilateral: existe apenas um plano de simetria, que divide o corpo em lado direito e esquerdo.

- Folhetos germinativos: são as camadas que surgem durante o desenvolvimento do embrião.

a) diblásticos: possuem endoderme e ectoderme. São representados pelos poríferos e cnidários;
b) triblásticos: possuem endoderme, mesoderme e ectoderme. São representados pelos demais animais, a partir de platelmintes.

- Celoma: é a cavidade interna do corpo totalmente delimitada pelo mesoderma.

a) acelomados: a mesoderme preenche totalmente o espaço entre a ectoderme e a endoderme, não havendo formação de uma cavidade. São os platelmintes;
b) pseudocelomados: possuem cavidade delimitada pela endoderme e mesoderme. São os nemátodas;
c) celomados: possuem um celoma verdadeiro. São os demais animais triblásticos.

Origem da boca e ânus

a) protostômios: a primeira abertura surgida durante o desenvolvimento embrionário dá origem à boca. São todos os invertebrados triblásticos, exceto os equinodermos;
b) deuterostômios: a primeira abertura surgida durante o desenvolvimento embrionário dá origem ao ânus. São os equinodermos e os cordados.

Separação de sexos

a) monoica: uma espécie é assim designada quando os indivíduos produzem os dois tipos de gametas. Usa-se também o termo hermafrodita;
b) dioica: é a espécie que apresenta indivíduos com sexos diferentes, machos e fêmeas.

Reprodução

a) sexuada: ocorre com a fusão de gametas, ou seja, quando há fecundação. Aumenta a variabilidade genética;
b) assexuada: pode ocorrer por divisão de uma célula, por brotamento de um novo indivíduo a partir de outro (Filo Cnidaria) ou por regeneração de fragmentos de um indivíduo originando outro (Filo Equinodermata).

Fecundação

a) interna: ocorre dentro do corpo do animal;
b) externa: ocorre no meio ambiente.

Desenvolvimento

a) direto: não existe fase larval;
b) indireto: com fase larval.

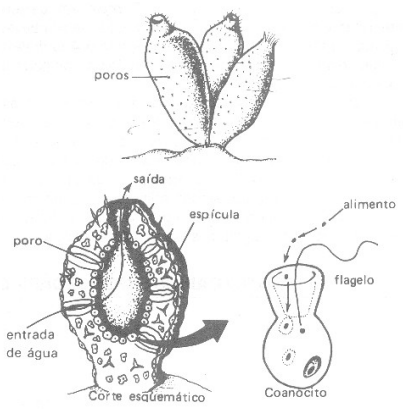
Sistema circulatório

a) aberto: nem sempre o sangue circula dentro de vasos, é conduzido por lacunas nos tecidos;
b) fechado: o sangue circula sempre no interior de vasos, não havendo lacunas no interior dos tecidos.

O filo dos poríferos (esponjas) constitui o grupo dos primeiros animais pluricelulares, que têm organização celular muito simples. Esta organização não vai além de tecidos, não possuindo, portanto, órgãos ou sistemas.

Vivendo exclusivamente na água doce ou salgada, o corpo dos poríferos apresenta inúmeros poros para a entrada de água, sendo revestido de duas camadas de células, entre as quais existe um material chamado mesênquima. No mesênquima ficam os amebócitos, células especializadas em nutrição, transporte e reprodução. Os amebócitos secretam estruturas esqueléticas (sustentação) chamadas espículas, que podem ser calcárias ou silicosas. A cavidade interna do corpo é chamada de átrio ou espongicele, e é revestida por células com colarinho e flagelo, os coanócitos, que promovem a circulação da água, que entra pelos poros e sai pelo ósculo, e capturam partículas de alimento realizando digestão intracelular.

A reprodução assexuada dos poríferos — realizada com a liberação de espermatozoides na água e a captura deles pelos coanócitos, que transportam os óvulos no mesênquima, onde ocorre fecundação interna —, pode ocorrer por regeneração de partes lesionadas ou fragmentadas e por brotamento, constituindo colônias. A larva deste Filo nada, enquanto que o adulto vive fixo. Em esponjas de água doce, formam gêmulas, conjuntos de amebócitos indiferenciados, que são formas de resistência originadas do corpo de esponjas que se desintegram em condições ambientais desfavoráveis e formam novas esponjas quando as condições voltam ao normal.

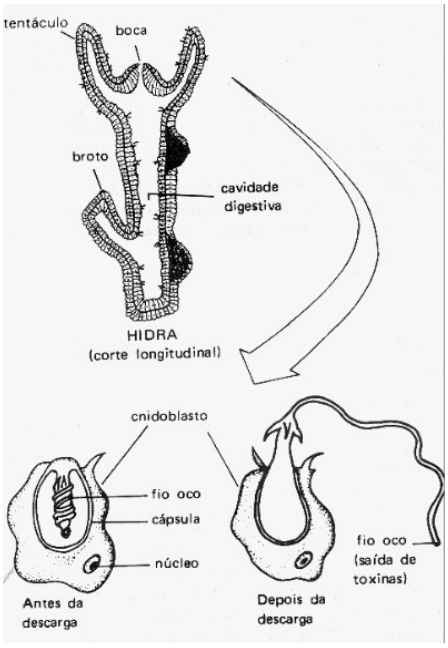


Tipos de esponjas

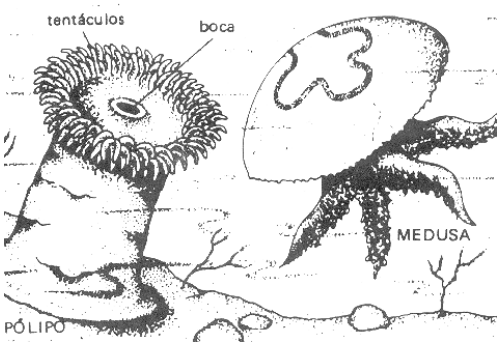
FILO CNIDARIA OU CHOELENTERATA

É o grupo de animais ao qual pertencem os corais, as águas-vivas e as hidras. São pluricelulares, e é neste grupo que surge pela primeira vez a cavidade digestiva, ainda incompleta, apenas com boca. Possuem um tipo de célula exclusivo do grupo, o

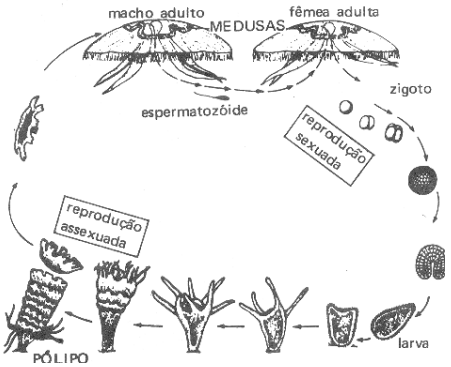
cnidoblasto, que produz uma cápsula urticante ou nematocisto, utilizada para defesa e captura de presas. Apresentam estruturas contráteis e tecido nervoso. Não há, ainda, sistema circulatório, respiratório e excretor.



Filo Cnidaria: a cavidade digestiva e a cápsula urticante na hidra



Filo Cnidaria: a cavidade digestiva da medusa



Filo Cnidaria: tipos de reprodução da medusa

Nos cnidários ocorre o fenômeno de polimorfismo, ou seja, uma mesma espécie pode se apresentar sob formas variadas. Existem duas: uma fixa (pólipo) e outra móvel (medusa), que podem ocorrer alternadamente. Hidras, anêmonas e corais (Classe Anthozoa) possuem somente a fase fixa, com reprodução sexuada e assexuada. Outros representantes do grupo apresentam as duas formas, alternando-se durante seu ciclo de vida (metagênese). Na fase de pólipo, ocorre reprodução assexuada por estrobilação e, na fase de medusa, a reprodução sexuada. Um exemplo desse tipo de ciclo de vida é o da Aurélia aurita (Classe Scyphozoa). Um outro grupo (Classe Hydrozoa) possui representantes com alternância de gerações, apenas com a forma de pólipo ou apenas com a forma de medusa. Neste grupo existem, também, animais de água doce. A reprodução assexuada dos pólipos ocorre por brotamento — tendo, como exemplo, a hidra, Obelia.

EXERCÍCIOS

1. UNESP 2007 - Há 500 milhões de anos, minúsculos animais flutuantes associaram-se a algas microscópicas e fixaram-se às rochas marinhas, formando colônias. A concentração destas colônias dá origem a áreas naturais inigualáveis, pela sua cor, beleza, forma e grande variedade de vida. Esses locais, verdadeiros oásis de vida marinha, são dos mais produtivos ecossistemas do planeta.
(Suzana Ribeiro. www.naturlink.pt)
O texto refere-se a
(A) poliquetos do Filo Annelida, formadores de colônias de tubos.
(B) recifes de corais, formados por seres do Filo Cnidária.
(C) colônias de organismos do Filo Mollusca.
(D) zooplâncton, formado, principalmente, por organismos do Filo Arthropoda.
(E) recifes de corais, formados por organismos do Filo Porífera.

2. UNICAMP 2003 - Alguns hidrozoários coloniais, como a *Obelia sp.*, ocorrem na natureza sob a forma de pólipos e medusas.
a)Como uma colônia destes hidrozoários se origina? E como esta colônia dá origem a novas colônias?
b)Que estrutura comum aos pólipos e medusas é encontrada somente neste filo? Qual a sua função?

3. Característica abaixo que não condiz com os poríferos é:
a) respiração e excreção por difusão direta.
b) obtenção de alimentos a partir das partículas trazidas pela água que penetra através dos óstios.
c) hábitat aquático, vivendo presos ao fundo.
d) células organizadas em tecidos bem definidos.
e) alta capacidade de regeneração.

4. No processo digestivo das esponjas, atuam células de dois tipos: umas englobam o alimento e fazem a digestão intracelular; outras distribuem a todas as demais células o produto dessa digestão. São elas, respectivamente:
a) solenócitos e macrófagos.
b) coanócitos e amebócitos.
c) cnidoblastos e nematocistos.
d) histiócitos e amebócitos.
e) oanócitos e histiócitos.

5. Observe as seguintes afirmativas:
I - A grande capacidade regenerativa das esponjas revela a pequena interdependência e diferenciação de suas células.
II - A água que circula pelo corpo de uma esponja segue o trajeto: ósculo - átrio - óstios.
III - Nem todas as esponjas possuem espículas calcárias ou silicosas.
Assinale:
a) se apenas I estiver correta.
b) se apenas I e II estiverem corretas.
c) se I, II e III estiverem corretas.
d) se apenas II e III estiverem corretas.
e) se apenas I e III estiverem corretas.

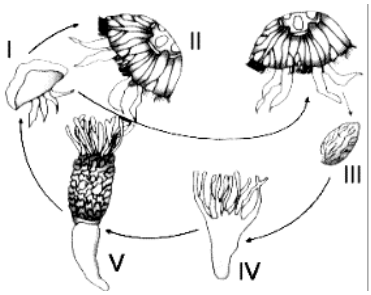
6. No mesênquima dos espongiários, podemos encontrar células com diversas funções, exceto:
a) originar gametas.
b) transportar substâncias para outras células.
c) produzir espículas calcárias ou silicosas.
d) transmitir estímulos nervosos.
e) contribuir na digestão intracelular.

7. O principal papel dos coanócitos nos poríferos é:
a) transportar substâncias para todo o animal.
b) originar elementos reprodutivos.
c) formar o esqueleto do animal.
d) provocar a circulação da água no animal.
e) dar origem a outros tipos de célula.

8. A figura abaixo mostra o ciclo de vida de um cnidário.

A fase que ocorre logo após a reprodução sexuada é a representada em:

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



9. Relacione as colunas e assinale a alternativa correta:

(1) Coanócitos	( ) Cavidade central das esponjas.
(2)Células nervosas	( ) Células de defesa dos celenterados.
(3)Átrio	( ) Mesogleia, abaixo da epiderme.
(4)Mesênquima	( ) Digestão intracelular dos poríferos.
(5)Cnidoblastos	( ) Camada média da estrutura dos poríferos.

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

10. Sobre os celenterados são feitas três afirmativas. Observe-as:
I - A maioria dos cnidários tem hábitat aquático, sendo poucas as espécies de hábitat terrestre, as quais são representadas por pólipos.
II - Os cnidários são urticantes e, para isso, dispõem de baterias de células especializadas chamadas coanócitos.
III - Alguns cnidários se reproduzem por alternância de gerações, quando então os pólipos dão medusas e as medusas dão pólipos.

Assinale:

a) se apenas uma afirmativa estiver correta.
b) se as afirmativas I e II estiverem corretas.
c) se as afirmativas I e III estiverem corretas.
d) se as afirmativas II e III estiverem corretas.
e) se as três afirmativas estiverem corretas.

11 A Grande Barreira de Recifes se estende por mais de 2000 km ao longo da costa nordeste da Austrália e é considerada uma das maiores estruturas construídas por seres vivos. Quais são esses organismos e como eles formam esses recifes?

a) esponjas - à custa de secreções calcárias.
b) celenterados - à custa de espículas calcárias e silicosas do seu corpo.
c) pólipos de cnidários - à custa de secreções calcárias.
d) poríferos - à custa de material calcário do terreno.
e) cnidários - à custa de material calcário do solo, como a gipsita.

12. A digestão dos celenterados ocorre:

a) nos meios intra e extracelulares.
b) no meio extracelular.
c) no celoma anterior.
d) no meio intracelular.
e) no celoma posterior.

13. Por que as medusas podem, pelo simples contato, levar pequenos animais à morte ou provocar irritações cutâneas em seres humanos?

7. FILOS PLATELMINTE, ASQUELMINTE, ANELLIDA E MOLLUSCA

OS VERMES

O termo "verme" é usado popularmente para designar animais pequenos, compridos, repugnantes e que fazem mal ao homem. Em Biologia, são considerados vermes todos os invertebrados de corpo alongado, cilíndrico ou achatado. Estes animais estão agrupados em três diferentes Filos: os Platelmintes, que são achatados e não possuem ânus; os Asquelmintes, que são cilíndricos e possuem boca e ânus; e os Anelídeos, que têm o corpo segmentado. Cada um destes grupos abriga animais que variam quanto ao tamanho, fisiologia, hábitat etc. Eles podem ser parasitas ou de vida livre.

FILO PLATELMINTE

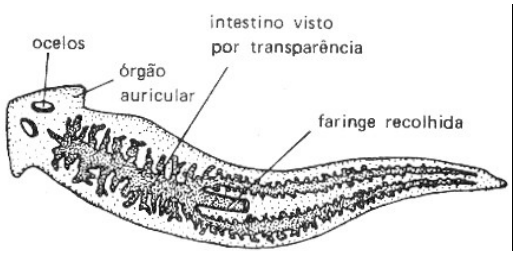
São vermes achatados dorso-ventralmente. São animais triblásticos, sendo que, na escala evolutiva, é neste grupo que se observa pela primeira vez a formação de três folhetos na fase embrionária. Estes folhetos são a ectoderme, a mesoderme e a endoderme. A novidade no grupo é a mesoderme, que formará no adulto o tecido muscular.

É também neste grupo que surgem características importantes, tais como:

- simetria bilateral: possuem região anterior e posterior, lado direito e esquerdo, região dorsal e região ventral;
- cefalização: concentração de neurônios na região anterior do animal;
- sistema nervoso, reprodutor (reprodução sexuada ou assexuada), além de musculatura mais complexa;
- sistema digestivo: nestes animais, é ramificado ou pode estar ausente. Não possuem ânus.

Os platelmintes podem ser divididos em três grupos principais, sendo que a maioria dos representantes é de vida livre, porém os mais estudados são os parasitas:

a) Classe Turbellaria: animais de vida livre, vivem na água ou em solo úmido. A Planária, animal com sistema nervoso rudimentar, é formado por gânglios cefálicos e cordões nervosos.



Aspecto geral de uma planária.

b) Classe Trematoda: animais parasitas, principalmente de vertebrados. Exemplo: Schistosoma mansoni, causador da esquistossomose.

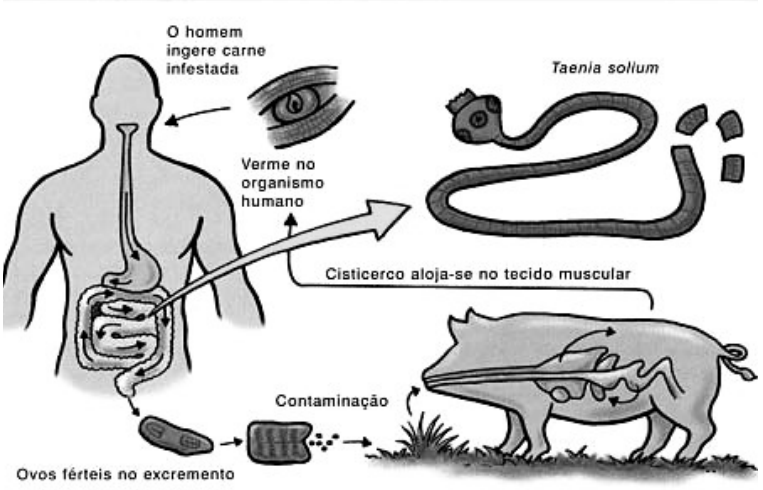
c) Classe Cestoda: animais adultos são parasitas do intestino de vertebrados. Exemplo: Taenia solium, causadora da teníase.

VERMINOSES CAUSADAS POR PLATELMINTES

Teníase

Existem duas espécies principais de tênias parasitas do homem: A Taenia solium, parasita também do porco; e a Taenia saginata, parasita também do boi. O ciclo de vida das duas é muito semelhante. O verme adulto vive no intestino do homem. Seu corpo é achatado e mede de 2 a 10 metros, sendo dividido em três partes distintas: um ecólex, provido de ventosas e ganchos para sua fixação, seguido de um curto pescoço e cerca de 1000 anéis chamados de plogotes, que se estendem como uma fita. As plogotes se dividem continuamente a partir do pescoço, sendo que as mais próximas dele são as plogotes jovens, com aparelho reprodutor ainda em formação, seguidas das plogotes maduras, dotadas de aparelho reprodutor masculino e feminino; as mais distantes são as plogotes grávidas, que apresentam em seu interior apenas o útero cheio de ovos (aproximadamente 300 mil por plogote). Como são muito longas, elas podem se reproduzir por autofecundação. Geralmente há apenas uma Taenia por indivíduo, daí o nome popular de "Solitária".

Ciclo de vida da Taenia solium



Representação do ciclo de vida da Taenia solium.

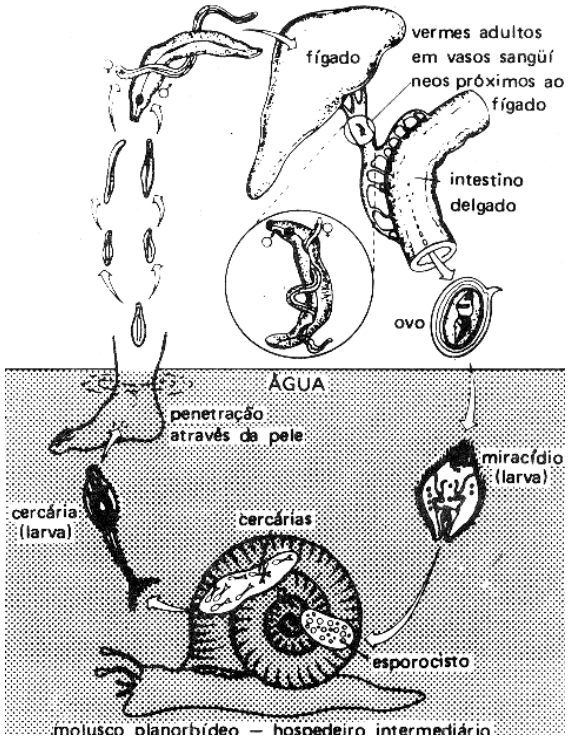
Quando o indivíduo com teníase (hospedeiro definitivo) defeca sobre o solo, junto com as fezes saem as plogotes grávidas que se destacam do animal, liberando os ovos ao se romper. Nos ovos desenvolvem-se um embrião, e quando o porco (hospedeiro intermediário) ingere estes ovos, o embrião é liberado. Este perfura a parede intestinal e cai na corrente sanguínea do animal, sendo transportado pelo sangue até se fixar num músculo estriado, formando um cisto ou cisticerco. Ao ingerir a carne desse porco, crua ou mal passada, o homem ingere o cisticerco, que, uma vez no tubo digestivo, dará origem a uma tênia adulta. O verme, que não possui tubo digestivo, absorve nutrientes através da superfície do corpo. O indivíduo infectado perde peso, tem perturbações do apetite e fraqueza. Caso o homem ingira os ovos da tênia, provenientes de verduras mal lavadas ou água contaminada, ocupará o lugar do porco no ciclo, sendo então o hospedeiro intermediário e desenvolvendo a cisticercose. Os cisticercos podem se fixar na musculatura estriada ou na pele, no cérebro, no nervo ótico ou no coração, causando graves perturbações ou até a morte.

Esquistossomose

A esquistossomose, conhecida também como "Barriga d´água", é causada pelo Schistosoma mansoni. Os vermes adultos parasitam os vasos sanguíneos do sistema porta-hepático (vasos entre o intestino e o fígado) do homem e alimentam-se de sangue. Os machos medem cerca de 1 cm e têm um sulco ventral ao longo do corpo, no qual se abriga a fêmea, que é mais comprida e fina.

Ciclo de vida do Schistosoma mansoni

Após a fecundação, os ovos são transportados pelo sangue, perfurando a parede dos vasos, caindo no intestino e saindo, enfim, junto com as fezes. Estas, ao entrarem em contato com a água, permitem que uma larva, o miracídeo, saia do ovo e nade até encontrar um caramujo planorbídeo. Alojado no hospedeiro, transforma-se num esporocisto. No interior deste esporocisto formam-se várias larvas cercarias, as quais saem do caramujo e nadam até encontrarem o homem, infectando-o. O processo de infecção, geralmente, ocorre em lagoas e açudes onde a pessoa toma banho, nada, bebe água ou lava roupa. Estes locais são conhecidos, comumente, como "lagoas de coceira". Após penetrarem o corpo humano, as cercarias entram na corrente sanguínea e são conduzidas até o sistema porta-hepático, local em que se alimentam e se desenvolvem até se tornarem adultas. O sistema porta-hepático danificado deixa vazar plasma sanguíneo na cavidade abdominal, causando, associado ao aumento do tamanho do fígado, o inchaço característico do abdome (Barriga d´água).



Representação do ciclo de vida do Schistosoma mansoni.

FILO ASQUELMINTE

Os asquelmintes são vermes pseudocelomados de corpo alongado, cilíndrico e não segmentado, com as extremidades afiladas. É neste filo que surge pela primeira vez na escala evolutiva o ânus, ou seja, tubo digestivo completo, com boca e ânus. Apresentam simetria bilateral e corpo revestido por uma cutícula resistente. O pseudoceloma atua como esqueleto hidrostático, que, com a contração de uma camada muscular formada por fibras longitudinais que existe abaixo da cutícula, contribui com a movimentação do animal. A grande maioria dos animais deste filo pertence à Classe Nematóides, sendo, às vezes, incluídos num outro filo, o Filo Nematoda. Os vermes cilíndricos podem ser parasitas do homem ou de plantas cultivadas ou, ainda, apresentar um modo de vida livre. Vamos analisar o ciclo de vida de alguns vermes causadores de doenças cujas incidências são altas no Brasil.

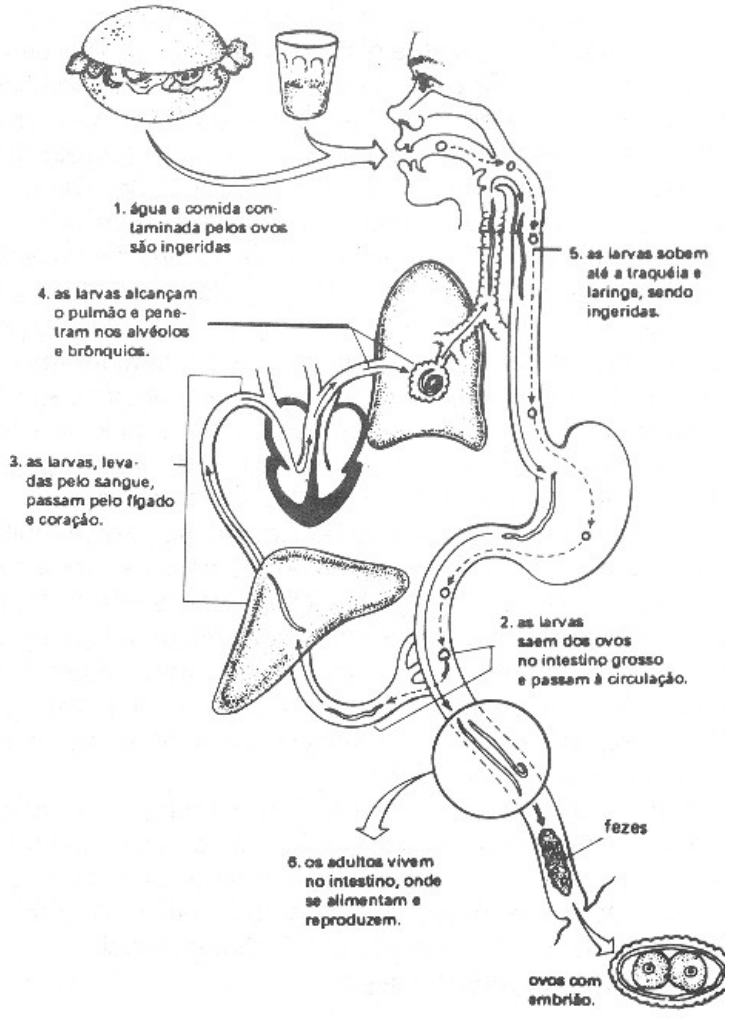
VERMINOSES CAUSADAS POR ASQUELMINTES

Ascaridíase

A lombriga (Ascaris lumbricoides) é um nemátodo de cerca de 30 cm de comprimento e dioico. Vive no intestino, onde se reproduz sexualmente e se alimenta do que for ingerido pelo hospedeiro.

Ciclo de vida da Ascaris lumbricoides

O contágio do homem acontece pela ingestão de alimentos infectados com os ovos da lombriga, que se rompem no intestino, liberando larvas que migram pelo corpo humano através da corrente sanguínea enquanto crescem. Estas são levadas ao fígado, ao coração e aos pulmões. Nestes, crescem e perfuram a parede pulmonar, subindo pela traqueia. As larvas, quando atingem o intestino, tornam-se adultas. Os ovos saem com as fezes. Além de perturbações gastrointestinais, as lombrigas podem causar obstrução intestinal, pneumonia, peritonite, alergias, entre outras doenças.



Representação do ciclo de vida da Ascaris lombricoides.

Ancilostomose

O Ancylostoma duodenale é um parasita do intestino humano, causando a ancilostomose ou "amarelão". Ele possui, ao redor da boca, lâminas cortantes, que provocam lesões na parede do intestino e perda de sangue. A pessoa torna-se anêmica e de aspecto amarelado. Além de anemia, a pessoa pode ter diarreia, úlceras intestinais e vontade de comer terra. O ciclo de vida assemelha-se ao da lombriga, porém há uma fase larval livre no solo. As fêmeas adultas põem milhares de ovos por dia, que saem com as fezes do hospedeiro. Os ovos dão origem a larvas que vivem no solo. Se um homem descalço entra em contato com elas, estas penetram ativamente na pele e caem na corrente sanguínea, realizando o trajeto através do coração, pulmão, traqueia, esôfago, estômago e intestino, onde se tornam adultas capazes de se reproduzir.

Bicho geográfico

O verme Ancylostoma brasiliensis é parasita intestinal do cão, com ciclo idêntico ao do A. duodenale. A larva deste verme pode penetrar no homem, mas não alcança a corrente sanguínea, migrando então pela epiderme, cavando túneis até morrer.

Elefantíase

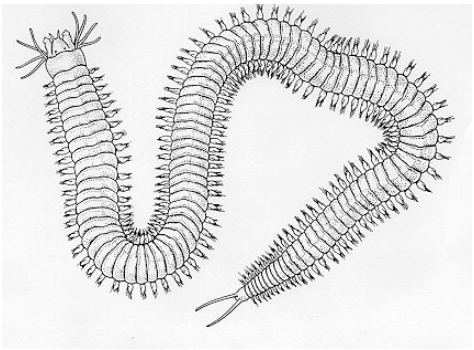
Causada pela Wuchereri bancrofti ou filaria, a elefantíase ou filariose ocorre quando os vermes presentes em grande número nos vasos sanguíneos ou linfáticos obstruem a circulação. As pernas e outras regiões do corpo tornam-se inchadas, atingindo um tamanho anormal. A transmissão ocorre através da picada do mosquito do gênero Culex, que picou anteriormente uma pessoa contaminada, que adquire as larvas do parasita.

FILO ANELLIDA

O Filo Anellida é um grupo de animais triblásticos, celomados, protostômios e que possuem o corpo segmentado, formado por vários anéis. Estes segmentos não são apenas externos, mas também internos, delimitados por septos. Este tipo de segmentação é chamado de metameria. Pela primeira vez surge um sistema circulatório do tipo fechado. O sistema excretor é formado por metanefrídeos. As trocas gasosas ocorrem, em geral, através da pele — a chamada respiração cutânea.

Os anelídeos têm representantes em diversos ambientes: terrestre, água doce e marinho. São divididos em três classes, de acordo com a quantidade de cerdas no corpo.

▪ 1) Classe Poliqueta (muitas cerdas): existem poliquetos errantes, que saem à procura de alimento; e poliquetos tubícolas, que vivem dentro de tubos e usam penachos para captura de alimento. São exclusivamente marinhos; Exemplo: nereis.



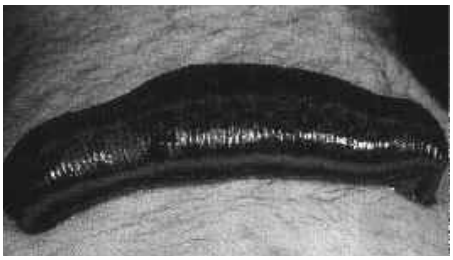
Nereis

▪ 2) Classe Oligoqueta (poucas cerdas): são as minhocas, que têm grande importância na agricultura, pois ao perfurarem o solo vão arejando-o e facilitando a penetração de água. Além disso, suas fezes aumentam a fertilidade do solo. Para facilitar a locomoção e manter a superfície do corpo úmida para as trocas gasosas, liberam muco, que diminui o atrito com o solo;

Minhoca

▪ 3) Classe Hirudinea (sem cerdas): são as sanguessugas, ectoparasitas que apresentam duas ventosas, uma anterior, com dentículos para fixação ao hospedeiro e locomoção, e uma posterior, para locomoção. A maioria é de água doce e de ambiente terrestre úmido.

A fecundação é externa, com desenvolvimento indireto em poliquetos, e interna, com desenvolvimento direto em oligoquetos e hirudíneos. A maioria dos anelídeos é hermafrodita com fecundação cruzada.



Hirudíneo – sanguessuga

FILO MOLLUSCA

O Filo Mollusca é um dos filos do Reino Animal que reúne o maior número de espécies, com representantes no ambiente marinho, na água doce e no ambiente terrestre. O nome dado ao filo refere-se ao fato de esses animais possuírem o corpo mole. São exemplos de moluscos as ostras, os caracóis, as lesmas, lulas e polvos.

Apesar de existir uma grande diversidade de formas dentro do filo, os moluscos apresentam um padrão básico de organização do corpo. Morfologicamente, o corpo pode ser dividido em cabeça, pé e massa visceral. Na cabeça, em geral, estão as estruturas sensoriais, como olhos e tentáculos. O pé, muitas vezes, é uma estrutura muscular responsável pela locomoção. A massa visceral corresponde ao conjunto de órgãos internos do animal. Muitos moluscos secretam uma estrutura calcária denominada concha, que, na maioria das vezes, representa um exoesqueleto que abriga e protege o corpo do animal, como nos caracóis e ostras. Entretanto, nem todos os moluscos possuem concha externa. A lula apresenta concha interna reduzida; e a lesma e o polvo não possuem concha.

O corpo dos moluscos é envolvido por uma estrutura formada a partir de uma dobra da epiderme, chamada manto. Na borda deste existem células secretoras da concha. O espaço entre o manto e a parede do corpo do animal é denominado cavidade do

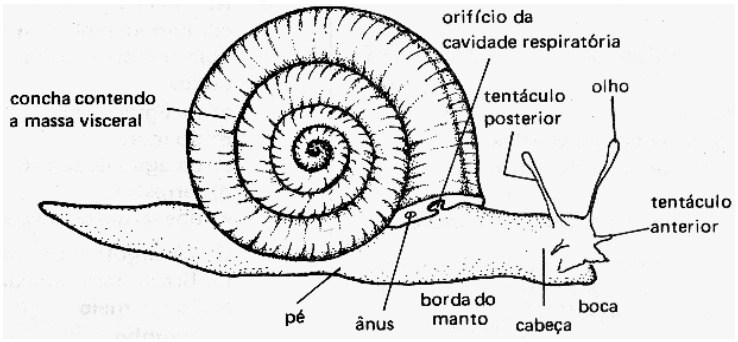
manto, onde se localizam as brânquias ou o pulmão. Além de estruturas especializadas para a respiração, os moluscos também possuem sistema circulatório. A circulação do sangue nos moluscos, exceto polvos e lulas, é do tipo aberta.

Dentre os filos já estudados, os moluscos são também os primeiros a apresentar celoma, embora bastante reduzido. A excreção é feita através de metanefrídeos, que formam rins. O sistema nervoso é formado por vários pares de gânglios ligados entre si por cordões nervosos, sendo o gânglio cerebral mais desenvolvido, especialmente nos polvos. O sistema digestivo é completo, com boca e ânus; na boca dos moluscos, exceto no grupo das ostras, existe uma estrutura denominada rádula, formada por vários dentes quitinosos que, com movimentos de vaivém, raspam o substrato e contribuem para a ingestão do alimento.

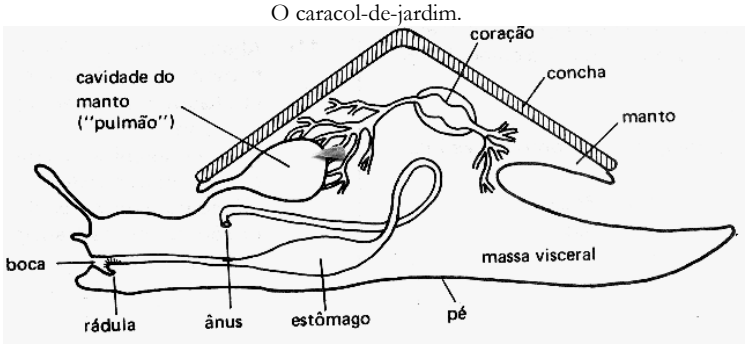
Os moluscos podem apresentar sexos separados ou hermafroditas. Há grande diversidade no padrão reprodutivo, com fecundação interna ou externa e desenvolvimento direto ou indireto. As principais classes do filo Mollusca são:

Gastropoda

- ambiente marinho, água doce ou terrestre;
- concha univalve, ou ausente secundariamente;
- respiração pulmonar, branquial ou cutânea;
- caracóis, caramujos e lesmas.



O caracol-de-jardim.



A lesma.

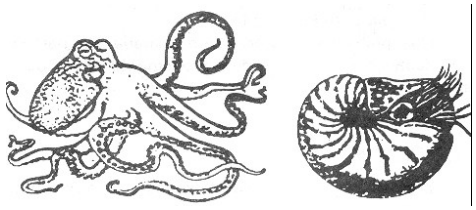
Bivalvia

- ambiente marinho e de água doce;
- concha bivalve, corpo achatado lateralmente;
- respiração branquial;
- sem rádula, são filtradores;
- ostras, mexilhões, péctens e mariscos.

Ostra

Cephalopoda

- ambiente marinho;
- com concha externa, interna reduzida ou sem concha;
- sistema nervoso com grande cefalização, olhos bem desenvolvidos;
- o pé é formado por tentáculos que partem da cabeça;
- locomoção por jato-propulsão;
- polvos, náutilus e lulas.

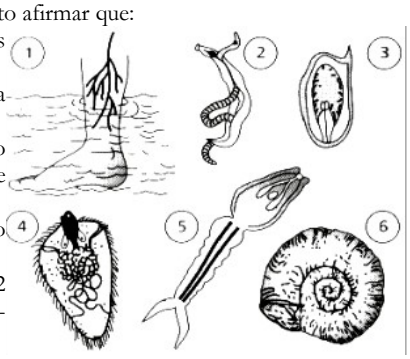


O polvo e o náutilus

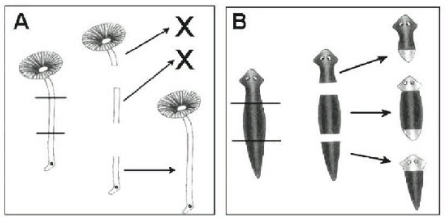
EXERCÍCIOS

1. Os platelmintos são animais que apresentam o corpo achatado e sua espessura, quase desprezível, proporciona uma grande superfície em relação ao volume, o que lhes traz vantagens. A forma achatada desses animais relaciona-se diretamente com a ausência dos sistemas:
a) digestivo e excretor.
b) respiratório e circulatório.
c) excretor e circulatório.
d) digestivo e secretor.
e) secretor e nervoso.

2. Observe as figuras que se referem ao ciclo da esquistossomose:
Em relação às figuras, é correto afirmar que:
a) a infecção ocorre em 1 pelas formas 3, 4 e 5.
b) a meiose ocorre da fase 3 para a fase 4.
c) a passagem do indivíduo 5 pelo indivíduo 6 é necessária para que ele dê origem a 4.
d) o indivíduo indicado por 6 é o hospedeiro definitivo do parasita.
e) os indivíduos indicados em 2 localizam-se no sistema porta-hepático de 1.



3. UNICAMP 2004 - O processo de regeneração pode ocorrer tanto em organismos unicelulares como pluricelulares, conforme já demonstrado em vários experimentos. O resultado de um desses experimentos pode ser observado na figura A, que mostra a regeneração de apenas um fragmento da alga unicelular Acetabulária. A figura B mostra a regeneração de todos os fragmentos de uma planária (platelminto).



a)Por que, no experimento com Acetabulária, não houve regeneração de todos os segmentos?
b) Explique por que o processo de regeneração das planárias difere daquele que ocorre na Acetabulária.

4. O doente que apresenta cisticercose:
a) foi picado por Triatoma.
b) nadou em água com caramujo contaminado.
c) andou descalço em terras contaminadas.
d) comeu carne de porco ou de vaca com larvas de tênia.
e) ingeriu ovos de tênia.

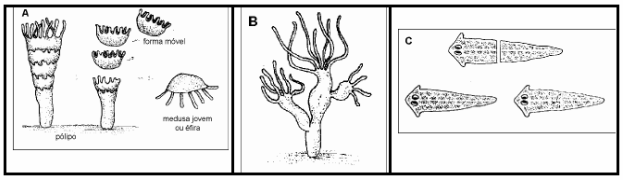
5. FUVEST 2008 - Indique a alternativa que lista somente doenças que têm artrópodes como transmissores ou hospedeiros intermediários do agente causador:
a) amarelão, doença de Chagas, esquistossomose e teníase.
b) dengue, esquistossomose, febre amarela e malária.
c) amarelão, doença de Chagas, filariose e malária.
d) dengue, febre amarela, filariose e malária.
e) dengue, febre amarela, filariose e teníase.

6. Na questão abaixo, relativa às verminoses, são feitas as seguintes afirmações.
I - Andando descalço, o homem pode adquirir a ancilostomose.
II - Comendo carne crua de porco, o homem pode adquirir a cisticercose cerebral.
III - Elefantíase, doença de Chagas e malária são doenças transmitidas por insetos.
Assinale:
a) se I e II estiverem corretas.
b) se I e III estiverem corretas.
c) se II e III estiverem corretas.
d) se apenas II estiver correta.
e) se I, II e III estiverem corretas.

7. UEL 2007 - Leia o texto a seguir.
"Foi aproveitando a necessidade de dezenas de prefeituras por assistência médica que, de acordo com a Polícia Federal e o Ministério Público, um grupo teria desviado R$ 110 milhões das verbas federais destinadas à compra de ambulâncias. O grupo, segundo a PF, reuniria uma centena de pessoas, entre políticos, empresários e servidores públicos. Pela acusação de sugar o Orçamento da União, seus representantes ficaram conhecidos (...) pela alcunha de sanguessugas".
Fonte: MEIRELES, A. & MACHADO M. Um convite ao crime. In: Revista Época. São Paulo, nº 417, pág. 28, maio de 2006.

As verdadeiras sanguessugas são animais que habitam rios e lagos de água doce, têm o corpo ligeiramente achatado dorsoventralmente, sem apresentar cerdas nem parapódios, e com duas ventosas para fixação.
Com base no texto e nos conhecimentos sobre o tema, assinale a afirmativa que caracteriza as sanguessugas:
a) Platelmintos tremátodas.
b) Platelmintos turbelários.
c) Anelídeos poliquetas.
d) Anelídeos oligoquetas.
e) Anelídeos hirudíneos.

8. (FEOA-MG) Observe os desenhos a seguir:



Os desenhos representam processos de reprodução assexuada denominados, respectivamente, de:
a) estrobilização, brotamento e regeneração.
b) gemulação, brotamento, e regeneração.
c) brotamento, gemulação e bipartição.
d) regeneração, brotamento e bipartição.
e) estrobilização, gemulação e conjugação.

9. Analise as seguintes medidas profiláticas:
I - Uso de sapatos e eliminação higiênica das fezes humanas.
II - Cozinhar totalmente a carne de porco.
III - Destruição de caramujos planorbídeos.
As medidas I, II e III previnem, respectivamente:
a) o amarelão, a teníase e a esquistossomose.
b) a ascaridíase, a cisticercose e a esquistossomose.
c) a ascaridíase, a esquistossomose e a cisticercose.
d) o amarelão, a cisticercose e a esquistossomose.
e) a elefantíase, a teníase e a barriga-d'água.

10. Puc-RIO 2005- A Esquistossomose é uma doença muito comum em regiões não urbanizadas. Indique a alternativa que aponta corretamente seu agente causador e características do seu ciclo de vida.
(A) Um helminto que tem como hospedeiro intermediário um caramujo.
(B) Um vírus que tem como hospedeiro intermediário um mosquito.
(C) Um protozoário que tem como hospedeiro intermediário um caramujo.
(D) Uma bactéria que é transmitida diretamente pessoa a pessoa.
(E) Um protozoário que é transmitido pela ingestão de água contaminada.

11. UFV 2007- Com a chegada das eleições no "País dos Seres Vivos", e na ausência de algum organismo mais qualificado, cinco parasitas se candidataram para governar a bicharada. Cada um apresentou, na sua propaganda de campanha, frases com afirmativas de forte apego com a verdade. Com base no "histórico de vida" de tais parasitas, os demais viventes podem se utilizar de conceitos biológicos para avaliar qual deles estaria realmente comprometido com a verdade.
Considerando a passagem acima, assinale a afirmativa que, à luz de conceitos de Biologia, é avaliada como VERDADEIRA:
a) Nunca me esqueço de que sou um genuíno protozoário flagelado muito bem conhecido e sei como atingir o coração das pessoas.
b) Como nematelminto importante, faço as coligações necessárias com caramujos, mas, na boa fé, engordo a barriga das pessoas.
c) Não vote no *Necator americanus*, pois ele se utiliza de hospedeiros intermediários para penetrar nos indivíduos do Terceiro Mundo.
d) Sou uma filária fina e protista, mas é intriga que eu seja sanguessuga: isto é coisa de membro da classe de anelídeos.

12. Em que doenças parasitárias:
a) o verme adulto vive, preferencialmente, no sistema linfático humano?
b) a larva do parasita passa pelo meio aquático, após sair do caramujo?

13. Característica comum à planária, à lombriga e à minhoca:
a) hermafroditismo.
b) dimorfismo sexual.
c) simetria bilateral.
d) celoma.
e) fecundação cruzada.

14. Assinale a alternativa que apresenta uma associação incorreta entre o animal e sua respectiva estrutura:
a) esponja - coanócito.
b) celenterado - cnidoblasto.
c) lombriga - cutícula de quitina.
d) minhoca - clitelo.
e) solitária - faringe protátil.

15. FUVEST 2004 - Considere os seguintes grupos de animais:
I - Animais aquáticos fixos, com poros na superfície do corpo e que englobam partículas de alimento da água que circula através de sua cavidade interior.
II - Animais parasitas que se alojam no intestino de vertebrados e que se alimentam de substâncias geradas pela digestão realizada pelo hospedeiro.
III - Animais aquáticos, de corpo mole, revestidos por concha calcária e que se alimentam de organismos do plâncton.
Esses animais obtêm nutrientes orgânicos, como aminoácidos e monossacarídeos, por:

	Grupo I	Grupo II	Grupo III
a)	digestão intracelular	assimilação direta, sem realizar digestão	digestão extracelular
b)	digestão intracelular	digestão intracelular	digestão extracelular
c)	assimilação direta, sem realizar digestão	digestão intracelular	digestão extracelular
d)	assimilação direta, sem realizar digestão	assimilação direta, sem realizar digestão	digestão intracelular
e)	digestão extracelular	digestão extracelular	assimilação direta, sem realizar digestão

16. UNICAMP 2003 - Alguns moluscos têm importância sanitária. Um exemplo comprovado é o do planorbídeo *Biomphalaria glabrata*, que está relacionado ao ciclo de uma doença que atinge os humanos. Por outro lado, ainda não foi comprovado se *Acathina fulica* está relacionada com a incidência de meningoencefalite. Este gastrópode foi introduzido no Brasil, sem estudos prévios, visando substituir com vantagens o "escargot" (molusco utilizado como alimento).
a)A qual doença os caramujos Biomphalaria estão relacionados? Qual o papel dos caramujos no ciclo desta doença? Em que ambiente ocorre a contaminação dos humanos?
b) *Acathina fulica* está aumentando rapidamente e está destruindo a vegetação de algumas regiões. Dê uma explicação possível, do ponto de vista ecológico, para esta proliferação.

17. O jornal *O Estado de São Paulo* de 2 de agosto de 1997 noticiou a descoberta de "colônias de vermes desconhecidos escondidos em metano congelado emergindo do fundo do mar. (...) As criaturas parecem pertencer a uma espécie nova na família dos organismos conhecidos como poliquetos (...). Elas parecem cegas, mas têm bocas, aparelho digestivo e um sistema de circulação complexo." As características mencionadas não permitem classificar esses novos organismos como poliquetos.
a) A que filo pertencem os poliquetos?
b) Cite duas características que, em conjunto, permitiriam identificar esses animais como poliquetos.
c) Quais são as outras duas classes deste filo? Dê uma característica de cada uma que as diferenciem dos poliquetos.

18. Moluscos são animais de corpo mole, abundantes na terra, na água doce e na água salgada, e são importantes economicamente em muitos casos. Cite quatro exemplos de moluscos utilizados pelo homem como alimento.

19. Em que filos ocorrem, pela primeira vez, tubo digestivo completo e sistema circulatório, respectivamente?

20. Que parte dos moluscos fabrica a concha?

21. UFC 2002 - Que diferença característica permite considerar os moluscos mais complexos que os cnidários?
a) Os cnidários apresentam apenas reprodução assexuada, enquanto os moluscos apresentam reprodução sexuada.
b) Os cnidários possuem simetria bilateral, enquanto os moluscos, simetria radial.
c) Os cnidários possuem circulação aberta, enquanto todos os moluscos têm circulação fechada.
d) Os cnidários possuem sistema nervoso difuso, enquanto os moluscos o possuem bastante desenvolvido.
e) Os cnidários não apresentam defesa química, enquanto os moluscos a têm como principal arma de proteção.

8. FILOS ARTHROPODA E ECHINODERMATA

FILO ARTHROPODA

UMA VISÃO GERAL

Os animais pertencentes ao filo artrópoda adaptaram-se a praticamente todos os ambientes e modos de vida, podendo habitar o mar, o deserto, voar, nadar, caminhar e rastejar. Existem mais de um milhão de espécies conhecidas de artrópodes, que são divididos em cinco classes principais: Insecta, Arachnida, Crustácea, Chilopoda e Diplopoda. São animais muito comuns em nosso dia-a-dia, como borboletas, formigas, moscas, baratas, abelhas, caranguejos, carrapatos, centopeias, dentre outros que veremos neste capítulo.

CARACTERÍSTICAS GERAIS

Os artrópodes são animais triblásticos, celomados, protostômios e de simetria bilateral. Possuem como características principais:
• corpo segmentado (metamerizado), ou seja, dividido em segmentos que podem se fundir originando peças maiores;
• exoesqueleto (ou esqueleto externo) composto por quitina, um polissacarídeo nitrogenado, que confere ***rigidez***, para sustentação e proteção do corpo; e ***impermeabilidade***, devido a uma camada externa de cera, permitindo a sobrevivência de muitos artrópodes em ambientes secos.
• Apêndices corporais (patas e antenas) articulados: característica que nomeou o filo artrópode, do grego *arthron* = articulação + *podos* = pé.

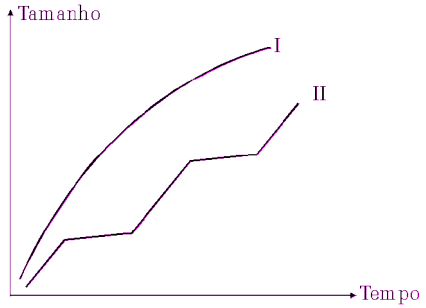
FISIOLOGIA GERAL DOS ARTRÓPODES

Devido ao grande número de espécies pertencentes a este filo, a fisiologia dos artrópodes difere de classe para classe. No geral, eles apresentam:
• sistema circulatório aberto ou lacunar;
• tubo digestivo completo com digestão extracelular;
• sistema nervoso ganglionar (assim como a maioria dos filos anteriores) com visão, tato e olfato desenvolvidos;
• devido ao exoesqueleto impermeável, as trocas gasosas não ocorrem através da superfície do corpo, como nos filos anteriores. A respiração ocorre por meio de brânquias (nas espécies aquáticas), traqueias e filotraqueias (finos tubos que conduzem o oxigênio diretamente aos tecidos, fazendo com que o sistema respiratório seja independente do sistema circulatório), nas espécies terrestres.
• excreção através de estruturas especializadas, como glândulas verdes, glândulas coxais e túbulos de Malpighi; que recolhem resíduos do sangue e os elimina por canais que se abrem na superfície do corpo ou intestino.

• reprodução em geral sexuada, com dimorfismo sexual (machos e fêmeas diferem entre si); a fecundação pode ser interna ou externa e em geral o desenvolvimento é indireto.

O CRESCIMENTO DOS ARTRÓPODES – MUDA

Embora traga vantagens, o exoesqueleto dos artrópodes impede o crescimento contínuo do animal. Assim, para crescer, de tempos em tempos, o animal livra-se do esqueleto rígido e cresce até que outro esqueleto com a mesma rigidez seja formado. A substituição periódica do exoesqueleto é denominada *muda* ou *ecdise*. Nesse período, o novo exoesqueleto fica temporariamente mole e pouco resistente, deixando o animal mais vulnerável ao ataque de predadores.



I - Crescimento de um vertebrado II- Crescimento de artrópodes

CLASSIFICAÇÃO DOS ARTRÓPODES

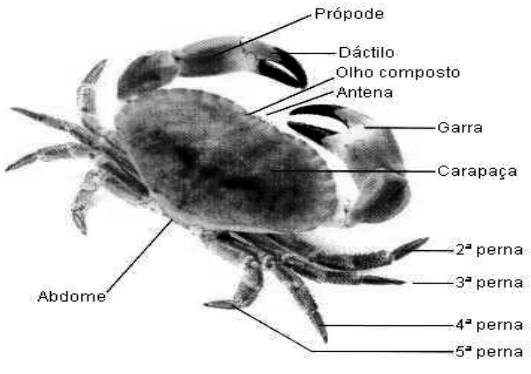
O filo artrópode está dividido em cinco classes principais. A seguir serão abordadas as principais características de cada classe.

CLASSE CRUSTÁCEA (CRUSTÁCEOS)

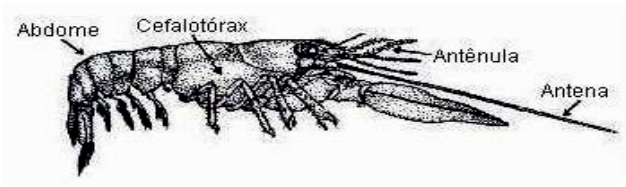
Como o nome sugere, as espécies deste grupo apresentam uma *crosta* (em latim, *crusta*), que é o exoesqueleto quitinoso enrijecido por sais de cálcio. São exemplos camarão, lagosta, caranguejo, siri, paguro, cracas, krill e tatuzinho-de-jardim. A maioria vive em ambiente aquático marinho. A presença de *dois pares de antenas* com função sensorial diferencia os crustáceos dos demais artrópodes. O corpo desses animais possuem *cefalotórax* (cabeça e tórax fundidos) e *abdome* e apresentam 5 ou mais pares de patas no cefalotórax.

A respiração ocorre por meio de *brânquias* que situam-se no tórax e são protegidas pelo exoesqueleto. As *glândulas verdes* ou *antenais*, localizadas na região ventral da cabeça, retiram do sangue substâncias a serem excretadas para fora do corpo.

A maioria dos crustáceos é dioica (sexos separados). A fecundação é geralmente interna, com desenvolvimento indireto com um ou mais estágios larvais.



Caranguejo



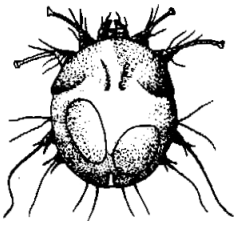
CLASSE ARACHNIDA (ARACNÍDEOS)

O nome da classe deriva do grego *arachne* = aranha. São também conhecidos como quilicerados, por apresentarem apêndices especializados, chamados quilíceras, utilizados em diferentes funções (injeção de venenos, nas aranhas; manipulação e trituração de alimentos, nos carrapatos). São exemplos de aracnídeos aranha, escorpião, carrapato, ácaro e cravo-de-pele. A maioria habita ambiente terrestre seco.

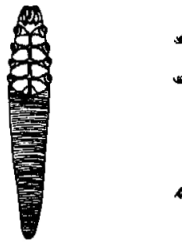
O corpo dos aracnídeos apresenta *cefalotórax* e *abdome* recobertos por pelos ou cerdas táteis. Presas ao cefalotórax encontram-se os *pedipalpos*, com função de prender, comprimir e cortar a presa. Muitas aranhas possuem fiandeiras, situadas à frente do ânus e associadas às glândulas que secretam seda. Possuem *4 pares de patas* no cefalotórax e *não possuem antenas*.

A *respiração é traqueal*, com traqueias e filotraqueias (pulmões foliáceos).

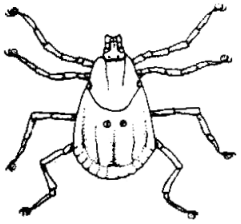
A excreção é feita por *túbulos de Malpighi*, e, em muitas aranhas, também pelas *glândulas coxais*. A maioria dos aracnídeos é dioica. A fecundação interna é mais frequente, com desenvolvimento direto ou indireto. Fêmeas de algumas espécies de ácaros realizam partenogênese, ou seja, produzem ovos que se desenvolvem sem fecundação.



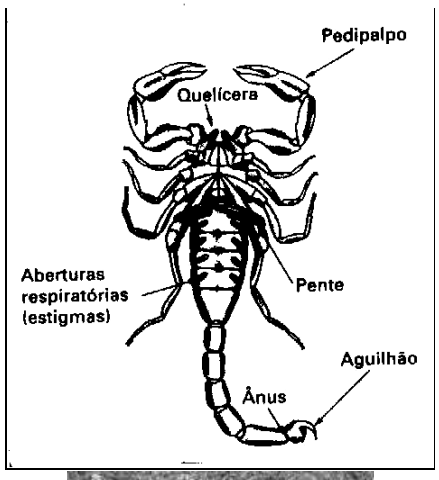
Ácaro da sarna: *Sarcoptes scabiei*. O animal mede 0,5 mm de comprimento.



Ácaro parasita de folículos pilosos: *Demodex* (vista ventral). O animal mede 0,23 mm de comprimento.

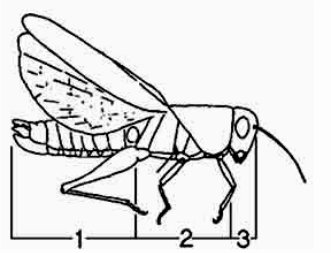


Carrapato do gênero *Dermacentor*. O animal mede cerca de 3 cm de comprimento.



CLASSE INSECTA (INSETOS)

Constitui o grupo animal com maior número de espécies conhecidas, tendo sido descritas, até o momento, 750 mil. O nome inseto deriva do latim *sectus* = seccionado, dividido em partes distintas, pois nessa classe fica evidente a segmentação do corpo em cabeça (3), tórax (2) e abdome (1).



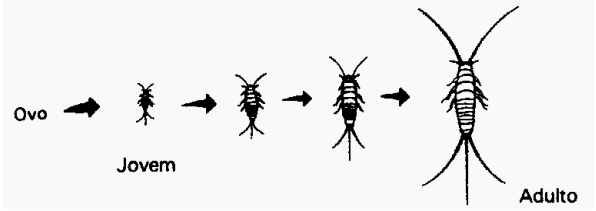
Na cabeça existe *um par de antenas* de função olfativa e tátil. No tórax, prendem-se *3 pares de patas*, um por segmento. As *asas* (um ou dois pares), presentes em muitos insetos, possibilitando o voo e a exploração de novos territórios, é exclusividade entre os invertebrados e estão presas ao tórax.

No tórax e abdome encontram-se *espiráculos* (abertura do sistema respiratório) por onde o oxigênio entra e segue direto aos tecidos por meio de *traqueias*, sem a necessidade de transporte de gases pelo sangue. Esse fato possibilita aos insetos agilidade, apesar de possuírem sistema circulatório aberto. Possuem *túbulos de Malpighi*, que recolhem substâncias da hemolinfa, as quais são lançadas no intestino; após reabsorção de água e sais, os resíduos, principalmente o ácido úrico, são eliminados com as fezes.

Os insetos são dioicos, têm fecundação interna e produzem ovos com casca protetora. Podem ter desenvolvimento direto, com várias mudas, ou indireto, sofrendo metamorfose completa ou incompleta.

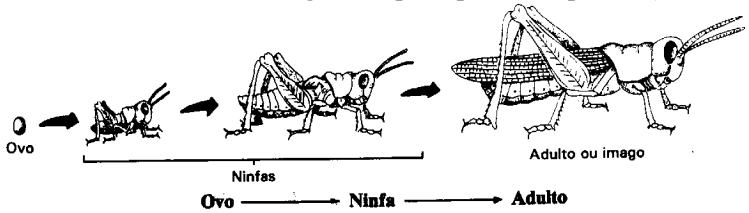
Com relação ao desenvolvimento pós-embrionário (posterior à eclosão do ovo), podem ser classificados em:

• ametábolos, que não passam por metamorfose, ou seja, ao sair do ovo, os insetos já apresentam todos os caracteres da fase adulta, sofrendo mudas apenas para crescer. Ex.: traça de livro.

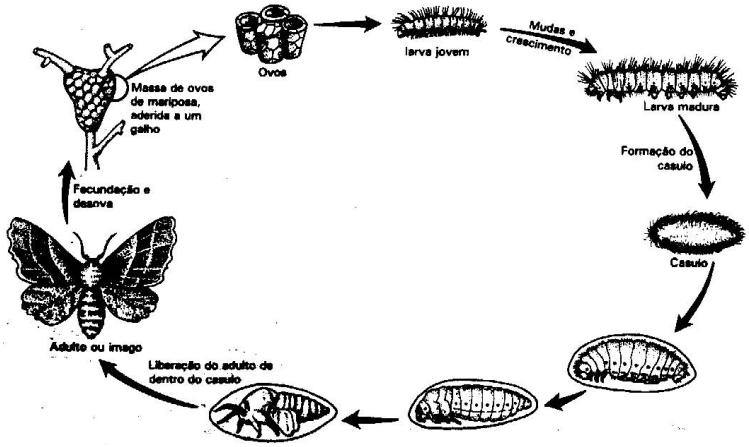


• metábolos, que sofrem metamorfose, ou seja, passam por mudanças na forma, desde o ovo até o inseto adulto, ocorrendo estágios intermediários. Dividem-se em hemimetábolos, os que têm metamorfose incompleta, e holometábolos, com metamorfose completa:

- Hemimetábolos: o ovo eclode e libera um indivíduo que é semelhante ao adulto, com menor tamanho, asas reduzidas e aparelho reprodutor ainda não desenvolvido. Este estágio é denominado ninfa. Ex.: barata, grilo, cupins, piolhos e percevejos.



- Holometábolos: do ovo sai uma larva, muito diferente do adulto, que se alimenta, cresce e acumula reservas. Posteriormente, para de se alimentar e forma um casulo, denominado pupa ou crisália. No interior desse casulo, o animal possui alta taxa metabólica e avança em sua transformação criando asas, e após certo tempo transforma-se em adulto, que emerge e abandona a crisália.

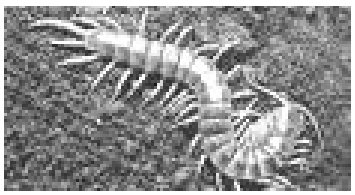


Ovo → larva → pupa → adulto

• CLASSE CHILOPODA (quilópodes) e CLASSE DIPLÓPODA (diplópodes)

Essas duas classes já foram, no passado, agrupadas e denominada de Miriápodes (animais com mil pés). São artrópodes diferentes dos demais, pois seu corpo é longo e com muitos segmentos.

Os quilópodes, como as lacraias ou centopeias, apresentam corpo achatado, um par de patas por segmento do corpo, exceto no primeiro e último. Na cabeça, um par de antenas longas e um par de garras injetoras de veneno. Assim, são animais peçonhentos, carnívoros e capazes de movimentos rápidos. Têm hábito noturno e se alimentam de insetos, minhocas e pequenos vertebrados. Sua picada é pouco dolorosa e não representa perigo ao homem.



Lacraia

Os diplópodes, como o piolho-de-cobra ou embuá, apresentam corpo cilíndrico, dividido em cabeça, tórax curto e abdome longo. Possuem dois pares de patas por segmento abdominal. Na cabeça, encontra-se um par de antenas curtas e não possuem glândulas de veneno. São animais herbívoros de movimento lentos.

Piolho-de-cobra

Tabela 1. Principais diferenças entre as cinco classes de artrópodes

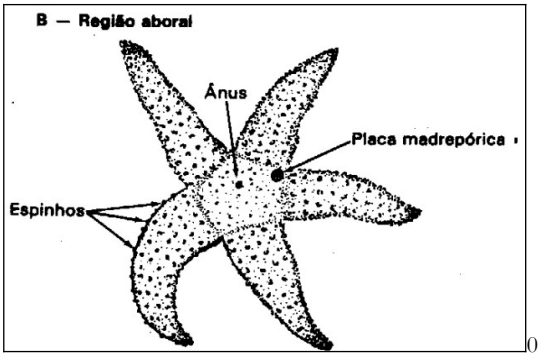
Classe	Corpo	Patas	Antenas	Asas	Excreção	Respiração
Crustáceos	Cefalotórax e abdome	Geralmente 5 pares	2 pares	Ausente	Glândulas verdes ou antenais	Branquial
Aracnídeos	Cefalotórax e abdome	4 pares	Ausentes	Ausentes	Túbulo de Malpighi e glândulas coxais	Traqueal e filo-traqueal
Insetos	Cabeça, tórax e abdome	3 pares	1 par	Presente na maioria	Túbulo de Malpighi	Traqueal
Quilópodes	Cabeça e tronco	1 par por segmento	1 par	Ausentes	Túbulo de Malpighi	Traqueal

Filo Echinodermata

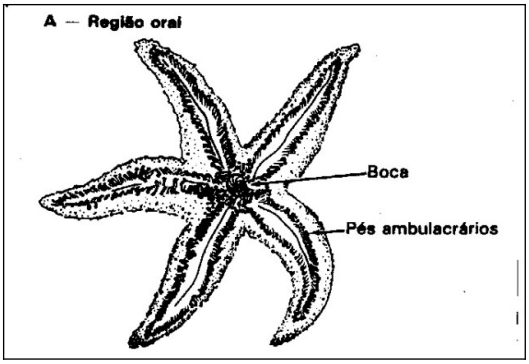
A denominação Echinodermata (echinos = "espinho"; derma = "pele") foi atribuída a este grupo devido à presença de espinhos na pele, formado por carbonato de cálcio, associados ao endoesqueleto calcário que este grupo apresenta. Nestes animais, há simetria penta-radial em adultos (o corpo pode ser dividido em cinco partes iguais), que são sésseis, isto é, vivem fixos ou com pouca mobilidade no substrato. Porém, suas larvas têm simetria bilateral e vida planctônica (vivendo na coluna d'água) até se estabelecerem no substrato e se metamorfosearem. Diferem de muitos outros grupos de animais, nos equinodermos não há distinção de uma região anterior e posterior. Referimo-nos, somente, às regiões oral (onde fica a boca) e aboral (lado oposto) quando os estudamos.

Sistema Ambulacrário

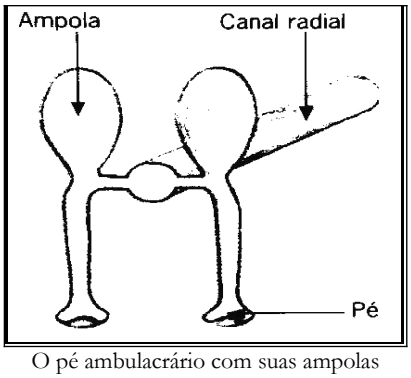
Equinodermos apresentam um sistema hidrovascular, formado por canais preenchidos pela água, associados a músculos. A água penetra naquele sistema por uma placa perfurada chamada madreporito, que é conectada ao sistema de canais, os quais perpassam todo o corpo do animal e onde estão os pés ambulacrais — que também estão preenchidos de líquido —, com capacidade de movimentação. Quando a musculatura é associada à ampola do pé ambulacral, aquela se contrai, a pressão hidrostática criada faz com que este se alongue. Dessa forma, é criada a movimentação, podendo mover lentamente o animal ou trazer alimento à sua boca.



0



Estrela-do-mar



O pé ambulacrário com suas ampolas

Classificamos os equinodermos em cinco classes, distinguíveis por sua morfologia externa:

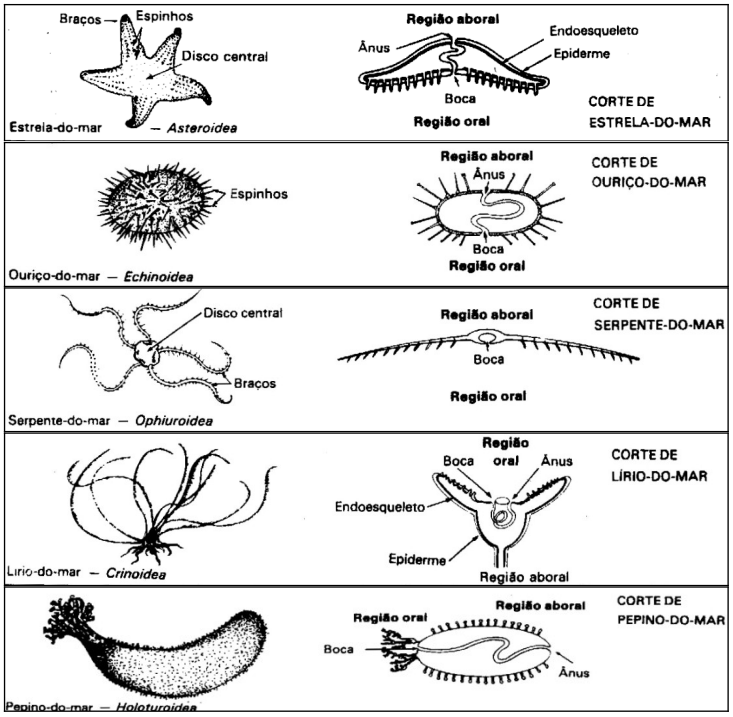
a) Classe Asteroidea: é formada pelas estrelas-do-mar, diferenciadas em sua morfologia por terem seus cinco braços unidos na base, sem podermos distinguir o disco central;

b) Classe Echinoidea: é formada pelos ouriços-do-mar e bolachas-da-praia. O corpo desses animais é arredondado (e achatado nas bolachas da praia), e a estrutura penta-radiada é visível pelas zonas ambulacrais (que são cinco), donde partem os pés ambulacrais. Eles apresentam uma carapaça mais rígida, formada pelos ossículos internos fundidos;

c) Classe Ophiuroidea: nesta estão as serpentes-do-mar, que têm um disco central muito evidente e braços longos bastante móveis, sendo estes os equinodermos com o deslocamento mais ágil;

d) Classe Crinoidea: neste estão os lírios-do-mar, com um hábito de vida séssil (fixo ao substrato) e braços finos que captam alimentos da água e os dirigem à boca, voltada para cima. Esses animais não têm ânus;

e) Classe Holoturoidea: estão os pepinos-do-mar, que apresentam a boca e o ânus nas extremidades do corpo alongado ("deitado" no substrato, em comparação aos outros equinodermos).



Os equinodermos

Assim como os moluscos, anelídeos e artrópodes, os equinodermos são invertebrados triploblásticos e celomados. Porém, apesar de serem invertebrados, é muito importante frisar que estes animais se aproximam do grupo dos cordados (em que estão os vertebrados), pois são deuterostômios — o blastóporo (abertura) do embrião dá origem ao ânus. Os invertebrados restantes são protostômios — com o blastóporo originando a boca.

EXERCÍCIOS

1. (UFSCAR) Considere as seguintes características:
I. dois pares de antenas; respiração branquial;
II. ausência de antenas; quatro pares de patas;
III. um par de antenas, um par de patas em cada segmento abdominal;
IV. um par de antenas, três pares de patas;
V. um par de antenas, dois pares de patas em cada segmento abdominal.

E as seguintes classes de artrópodes: 1- Insecta; 2- Diplopoda; 3- Crustacea; 4-Chilopoda; 5- Arachnida. As associações corretas serão dadas por:
a) I-3; II-1; III-5; IV-4; V-2
b) I-3; II-4; III-5; IV-1; V-2
c) I-3; II-4; III-1; IV-5; V-2
d) I-3; II-5; III-4; IV-1; V-2
e) I-3; II-5; III-2; IV-1; V-4

2. (FUVEST) O que é que a minhoca tem que a mosca também tem?
a) Sistema circulatório fechado.
b) Metameria.
c) Respiração cutânea.
d) Hermafroditismo.
e) Desenvolvimento direto.

3. (FUVEST) Os artrópodes apresentam, entre outras características, pernas articuladas. Entre eles, os que têm o corpo dividido em cabeça, tórax e abdome, e têm três pares de pernas são os:
a) crustáceos.
b) miriápodes.
c) aracnídeos.
d) insetos.
e) escorpiões.

4. (CESGRANRIO) São exemplos de aracnídeos:
a) centopeia, piolho e aranha.
b) opilião, camarão e caranguejo.
c) escorpião, caranguejo e aranha.
d) centopeia, camarão e caranguejo.
e) carrapato, aranha e escorpião.

5. (FUVEST) Qual dos insetos abaixo apresenta, durante o desenvolvimento, uma fase tipicamente aquática?
a) Mosca doméstica.
b) Barata.
c) Gafanhoto.
d) Pulga.
e) Pernilongo.

6. (FUVEST) Metamorfose é a transformação do estágio jovem para o adulto. Alguns insetos têm metamorfose completa (holometábolos), enquanto em outros a metamorfose é gradual (hemimetábolos). Quais insetos exemplificam o primeiro e o segundo tipo de metamorfose, respectivamente?
a) Gafanhoto e libélula.
b) Borboleta e barata.
c) Mariposa e abelha.
d) Percevejo e mosquito.
e) Besouro e mosca.

7. (Unicamp 2002) A cigarra e a formiga são personagens de uma fábula que enaltece o trabalho. A biologia dos grupos aos quais pertencem esses insetos explica o diferente papel desempenhado por eles na fábula. No verão, encontram-se cascas de cigarras presas nas árvores ou no chão. Há uma crença popular de que as cigarras "arrebentam de tanto cantar".
a) Que aspecto da biologia das formigas justifica sua associação com o trabalho?
b) Qual a função do canto das cigarras?
c) As cascas não são cigarras mortas. Explique o que representam essas cascas.

8. (Fuvest- 2004) O quadro comparativo abaixo refere-se as cinco classes de artrópodes

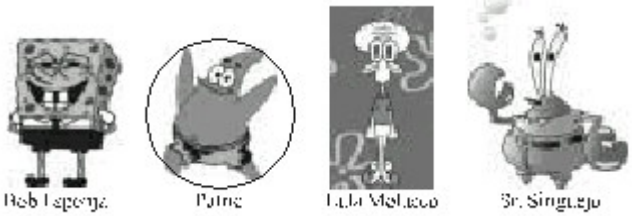
Classe	Nº de antenas	Tipo de respiração	Sistema excretor
Insetos	1 par	B	Tubos de Malpighi
Crustáceos	2 pares	Branquial	C
Aracnídeos	A	Filotraqueal	Tubos de Malpighi
Quilópodos	1 par	Traqueal	Tubos de Malpighi
Diplópodos	1 par	Traqueal	Tubos de Malpighi

Os espaços A, B e C no quadro devem ser preenchidos respectivamente por:
a) 1 par, traqueal, Túbulos de Malphigi
b) ausentes, traqueal, glândulas verdes
c) ausentes, pulmonar, glândulas verdes
d) 1 par, traqueal, glândulas verdes
e) ausentes, traqueal, Túbulos de Malphigi

9. (FUVEST)
"Como chegavas do casulo,
- inacabada seda vida –
tuas antenas – fios soltos
da trama de que eras tecida,
e teus olhos, dois grãos da noite
de onde teu mistério surgia."
Cecília Meireles
a) A que filo e classe pertence o animal de que falam os versos?
b) Qual a sequência de estágios de seu desenvolvimento?

10. Fuvest 2007 - De que maneira o gás oxigênio e os nutrientes resultantes da digestão dos alimentos chegam às diversas células do corpo de
uma planária?
um inseto?

11. UNIFESP 2007-Esta é a turma do Bob Esponja:



Lula Molusco é supostamente uma lula; Patric, uma estrela-do-mar; o Sr. Siriguejo, um caranguejo; e Bob é supostamente uma esponja-do-mar. Cada um, portanto, pertence a um grupo animal diferente. Se eles forem colocados segundo a ordem evolutiva de surgimento dos grupos animais a que pertencem, teremos, respectivamente:
(A)esponja-do-mar, estrela-do-mar, lula e caranguejo.
(B)esponja-do-mar, lula, caranguejo e estrela-do-mar.
(C)estrela-do-mar, esponja-do-mar, caranguejo e lula.
(D)estrela-do-mar, lula, caranguejo e esponja-do-mar.
(E)lula, esponja-do-mar, estrela-do-mar e caranguejo.

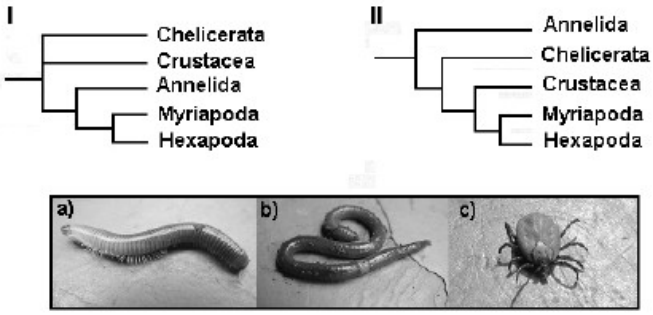
12. (Fuvest 2008) "Organismos eucarióticos, multicelulares, heterótrofos e com revestimento de quitina".
Quais organismos podem ser incluídos nessa descrição?
A quitina e a celulose têm estruturas químicas semelhantes. Que funções estas substâncias têm em comum nos organismos em que estão presentes?

13. (UNESP 2008) Para voar, os insetos consomem muito oxigênio, em consequência da elevada atividade muscular necessária para o movimento de suas asas. Para suprir a intensa demanda, o oxigênio é levado às células musculares
a) pelo sangue, através de um sistema cardiovascular fechado, o que favorece um rápido aporte desse gás aos tecidos.
b) pelo sangue, através de um sistema cardiovascular aberto, o que favorece um rápido aporte desse gás aos tecidos.
c) através de um sistema de túbulos denominado traqueia, o qual leva o sangue rico nesse gás aos tecidos musculares.
d) através de um conjunto de túbulos denominado traqueia, o qual transporta esse gás desde orifícios externos até os tecidos, sem que o sangue participe desse transporte.
e) através de um coração rudimentar dividido em câmaras, das quais partem túbulos, chamados traqueias, que distribuem o sangue rico nesse gás aos tecidos do corpo.

14. UFC 2002 - O filo dos invertebrados mais relacionado ao homem é aquele que inclui as estrelas-do-mar, ou seja, os equinodermas. A justificativa para essa conclusão surpreendente foi baseada principalmente no estudo comparativo:
a- do desenvolvimento embrionário.
b- da simetria dos organismos.
c- do documentário fóssil.
d- da fisiologia.
e- do genoma.

15. (Fuvest 2005)

A seguir são mostradas duas propostas de árvores filogenéticas (**I** e **II**) para diversos grupos de animais invertebrados e fotos de animais (**a**, **b**, **c**), pertencentes a alguns desses grupos.



a) Indique em qual das árvores os animais das fotos **a** e **b** são mais proximamente aparentados sob o ponto de vista evolutivo. Justifique sua resposta.

b) Cite um outro animal incluído no grupo taxonômico, mostrado nas árvores, ao qual pertence o animal da foto **c**.

c) Quanto ao modo de respiração, qual dos três animais (**a**, **b**, **c**) apresenta **menor** adaptação à vida em terra firme? Por quê?

9. FILO CHORDATA

INTRODUÇÃO

O filo Chordata constitui um dos grupos mais diversificados e bem sucedidos do reino Animal. Costuma-se dividir o grupo no subfilo **Urochordata**, representada pelas ascídeas, o subfilo **Cephalochordata**, representada pelos anfioxos, e o subfilo **Vertebrata**, que incluem uma diversidade de animais, como lampreias, peixes, anfíbios, répteis, mamíferos e aves. Por incluir o homem, o filo dos Cordados tem sido alvo de curiosidades e pesquisas, quanto ao seu surgimento e evolução.

Embora sejam seres muito diferentes entre si, todos os Cordados compartilham características de um ancestral comum, a saber: notocorda, fendas, brânquias na faringe, sistema nervoso dorsal e cauda.

Tais características nem sempre estão presentes nos indivíduos adultos, porém podem ser verificadas no desenvolvimento embrionário de todos os representantes.

Notocorda é a primeira estrutura de sustentação dos Cordados. É um cordão maciço e flexível, de posição dorsal, entre o tubo digestório e o tubo neural. Permanece na fase adulta dos anfioxos, está presente somente na larva das ascídias, e, no caso dos vertebrados, é substituída pela coluna vertebral, exceto no caso dos agnatos, em que ela também persiste.

Fendas branquiais na faringe são estruturas embrionárias, que nos cordados aquáticos é substituído pelas brânquias, com função respiratória e nos terrestres desaparece e dá lugar à traqueia, que também é um órgão vinculado à respiração.

Sistema Nervoso Dorsal é a estrutura que dá origem ao Sistema Nervoso dos Cordados, e nos Vertebrados se diferencia no Sistema Nervoso Central, constituído pelo encéfalo e pela medula espinhal.

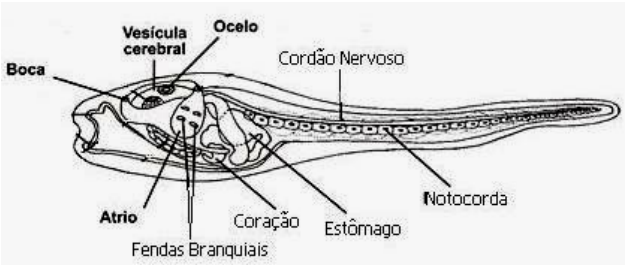
Cauda é o prolongamento da região posterior do corpo, que pode ou não persistir no indivíduo adulto, e tem a função na locomoção, apoio do corpo, defesa, para agarrar ou para espantar insetos.

Além dessas características, os cordados são animais celomados, triblásticos, segmentados, deuterostômios (assim como os equinodermos) e possuem simetria bilateral.

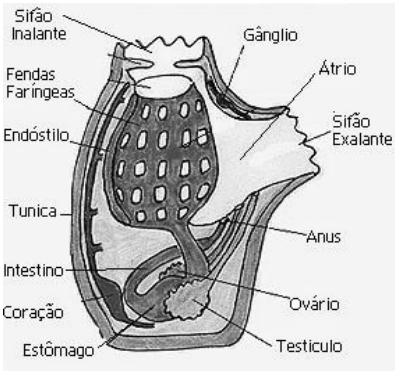
	Subfilos				Características
FILO CHORDATA	Urochordata				Larvas com notocorda apenas na cauda. Adultos fixos, sem notocorda e sem cauda. Ex: ascídia.
	Cephalochordata				Corpos alongados, semelhantes ao de um peixe. A notocorda vai da cabeça à cauda. Ex: anfioxo.
	Vertebrata	Agnatos (sem mandíbula)	Classes		Características
			Ciclóstomos		Corpo alongado, boca sugadora com dentes córneos, raspadores. Alguns são parasitas de peixes. Ex: lampreias e feiticeiras.
		Gnatos-tômios (com mandíbula)	PEIXES	Condríctes	Esqueleto cartilaginoso. Pele com escamas placoides. Cinco a sete pares de fendas branquiais. Ex: tubarões e raias.
				Osteíctes	Esqueleto ósseo. Pele com escamas cicloides e ctenoides. Quatro ares de fendas branquiais recobertas por um opérculo. Ex: salmão.
			TETRÁPODES	Anfíbios	Pele mucosa, com finíssima camada córnea. Ex: sapos e rãs.
				Répteis	Peles secas, impermeáveis. Camada córnea espessa, com escamas ou placas. Ex: cobras, lagartos e tartarugas.
				Aves	Pele seca, recoberta por penas. Asas e regulação térmica (homeotermia). Ex: galinha.
				Mamíferos	Glândulas mamárias, pele recoberta por pelos. A maioria com placenta. Homeotérmicos. Ex: homem.

SUBFILO UROCHORDATA

Animais predominantemente marinhos, conhecidos também como tunicados, por apresentarem corpo mole revestido por uma túnica. Seu melhor representante é a ascídea. Possuem uma fase larval móvel, que se fixa e se desenvolve no indivíduo adulto, que é séssil e pode viver isolado ou em colônias. A notocorda das ascídeas está restrita à cauda da larva e regride no indivíduo adulto. Esses animais se alimentam e respiram através da filtração da água que entra pelo sifão inalante. As partículas são retidas pelos cílios das fendas faríngeas, que também são responsáveis pelas trocas gasosas; por fim, a água é expelida pelo sifão exalante. As partículas de alimento ficam presas no muco da faringe e são conduzidas pelo endóstilo ao estômago, onde ocorre a digestão. Os restos são eliminados nas fezes pelo ânus, por onde também saem os gametas. Em geral, são seres hermafroditas. O sistema nervoso é bastante simples, com apenas um gânglio neural.



Larva



Ascidea Adulta

SUBFILO CEPHALOCHORDATA

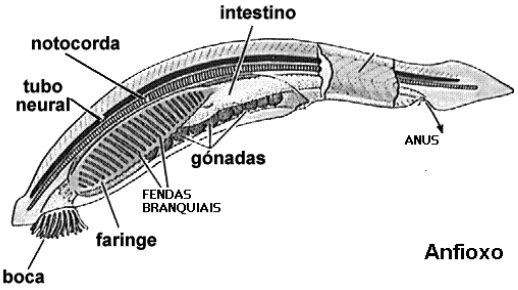
São representados pelos anfioxos, animais de 5 a 10 centímetros que despertam grande interesse dos cientistas por serem semelhantes ao hipotético ancestral dos Cordados.

O nome anfioxo significa "afilado em ambas as extremidades", o que define bem o seu formato, semelhante a um peixe. Possuem, na fase adulta, notocorda, fendas faríngeas, tubo nervoso e cauda.

Apesar de serem móveis, passam a maior parte da vida enterrados nas areias dos mares, devido a seus hábitos alimentares. Os anfioxos se alimentam e realizam trocas gasosas pela filtração. A água entra pela boca, cai numa cavidade chamada átrio, na qual estão localizadas as fendas faríngeas, e sai por um orifício chamado de atrióporo.

O sistema circulatório é fechado, mas sem coração diferenciado. São animais dioicos, com reprodução sexuada, fecundação externa e desenvolvimento direto. Os gametas são liberados das gônadas para o átrio, e, em seguida, para o exterior, pelo atrióporo. Do ovo resulta uma larva ciliada de vida livre, que cresce e assume gradualmente as características do adulto.

O sistema nervoso também é bastante simples, com um cordão nervoso dorsal e uma vesícula cerebral.



Anfioxo

SUBFILO VERTEBRATA

Este subfilo reúne uma diversidade de animais de grande sucesso evolutivo, que conquistaram o ambiente terrestre e dominaram diversos espaços geográficos graças à aquisição de certas características.

O endoesqueleto (ósseo ou cartilaginoso) estrutura o corpo e protege os órgãos, o que permitiu o desenvolvimento do encéfalo.

A pele dos vertebrados é formada por várias camadas de células e apresenta anexos, como glândulas, escamas, penas e pelos, que evitam a desidratação e permitem a vida terrestre.

O sistema cardiovascular é fechado, ou seja, o sangue circula apenas no interior de vasos sanguíneos, o que aumenta a eficiência do organismo.

Os vertebrados de hoje estão agrupados em sete classes: Agnatha, Chondrichthyes, Osteichthyes, Amphibia, Reptilia, Aves e Mammalia.

Classe Agnatha ou Cyclostomata

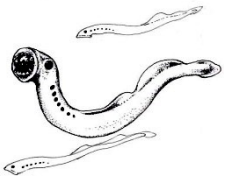
Essa classe é representada pelas lampreias e pelas feiticeiras, que apresentam todas as características do suposto ancestral dos cordados.

O nome Agnatha é devido à ausência de mandíbula nos representantes desse grupo, também conhecidos como Ciclostomados, pois sua boca tem o formato circular.

Possuem o corpo cilíndrico, a notocorda persiste por toda a vida, apesar de já possuírem vértebras rudimentares.

As fendas branquiais dos agnatos se abrem diretamente para fora do corpo, e a sua função é exclusiva para trocas gasosas, indicando a separação entre o sistema digestivo e o respiratório.

Lampreias são ectoparasitas que se fixam nos hospedeiros com seus dentes e sugam o seu sangue. São animais com sexos separados e fecundação externa. Do ovo surge uma larva, chamada de amocete, muito semelhante ao anfioxo, que passa alguns anos no rio, alimentando-se por filtração, e segue para o mar. Já as feiticeiras possuem tentáculos e dentes que utiliza para predar pequenos animais. São animais hermafroditas, mas apenas um sexo é funcional. Não se sabe como se dá a fecundação, mas o desenvolvimento é direto (sem estágio larval).



Lampreia

Evolução dos vertebrados aquáticos

O surgimento da mandíbula, das nadadeiras e o desenvolvimento dos órgãos sensoriais permitiram a evolução e a diversificação dos cordados aquáticos.

A mandíbula permitiu maior eficiência na alimentação e, consequentemente, o aumento de tamanho do predador.

As nadadeiras possibilitaram um maior controle nos movimentos, permitindo uma natação mais rápida e ágil. E o desenvolvimento dos órgãos sensoriais permitiu uma percepção maior do espaço e interação com o meio.

Peixes

O grupo que leva o nome popular de Peixes inclui, na realidade, duas classes diferentes de vertebrados, os osteíctes, (ou peixes ósseos) e os condrictes (ou peixes cartilaginosos).

Esse grupo inclui animais exclusivamente aquáticos com mandíbula, epiderme pluriestratificada com glândulas e escamas, que facilitam a locomoção na água. O sistema digestório é completo, ou seja, possui boca e ânus. A respiração é branquial.

O coração dos peixes apresenta duas cavidades, um átrio e um ventrículo, e a circulação sanguínea é simples, porque passa somente uma vez pelo coração em cada ciclo, e completa, pois não existe mistura entre o sangue venoso (rico em gás carbônico) e o sangue arterial (rico em oxigênio). O sangue venoso, ou seja, rico em gás carbônico, proveniente dos tecidos do corpo, chega ao átrio. Do átrio, passa para o ventrículo e, em seguida, é impulsionado para as brânquias, onde ocorrem as trocas gasosas com a água, que entrou no corpo pela boca. O gás carbônico do sangue venoso é trocado pelo oxigênio dissolvido na água, e, assim, o sangue se torna arterial. Então, o sangue segue para os tecidos do corpo para distribuir o oxigênio até as células e recolher o gás carbônico, tornando-se, novamente, sangue venoso.

Os peixes possuem medula espinhal e encéfalo, compondo o Sistema Nervoso. Os olhos são bem desenvolvidos, mas não possuem pálpebras. E apresentam a linha lateral para perceber as vibrações da água.

Classe Chondrichthyes

São representantes dessa classe os tubarões, as raias e as quimeras.

Os Condrícties são peixes com esqueleto cartilaginoso, que apresentam, quando adultos, restos de notocorda entre as vértebras.

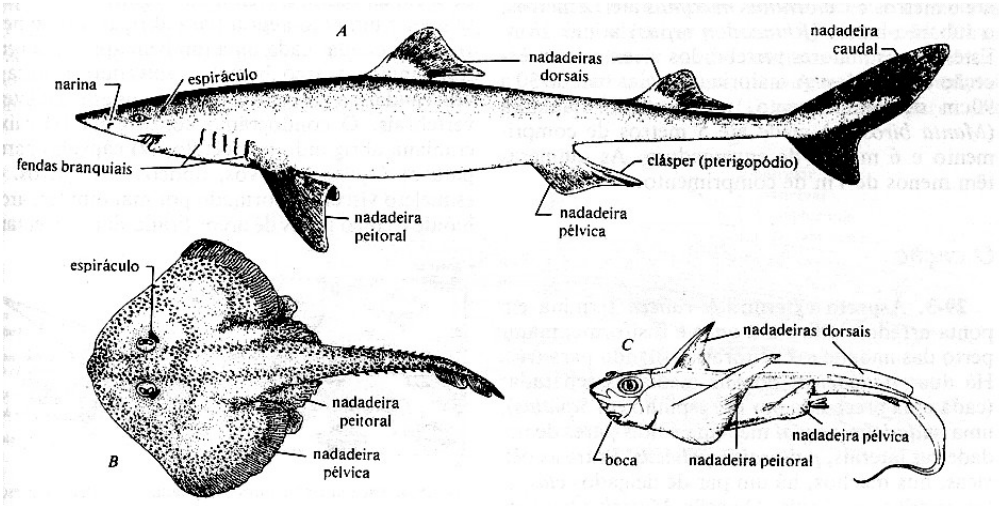
Além da linha lateral, os condrictes apresentam estruturas sensíveis aos campos magnéticos (ampolas de Lorenzini), bem como uma visão bem adaptada para enxergar em baixa luminosidade.

Condrictes podem viver tanto no fundo, como as raias, como nadar na coluna d'água. Para controlar a profundidade, eles têm grandes quantidades de óleo no fígado, controlando assim a densidade do corpo e impedindo que afundem.

Os machos apresentam modificações das nadadeiras em clásperes, que funcionam como órgão copulador; portanto, a fecundação pode ser interna.

O estômago dos condrictes apresenta pregas, chamadas de válvula espiral, que aumentam a superfície de absorção. O sistema digestório termina na cloaca, abertura comum ao sistema digestivo e excretor. O produto da excreção é a ureia, que precisa de muita água para ser liberada, o que não confere problema, pois esses animais estão imersos na água.

O desenvolvimento é direto, e podem ser: ovovivíparo (ovos são incubados no interior da fêmea), ovíparo (ovos são liberados na água, dentro de uma cápsula), ou vivíparo (embriões se desenvolvem no interior da mãe, alimentados através da placenta).



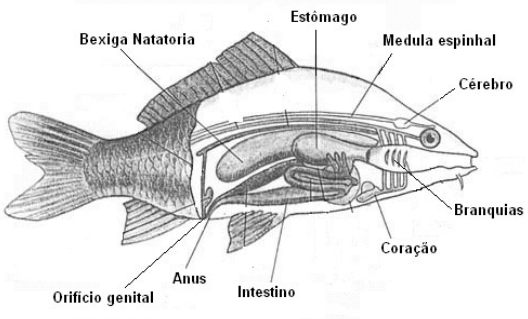
Classe Osteichthyes

São representados pela maioria dos peixes que conhecemos e consumimos, como manjuba, bagre, dourado.

Na classe Osteichthyes estão os peixes de esqueleto ósseo. Porém, existem muitos com partes cartilaginosas e resquícios da notocorda na coluna vertebral. Possuem a linha lateral com células que captam vibrações na água.

Os osteictes apresentam bexiga natatória, que é um órgão de equilíbrio hidrostático, permitindo a permanência do peixe em determinadas profundidades.

A fecundação é externa, o sistema digestório desses peixes termina no ânus. E o produto de excreção é a amônia, que também necessita de muita água para ser eliminado.

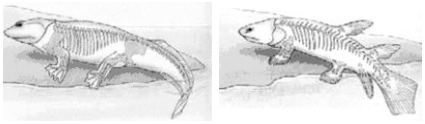


Esquema de um peixe ósseo

OS TETRÁPODES E A CONQUISTA DO AMBIENTE TERRESTRE

As evidências demonstram que a conquista de ambiente terrestre iniciou-se com um grupo de peixes, conhecidos por Sarcopterígeo. Uma seca temporária dos lagos acabou favorecendo esse grupo de peixes que apresentavam características que permitiam uma vida, mesmo que parcial, em ambiente terrestre, com a presença de estruturas que possibilitavam a captação de oxigênio atmosférico; além disso, houve o fortalecimento da estrutura óssea, que garantia a sustentação do corpo em ambientes terrestres, e o desenvolvimento das nadadeiras em patas, que permitiam o deslocamento na terra.

A falta de competidores no ambiente terrestre e a presença de alimentos em abundância favoreceram o estabelecimento desse grupo na terra, dando origem ao subfilo que conhecemos como anfíbios.



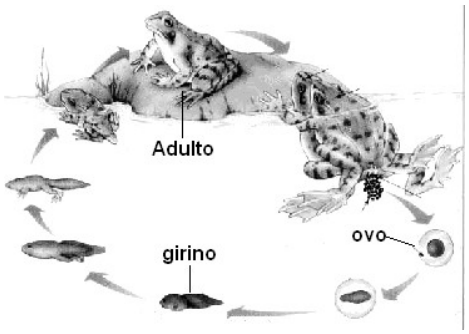
Sarcopterígeo fóssil, provável ancestral dos anfíbios

Anfíbios

Os anfíbios são os primeiros vertebrados a conquistarem o ambiente terrestre, o que apresenta um grande salto evolutivo. Porém, ainda estão vinculados a ambientes aquáticos, o que confere a origem do nome (anfi = "duas", bios = "vida") que indica um animal que vive em dois ambientes distintos.

Uma característica que liga esses animais ao ambiente aquático é o tipo de reprodução. Os anfíbios são animais dioicos, com fecundação externa e desenvolvimento indireto. Os machos e as fêmeas jogam os gametas na água, local da fecundação. Em seguida, forma-se uma larva, conhecida como girino, que tem uma vida exclusivamente aquática, com respiração branquial e cauda. Ao longo do desenvolvimento, o girino adquire características que possibilitam uma vida terrestre, como patas e pulmões.

Contudo, o pulmão dos adultos é pouco eficiente, então esses animais realizam trocas gasosas, também, pela pele, que, por isso, deve estar sempre úmida, o que os obriga a estarem sempre em locais úmidos, mesmo quando adultos.



A metamorfose do sapo

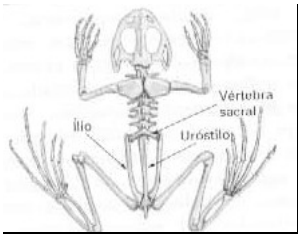
Seu sistema digestivo apresenta estômago, fígado com vesícula biliar, pâncreas e intestino, terminando numa região chamada cloaca, onde também desembocam os canais genitais e urinários. A excreção predominante dos anfíbios é a ureia. Os seus olhos já apresentam adaptações ao meio terrestre, como glândulas lacrimais e pálpebras móveis que protegem e limpam os olhos. Nestes animais também surgem adaptações no ouvido interno para captar estímulos sonoros. Também apresentam cordas vocais, responsáveis por produzir sons muito importantes para atrair fêmeas.

O coração dos anfíbios apresenta dois átrios e um ventrículo. A circulação é dupla e incompleta. Ou seja, o sangue passa duas vezes pelo coração e há mistura do sangue venoso com o sangue arterial no único ventrículo. O sangue venoso (rico em gás carbônico), proveniente dos tecidos, chega ao átrio direito, cai no ventrículo e é bombeado para a pele e os pulmões, onde ocorrem as trocas gasosas. Agora, o sangue rico em oxigênio (arterial) volta ao coração, chega ao átrio esquerdo, segue para o ventrículo e é bombeado pra corpo. Os átrios, portanto, enviam o sangue para um mesmo ventrículo, e por isso ocorre a mistura entre o sangue venoso e o arterial.

Os anfíbios estão organizados em três ordens distintas.

Ordem Anura

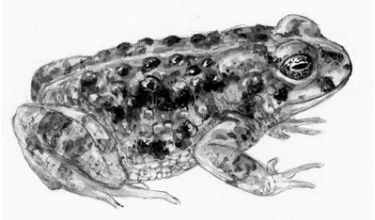
Nesta ordem estão os anfíbios sem cauda (an = "sem", uros = "cauda"), como os sapos, as pererecas e as rãs.



O esqueleto anuro.

Alguns sapos apresentam glândulas e cores aposemáticas, ou seja, que funcionam como sinal de advertência de perigo para evitar a predação.

Perereca



Sapo

Ordem Urodela

Na ordem Urodela (uros = "cauda") estão os anfíbios que apresentam caudas, como as salamandras e os tritões. Os membros desta ordem apresentam dois pares de patas empregadas na locomoção. Como defesa, salamandras podem secretar veneno por glândulas, apresentando também o corpo com cores aposemáticas.

Salamandra

Ordem Gymnophiona

A ordem Gymnophiona (ou Apoda) é formada pelos anfíbios ápodes (sem patas), como as cecílias e as cobras-cegas (que apresentam olhos vestigiais). Estes animais, que têm o corpo vermiforme, vivem enterrados ou em ambientes aquáticos de regiões tropicais.

Cobra-cega

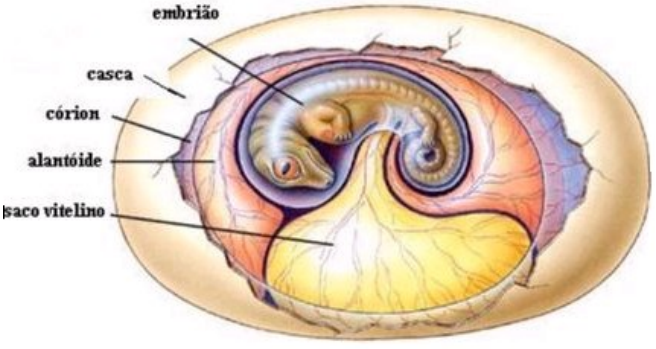
Répteis

Os répteis evoluíram de um grupo já extinto de anfíbios, e formam o grupo de vertebrados que conquistaram definitivamente o ambiente terrestre, inclusive ambientes áridos.

Tal conquista pode ser atribuída à presença de estruturas impermeáveis na pele, como escamas e placas córneas e o desenvolvimento de ovos com casca.

A fecundação dos répteis é interna, e, por isso, independente de água. Após a formação do zigoto, o embrião se forma dentro do ovo.

Associados ao ovo, os répteis possuem outros anexos embrionários relacionados com a nutrição, proteção e excreção do embrião: o saco vitelínico, que contém reservas de nutrientes, o âmnio, que forma uma bolsa de água, e, dessa forma, protege o embrião contra a perda d'água e choques mecânicos, o córion, que permite trocas gasosas e o alantoide, que armazena as excretas nitrogenadas.



Ovo amniótico de réptil

O desenvolvimento é direto; assim, ao saírem do ovo, os filhotes já apresentam todas as características de um indivíduo adulto. Além disso, os filhotes são independentes dos pais, indicando que não existe um cuidado parental.

A pele desses animais é seca, não tem glândulas de muco e assim, também, não tem mais a função respiratória, como nos anfíbios. O sistema digestivo também exibe fígado e pâncreas, terminando na cloaca, que é por onde saem a urina, as fezes e os gametas.

O tipo de excreta nitrogenada produzida pelos répteis também é um fator importante na economia de água. Tanto o embrião como os adultos dos répteis – característica também das aves – excretam ácido úrico, que é insolúvel em água, minimizando a perda. Em vertebrados aquáticos, a excreta é a amônia, muito solúvel e tóxica, necessitando de muita água para ser eliminada. Já em anfíbios e mamíferos, é a ureia, que ainda demanda uma quantidade razoável de água.

O coração desses animais já apresenta quatro cavidades, sendo dois átrios e dois ventrículos parcialmente separados. O sangue chega ao átrio direito vindo dos tecidos e, portanto, rico em gás carbônico, passa para o ventrículo direito e, em seguida, é bombeado para os pulmões, onde ocorre a troca gasosa. Dos pulmões, o sangue, agora rico em oxigênio, entra no coração pelo átrio esquerdo, vai para o ventrículo esquerdo e segue para os tecidos, a fim de distribuir o oxigênio e recolher o gás carbônico.

A circulação dos répteis, portanto, é dupla, pois passa duas vezes pelo coração, mas pode ser completa ou incompleta, já que os ventrículos não estão completamente separados e, em decorrência disso, pode ocorrer mistura de sangue venoso e arterial, mesmo que parcial.

Os crocodilianos apresentam uma separação quase completa entre os dois ventrículos, por isso existe uma mistura de sangue insignificante, o que então se considera uma circulação completa. Já nos outros grupos, a separação não é suficiente para conter a mistura, então se considera a circulação incompleta.

Os répteis estão restritos a ambientes muito quentes e áridos, principalmente porque a temperatura desses animais varia de acordo com o ambiente, e por isso são chamados de ectotérmicos ou pecilotérmicos. Assim, esses animais são mais ativos durante o dia, quando atingem há temperatura ideal para a realização de suas atividades (370 C), expondo-se ao sol.

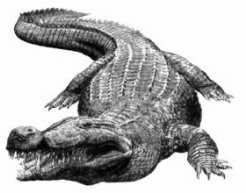
Quando surgiram, os répteis passaram a dominar o planeta, dando origem a um grupo conhecido como dinossauros, que eram gigantes e habitavam terra, ar e mares. Uma grande extinção em massa, talvez provocada por um meteoro, deu fim ao domínio desse grupo, restando apenas os representantes menores, que conseguiram sobreviver à extinção e deram origem aos grupos que conhecemos hoje.

Sphenodontia (Rhyncocephalia)

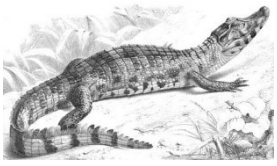
O único representante vivo é a tatuara, restrita à Nova Zelândia.

Crocodilia

Os crocodilianos são representados pelos crocodilos e os jacarés, animais semiaquáticos, podendo ser encontrados em água marinha ou doce. São caracterizados por terem placas ósseas dérmicas cobrindo o corpo.



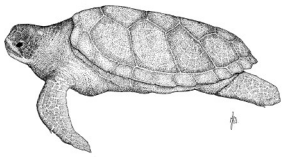
Crocodilo



Jacaré

Testudiniae

Também chamados de quelônios, são representados pelos jabutis (terrestre), as tartarugas (marinhas) e cágados (águas doces). Esses animais apresentam uma carapaça formada por placas ósseas dérmicas fundidas com as costelas e as vértebras. Não apresentam dentes, mas um bico córneo.



Tartaruga

Jabuti

Squamata

São inclusos três grupos de animais, os quais apresentam corpo coberto por escamas, que são trocadas periodicamente.

O grupo Lacertilia é composto pelas lagartixas, iguanas e camaleões. Entre os Amphisbaenia estão a cobra-de-vidro e a cobra-de-duas-cabeças. Ophidia é o grupo das cobras verdadeiras e das serpentes, que não têm pernas nem tímpanos (são surdas), percebendo somente vibrações através do solo. Apresentam a língua comprida e dividida em duas, na sua extremidade, importantes para a percepção de odores.

Cobra de vidro

Serpente

Aves

Indícios evolutivos indicam que as aves evoluíram de um grupo de répteis não voador.

A evolução das aves aconteceu paralelamente aos mamíferos, porém, habitando ambientes diferentes evitou-se a competição e a predação entre eles.

As penas, característica exclusiva desse grupo, teriam surgido por modificações das escamas dos répteis e está relacionada com duas características do grupo: a endotermia e o voo.

Assim como os mamíferos, as aves conseguem manter a temperatura do corpo constante, ou seja, são endotermos. O calor produzido pelo metabolismo desses animais, que é bem elevado, é retido no corpo, principalmente pelo fato de a pele ser recoberta por penas, permitindo a manutenção da temperatura corpórea, independentemente da temperatura externa.

As aves conquistaram os ambientes aéreos graças à capacidade de voo, o que foi de grande relevância para a dispersão e ocupação dos espaços. O voo se tornou possível e eficiente graças à adaptação aerodinâmica do corpo.

Os membros anteriores se desenvolveram em asas. Os ossos das aves são longos e ocos (ossos pneumáticos) e alguns são fundidos, o que confere um peso relativamente leve do esqueleto. Além disso, as penas se mostraram bem eficientes, conferindo grande resistência ao ar.

A pele das aves é seca, sem glândulas. Porém, na maioria delas existe na região caudal uma glândula chamada uropigeana, que produz uma secreção oleosa que o animal passa com o bico nas penas, para mantê-las impermeáveis e flexíveis. Os pulmões apresentam expansões chamadas sacos aéreos, que preenchem

vários espaços do corpo, comunicando-se inclusive com os ossos pneumáticos, contribuindo assim para reduzir o peso corpóreo.

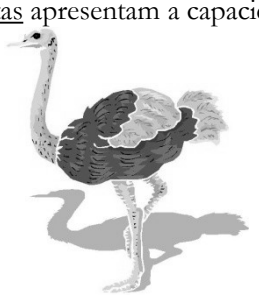
O coração das aves apresenta quatro cavidades, sem comunicação entre os ventrículos. O sangue, rico em gás carbônico, chega ao coração pelo átrio direito, passa para o ventrículo direito e segue para os pulmões, onde ocorrerão as trocas gasosas. Então, o sangue volta para o coração, rico em oxigênio, entra pelo átrio esquerdo, cai no ventrículo esquerdo e segue para os tecidos corpóreos.

Apresentam a visão bem desenvolvida, muito útil para habitar os espaços aéreos; audição apurada e um órgão especializado para emissão de sons, a siringe, possibilitam a comunicação a grandes distâncias; além da percepção de campos magnéticos, muito importantes para aves migratórias.

O sistema digestivo destes animais oferece algumas peculiaridades. Ao ser ingerido, o alimento fica armazenado no papo (expansão do esôfago), onde é amolecido. Muitas vezes, o alimento é regurgitado para alimentar aos filhotes. Depois de mole, o alimento passa ao estômago químico e, daí, à moela, que poderá conter pedrinhas ingeridas pelo animal, usadas em conjunto com a musculatura desenvolvida para triturar o alimento. Daí a comida seguirá ao intestino, onde se completa a digestão química e ocorre a absorção. O sistema digestivo termina na cloaca, em conjunto com o sistema urinário e o reprodutor. Carregar os embriões em desenvolvimento durante o voo seria inviável, por isso todas as aves são ovíparas.

O sistema excretor não apresenta bexiga e o produto da excreção é o ácido úrico, insolúvel em água.

As aves atuais pertencem a dois grupos, as ratitas e as carinatas. As ratitas, apesar das asas, não conseguem voar, já as carinatas apresentam a capacidade de voo.



Avestruz (Ratita)

Águia (Carinata)

MAMÍFEROS

A classe dos mamíferos diferencia-se dos outros vertebrados principalmente pela presença de glândulas mamárias (característica que nomeou o grupo) – presentes em ambos os sexos, mas funcionais somente em fêmeas – que servem para amamentar os filhotes com leite; e presença de pelos sobre a superfície do corpo, que atuam como isolante térmico. Essas foram as duas aquisições mais importantes durante a evolução desses animais, a partir de um ancestral reptiliano.

Os mamíferos são encontrados em praticamente todos os ambientes do planeta. Essa dispersão pode ser atribuída a eficientes mecanismos de economia de água, homeotermia (manutenção da temperatura corpórea constante), sistemas nervoso e muscular desenvolvidos, possibilitando a sobrevivência, e reprodução em diferentes condições ambientais.

As principais características atribuídas aos mamíferos são: presença de glândulas mamárias e pelos, como já citado; dentes diferenciados, especializados em rasgar, cortar, triturar; diafragma, músculo que separa o tórax e o abdome e auxilia os movimentos respiratórios, e gordura subcutânea, que atua como reserva energética e isolante térmico.

Fisiologia dos mamíferos

A pele dos mamíferos é impermeável, com grande quantidade de queratina; além dos pelos, existem outros anexos epidérmicos como garras, cascos, unhas, placas córneas, escamas e cornos. Na pele situam-se glândulas sebáceas, que produzem uma substância oleosa para lubrificar e proteger os pelos e pele; e glândulas sudoríparas, responsáveis pela produção de suor (cuja função é regular a temperatura do corpo por evaporação, além de ser um meio para a excreção de sais e ureia).

A respiração pulmonar possui elevada capacidade de trocas gasosas. Esse fato, associado ao sistema circulatório, que é muito eficiente, permite a esses animais manterem um metabolismo elevado.

Os mamíferos, assim como as aves, possuem sistema cardiovascular fechado e coração com quatro cavidades (dois átrios e dois ventrículos), não havendo mistura de sangue venoso com o arterial.

A excreção se faz por um sistema urinário que contém néfrons agrupados em rins, sendo esse o principal mecanismo de excreção da ureia. Os mamíferos apresentam sexos separados, com acentuado dimorfismo sexual (diferença entre machos e fêmeas); realizam fecundação interna e desenvolvimento direto.

Classificação dos mamíferos

Existem, atualmente, cerca de 4.000 espécies de mamíferos classificadas em 3 grupos:

• **Monotremados**: são os mamíferos mais primitivos, como o ornitorrinco e a équidna. São ovíparos e chocam seus ovos. Ao nascer, o filhote se alimenta lambendo o leite que escorre nos pelos da mãe, uma vez que as glândulas mamárias não apresentam mamilos.

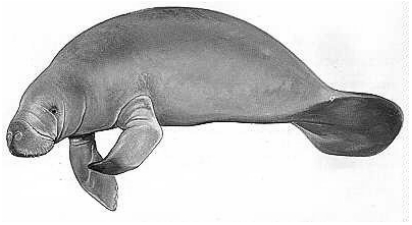
Ornitorrinco

Equidna

• **Marsupiais**: as fêmeas apresentam marsúpios, bolsas onde ficam as mamas. Os filhotes iniciam seu desenvolvimento no interior do útero da mãe (pouco desenvolvido), nascem imaturos e se alojam no marsúpio para completar seu desenvolvimento. Ex: cangurus, coalas, gambás e cuícas.

• **Placentários**: a maioria dos mamíferos atuais pertence a este grupo. A placenta é o órgão através do qual o embrião recebe oxigênio, nutrientes e anticorpos e transfere seus resíduos, como gás carbônico e ureia, para o organismo materno. Como o grupo mais diversificado de mamíferos, eles apresentam muitas ordens:

Edentata: sem dentes. Tamanduá e preguiça;
Insectivora: focinho alongado, alimentando-se de insetos. Toupeira;
Carnívora: dentes caninos bem desenvolvidos para predar outros animais. Lobo, foca, leão, urso, gato;
Chiroptera: mamífero voador. Braços modificados em asas. Morcego;
Rodentia: dois pares de dentes incisivos adaptados para roer alimentos. Rato, capivara, chinchila, porco-espinho;
Lagomorpha: dois pares de dentes incisivos bem desenvolvidos, com um par extra de incisivos atrás do par superior. Coelho e lebre;
Artiodactyla: casco na pata, sem o primeiro dedo, e com o segundo e o quinto reduzidos. O eixo de apoio está sobre o terceiro e quarto dedo. Porco, hipopótamo, veado, girafa, boi, camelo;
Perissodactyla: casco na pata, com o eixo apoiado sobre o terceiro dedo (os outros são reduzidos ou ausentes). Cavalo, rinoceronte, anta;
Cetácea: mamíferos aquáticos. Narina no alto da cabeça, sem os membros posteriores, com membros anteriores e cauda modificados em nadadeiras. Baleia e golfinho;
Sirenia: mamíferos aquáticos. Narinas na face, sem os membros posteriores, com membros anteriores e cauda modificados em nadadeiras. Peixe-boi;



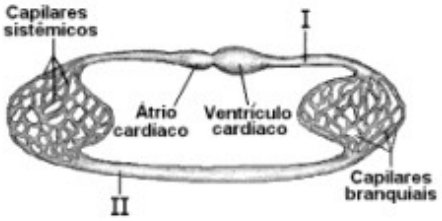
Proboscídea: possuem tromba ou probóscide, formada pelo desenvolvimento do nariz e do lábio superior. Elefante;
Primatas: mãos e pés com cinco dedos, cabeça em ângulo reto com o pescoço. Macaco e homem.

EXERCÍCIOS

1. Fuvest 2004 - Num exercício prático, um estudante analisou um animal vertebrado para descobrir a que grupo pertencia, usando a seguinte chave de classificação:

2. O estudante conclui que o animal pertencia ao grupo VI. Esse animal pode ser
a) um gambá
b) uma cobra
c) um tubarão
d) uma sardinha
e) uma sapo

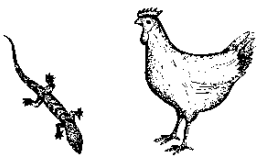
3. Fuvest 2003 - O esquema abaixo representa o sistema circulatório de um grupo animal. Indique de que animal pode ser o sistema representado e em qual das regiões indicadas pelos organismos romanos existe alta concentração de gás oxigênio e alta concentração de gás carbônico no sangue.



	Grupo animal	Alta concentração de Gás Carbônico	Alta concentração de Gás Oxigênio
a)	Peixes	II	I
b)	Peixes	I	II
c)	Anfíbio	I	II
d)	Réptil	I	II
e)	Réptil	II	I

4. Fuvest 2001 - Um animal de corpo cilíndrico e alongado, dotado de cavidade celômica, apresenta fendas branquiais na faringe durante a fase embrionária. Esse animal pode ser:
a) uma cobra
b) um poliqueto
c) uma lombriga
d) uma minhoca
e) uma tênia

5. Os animais abaixo representados são bastante diferentes na aparência, mas apresentam várias características comuns.
Entre essas características, **NÃO** se inclui:
a) fecundação interna
b) homeotermia
c)oviparidade
d) respiração pulmonar



6. PUC-MG - A conquista definitiva do meio terrestre pelos vertebrados foi um processo de seleção natural de aquisições adaptativas a novas condições de vida e sobrevivência. São aquisições evolutivas exclusivas dos répteis em relação aos anfíbios, exceto:
a) fecundação interna.
b) epiderme com espessa camada impermeável.
c) excreção de ureia.
d) embrião revestido pelo âmnio.

7. Vunesp - Dê duas características de anfíbios que justifiquem por que a maioria desses animais tem vida restrita a ambientes úmidos.

8. Ufscar 2007 - Considere o modo de reprodução de Peixes, Anfíbios, Répteis, Aves e Mamíferos. Pode-se dizer que na maioria das espécies de cada uma dessas classes de vertebrados encontramos, respectivamente:
a) oviparidade, larvas aquáticas, larvas terrestres, viviparidade;
b)oviparidade, ovos sem casca, fecundação interna, oviparidade e útero;
c)oviparidade, larvas aquáticas, fecundação externa, oviparidade e mamas;
d)larvas aquáticas, fecundação externa, oviparidade, cuidado parental e oviparidade;
e)larvas aquáticas, fecundação interna, oviparidade, cuidado parental e viviparidade.

9. Fuvest - Mistura de sangue venoso e arterial, ocorre, como regra geral, no coração de:
a) peixes e anfíbios
b) anfíbios e répteis
c) répteis e aves
d)aves e mamíferos
e) mamíferos e peixes

10. Unifesp - Entre os vertebrados, a conquista da endotermia (homeotermia) representou, para os grupos que a possuem, um passo evolutivo decisivo para a conquista de ambientes antes restritivos para os demais grupos.

a) Preencha a tabela com as características dos grupos apontados quanto ao número de câmaras (cavidades) do coração:

	Anfíbios adultos	Répteis não crocodilianos	Aves	Mamíferos
Número de câmaras no coração				

b) Explique como o número de câmaras do coração e a endotermia podem estar relacionados.

11. Ufscar - Um animal, que possui como características presença de coluna vertebral, fecundação interna com cópula, respiração pulmonar, embrião protegido por ovo de casca dura, mistura de sangue venoso com arterial e temperatura variável com o ambiente, deve pertencer ao grupo:
a) dos peixes;
b) dos répteis;
c) dos anfíbios;
d) dos mamíferos;
e) das aves.

12. Cesgranrio - Os primeiros vertebrados a conquistarem definitivamente o ambiente terrestre foram os répteis, por apresentarem adaptações que permitiram "superar", com eficiência, todos os problemas da vida fora da água.
Qual das afirmativas a seguir constitui um exemplo da adaptação dos répteis à vida fora da água?
a) temperatura interna constante, o que lhe permite uma ampla distribuição geográfica;
b) fecundação externa, com grande número de gametas, tanto produzidos pelo macho como pela fêmea;
c) pele, que, mesmo grossa, é ricamente vascularizada e permeável ao oxigênio;
d) bexiga natatória que se comunica com a faringe e funciona como um pulmão primitivo;
e) Ovo protegido de casca, fornecendo ao embrião proteção, suporte e alimento.

13. Relacione as características da coluna **A** com os respectivos representantes da coluna **B**:

A	**B**
a) Endoesqueleto ósseo	( ) Mamíferos
b) Diafragma	( ) Peixes ósseos, anfíbios, répteis, aves e mamíferos
c) Notocorda restrita à cauda	( ) Peixes cartilaginosos e ósseos, anfíbios, répteis, aves e mamíferos.
d) Presença de sacos aéreos	( ) Urocordados
e) Presença de mandíbulas	( )Aves

14. A conquista do meio terrestre foi um passo significantes para a vitória evolutiva dos Vertebrados, que conquistaram diversos espaços geográficos.
a) Quais grupos de Vertebrados conquistaram definitivamente o ambiente terrestre?

b) Cite duas características que possibilitaram essa conquista e discorra sobre elas.

15. A presença de glândulas é uma característica presente em vários grupos de Vertebrados. Comente sobre as glândulas presentes em peixes, anfíbios e aves e suas funções.

16. Fuvest 2003 - O ornitorrinco e a équidna são mamíferos primitivos que botam ovos, no interior dos quais ocorre o desenvolvimento embrionário. Sobre esses animais, é correto afirmar que:
a) diferente dos mamíferos placentários, eles apresentam autofecundação;
b) diferentemente dos mamíferos placentários, eles não produzem leite para alimentação dos filhotes;
c) diferente dos mamíferos placentários, seus embriões realizam trocas gasosas diretamente com o ar;
d) à semelhança dos mamíferos placentários, seus embriões alimentam-se exclusivamente de vitelo acumulado no ovo;
e) à semelhança dos mamíferos placentários, seus embriões livram-se das excretas nitrogenadas através da placenta.

17. UNICAMP 2004 - Parques zoológicos são comuns nas grandes cidades e atraem muitos visitantes. O da cidade de São Paulo é o maior do Estado, e está localizado em uma área de Mata Atlântica original que abriga animais nativos silvestres vivendo livremente.
Existem ainda 444 espécies de animais, entre mamíferos, aves, répteis, anfíbios e invertebrados, nativos e exóticos (de outras regiões), confinados em recintos semelhantes ao seu hábitat natural. Entre os animais livres presentes na mata do Parque zoológico, podem ser citados mamíferos como o bugio (primata) e o gambá (marsupial), aves como o tucano-de-bico-verde e, entre os répteis, o teiú.
(Adaptado de www.zoologico.sp.gov.br)

a) Como podem ser diferenciados os marsupiais entre os mamíferos?

b) As aves apresentam características em comum com os répteis, dos quais os zoólogos acreditam que elas tenham se originado. Mencione duas dessas características.

c) Entre os animais exóticos desse zoológico estão zebras, girafas, leões e antílopes. Que ambiente deve ter sido criado no zoológico para ser semelhante ao habitat natural desses animais? Dê duas características desse ambiente.

17. UFPE 2007 - No filo cordados estão incluídos os animais vertebrados e também um grupo mais primitivo, o dos protocordados, esses que os antecederam na história evolutiva. Entre os animais relacionados abaixo, pertencem ao filo cordado:
1) Tubarão
2) Peixe ósseo
3) Sapo
4) Caracol
5) Estrela-do-mar
6) Minhoca
7) Medusa
8) Cobra
9) Tartaruga
Estão corretas apenas:
A) 3, 4, 6, 7 e 8
B) 1, 2, 4, 5 e 6
C) 2, 4, 5, 6 e 7
D) 1, 2, 3, 8 e 9
E) 1, 2, 5, 6 e 9

18. UFV 2007 - Embora as aves tenham evoluído a partir de um ancestral réptil, há cerca de 150 milhões de anos, ainda conservam características tipicamente reptilianas. Das alternativas abaixo, assinale aquela que contém características que NÃO são comuns a estas duas classes:
a) Um côndilo occipital e escamas nos dedos;
b) Escamas nos tornozelos e pele seca;
c) Ovo com casca e fecundação interna;
d) Excreção de ácido úrico e ovo amniótico;
e) Esterno com quilha e um arco aórtico.

GABARITO DE BIOLOGIA

FRENTE UM

1. Níveis de organização em Biologia e a base química da vida

1 RESPOSTA ESPERADA

a)O bócio pode ser hereditário, mas normalmente é causado pela deficiência de iodo na alimentação.

b) A diminuição na síntese dos hormônios tireoidianos causa diminuição da taxa metabólica e altera o sistema nervoso, o tônus muscular, a pressão sanguínea, o ritmo cardíaco. Causa letargia, diminuição do crescimento, cretinismo, obesidade, disfunção do sistema reprodutor, diminuição da temperatura corpórea.

c)Obrigatório adição de iodo ao sal de cozinha.

2. a) Cada vitamina tem um papel específico nas funções do organismo. Assim, é esperado que o corpo necessite das vitaminas C e E em maior quantidade, já que estas estão relacionadas aos processos de antioxidação. As vitaminas B12 e ácido fólico atuam como coenzimas e, por isso, são requeridas em quantidades menores.

b) A e E são lipossolúveis. Assim, são armazenadas na gordura do corpo e são eliminadas mais lentamente. As vitaminas do complexo B são hidrossolúveis, o que significa que são eliminadas com maior velocidade através da urina.

3.c 4.e 5.a 6.b 7.c 8.a 9.d 10.b 11.a

2. Proteínas

1.a 2.c 3.a

3. Ácidos nucleicos e a síntese de proteínas

Q1 RESPOSTA ESPERADA

a)Corrimãos: pentose (desoxiribose) e grupos fosfato.
Degraus: pares de bases nitrogenadas.

b)O DNA serve de molde para a produção do RNA mensageiro (transcrição), que leva a informação sobre qual proteína será produzida para os ribossomos (tradução).

c)Duas proteínas podem ser diferentes pela sequência, tipos e número de aminoácidos.

2.d 3.d 4.a 5.e 6.d 7.b 8.a 9.e 10.b

11. Tradução.

4. Citologia

1 RESPOSTA ESPERADA

a) Os lisossomos são produzidos como vesículas que se destacam das bolsas (cisternas, sáculos)
do Complexo de Golgi.

b) Digestão intracelular.

c) Porque todas as funções celulares requerem energia na forma de ATP produzido nas mitocôndrias.

2.a 3.a 4.e 5.d 6.d 7.d

8. Os lisossomos são vesículas membranosas contendo enzimas, que são responsáveis pela digestão celular.

9.c 10.d

5. Metabolismo Energético

1. RESPOSTA ESPERADA

a)As moléculas menores produzidas da digestão das macromoléculas citadas no texto são monossacarídeos, como glicose e outros açúcares simples, aminoácidos e ácidos graxos e glicerol, respectivamente.

b) Os candidatos deveriam indicar que a quebra ou digestão ocorre através do processo de hidrólise enzimática, ou seja, cada ligação no polímero é quebrada com a adição de uma molécula de água.

c)Os candidatos deveriam responder que a respiração pulmonar se refere à entrada e saída de ar dos pulmões, levando O_2 e retirando CO_2 da corrente sanguínea. O O_2 captado na respiração pulmonar é levado até a célula. A respiração celular utiliza o O_2 captado na respiração pulmonar. O CO_2 resultante da respiração celular entra na corrente sanguínea sendo exalado pelos pulmões.

2.c 3.c 4.d 5.b 6.a 7.a 8.c 9.d 10.a

11. a)A fermentação lática ocorre nos músculos de mamíferos, quando o fornecimento de oxigênio não é suficiente para a realização do processo de respiração, como em caso de esforço muscular intenso.

b)Os candidatos poderiam responder: produção de pão, queijo, coalhada, cerveja.

6. Divisão Celular

1 RESPOSTA ESPERADA

a) 1 óvulo e 1 ou 3 corpúsculos polares, ou glóbulos polares ou corpos polares.

b)10, porque o espermatófito primário sofre meiose reducional (ou ocorre redução) para originar os espermatozoides.

c)Qualquer uma das respostas abaixo:

- cauda no espermatozoide;
- localização das mitocôndrias na base da cauda do espermatozoide;
- ausência quase total de citoplasma no espermatozoide;
- acúmulo de vitelo no óvulo;
- condensação de cromatina na cabeça do espermatozoide;
- acrossomo no espermatozoide

a) móvel ou fixo

b) cromossomo X ou Y no gameta masculino e cromossomo X no gameta feminino

c) só o gameta feminino contribui para o fornecimento de mitocôndria para o novo indivíduo.

2. Sim. Em função da ocorrência de crossing-over, podem ser produzidos gametas que não contenham nem os alelos "M" nem os "N".

3. 01, 02, 04, 07 = 14

4. e 5. e 6. a 7. b 8. c 9. c 10. a

11. a) = metáfase mitótica. Há dois pares de cromossomos, mas não estão pareados no equador da célula ou na placa equatorial.

B = metáfase II da meiose. Só há um cromossomo de cada par.

C = metáfase I da meiose. Os cromossomos estão presos ao fuso na região equatorial pareados.

b) A estrutura indicada é o centrômero, que é a região do cromossomo onde se prendem as fibras do fuso (ou microtúbulos), importante para o deslocamento das cromátides ou cromossomos durante a divisão.

Ou A estrutura indicada é o centrômero, que mantém unidas as cromátides irmãs.

12.a) Na metáfase. Porque nesta fase os cromossomos se prendem às fibras do fuso, formados por microtúbulos.

b) Na interfase. Transição entre G1 e S.

13. *a)* "Crossing-over" ou permuta (ou quiasma).

b) Meiose. Porque só na meiose ocorre pareamento de cromossomos homólogos.

c) Possibilidade de aumento de variabilidade genética.

14. b 15. e

7. 1ª. Lei de Mendel, ausência de dominância e genes letais

1 RESPOSTA ESPERADA

a)A explicação é que o gene que determina a característica é letal quando em homozigose.

b) Bb x Bb (parentais)
BB Bb Bb (descendentes)

2. d

3. a) Em R ocorre dominância do alelo para flores vermelhas sobre o alelo para flores brancas. Em W há codominância.

b) R: Vv x Vv >>> 25% brancas, 75% vermelhas
W: VB x VB >>> 50% rosa, 25% vermelhas, 25% brancas

4. 04

5. b 6. d 7. a 8. c 9. d

10.a) Não. Porque os pais são homozigotos aa, portanto, o filho nascerá necessariamente de olhos azuis, independentemente da cor dos olhos das avós.

b) Sim. O pai é heterozigoto (Aa). Se a mãe também for heterozigota (Aa), o filho poderá ter olhos azuis, a não ser que a mãe seja homozigota (AA).

FRENTE DOIS

1. As origens da vida

1.b. 2. a. 3. e.

4. A aquisição de mitocôndrias, pois ela permitiu a utilização (consumo) do oxigênio produzido pelos cloroplastos. Além disso, as mitocôndrias estão presentes em fungos, plantas e animais, e os cloroplastos, somente em plantas,

indicando que a aquisição de mitocôndrias aconteceu antes da separação entre animais e plantas, isto é, em um ancestral comum a ambos.
5. a. 6. d. 7. a. 8. d. 9. a. 10. b. 11.e

2. Evolução

1. d 2. c 3. d
4. a) As espécies são grupos de populações que podem cruzar e produzir descendência fértil, estando isoladas reprodutivamente de outros grupos. b) Raças ou subespécies são populações isoladas de uma mesma espécie, com características próprias, que as diferenciam. Podem ser vistas como estágios intermediários na especiação.
5.b 6.c 7.d 8.a 9.a 10.b 11.a 12.c 13.c
14. a)A mudança da coloração do ambiente aumenta as probabilidades de sobrevivência das mariposas escuras na medida em que, assim, elas se confundem mais facilmente com o meio e sua localização por predadores é evitada. Isso ilustra a ação da seleção natural.
b)Segundo Lamarck, a mudança ambiental provocaria o escurecimento da população de mariposas, no sentido de melhor adaptá-la às novas condições do ambiente.
15.a 16.d

3. O sistema de classificação dos seres vivos, vírus e reino monera

1. d 2. d 3. b
4. a) Não alteram os critérios gerais de classificação biológica propostos por Lineu em 1758. Tanto os poríferos como os celenterados são organismos diblásticos.
b) Porque os novos animais identificados possuem uma cavidade intestinal (celenterados) e estruturas urticantes (cnidoblastos), características presentes nos cnidários em geral.
5. c 6.c 7.d 8. b 9. e 10. c 11. c 12. d
13. Nas feridas mais profundas o ambiente é anaeróbico, o que favorece a proliferação do *C. tetani.*

14. Resposta: VFVVV
Justificativa:
0-0) Verdadeiro. A transmissão da doença ocorre por via aérea, se uma pessoa sã aspira gotículas liberadas pela tosse ou pelo espirro de outra pessoa contaminada ou, até mesmo, se aspira poeira contaminada com essas gotículas.
1-1) Falso. A tuberculose é causada por uma bactéria, *Mycobacterium tuberculosis*, também chamada de bacilo de Koch.
2-2) Verdadeiro. O uso frequente e, muitas vezes, descontinuado de antibióticos, elimina os bacilos mais susceptíveis e promove uma seleção natural dos bacilos mais resistentes, os quais proliferaram, reduzindo a eficiência dos medicamentos.
3-3) Verdadeiro. A desnutrição predispõe o organismo a todas as doenças, uma vez que diminui a produção de anticorpos, levando à queda da imunidade.
4-4) Verdadeiro. A vacinação pode ser feita em jovens e adultos, sobretudo em áreas de elevada incidência da doença. A necessidade de verificar a sensibilização se deve ao empenho por evitar uma reação local muita extensa à vacina.
15.a
16. B
Apesar de indivisíveis a olho nu, as bactérias estão presentes de forma marcante no dia-a-dia das pessoas. A fertilidade da terra depende da presença de bactérias no solo, pois, juntamente com os fungos, são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e reciclagem de nutrientes. Além disso, também são empregadas na indústria para a fabricação de derivados láticos e na produção de antibióticos, que são usados no controle de bactérias causadoras de doenças.
17. Conjugação: união temporária de dois indivíduos, com transmissão de materiais nucleares. Pode ocorrer em bactérias e protozoários.
18 a

4. Reino Protista e Fungi

1. a)Os fungos são seres heterótrofos e necessitam, além da umidade, de matéria orgânica que é digerida por enzimas de ação extracorpórea. Os nutrientes resultantes desse processo são, então, absorvidos.
b)A grande capacidade de disseminação dos fungos pode ser explicada pela produção de numerosos esporos que, ao encontrarem ambientes favoráveis, originam novos indivíduos.
2.d 3.c 4.a 5.c 6.d 7.e 8.b 9.a 10.c
11. a) A doença de Chagas é adquirida principalmente pela contaminação com fezes do inseto hematófago (barbeiro), contendo o protista flagelado *Trypanosoma cruzi*. O flagelado, presente no caldo e cana, pode atravessar a mucosa oral e atingir a circulação sanguínea humana.
b) Não. A produção do melaço e da rapadura envolve a fervura do caldo de cana; processo que resultaria na morte do protista *Trypanosoma cruzi* não do agente etiológico da doença de Chagas.
12.c 13.e

5. Embriologia

1. c 2.c 3. b 4. a 5. a
6. FFVFV
Justificativa:
0-0) Falso. A formação do corioalantoide é observada em embriões de aves e de répteis, nos quais algumas regiões do alantoide sofrem firme aderência ao cório.
1-1) Falso. Em peixes e em anfíbios, há apenas um anexo embrionário, o saco vitelínico.
2-2)Verdadeiro. O líquido amniótico é importante para embriões de répteis, aves e mamíferos, tanto para impedir o dessecamento quanto para garantir-lhes um eficiente amortecimento contra possíveis choques.
3-3) Falso. O cório é uma membrana mais espessa e permeável que o âmnio; o seu surgimento não foi o passo mais importante na conquista do ambiente terrestre.
4-4) Verdadeiro. Tanto em répteis, aves e mamíferos quanto em peixes e anfíbios é observado o anexo saco vitelínico.
7. d 8. b 9. a 10.e 11.c 12.e

6. Reino Animal – Conceitos básicos, Filo Porifera e Filo Cnidaria

1. b
2. a)No ciclo reprodutivo da *Obelia sp*, a colônia de pólipos se origina por brotamento de um pólipo inicial. Nessas colônias, existem elementos especializados no brotamento de medusas, as quais, por sua vez, originarão, sexuadamente, larvas, novos pólipos e novas colônias. As formas sexuadas (medusas) e assexuadas (pólipos) se alternam no ciclo reprodutivo, caracterizando uma alternância de gerações ou metagênese.
b)A estrutura comum aos pólipos e às medusas e exclusiva do filo é um tipo especial de célula o cnidócito ou cnidoblasto, cuja função se relaciona à defesa e à captura de presas.
3. d 4.b 5. e 6.d 7. d 8. c 9. e 10. a 11. c 12. a
13. Porque possuem cnidoblastos, que são células capazes de injetar um líquido tóxico quando entram em contato com outro organismo.

7. Filos Platelminte, Asquelminte, Anellida e Mollusca

1. b 2. e
3. a)Tratando-se de um organismo unicelular, a única parte com poder de regeneração é aquela que contém o núcleo celular no caso, a base do talo, como mostrado na figura A.
b)A planária é um organismo pluricelular simples, que conserva, mesmo na fase adulta, células indiferenciadas distribuídas em todo seu corpo, que permitem uma completa regeneração das partes do animal.
4. e
5. d
6. b 7.e 8.a 9. a 10. a 11. a
12. a) Filariose (elefantíase)
b) Esquistossomose
13. c 14. e 15. a
16. a)Os caramujos *Biomphalaria glabrata* estão relacionados à esquistossomose. No ciclo da doença, o caramujo é o hospedeiro intermediário do parasita (*Schistosoma mansoni*), pois em seu interior ocorre a transformação de miracídios em cercarias (estágios larvais do parasita).A contaminação dos seres humanos ocorre em lagos, lagoas, represas.
b) A proliferação da *Acathina fulica*, espécie exótica introduzida em nosso país, pode estar relacionada à disponibilidade de alimento e ‡ falta de predadores e parasitas específicos.
17. a) Filo Annelida.
b) Presença de parapódios e de muitas cerdas pelo corpo.
c) Classe Oligochaeta → ausência de parapódios e presença de clitelo. Classe Hirudinea → ausência de parapódios e de cerdas
18. Polvo, lula, ostra, marisco, escargot.
19. Asquelmintos e anelídeos.

20. O manto.
21.d

8. Filos Arthropoda e Echinodermata

1. d 2. b 3. d 4. e 5. e 6. b
7. a) As formigas vivem em sociedade (relação harmônica), onde há divisão do trabalho e hierarquia.
b) O canto das cigarras tem função de corte e atração entre machos e fêmeas.
c) As cascas representam exoesqueletos que foram rompidos e eliminados do corpo para o crescimento das cigarras (ecdise).
8. a) Na planária o gás oxigênio e os nutrientes resultantes da digestão, chegam por difusão às células do corpo.
b) No inseto o gás oxigênio é transportado pelas traqueias, enquanto os nutrientes resultantes da digestão são levados às células através do sangue.
9.a. Esses versos se referem a um animal do filo dos Artrópodes e à classe dos insetos (hexápoda).
b. O inseto referido apresenta desenvolvimento com as fases: ovo. Larva, pupa (casulo), adulto.
10. a) Na planária o gás oxigênio e os nutrientes resultantes da digestão, chegam por difusão às células do corpo.
b) No inseto o gás oxigênio é transportado pelas traqueias, enquanto os nutrientes resultantes da digestão são levados às células através do sangue.
11.b
12. a) podem ser incluídos nesse grupo os artrópodes e os fungos (apresentam quitina na parede celular).
b) Apresentam função estrutural e de revestimento das células ou do corpo de alguns seres vivos, sendo que a celulose é constituinte da parede celular dos vegetais e a quitina do exoesqueleto dos artrópodes e da parede celular dos fungos.
13. d 14.a
15. a) Nas árvores filogenéticas a inserção entre as chaves representa um ancestral comum. Observa - se que na árvore filogenética I existe apenas um ponto de intersecção separando Annelida (animal b) de Myriapoda (animal a), indicando grande parentesco entre ambos. Na árvore filogenética II, esses grupos de animais são bem mais distantes entre si, sendo, portanto, menos aparentados.
b) O subfilo Chelicerata (quelicerados) é dividido em duas classes: Merostomata e Aracnida, esta última representada por aranhas, escorpiões, ácaros e pelos carrapatos (foto c).
c) O animal b (minhoca) é menos adaptado a viver em terra firme, por apresentar respiração cutânea. Para tanto, esses animais tem pele fina e úmida, o que em terra firme pode apresenta perda de água e desidratação do animal.
9. Filo Chordata
1. b 2. b 3. a 4. b 5. a
6. Fecundação externa, na água e desenvolvimento indireto, como girino, exclusivamente aquático.
7. b 8. b
9. a-) 3,3,4,4
b-) Aves e mamíferos têm 2 ventrículos, havendo completa separação dos sangues arterial e venoso — fato que não ocorre nos dois outros grupos. Nos Répteis não crocodilianos, a separação dos ventrículos não é completa, havendo mistura do sangue venoso com o arterial. No caso doa anfíbios também a mistura por que eles possuem apenas um ventrículo. Dessa forma, em aves e mamíferos, o elevado teor de oxigênio enviado aos tecidos permite um metabolismo mais ativo. A maior produção de calor, associada a mecanismos eficientes de regulação térmica, caracterizam a endotermia (ou homeotermia).
10. b 11. e
12. . b; a; e; c; d
13.
a-) Répteis, Aves e Mamíferos
b-) Ovo com casca, pele com anexos
14. Glândulas Uropigianas das aves: produção de secreção oleosa que, impermeabilizando as penas em relação à água, favorece o voo e a natação das aves.
Glândulas Mucosas nos peixes: produção de muco que, recobrindo a pele do peixe, reduz o atrito com a água e favorece a natação.
Glândulas Mucosas nos anfíbios: produção de muco que, umedecendo a pele do anfíbio, possibilita a respiração cutânea.
15. c
16. a) Os marsupiais têm útero desenvolvido, portanto não há neles formação de placenta. Os filhotes terminam seu desenvolvimento protegidos em uma bolsa abdominal, o marsúpio, presos a mamilos que lhes fornecem alimento.
b) Poderiam ser citadas duas dentre as características abaixo:
I- Em ambos os casos, a pele é queratinizada, portanto impermeabilizada, e seca, por praticamente não apresentar glândulas;
II- Em ambos, os ovos têm casca protetora e anexos embrionários: âmnio, cório, alantoide e saco vitelínico, que favorecem o desenvolvimento fora do corpo materno. O ácido úrico é o produto de excreção nos dois grupos.
c) O ambiente deveria ser semelhante ao de uma Savana. Duas características desse ambiente: vegetação composta principalmente por gramíneas e árvores esparsas; temperaturas médias elevadas; chuvas distribuídas em algumas estações do ano.
17. d 18. E

Biologia

Parte II

ÍNDICE DE BIOLOGIA – PARTE II

Frente UM

1. A Herança dos Grupos Sanguíneos Humanos
O sistema ABO
As Transfusões Sanguíneas
O Sistema Mn
O fator Rh
A eritroblastose fetal
Exercícios

2. Segunda Lei de Mendel
Introdução
Princípio da segregação independente dos caracteres
O cálculo do número de fenótipos e genótipos esperados
A meiose e a segunda lei de mendel
Exercícios

3. Herança Quantitativa
Introdução
O triângulo de pascal
Número de genes e número de fenótipos

4. Cromossomos Sexuais e a Determinação do Sexo
Introdução
Herança ligada ao sexo
Herança restrita ao sexo
Herança com efeito limitado ao sexo e herança influenciada pelo sexo
Exercícios

5. Mutações e Genética de Populações
Introdução
Mutações Cromossômicas Numéricas: Euploidia e Aneuploidia
Mutações Cromossômicas Estruturais
Exercícios

6. Ecologia
Conceitos Básicos de Ecologia
Cadeias e Teias Alimentares
Níveis Tróficos
Relações Entre os Seres Vivos

7. Ciclos Biogeoquímicos
Ciclo da Água
Ciclo Do Carbono
Ciclo Geológico do Carbono
Carbono Atmosférico
Ciclo do Oxigênio
O Nitrogênio e o Ciclo do Nitrogênio

8. Desequilíbrio Ecológico
Chuva Ácida
Desmatamento das Florestas
Destruição das Florestas Tropicais
Desertificação
Eutrofização

9. Sucessão Ecológica
Tipos de sucessão
Modelos de Sucessão Ecológica
O Conceito de Clímax
Exercícios

Frente DOIS

1. Célula Vegetal
Conteúdo celular

2. Principais filos do Reino Plantae
Briófitas
Pteridófitas
Gimnospermas
Angiospermas (Divisão Anthophyta)

3. Reprodução
Reprodução das Plantas
Reprodução em Gimnospermas
Reprodução em Angiospermas

4. Anatomia Vegetal
Meristemas
Parênquima
Sistemas de Revestimento
Sistemas de Sustentação
Sistemas Vasculares
Sistemas Radiculares
Caule
Flor
Fruto
Semente
Dispersão

5. Informações Gerais sobre Crescimento e Desenvolvimento Vegetal
Velocidade do crescimento
Fitohormônios ou reguladores de crescimento
Fatores externos que influenciam o crescimento

6. Sistemas Circulatório e Respiratório
O Sistema Circulatório
Exercícios

7. Tecidos Conjuntivo e Muscular, o Esqueleto dos Animais, o Sistema Nervoso e os Órgãos Sensoriais
O Tecido Conjuntivo
O Tecido Muscular
O Esqueleto dos Animais
O Sistema Nervoso
Os Órgãos Sensoriais
Exercícios

8. Sistema Endócrino, Sistema Digestório, Sistema Reprodutor e Sistema Urinário
Sistema Endócrino
Sistema Digestivo
Sistema Reprodutor Feminino
Sistema Reprodutor Masculino
Métodos Anticoncepcionais
Gravidez e Parto
Sistema Urinário
Exercícios

FRENTE UM

1. A HERANÇA DOS GRUPOS SANGUÍNEOS HUMANOS

Os grupos sanguíneos no homem podem ser classificados de acordo com três sistemas: o ABO, o MN e o Rh. Estes três sistemas transmitem-se independentemente, pois os pares de genes para cada um deles estão localizados em cromossomos não homólogos. O estudo da herança deles é um caso particular de "tribridismo". Além disso, são três padrões de herança diferentes: o sistema ABO é um caso de alelos múltiplos, o sistema MN é um caso de ausência de dominância e o sistema Rh é um caso de dominância completa entre dois alelos.

O SISTEMA ABO

A classificação do sangue em quatro grupos (A, B, AB e O) baseia-se na presença de antígenos (aglutinógenos) e anticorpos (aglutininas) presentes no sangue dos indivíduos. A presença ou ausência destes aglutinógenos depende da presença de três alelos múltiplos: A, B e O.

Tipo	Aglutinógeno (Antígeno na hemácia)	Aglutinina (anticorpos no plasma)	Genótipo
A	A	anti-B	I^Ai / I^AI^A
B	B	anti-A	I^Bi / I^BI^B
AB	A e B	ausente	I^AI^B
O	Ausente	anti-A e anti-B	ii

A determinação do tipo de sangue é feita através do teste de aglutinação, onde há uma lâmina com anticorpo anti–A e uma com anticorpo anti-B.Uma gota de sangue do indivíduo examinado é colocada na lâmina. Sabendo que o antígeno A é aglutinado pelo anticorpo anti-A e que o antígeno B é aglutinado pelo anticorpo anti-B, a lâmina é observada e os resultados podem ser interpretados assim:

- Aglutinação com anti-A: tipo A
- Aglutinação com anti-B: tipo B
- Aglutinação com anti-A e anti-B: tipo AB
- Sem aglutinação: tipo O.

Observe o quadro: aglutinação pela indicação positiva (+) e falta de aglutinação pela indicação negativa (-):

Grupo Sanguíneo	Soro Anti-A	Soro Anti-B
A	+	-
B	-	+
AB	+	+
O	-	-

Na herança do tipo sanguíneo, as interações entre os alelos acontecem da seguinte maneira:

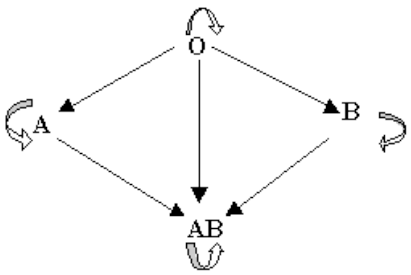
- O alelo I^A é dominante sobre o alelo i;
- O alelo é dominante sobre o alelo i;
- O alelo I^A e o I^B não têm dominância entre si;
- O alelo i é recessivo em relação aos alelos I^A e I^B.

AS TRANSFUSÕES SANGUÍNEAS

Nas transfusões sanguíneas, em relação ao sistema ABO, é preciso considerar, inicialmente, que a taxa de aglutinogênios nas hemácias é significativamente maior que a taxa de aglutininas no plasma. Dessa maneira, são inviáveis as transfusões em que o sangue doado contém aglutinogênios que "encontrarão" no receptor as aglutininas contrastantes. Isso significa que, se o sangue doado representa aglutinogênios A, o sangue do receptor não pode conter aglutininas anti-A; e que, se o sangue doado contém aglutinogênios B, o receptor não pode apresentar aglutininas anti-B. Assim, exemplificando, um indivíduo do grupo B não pode doar sangue para outro do grupo O, uma vez que as aglutininas anti-B do receptor reagiriam com os aglutinogênios B do doador, à semelhança de uma reação antígeno-anticorpo. Dessa reação, na qual os aglutinogênios B atuariam como antígeno (proteína "estranha" ao receptor do grupo O) e as aglutininas anti-B como anticorpos, resulta a aglutinação do sangue doado, fato que pode provocar a obstrução de vasos sanguíneos, com consequências que poderão levar o receptor à morte.

No entanto, um indivíduo do grupo O pode doar sangue para outro do grupo B. Isso porque o volume de sangue doado não contém aglutininas em taxa suficientemente grande para provocar a aglutinação das hemácias do receptor. Observamos, então, que as hemácias que se aglutinam são aquelas presentes no sangue doado e, para tanto, devem conter aglutinogênios (antígenos) "estranhos", ou seja, que não existem no sangue do receptor.

No quadro a seguir, são indicadas pelas setas, as transfusões quanto ao sistema ABO:



O esquema mostra as possíveis transfusões no sistema ABO. O grupo sanguíneo O é classificado como "Doador universal" (observando que o grupo O não pode receber de nenhum outro grupo; a não ser do próprio grupo O). O grupo AB é denominado "Receptor Universal" porque pode receber sangue de qualquer outro grupo.

Exemplos

a) Quais os prováveis tipos de sangue dos filhos de um casal em que o homem é do grupo AB e a mulher é do grupo O?

	i
I^A	I^Ai
I^B	I^Bi

Pais: AB x O:
Filhos: 50% A e 50% B
Gametas: IAIB x i

b) Um casal, no qual o homem é do grupo A e a mulher do grupo B, têm um filho do grupo O. Determine o genótipo dos cônjuges.

O homem deverá ter o gene I^A e a mulher, o gene I^B. O filho, sendo do grupo O, deverá ser homozigoto. Portanto, os pais deverão ser heterozigotos, ou seja:

Pais: ♂ I^Ai X ♀I^Bi
Gametas: I^Ai X I^Bi
Filho: ii ~ Grupo O

O SISTEMA MN

Dois outros antígenos presentes nas hemácias humanas foram descobertos por Landsteiner e Lavigne, em 1927, e são designados por M e N. Eles verificaram que algumas pessoas apresentam um destes antígenos, enquanto outras apresentam os dois juntos. Por-

tanto, existem três grupos sanguíneos determinados por estes antígenos: grupo M, grupo N e grupo MN.

Os anticorpos contra os antígenos M e N, normalmente, não são encontrados no plasma sanguíneo. Nos casos de transfusão, a incompatibilidade entre os grupos do sistema MN não terá grande importância, a não ser que a transfusão seja repetida várias vezes. Em se tratando de caso de ausência de dominância entre dois alelos, os genótipos e os respectivos fenótipos são:

Genótipo	Fenótipo
$L^M L^M$ ou MM	Grupo M
$L^N L^N$ ou NN	Grupo N
$L^M L^N$ ou MN	Grupo MN

Exemplo

João, do grupo sanguíneo N e Maria, do grupo M, têm um filho. Qual o seu possível genótipo e fenótipo?

	N
M	MN

Pais: NN x MM
Gametas: N e M
Filho: MN

O FATOR RH

É um antígeno aderido à membrana das hemácias, descoberto no estudo do sangue do macaco "Rhesus". As pessoas que possuem o fator Rh são classificadas como Rh positivo, e as que não o possuem, de Rh negativo. A sua herança é determinada por dois alelos: R e r.

Genótipo	Fenótipo
RR ou Rr	Rh positivo
Rr	Rh negativo

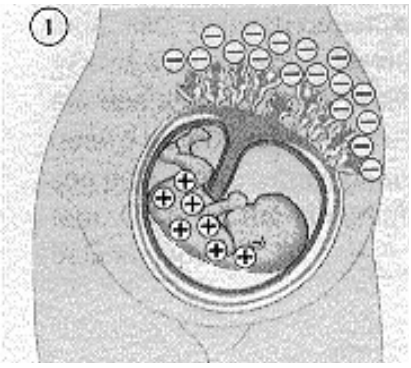
Quanto às transfusões,

Rh+ ⟷ Rh+ ⟵ Rh- ⟷ Rh-.

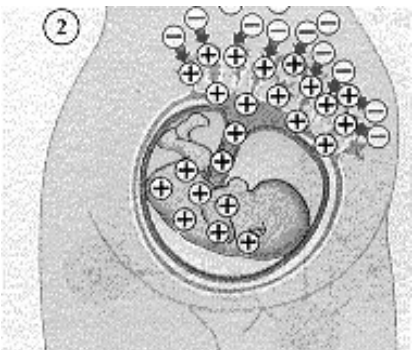
Estima-se que 85% da população seja Rh+ e 15% seja Rh-.Como o anticorpo anti-Rh não ocorre naturalmente, de modo semelhante ao que acontece no sistema MN, não há problemas, a não ser que sejam realizadas diversas transfusões.

A ERITROBLASTOSE FETAL

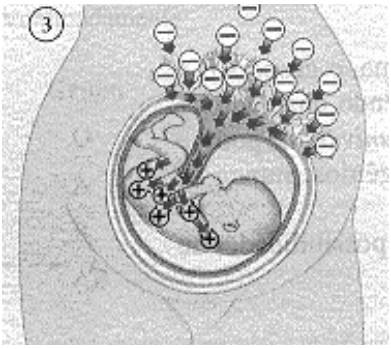
A Eritoblastose Fetal, ou Doença Hemolítica do Recém-Nascido (DHRN), deve-se à incompatibilidade de Rh entre mãe e filho e ocorre, ou pode ocorrer numa segunda gravidez, quando a mãe já tiver produzido anticorpos anti-Rh. A prevenção é feita injetando-se na mãe Rh - soro contendo anti-Rh, logo após o nascimento do primeiro filho Rh+, promovendo a destruição das hemácias que passaram do filho para a mãe, evitando, deste modo, a produção de anticorpos. O tratamento do recém-nascido pode ser feito através de transfusão total de sangue Rh-, pois neste não há hemácias com o fator Rh que possam ser destruídas pelos anticorpos da mãe. Após certo tempo estas células sanguíneas são substituídas naturalmente pelo indivíduo, o qual poderá viver normalmente, pois já não tem os anticorpos da mãe.



Mãe Rh– e Filho Rh+.



Mãe Sensibilizada pelo sangue Rh+ do filho produzindo anticorpos anti-Rh.



Passagem do anti-Rh da mãe para o feto.

Nos desenhos: anticorpos da mãe Rh- (Anti-Rh) atacando as Hemácias (Células vermelhas) do filho Rh+, causando a hemólise destas.

EXERCÍCIOS

1. (VUNESP) — Um determinado banco de sangue possui 4 litros de sangue AB, 7 litros de sangue tipo A, 1 litro de sangue tipo B e 9 litros de sangue tipo O, todos Rh+. Se houver necessidade de transfusões sanguíneas para um indivíduo com sangue tipo AB, Rh+, estarão disponíveis para ele, do total mencionado:

a) 4 litros.
b) 8 litros.
c) 12 litros.
d) 13 litros.
e) 21 litros.

2. (FCC-Londrina) — Um homem de sangue tipo B, cujos pais têm sangue tipo AB, casa-se com uma mulher do tipo A, cujo pai é do tipo B. Qual a probabilidade desse casal vir a ter uma criança do tipo AB?

a) 0%
b) 25%
c) 50%
d) 75%
e) 100%

2. SEGUNDA LEI DE MENDEL

INTRODUÇÃO

Até agora, estudamos a transmissão e expressão de um par de genes, o monoibridismo. Mas Mendel continuou seus estudos, realizando cruzamentos e acompanhando a transmissão de diversas características como: a forma e a cor dos grãos, a coloração das flores, o tamanho das plantas, entre outras. Na segunda Lei, Mendel faz o estudo concomitante de dois ou mais pares de genes, falando assim de di-hibridismo, tri-hibridismo e assim por diante (poli-hibridismo).

PRINCÍPIO DA SEGREGAÇÃO INDEPENDENTE DOS CARACTERES

Para estudar os caracteres de forma e cor de sementes, Mendel realizou o cruzamento entre ervilhas lisas e amarelas e ervilhas rugosas e verdes, ambas homozigóticas para cada um dos caracteres. Resumidamente, seus resultados foram:

Geração P	Amarelas lisas X Verdes rugosas
Geração F1	100% Amarelas lisas
Cruzamento de F1	Amarelas lisas X Amarelas lisas
Geração F2	9/16 Amarelas lisas; 3/16 Amarelas rugosas; 3/16 Verdes lisas; 1/16Verdes rugosas.

A geração F1, em que 100% das sementes são amarelas e lisas, demonstra a dominância dos genes alelos para essas características, o que já era esperado. Deixando que as plantas F1 se autofecundassem, Mendel obteve sementes diferentes de P: amarelas rugosas e verdes lisas. Isto demonstrou que os fatores de cor e forma da semente foram transmitidos de forma independente. Portanto, o fato de em P os caracteres amarelo e liso aparecerem juntos, não significa que eles devam permanecer ligados na formação dos gametas, e, por consequência, nos descendentes. Por isso, a "2a Lei de Mendel" também é conhecida como o Princípio da Segregação Independente dos Caracteres.

Se no caso descrito acima os caracteres de forma e de cor são independentes, podemos analisá-los separadamente:

	Forma	**Cor**
P	Liso X Rugoso	Verde X Amarela
F1	Liso	Amarelo
F2	3Lisos:1Rugoso	3Amarelos:1Verde

Para saber a probabilidade de um caractere de forma ocorrer juntamente a um de cor, ou então, a probabilidade de ocorrer um evento e outro, é necessário multiplicar as probabilidades isoladas de cada evento:

Probabilidade de se obter semente lisa X Probabilidade de se obter semente amarela

Portanto, se a probabilidade de se obter uma semente lisa é de ¾ e a de se obter uma semente amarela é de ¾, para saber qual a probabilidade de se obter uma semente lisa e amarela basta multiplicar ¾ x ¾ = 9/16. Seguindo este raciocínio, conseguimos as probabilidades de ocorrência nos outros eventos:

Lisas e verdes: 3/4 x 1/4 = 3/16
Rugosas e amarelas: 1/4 x 3/4 = 3/16
Rugosas e verdes: 1/4 x 1/4 = 1/16

Finalmente, temos a proporção de 9 lisas e amarelas; 3 lisas e verdes; 3 rugosas e amarelas; 1 verde e rugosa. Essa foi exatamente a proporção obtida por Mendel em seu experimento.

Vamos pensar agora nos gametas formados por F1. Considerando-se como R e r os genes para sementes lisas e rugosas, respectivamente, e V e v, os genes de sementes amarelas e rugosas. F1, formará gametas RV, Rv, rV, rv, na mesma proporção. Cruzando F1 X F1, obtemos:

F1xF1	RV	Rv	rV	rv
RV	RRVV Lisas amarelas	RRVv Lisas amarelas	RrVV Lisas amarelas	RrVv Lisas amarelas
Rv	RRVv Lisas amarelas	RRvv Lisas verdes	RrVv Lisas amarelas	Rrvv Lisas verdes
rV	RrVV Lisas amarelas	RrVv Lisas amarelas	rrVV Rugosas amarelas	rrVv Rugosas amarelas
rv	RrVv Lisas amarelas	Rrvv Lisas verdes	rrVv Rugosas amarelas	rrvv Rugosas verdes

Observe novamente a proporção: 9:3:3:1. Alcançando essas experimentações para vários caracteres, Mendel verificou que os efeitos se repetiam. Este princípio diz-nos que genes que determinam caracteres diferentes se separam independentes do momento em que se desenvolvem os gametas. Com os novos conceitos, afirmamos mais precisamente que os pares de genes localizados em cromossomos não-homólogos se separam, também de modo autônomo, na formação dos gametas.

O CÁLCULO DO NÚMERO DE FENÓTIPOS E GENÓTIPOS ESPERADOS

No cálculo do número de fenótipos e genótipos diferentes, usaremos uma simples fórmula matemática. Para obtermos o número de fenótipos esperados empregamos a base 2 elevada ao expoente n, que é o número de genes envolvidos. Para saber o número de genótipos esperados, usamos a base 3, elevado a n da mesma forma. Assim, temos:

Número de fenótipos= 2^n
Número de genótipos=3^n

Por exemplo, se o número de genes envolvidos for dois (diibridismo), n=2:

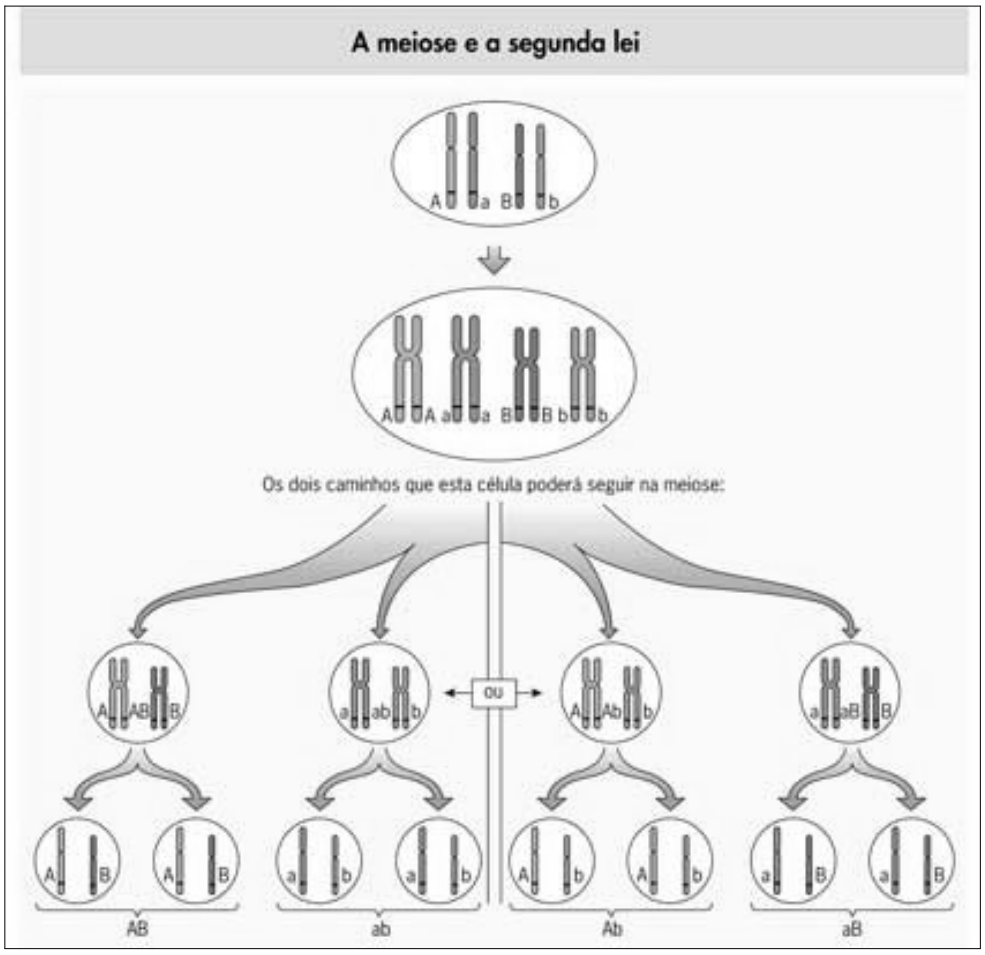
nº de fenótipos= $2^2 = 4$
nº de genótipos=$3^2 = 9$

Ou no caso de haverem mais de dois genes envolvidos (poli-hibridismo), a mesma regra servirá. Para 3 genes, n=3. Por exemplo:

nº de fenótipos= $2^3 = 8$
nº de genótipos= $3^3 = 27$

A MEIOSE E A SEGUNDA LEI DE MENDEL

O conhecimento da meiose permitiu a compreensão dos princípios de Mendel ao nível celular. Hoje sabemos que os fatores mendelianos são os genes, e que estes se localizam nos cromossomos. Analisando a meiose, processo que leva à formação dos gametas, concluímos que ela explica a segregação independente dos pares de genes, desde que localizados em diferentes pares de cromossomos homólogos.



EXERCÍCIOS

1. Quantos tipos de gametas formará o indivíduo com o genótipo MMNnOoPPQqRRSsTt?

2. (FUVEST) Considere um homem heterozigoto para o gene A, duplo recessivo para o gene D e homozigoto dominante para o gene F. Considere ainda que todos esses genes se situam em cromossomos diferentes. Entre os gametas que poderão se formar, encontraremos apenas as combinações:
a) AdF
b) AADDFF
c) AaddFF
d) AdF e adF
e) ADF e adf

3. Para a obtenção dos resultados esperados, pela segunda Lei de Mendel, os genes deverão estar em cromossomos homólogos ou não-homólogos?

4. (FUVEST-SP) Em Drosophila melanogaster, os alelos recessivos "dumpy" e "ebony" estão em cromossomos não-homólogos. Do cruzamento entre indivíduos duplamente heterozigotos, a proporção esperada de indivíduos que apresentam ao mesmo tempo os fenótipos "dumpy" e "ebony" é:
a) 1/2
b) 1/4
c) 1/8
d) 1/16
e) 1/32

5. (COMEC-SP) Um homem míope e albino casou-se com uma mulher de pigmentação e visão normais, porém filha de pai míope e albino. Sendo o albinismo e a miopia caracteres recessivos, qual a probabilidade desse casal ter um filho de visão e pigmentação de pele normal?
a) 1/2
b) 1/4
c) 3/4
d) 1/8
e) 1/16

6. (PUC-SP) No homem, a sensibilidade ao PTC é devida a um gene dominante P e a insensibilidade ao seu alelo p; o uso da mão direita é devido a um gene dominante C e o da mão esquerda, ao seu alelo c. Um homem canhoto, sensível ao PTC, casa-se com uma mulher destra, também sensível. O casal tem quatro filhos canhotos, dois sensíveis e dois insensíveis. O genótipo do casal é:

	Homem	Mulher
a)	ccPP	CCPP
b)	cCPp	cCPp
c)	cP	CP
d)	ccPp	CcPp
e)	ccPp	ccPp

3. HERANÇA QUANTITATIVA

INTRODUÇÃO

A Herança Quantitativa, ou Herança Poligênica, Polimeria ou Poligenia é um tipo de legado em que dois ou mais pares de genes tem ação cumulativa, ou seja, seus efeitos são somados para a formação do fenótipo.

Nos casos que estudamos até agora, há descontinuidade nos fenótipos, sem haver uma gradação entre eles. Por exemplo, podemos ter um fenótipo verde ou amarelo, liso ou rugoso etc. Na poligenia, dependendo do número de genes que estão atuando, obtém-se uma maior ou menor variação do fenótipo, de forma contínua. A maior parte das variações fenotípicas de uma população é explicada pela herança quantitativa como, por exemplo, o peso, a intensidade da coloração e a estatura das pessoas, em que há uma gradação contínua entre os que apresentam desde os fenótipos mais tênues (mais baixos, mais leves) até os mais acentuados (mais altos mais pesados). Os genes envolvidos em uma poligenia são chamados poligenes, ou genes aditivos, ou genes cumulativos.

Características da herança quantitativa
Não há dominância. Os genes podem ser efetivos, representados por letras maiúsculas, ou não-efetivos, representados por letras minúsculas.
Os genes são cumulativos, ou aditivos, somando sua ação para o fenótipo final.
Os genes efetivos contribuem de forma igual para modificação do fenótipo, e os não-efetivos não produzem nenhum efeito.

Um exemplo desse tipo de herança é a cor da pele da espécie humana que é determinada por, no mínimo, dois pares de genes. Representando esses genes por NNBB, temos os indivíduos negros NNBB, os brancos nnbb, e uma gradação de fenótipos entre eles. Dado que cada gene contribui igualmente para o fenótipo, teremos cinco classes fenotípicas para dois pares de genes:

Classe fenotípica	Genótipos
Negro	NNBB
Mestiço de tom de pele escuro	NNBb; NnBB
Mestiço de tom de pele médio	NNbb; NnBb; nnBB
Mestiço de tom de pele claro	Nnbb; nnBb
Branco	nnbb

Observe que, quando estão presentes os quatro genes para pigmentação, o fenótipo será o negro e, a medida em que é reduzido o número de genes aditivos, a pigmentação diminui até a pessoa branca, com quatro genes não-efetivos. É sempre importante lembrar que o ambiente tem grande influência no fenótipo, por exemplo, um indivíduo com genótipo nnbb que tomar muito sol terá a pele um pouco mais escura: F = G + A

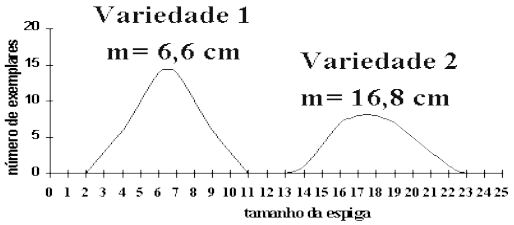
Quanto mais alelos são acrescidos ao genótipo, maior a variação fenotípica notada, seguindo-se uma curva normal de distribuição.

Assim, no cruzamento entre:

- a) dois genótipos extremos (NNBB x nnbb) sempre fazem aparecer, na herança quantitativa, 100% do fenótipo heterozigoto intermediário (NnBb);
- b) no cruzamento entre dois heterozigotos sempre faz aparecer todo o leque de fenótipos, de um extremo ao outro. As menores proporções obtidas são as dos fenótipos extremos (1/16 de brancos e 1/16 de negros);
- c) já os indivíduos intermediários aparecem em proporção maior (6/16 de mestiços médios) e, os mestiços de tons de pele claros e escuros aparecem na proporção de 4/16.

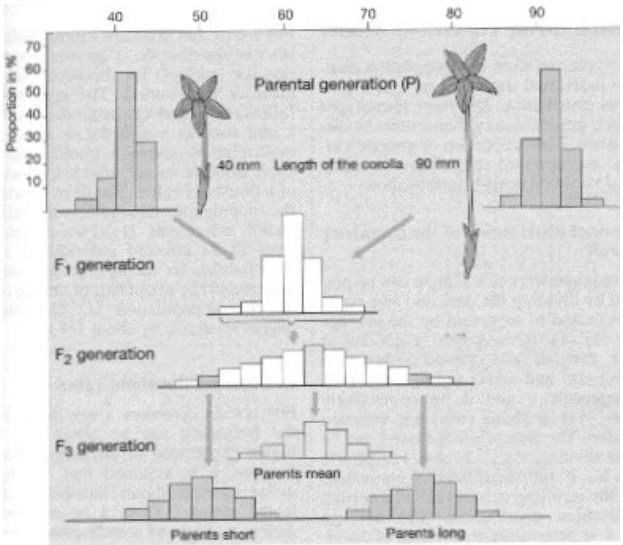
Sempre que uma característica apresentar variação fenotípica contínua, tratando-se de uma herança quantitativa, essa variação poderá ser representada por um gráfico com uma curva de distribuição normal, como no exemplo a seguir:

Tamanho da Espiga de Milho — Emerson e East



A contribuição relativa (CR) de cada alelo pode ser obtida pela diferença entre o tamanho máximo e o tamanho mínimo, dividido pelo número de alelos

$$CR = \frac{16,8 - 6,6}{4} = \frac{10,2}{4} = 2,55 \text{ cm por alelos}$$



A. Length of the flower of *Nicotiana longiflora* after a cross between different types of parental plants

Os genes responsáveis pela herança poligênica se comportam de uma maneira tipicamente mendeliana pois a relação 9:3:3:1 de um cruzamento diíbrido com dominância completa seria modificada para 1:4:6:4:1 com variação contínua e sem dominância.

Para 3 pares de alelos: 27:9:9:9:3:3:3:1 - 1:6:15:20:15:6:1

O TRIÂNGULO DE PASCAL

O triângulo de Pascal, seguindo os coeficientes do binômio de Newton, fornece diretamente as proporções fenotípicas dos descendentes do cruzamento entre dois heterozigotos:

A CONSTRUÇÃO DO TRIÂNGULO DE PASCAL

1. Coloca-se o número 1 no ápice e nos dois lados do triângulo.
2. Os números seguintes (internos) correspondem à soma dos anteriores:

1
1 1
1 2 1
1 3 3 1
1 4 6 4 1
e continua...

no. genes	Coeficientes	no. de combinações
0	1	1
1	1 1	2
2	1 2 1	4
3	1 3 3 1	8
4	1 4 6 4 1	16
5	1 5 10 10 5 1	32
6	1 6 15 20 15 6 1	64 e continua...

Quando cruzamos dois heterozigotos NnBb para cor da pele, obtemos 1/16 brancos, 4/16 de tons escuros, 6/16 de tons médios, 4/16 de tons escuros, 1/16 negros. Repare na linha do triângulo com cinco números: ela fornece diretamente as proporções 1:4:6:4:1. Cada linha do triângulo é 2^n, onde n é o número de genes envolvidos, no caso da ilustração, são quatro genes envolvidos, 2^4.

NÚMERO DE GENES E NÚMERO DE FENÓTIPOS

Quanto ao número de poligenes e de fenótipos que eles produzirão, calcularemos da seguinte maneira:

Número de poligenes	Número de fenótipos
3	4
4	5
5	6
6	7
N° de poligenes = N° de fenótipos – 1 N° de fenótipos = N° de poligenes +1	

E, finalmente, para determinar o quanto cada gene adiciona ao fenótipo, basta dividir a diferença entre os dois extremos para a característica pelo número de poligenes envolvidos. Assim, se um indivíduo possuir um genótipo aabbccdd para uma orelha de 5cm, e o outro for AABBCCDD com uma orelha de 10cm, cada gene efetivo acrescentará:

$$\frac{10-5}{8} = 0,625cm$$

BIBLIOGRAFIA

PASSARGE, E. — Color Atlas of Genetics. Paris: Thieme, 1995.

Exercícios

1. Supondo que na aboboreira existam pares de genes que influenciem no peso do fruto, que uma primeira planta aabbcc origine frutos com aproximadamente 1500g e que a outra AABBCC dê frutos ao redor de 3000g. Se essas duas plantas fossem cruzadas, o peso aproximado dos frutos produzidos pelas plantas descendentes seria de:

a) 3000g
b) 2500g
c) 2250g
d) 2000g
e) 1500g

2. Uma planta com 1,60m de altura foi cruzada com outra de 1,00m de altura e os descendentes resultaram todos com 1,30m. Feita a autofecundação dos indivíduos de F1, obtiveram-se 5 classes fenotípicas. Entre estes descendentes encontramos:
a) 50% dos indivíduos com 1,30m de altura.
b) 37,5% de indivíduos com 1,15m de altura.
c) 25%dos indivíduos com 1,15m de altura.
d) mais indivíduos com 1,15m de altura do que com 1,45m.
e) um número de indivíduos com 1,30m de altura maior do que a soma 1,15m com 1,45m.

3. Numa determinada espécie vegetal, a altura do pé varia de 150 a 180 cm, de 5 em 5 cm. Sabendo-se que se trata de um caso de herança quantitativa, pergunta-se:
a) Quais são os fenótipos existentes?

b) Quantos pares de genes estão envolvidos nesta herança?

c) Quanto cm acrescenta ao fenótipo básico cada gene aditivo?

d) Quais são os genótipos dos indivíduos com fenótipos extremos?

e) Qual o resultado fenotípico do cruzamento entre os dois tipos extremos?

f) Se dois heterozigotos forem cruzados entre si, que proporções fenotípicas se esperam?

4. A pigmentação da pele humana é condicionada pelos genes A e B, que juntos determinam pigmentação máxima. Os alelos recessivos a e b, quando juntos, em homozigose, determinam pigmentação mínima. Que tipos de descendentes podem ser esperados dos seguintes casamentos, em termos de fenótipo:
a) AABb x AABB?

b) AaBb x AaBb?

(5. ANULADO)

6. Admitindo-se que a cor da pele no homem seja um caso de herança quantitativa determinada por dois pares de genes, qual a proporção de crianças brancas que podem ser esperadas de um casamento entre dois mestiços de tons claros?
a) 100%
b) 0%
c) 50%
d) 25%
e) 12,5%

7. A pigmentação da pele humana é condicionada por dois pares de genes com ausência de dominância, sendo que o genótipo do individuo negro é SSTT e do indivíduo branco é sstt. Os vários tons para mestiços (claro, médio, escuro) dependem das combinações de genes para negro e branco. A habilidade para mão direita (destro) é condicionada por um gene dominante "E" e a habilidade para a mão esquerda (canhoto), pelo gene recessivo "e". Do casamento de mestiço de tom médio e destro (heterozigoto) com uma mulher mestiça de tom claro e canhota, qual a probabilidade de nasceram duas meninas brancas e canhotas, sendo que os pais já possuem um filho branco e destro?
a) 1/6
b) 1/16
c) 1/32
d) 1/576
e) 1/1024

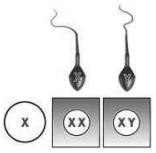
4. CROMOSSOMOS SEXUAIS E A DETERMINAÇÃO DO SEXO

INTRODUÇÃO

No início do século XX, diversos pesquisadores verificaram que, dentro de uma mesma espécie indivíduos, machos e fêmeas diferem em relação ao arranjo de cromossomos de suas células. Em geral, a diferença está num único par de cromossomos (que diferiram morfologicamente entre si), ao qual foi atribuído o papel de determinação do sexo. Esses cromossomos passaram a ser chamados de Heterossomos ou Cromossomos Sexuais, ao mesmo tempo em que todos os outros pares de cromossomos que não se diferenciavam passaram a ser chamados de Autossomos.

A mosca Drosophila melanogaster, por exemplo, tem um conjunto de quatro pares de cromossomos. Três desses pares são idênticos, os autossomos. Nas fêmeas, o quarto par de cromossomos (os sexuais) é idêntico entre si, recebendo a denominação de cromossomos X. Os machos por sua vez, têm um cromossomo sexual X e um outro diferente que é o cromossomo Y. Portanto, as fêmeas apresentam um cariótipo (conjunto de cromossomos), formado por 3 pares de autossomos e um par de cromossomos sexuais XX (3 AA + XX), enquanto os machos apresentam também 3 pares de autossomos e um de cromossomos sexuais XY (3AA + XY). No momento da formação dos gametas, os indivíduos femininos só formarão um tipo de gameta, com o cromossomo X. Estes são chamados por esse motivo, de Homogaméticos. Os machos produzirão dois tipos de gametas: metade com o cromossomo X (que darão origem às fêmeas) e metade com o cromossomo Y (que darão origem aos machos). Serão, deste modo, denominados de Heterogaméticos.

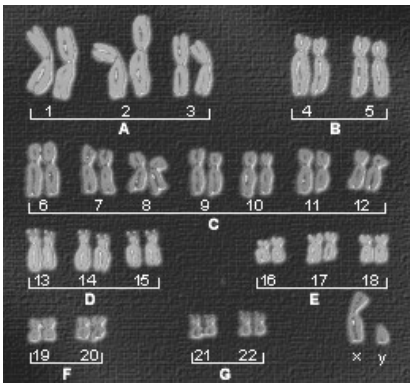
O estudo do cariótipo da espécie humana mostra uma composição, em células diploides (2n), de 23 pares de cromossomos, sendo um deles o par de cromossomos sexuais, e outros 22 pares de autossomos. As mulheres têm um par formado por dois cromossomos X e os homens têm um cromossomo X e um Y. Muitos outros animais apresentam este sistema XY de determinação do sexo.



Na espécie humana, o sistema de determinação do sexo é o XY. Os cromossomos sexuais são homólogos, pareando-se na meiose. Porém, os cromossomos masculinos e femininos são diferentes, pois no primeiro, há a ausência de parte de uma das cromátides e por isso, o pareamento deles na meiose é parcial.

Casos diferentes de determinação do sexo são possíveis. Em ortópteros (gafanhotos, grilos), machos e fêmeas têm o mesmo número de autossomos: a fêmea possui dois cromossomos sexuais X; já o macho apresenta um número total de cromossomos ímpar, com somente um cromossomo sexual X. Este sistema, caracterizado pela ausência de um cromossomo sexual no macho, é chamado sistema X0.

Na maioria das aves ocorre um sistema parecido com o sistema XY, porém invertido. Enquanto a fêmea possui um par heterogêneo (heterogamética) de cromossomos sexuais, ZW, o macho possui dois cromossomos Z em suas células (homogamético). Este é o sistema ZW.



HERANÇA LIGADA AO SEXO

A diferença entre cromossomos sexuais em seres humanos é evidente por seu tamanho e forma. Isso significa que eles não serão homólogos em toda sua extensão, tendo uma parte do cromossomo X que não tem homologia com o cromossomo Y.

Homens: 44 autossomos + XY (cromossomos sexuais)
Mulheres: 44 autossomos + XX (cromossomos sexuais)
Homens - heterogamética 44 A XY ===> 22 AX ou 22 AY
Mulheres - homogamética 44 A XX ===> 22 AX

Na parte em que os cromossomos sexuais são homólogos, os genes constituirão pares de alelos e a sua herança será igual à herança dos cromossomos autossômicos. Porém, na parte em que os cromossomos X e Y não tem correspondência, os genes também não formarão pares de alelos. Desta maneira, genes localizados na região do cromossomo X que não possuem homologia com o cromossomo Y estarão em dobro na mulher (XX), e no homem (XY) só terá um deles. Dizemos que, na mulher, estes genes podem estar em homo ou heterozigose; enquanto no homem, ele estará sempre em hemizigose. Por outro lado, pode haver genes que estão localizados na parte que não tem homologia do cromossomo Y, o que significa que somente os homens terão esses genes.

Na espécie humana, um exemplo de herança ligada ao sexo é o "daltonismo" − que iremos representar pela letra d-, uma anomalia que impossibilita ao indivíduo reconhecer cores como o vermelho, o azul e o verde. O gene que determina o daltonismo localiza-se na região não homóloga do cromossomo X e é recessivo. Para a mulher manifestar daltonismo ela precisa ser homozigota recessiva, ou seja, o gene d precisa estar em dose dupla. Já o homem pode apresentar daltonismo com apenas um gene d.. Outra característica ligada ao sexo e também de gene recessivo, mas com consequências mais graves é a "hemofilia". Localizado na região de X sem homologia com Y, é caracterizada pela demora na coagulação do sangue, mesmo em ferimentos muito leves, provocando, assim, hemorragias. Mulheres hemofílicas geralmente morrem na adolescência, por causa de hemorragias menstruais.

Podemos representar esses genes dessa forma:

- Mulheres homozigotas {X^DX^D ou X^dX^d
- Mulheres heterozigotas { X^DX^d
- Homens hemizigotos { X^DY ou X^dY

Considerando o gene d para o daltonismo, observamos que as mulheres podem ser de três tipos: XDXD (normal); XDXd (normal portadora); XdXd (daltônica). Já o homem tem somente duas condições: XDY (normal); XdY (daltônico). Por essa razão o daltonismo é uma anomalia que afeta mais os homens. A hemofilia segue as mesmas regras.

HERANÇA RESTRITA AO SEXO

Nesse tipo de herança, os genes estão localizados na região do cromossomo Y sem homologia com X. Esses genes são denominados holândricos (*holo* = "todos"; *andros* = masculino).

HERANÇA COM EFEITO LIMITADO AO SEXO E HERANÇA INFLUENCIADA PELO SEXO

Existem genes que ocorrem nos dois sexos, mas se manifestam somente em um deles. Estes genes têm, portanto, seu efeito limitado ao sexo do indivíduo, em função principalmente da ação de hormônios sexuais. Na produção de leite em gado, o touro tem os genes necessários para produção de grandes quantidades de leite, mas esses genes só se manifestam em vacas. Na espécie humana temos a manifestação diferente dos caracteres sexuais secundários no homem e na mulher.

Genes também podem variar a sua dominância em função do sexo do indivíduo, tendo um efeito dominante em um sexo e recessivo em outro. Esta é a herança influenciada pelo sexo. A calvície, na espécie humana, é determinada por um gene localizado em um cromossomo autossômico, sendo dominante em homens e recessivo em mulheres. Assim, um mesmo genótipo se manifesta diferentemente em homens e mulheres. Porém, a calvície pode ser causada por outros fatores, tais como radiação, doenças e problemas com a glândula tireoide, sem a interferência genética.

EXERCÍCIOS

1. Uma mulher é portadora de um gene recessivo letal ligado ao sexo; na sua descendência se encontrará, em termos de probabilidades:
a)homens e mulheres em igual proporção.
b) somente homens.
c)somente mulheres.
d)duas mulheres para cada homem.
e)dois homens para cada mulher.

2. (FUVEST) Paulo e seus filhos João e Maria têm uma doença determinada por um gene dominante. Não há outros afetados na família. Esse gene:
a)está no cromossomo X.
b)está no cromossomo Y.
c)está num autossomo.
d)pode estar no cromossomo X ou no Y.
e)pode estar no cromossomo X ou num autossomo.

3. O raquitismo resistente à vitamina D é uma doença determinada por um gene dominante de herança ligada ao sexo. Na prole de um homem afetado casado com uma mulher normal, espera-se que
a)tanto os filhos quanto as filhas possam ser normais ou afetados.
b)tanto os filhos quanto as filhas sejam sempre afetados.
c) tanto os filhos quanto as filhas sejam sempre normais.
d)apenas as filhas sejam afetadas.
e)apenas os filhos sejam afetados.

4. Em aves, cujo sexo heterogamético é o feminino, a herança da plumagem prateada é ligada ao sexo e dominante em relação à plumagem dourada. Se um maço dourado for cruzado com uma fêmea prateada, a probabilidade dos descendentes maços serem prateados é de:
a)0%
b)25%
c)50%
d)75%
e)100%

5. Em drosófila, a cor amarela do corpo é determinada por um gene recessivo localizado do cromossomos X; e a cor cinza, pelo alelo dominante. Assinale, no quadro abaixo, a descendência esperada a partir do cruzamento entre uma fêmea amarela e um macho cinzento.

	Machos	Fêmeas
a)	100%amarelos	100%cinzentas
b)	100%cinzentos	100%amarelas
c)	100%amarelos	50%cinzentas e 50%amarelas
d)	50%cinzentos e 50%amarelos	100%cinzentas
e)	50%cinzentos e 50%amarelos	50%cinzentas e 50%amarelas

5. MUTAÇÕES E GENÉTICA DE POPULAÇÕES

INTRODUÇÃO

Como já vimos, mutações são alterações do material genético. Mutações, na sequência de nucleotídeos do DNA, acarretam mudanças na sequência de aminoácidos de uma proteína, ou na própria expressão de um gene. Podem ocorrer pela perda de um nucleotídeo, ou inserção de um novo, ou pela substituição de um por outro. Essas são as chamadas mutações de ponto. Há também mutações numéricas, que são alterações na composição e número dos cromossomos.

Lembramos que as mutações, além de causar problemas para o indivíduo, que vão desde alterações fenotípicas inofensivas até mutações que levem a doenças e à inviabilidade de um organismo, são essenciais no processo evolutivo. Quando uma mutação for passível de ser transmitida para os descendentes (quando ocorre em células germinativas), ela será a responsável pelo surgimento da diversidade em uma população, o que é essencial para que a seleção natural possa atuar.

MUTAÇÕES CROMOSSÔMICAS NUMÉRICAS: EUPLOIDIA E ANEUPLOIDIA

O número de cromossomos de uma espécie é algo constante, sendo que na maior parte delas é, com dois grupos de cromossomos homólogos, um herdado do pai e outro herdado da mãe.

A Euplodia é um tipo de mutação cromossômica no qual ocorre uma variação desse número característico de conjuntos de cromossomos de uma espécie. Podem ser:

- a) Haploidia: caracterizada pela redução do número diploide (2n) de cromossomos para um haploide (n). Os machos de vespas e abelhas são haploides, além da maioria dos fungos, algas e das briófitas, que apresentam uma fase do ciclo de vida haploide.
- b) Poliploidia: caracterizada pelo aumento do número diploide de cromossomos para conjuntos de cromossomos triploides (3n), tetraploides (4n), pentaploides (5n) etc. Muitas frutas e plantas ornamentais são poliploides e exibem, em geral, estruturas bem maiores que as plantas diploides. O trigo cultivado é hexaploide (6n), os morangos grandes são octoploides (8n) e muitas células do nosso fígado são poliploides. Triploides são, frequentemente, estéreis, pois formam gametas geneticamente não balanceados. Podem ser formados da união de um gameta haploide com um gameta diploide (não-reduzido), como pode ocorrer em drosófilas. No homem, indivíduos poliploides são inviáveis: ou nascem mortos, ou podem, no máximo, desenvolverem-se no útero e serem expulsos pelo organismo antes do nascimento.

A Aneuplodia é o caso em que ocorre a variação de somente um ou outro par de cromossomos. A origem dessa anomalia é a desigual distribuição de cromossomos na meiose (fenômeno conhecido por). Os indivíduos (2n-1) são aqueles em que ocorreu a perda de um cromossomo de um par. Esse indivíduo pode formar gametas com n ou n-1 cromossomos. Um exemplo de monossomia na espécie humana é a "Síndrome de Turner", nas mulheres, que perdem um cromossomo X (X0), e cujos sintomas são: mulheres com ovários residuais, baixa estatura, amenorreia, infantilismo genital, anomalias dos dedos, subdesenvolvimento de caracteres sexuais secundários, coartação da aorta. Em plantas, gametas 2n-1 raramente funcionam. A, por sua vez, é caracterizada pelo acréscimo de 1,2 ou mais cromossomos ao genoma. No homem, a (2n+1) pode ser causa de diferentes anomalias, dependendo do cromossomo triplicado. Vamos falar de algumas dessas síndromes:

- "Síndrome de Down", causada pela trissomia do cromossomo 21;
- "Síndrome de Klinefelter", que ocorre em somente em homens; é caracterizada pelo atrofiamento dos testículos, caracteres sexuais pouco desenvolvidos, deficiência intelectual, sendo causada pela trissomia do cromossomo X (XXY);
- "Síndrome de Edwards", provocada pela trissomia do cromossomo 18, causando uma mortalidade de 90% antes dos primeiros seis meses de vida; causa deficiência intelectual, mãos fechadas e pés tortos e, problemas cardíacos nos indivíduos que não morrem dela;
- "Síndrome de Patau", originada com a trissomia do cromossomo 13; os sintomas são deficiência mental e surdez, palato fendido, anomalias cardíacas e polidactilia. A morte pode ocorrer entre horas e dias;
- "Síndrome do triplo X", com três cromossomos X em mulheres; a aparência é de normalidade e são férteis, mas apesar disso apresentam anormalidades mentais, ou psicose e genitália pouco desenvolvida.
- "Síndrome do tetra X", no qual mulheres com quatro cromossomos X são bastante retardadas; aparentemente, com o aumento dos cromossomos X a inteligência diminui progressivamente. A tetrassomia, quadruplicação de um cromossomo, geralmente inviabiliza o organismo.

MUTAÇÕES CROMOSSÔMICAS ESTRUTURAIS

As mutações cromossômicas de estrutura são originadas durante a prófase 1 da meiose, quando ocorre a fragmentação de cromossomos que seriam refundidos ou sofreriam permuta, mas acabam se perdendo ou sendo soldados erroneamente.

As deficiências, ou deleções, são resultados da perda de um fragmento cromossômico, e, em geral, são letais, exceto em casos em que a perda é pequena ou em de genes pouco importantes. As duplicações ocorrem com uma inclusão, num cromossomo, de um pedaço de seu homólogo. Assim, esse cromossomo fica com um trecho em duplicata, com alguns genes se repetindo. Numa célula com estes homólogos aberrantes, a duplicata em um cromossomo compensa a falta desses no outro. Porém, se tais células formarem gametas, o resultado será metade dos gametas com genes duplicados e metade com genes ausentes. As inversões ocorrem com a quebra e mudança de ordem dos genes de um cromossomo, por inversão desse trecho. Os gametas com inversões, geralmente, são inviáveis. As translocações são transferências de um trecho de um cromossomo para outro não homólogo. Elas também determinam uma semi-esterilidade.

EXERCÍCIOS

1. O que são agentes mutagênicos?

2. A síndrome de Down é uma anomalia causada por:
a) uma mutação gênica;
b) uma deficiência cromossômica;
c) uma diminuição no número de cromossomos no genoma;
d) um aumento de um cromossomo no genoma;
e) uma inversão cromossômica.

3. (PUC-SP) Admitindo-se que dois cromossomos não-homólogos da mesma célula sofreram, simultaneamente, uma quebra cada um, e os segmentos quebrados voltaram a se soldar, porém, não mais com os mesmos segmentos a que estavam ligados antes, mas sim com segmentos trocados. Fala-se em:
a) duplicação.
b) inversão.
c) translocação.
d) trissomia.
e) crossing-over.

4. (CESGRANRIO) Com relação às explosões nucleares:
a) sabemos que nunca afetam a constituição genética das gerações futuras.
b) nunca ocorrem mutações genéticas, pois atingem apenas as células somáticas dos animais que estiverem dentro do raio de ação da radioatividade.
c) só ocorrem alterações genéticas nos indivíduos diretamente expostos à radiação.
d) os vegetais não sofrem nenhuma modificação, podendo ser ingeridos sem causar prejuízos aos animais.
e) induzem alterações genéticas que podem ocorrer nos irradiados, bem como, eventualmente, a seus descendentes.

5. (CESCEM) Poliploides são indivíduos que:
a) podem modificar o genótipo;
b) resultam de reprodução assexuada;
c) têm muitos alelos diferentes para um mesmo caráter;
d) têm mais de dois conjuntos de n cromossomos;
e) sofrem várias mutações seguidas, alterando o genótipo.

6. (FUVEST) Nos organismos eucariontes a mutação gênica:
a) constituiu a principal fonte de variabilidade genética;
b) ocorre exclusivamente pela ação de agentes mutagênicos;
c) origina apenas genes recessivos;
d) ocorre devido a alterações na molécula de RNA;
e) origina somente combinações gênicas adaptativas.

7. (MED. SANTO AMARO) Se, na ovulogênese, não houver disjunção do par de cromossomos sexuais, os óvulos correspondentes, sendo fecundados, poderão originar casos de:
a) síndrome de Turner;
b) síndrome de Klinefelter;
c) mongolismo;
d) triploidia;
e) a e b são possíveis.

6. ECOLOGIA

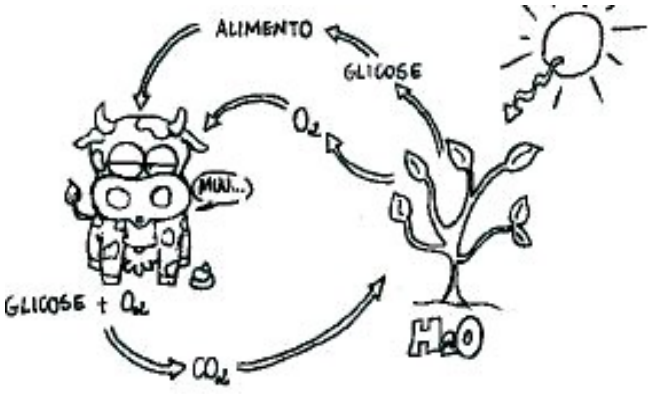
CONCEITOS BÁSICOS DE ECOLOGIA

- ECOLOGIA - Estudo das relações dos seres vivos entre si e com o ambiente onde vivem (do grego oikos, casa, e logos, ciência).
- BIOSFERA - Camada imaginária que abrange as regiões do planeta onde existe vida. Seus limites vão desde os picos das mais altas montanhas até as profundezas das fossas abissais marinhas.
- POPULAÇÃO - Conjunto de indivíduos de mesma espécie que habita determinada região geográfica.
- COMUNIDADE BIOLÓGICA ou BIOCENOSE - Populações de diferentes espécies que convivem em determinada região.
- NICHO ECOLÓGICO - Conjunto de características alimentares e comportamentais que definem o papel de um organismo no ecossistema.
- HABITAT - Local onde vive uma espécie.
- FATORES ABIÓTICOS - Componentes não-vivos que interferem na vida dos seres vivos. Os principais são: água, ar, temperatura, luz. De acordo com as condições destes fatores, os seres vivos, que convivem no ambiente, fazem adaptações para seu desenvolvimento.
- FATORES BIÓTICOS - Componentes vivos do ecossistema. Podem ser classificados em produtores, consumidores e decompositores.
- ECOSSISTEMA - Conjunto vivo formado pela comunidade e pelo biótopo. Consiste na interação entre os seres vivos e o ambiente físico em que vivem. Cada ecossistema possui características próprias e relativa estabilidade. A alimentação é a principal relação entre as diferentes populações de um ecossistema. Exs.: floresta, lago, aquário e a própria biosfera.

Obs.: *Biótopo* - "local onde vive a comunidade"
Meio físico = Biótopo = Fatores Abióticos
Comunidade = Biocenose = Fatores Bióticos
Ecossistema = Biótopo + Biocenose

- SERES AUTOTRÓFICOS - Produzem o próprio alimento a partir de substâncias inorgânicas. (fotossíntese ou quimiossíntese)
- SERES HETEROTRÓFICOS - Necessitam captar seus alimentos do meio em que vivem.

Obs.: *Fotossíntese:* $6\ CO_2 + 6\ H_2O$ luz $\rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$
Respiração Aeróbica: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6\ H_2O$ + energia



CADEIAS E TEIAS ALIMENTARES

A cadeia alimentar ou trófica é a maneira de expressar as relações de alimentação entre os organismos de uma comunidade, iniciando-se nos produtores e passando pelos herbívoros, predadores e decompositores, por esta ordem. Ao longo da cadeia alimentar há uma transferência de energia e de nutrientes, sempre no sentido dos produtores para os decompositores. No entanto, a transferência de nutrientes fecha-se com o retorno dos nutrientes aos produtores, possibilitado pelos decompositores que transformam a matéria orgânica em compostos mais simples, pelo que falamos de um ciclo de transferência de nutrientes. A energia, por outro lado, é utilizada por todos os seres que se inserem na cadeia alimentar para sustentar as suas funções, não sendo reaproveitável. Esse processo é conhecido pelos ecologistas como fluxo de energia.

A posição que cada um ocupa na cadeia alimentar é um nível hierárquico que os classifica entre produtores (como as plantas), consumidores (como os animais) e decompositores (fungos e bactérias).

Porque frequentemente cada organismo se alimenta de mais de um tipo de animais ou plantas, as relações alimentares (também conhecidas por relações tróficas) tornam-se mais complexas, dando origem a redes ou teias alimentares, em que as diferentes cadeias alimentares se inter-relacionam.

O primeiro nível trófico é constituído pelos seres autotróficos, também conhecidos por produtores, capazes de sintetizar matéria orgânica a partir de substâncias minerais e fixar a energia luminosa sob a forma de energia química. Os organismos deste nível são as plantas verdes, as cianófitas ou cianofíceas (algas verde-azuladas ou azuis) e algumas bactérias que, devido à presença de clorofila (pigmento verde), podem realizar a fotossíntese. Estes organismos são também conhecidos por produtores primários.

Os níveis seguintes são compostos por organismos heterotróficos, ou seja, aqueles que obtêm a energia de que precisam de substâncias orgânicas produzidas por outros organismos. Todos os animais e fungos são seres heterotróficos, e este grupo inclui os herbívoros, os carnívoros e os decompositores.

Os herbívoros são os organismos do segundo nível trófico, que se alimentam diretamente dos produtores (por exemplo, a vaca). Eles são chamados de consumidores primários; os carnívoros ou predadores são os organismos dos níveis tróficos seguintes, que se alimentam de outros animais (por exemplo o leão). O carnívoro, que come o herbívoro, é chamado de consumidor secundário. Existem seres vivos que se alimentam em diferentes níveis tróficos, tal como o Homem que inclui na sua alimentação seres autotróficos, como a batata, e seres herbívoros como a vaca.

Os decompositores são organismos que se alimentam de matéria morta e excrementos, provenientes de todos os outros níveis tróficos. Este grupo inclui algumas bactérias e fungos. O seu papel num ecossistema é muito importante uma vez que transformam as substâncias orgânicas de que se alimentam em substâncias minerais. Estas substâncias minerais são novamente utilizáveis pelas plantas verdes, que sintetizam de novo matéria orgânica, fechando assim o ciclo de utilização da matéria.

Ao longo da cadeia alimentar há uma transferência de energia e de matéria orgânica. Estas transferências têm aspectos semelhantes, uma vez que se realizam sempre dos autotróficos para os níveis tróficos superiores (herbívoros, carnívoros e decompositores), mas existe uma diferença fundamental: os nutri-

entes são reciclados pelos decompositores, que os tornam disponíveis para os seres autotróficos sob a forma de minerais, fechando assim o ciclo da matéria, enquanto a energia, que é utilizada por todos os seres vivos para a manutenção da vida, é parcialmente consumida em cada nível trófico. Assim, as únicas fontes de energia num ecossistema são os seres autotróficos e, simultaneamente, todos os seres vivos dependem dessa energia para realizar as suas funções vitais. Como apenas uma parte da energia que chega a um determinado nível trófico passa para o nível seguinte: apenas 10% da energia de um nível é produzido a partir do próximo, o que geralmente restringe o número de níveis a não mais do que cinco, pois em determinado nível a energia disponível é insuficiente para permitir a subsistência.

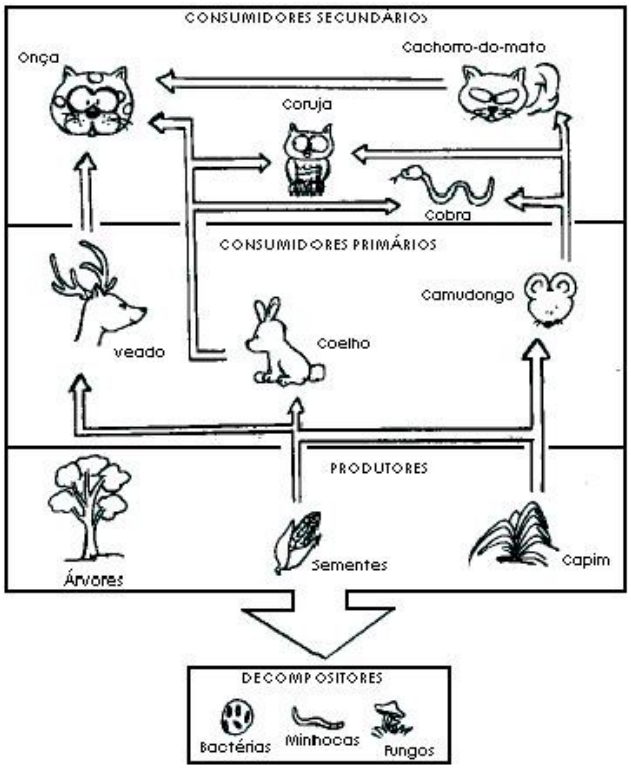
NÍVEIS TRÓFICOS

Grupos de organismos de mesma nutrição.

- Produtores: Seres Fotossintetizantes (algas, plantas, algumas bactérias; autotróficos) - mantém o ecossistema.
- Consumidores:
  - Consumidores Primários: (herbívoros; heterotróficos) - alimentam-se dos produtores.
  - Consumidores Secundários: (carnívoros; heterotróficos) - alimentam-se de animais herbívoros.
  - Consumidores terciários: (carnívoros; heterotróficos) - alimentam-se de animais carnívoros.

Obs.: Onívoros - animais de alimentação variada

Ex.: Homem - consumidor primário, secundário e terciário.



- Decompositores - obtém alimento através de decomposição da matéria orgânica permitindo a reciclagem da matéria, devolvendo-a em forma de compostos inorgânicos. Exs.: bactérias e fungos.

Atenção! Os decompositores típicos são os fungos e bactérias. Existem outros seres que também se alimentam de matéria orgânica morta, como os urubus e as hienas que são carniceiros, e as minhocas e besouros que são detritívoros.

Representação de uma pirâmide de energia. O formato em pirâmide decorre do fato de cada nível trófico conter menos energia do que o anterior.

RELAÇÕES ENTRE OS SERES VIVOS

RELAÇÕES HARMÔNICAS

1. Mutualismo

O mutualismo é uma relação entre indivíduos de espécies diferentes.

No mutualismo, as duas espécies envolvidas são beneficiadas e a associação é necessária para a sobrevivência de ambas.

Um bom exemplo desta relação é a associação de algas e fungos formando os líquens. Neste caso os fungos abrigam as algas e as mesmas alimentam os fungos.

2. Protocooperação

A protocooperação é uma relação entre indivíduos de espécies diferentes.

Na protocooperação, as duas espécies envolvidas são beneficiadas, porém, elas podem viver de modo independente sem que isso possa prejudicá-las.

Na natureza, podemos encontrar vários exemplos de protocooperação; um exemplo é o da ave palito e o crocodilo. A ave palito retira restos de alimentos e sanguessugas existentes entre os dentes do crocodilo. O crocodilo, dessa forma, fica livre deste "incômodo" e nunca tenta predar essa ave.

3. Colônias

Colônias são relações entre indivíduos da mesma espécie.

Nas colônias os indivíduos são ligados fisicamente entre si.

Neste tipo de relação, a divisão de trabalho pode acontecer ou não.

Exemplos:

- com divisão de trabalho: caravela (celenterado)
- sem divisão de trabalho: recifes de coral, agrupamento de bactérias, o "bolor" dos alimentos, etc.

4. Comensalismo

O comensalismo é uma relação entre indivíduos de espécies diferentes.

No comensalismo, apenas uma das espécies se beneficia sem, no entanto, prejudicar ou beneficiar a outra espécie envolvida.

Neste tipo de relação, o comensal se alimenta daquilo que é rejeitado pela outra espécie. Ex.: urubu e o homem. O urubu alimenta-se dos restos deixados pelo homem, seja em lixões, aterros, etc.

5. Inquilinismo

O inquilinismo é uma relação entre indivíduos de espécies diferentes.

No inquilinismo, apenas uma espécie se beneficia sem, no entanto, prejudicar a outra espécie associada.

O inquilino (espécie beneficiada) obtém abrigo ou ainda suporte no corpo da espécie não beneficiada.

Um exemplo desse tipo de relação é o das bromélias e orquídeas que se fixam no tronco das árvores.

6. Sociedade

Sociedade é uma relação entre indivíduos de mesma espécie.

Nas sociedades, os indivíduos não são unidos fisicamente entre si.

As sociedades se caracterizam pela divisão de trabalho e por uma grande solidariedade entre seus membros. As sociedades das abelhas, das formigas e dos cupins são bons exemplos deste tipo de relacionamento.

RELAÇÕES DESARMÔNICAS

1. Competição

Competição é uma relação em que indivíduos de mesma espécie ou indivíduos de espécies diferentes disputam por recursos do meio que não existem em quantidade suficiente para todos. Os indivíduos podem competir por alimento, território, luminosidade, etc.

Exemplos de competição:

- por território: cães, lobos, pássaros, etc.
- por luminosidade: plantas de uma floresta
- por alimentos: insetos comedores de grãos e o homem.

2. Canibalismo

O canibalismo é uma relação entre indivíduos de mesma espécie.

No canibalismo, um animal mata o outro para se alimentar.

A viúva-negra (aranha) e a fêmea do louva-a-deus são exemplos de canibalismo. Elas devoram o macho após a cópula (ato sexual).

3. Predatismo

O predatismo é uma relação entre indivíduos de espécies diferentes. No predatismo, um animal captura e mata outro de espécie diferente para alimentar-se. É o caso do gavião, da cascavel, da onça, etc. Existem também predadores que se alimentam de vegetais; é o caso do gafanhoto, do boi, do cavalo, etc

4. Parasitismo

O parasitismo é uma relação entre indivíduos de espécies diferentes, onde uma espécie é beneficiada e a outra é prejudicada. No parasitismo a espécie beneficiada, chamada parasita, vive no corpo da outra espécie, chamada de hospedeira, alimentando-se dela. Os parasitas podem viver sobre (ectoparasita) ou dentro (endoparasita) do corpo do hospedeiro.

Exemplos de parasitismo:

- o piolho e o homem - ectoparasita
- a pulga e o cachorro - ectoparasita
- a lombriga e o homem – endoparasita.

7. CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

CICLO DA ÁGUA

Pode definir-se ciclo hidrológico como a sequência fechada de fenômenos pelos quais a água passa do globo terrestre para a atmosfera, na fase de vapor, e regressa àquele, nas fases líquida e sólida. A transferência de água da superfície do Globo para a atmosfera, sob a forma de vapor, dá-se por evaporação direta, por transpiração das plantas e dos animais e por sublimação (passagem direta da água da fase sólida para a de vapor).

A quantidade da água mobilizada pela sublimação no ciclo hidrológico é insignificante perante a que é envolvida na evaporação e na transpiração, cujo processo conjunto se designa por evapotranspiração.

O vapor de água é transportado pela circulação atmosférica e condensa-se após percursos muito variáveis, que podem ultrapassar 1000 km. A água condensada dá lugar à formação de nevoeiros e nuvens e a precipitação a partir de ambos.

A precipitação pode ocorrer na fase líquida (chuva ou chuvisco) ou na fase sólida (neve, granizo ou saraiva). A água precipitada na fase sólida apresenta-se com estrutura cristalina no caso da neve e com estrutura granular, regular em camadas, no caso do granizo, e irregular, por vezes em agregados de nódulos.

A precipitação inclui também a água que passa da atmosfera para o globo terrestre por condensação do vapor de água (orvalho) ou por congelamento daquele vapor (geada) e por intercepção das gotas de água dos nevoeiros (nuvens que tocam no solo ou no mar).

A água que precipita nos continentes pode tomar vários destinos. Uma parte é devolvida diretamente à atmosfera por evaporação; a outra origina escoamento à superfície do terreno, escoamento superficial, que se concentra em sulcos, cuja reunião dá lugar aos cursos de água. A parte restante infiltra-se, isto é, penetra no interior do solo, subdividindo-se numa parcela que se acumula na sua parte superior e pode voltar à atmosfera por evapotranspiração e noutra que caminha em profundidade até atingir os lençóis aquíferos e vai constituir o escoamento subterrâneo.

Tanto o escoamento superficial como o escoamento subterrâneo vai alimentar os cursos de água que desaguam nos lagos e nos oceanos, ou vão alimentar diretamente estes últimos.

O escoamento superficial constitui uma resposta rápida à precipitação e cessa pouco tempo depois dela. Por seu turno, o escoamento subterrâneo, em especial quando se dá através de meios porosos, ocorre com grande lentidão e continua a alimentar os cursos de água longo tempo após ter terminado a precipitação que o originou.

Assim, os cursos de água alimentados por aquíferos apresentam regimes de caudal mais regulares. Os processos do ciclo hidrológico decorrem, como se descreveu, na atmosfera e no globo terrestre, pelo que se pode admitir dividido o ciclo da água em dois ramos: aéreo e terrestre. A água que precipita nos continentes vai, assim, repartir-se em três parcelas: uma que é reenviada para a atmosfera por evapotranspiração e duas que produzem escoamento superficial e subterrâneo. Esta repartição é condicionada por fatores vários, uns de ordem climática e outros respeitantes às características físicas do local onde incide a precipitação dependente do tipo de solo, seu uso e estado, e subsolo.

Assim, a precipitação, ao incidir numa zona impermeável, origina escoamento superficial e evaporação direta da água que se acumula e fica disponível à superfície. Incidindo num solo permeável, pouco espesso, assente numa formação geológica impermeável, produz escoamento superficial (e, eventualmente, uma forma de escoamento intermédia - escoamento sub-superficial), evaporação da água disponível à superfície e ainda evapotranspiração da água que foi retida pela camada do solo de onde pode passar à atmosfera. Em ambos os casos não há escoamento subterrâneo; este ocorre no caso de a formação geológica subjacente ao solo ser permeável e espessa.

A energia solar é a fonte da energia térmica necessária para a passagem da água das fases líquida e sólida para a fase do vapor; é também a origem das circulações atmosféricas que transportam vapor de água e deslocam as nuvens.

A atração da gravidade dá lugar à precipitação e ao escoamento. O ciclo hidrológico é uma realidade essencial do ambiente. É também um agente modelador da crosta terrestre devido à erosão e ao transporte e deposição de sedimentos por via hidráulica. Condiciona a cobertura vegetal e, de modo mais genérico, a vida na Terra.

O ciclo hidrológico à escala planetária pode ser encarado como um sistema de destilação gigantesco, estendido a todo o Globo. O aquecimento das regiões tropicais devido à radiação solar provoca a evaporação contínua da água dos oceanos, que é transportada sob a forma de vapor pela circulação geral da atmosfera, para outras regiões. Durante a transferência, parte do vapor de água condensa-se devido ao arrefecimento e forma nuvens que originam a precipitação. O retorno às regiões de origem resulta da ação combinada do escoamento proveniente dos rios e das correntes marítimas.

CICLO DO CARBONO

O carbono é um elemento químico metaloide que é encontrado na natureza ou cristalizado. Sendo junto com o hidrogênio elementos básicos na estrutura dos compostos orgânicos. É encontrado sob as formas de: diamante, grafite , carvão, hulha, antracito, óxidos, dióxidos, hidratos.

O carbono combina-se com vários metais, dando origem aos carbonetos. O anidrido carbônico ou gás carbônico. O trióxido de carbono pode ser resultante da combustão do gás carbônico.

Os carbonos passam de sólido a gás quando se encontram em fornos elétricos desprovidos da presença de oxigênio.

As pessoas que trabalham em recintos onde se encontra carvão, que queime constantemente, estão sujeitas a envenenamento do sangue, pelo fato da ação do monóxido de carbono sobre a hemoglobina. O carbono é bastante empregado nas indústrias, quer como redutor dos sulfetos metálicos quer na produção de aço. O carbono difere dos outros elementos pelo fato de formar mais compostos que todos outros juntos. Outros elementos: 40 mil; Carbono: 400 mil. Capacidade de formar cadeias e anéis. O carbono é um componente primário da matéria viva.

CICLO GEOLÓGICO DO CARBONO

O dióxido de carbono se desprende das fumarolas e das fontes termais; uma parte deste dióxido de carbono é juvenil e outra é meteórica. Uma parte deste CO_2 pode reagir metassomaticamente e substituindo a sílica das rochas silicatadas – a consequência disto é a formação de espilitas e rochas talco-carbonatadas. A maior ponte do dióxido do carbono se desprende para atmosfera ou se dissolve na água.

Durante a meteorização, as águas que contém dióxido de carbono reagem principalmente com os sais de cálcio dissolvidos para formar carbonato e bicarbonatos cálcicos. Por último, o carbonato cálcico se precipita por agentes orgânicos ou inorgânicos,. A maior perda no ciclo do carbono é a formação de calcário. É evidente que o dióxido de carbono que desaparece do ciclo por este processo não volta nunca por completo à atmosfera. Durante a silicificação dos calcários não se desprendem mais que uma quantidade insignificante de dióxido de carbono porque a quantidade de rochas carbonatadas tende a aumentar.

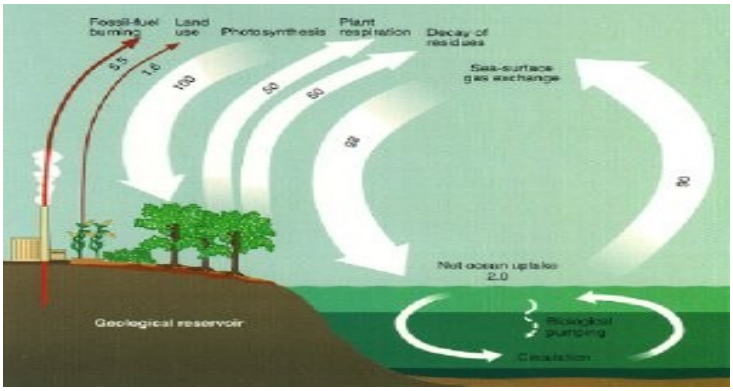
CARBONO ATMOSFÉRICO

Nas plantas o carbono entra e sai por difusão, na forma de CO_2, através dos estômatos presentes na epiderme das folhas. Entrando, o CO_2 vai servir como matéria-prima de compostos orgânicos, durante a fotossíntese. Saindo, o CO_2 é um dos produtos finais da respiração. Já os animais realizam apenas a respiração liberando o CO_2 na atmosfera, e obtêm o carbono de que precisam de forma direta, se herbívoros, ou de forma indireta se forem carnívoros. Depois de mortos, tanto animais quanto vegetais, sofrem a ação dos decompositores, se a decomposição de sua matéria orgânica for total, há liberação de gás carbônico e água, e se for parcial, há transformação em material combustível. A matéria combustível quando queimada, devolve o carbono à atmosfera na forma de CO_2. Ou seja, o carbono fixado por fotossíntese, mais cedo ou mais tarde retorna à atmosfera pela decomposição da matéria orgânica morta.

As florestas do mundo não são apenas os principais consumidores de dióxido de carbono em terra; também representam o principal reservatório de carbono fixado biologicamente. As florestas contêm entre 400 e 500 bilhões de toneladas de carbono, ou aproximadamente, dois terços da quantidade presente como dióxido de carbono na atmosfera (700 bilhões de toneladas).

O ciclo do carbono revela dados e quantidades verdadeiramente surpreendentes. Está provado que uma determinada célula de CO_2 da atmosfera entra em uma certa estrutura vegetal uma vez a cada 200 anos e que todo o oxigênio do ar é renovado pelos vegetais de 2.000 em 2.000 anos.

O ciclo respiração-fotossíntese, já alterado pela introdução do homem, via atmosfera, de grande quantidade de dióxido de carbono, pela combustão dos chamados combustíveis fósseis. Um fator que ameniza este fato, é que os mares são imensos reservatórios de carbono que agem como amortecedores de choque do gás carbônico na atmosfera. Pode-se dizer: aumente-se a quantidade do gás carbônico na atmosfera e o oceano se encarrega de retirá-lo. Retire-se gás carbônico do ar e o mar reporá novamente. De 1.850 dC, o homem, inadvertidamente, vem realizando um experimento geoquímico global, queimando grandes quantidades de combustíveis fósseis e, dessa forma, devolvendo à atmosfera o carbono que foi fixado pela fotossíntese a milhões de anos atrás. Geralmente, entre cinco e seis bilhões de toneladas carbono fóssil são liberadas por ano na atmosfera. Isto seria suficiente para aumentar a quantidade de dióxido de carbono no ar de 2,3 partes por milhão por ano, se o dióxido de carbono estivesse uniformemente distribuído e não fosse removido. No século passado, o conteúdo de dióxido de carbono aumentou de 290 partes por milhão para 320, sendo que mais de um quinto desse aumento ocorreu na década passada. O aumento total corresponde somente a um pouco mais de um terço do dióxido de carbono (cerca de 200 bilhões de toneladas no total) liberado dos combustíveis fósseis. Embora a maior parte dos dois terços restantes tenha ido para os oceanos, uma fração significativa pode perfeitamente ter aumentado a quantidade total de vegetação na terra. Estudos de laboratório mostram que as plantas crescem mais rapidamente quando o ar circundante é enriquecido com o dióxido de carbono. Assim, é possível que o homem esteja fertilizando campos e florestas, com a queima dos combustíveis fósseis.



A importância do ciclo do carbono na natureza pode ser melhor evidência pela estimativa de que todo o CO_2 presente no ar, caso não houvesse reposição, seria completamente exaurido em menos de 20 anos, tendo em vista a fotossíntese atual. A fixação total de carbono por ano, nos oceanos, ascende à cifra aproximada de $1,2 \times 10^{10}$ tons, enquanto que o teor fixado em terra é da ordem de $1,6 \times 10^{10}$ tons. As plantas clorofiladas constituem o mais importante agente da redução do CO_2 a matéria orgânica; outros seres, como as bactérias fotossintetizantes e as quimiolitotróficas (redutoras de CO_2), têm pequena contribuição para idêntico fim.

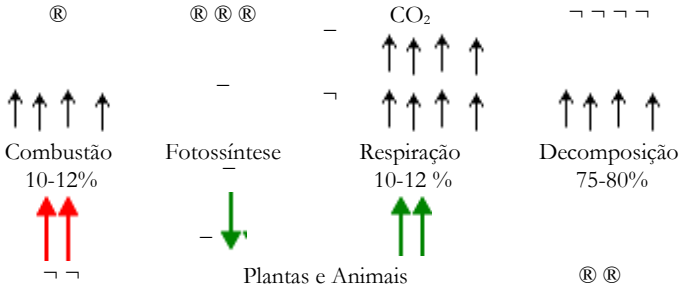
Nos processos de mineralização das substâncias carbonadas, com a consequente reposição do CO_2 à atmosfera, tem relevante papel os microrganismos heterotróficos. Outra grande contribuição destes no ciclo de carbono é o suprimento de CO_2 ao solo, onde este gás funciona como um eficiente solvente na preparação de alimentos inorgânicos para as plantas, a partir de substâncias minerais do solo. De importância relevante é ainda a operação de degradação levada ao cabo pelos microrganismos, das grandes quantidades de celulose, amido e outros inúmeros carboidratos complexos presentes no solo, provenientes de modo especial de tecidos vegetais, sem o que a crosta terrestre se transformaria pouco a pouco numa impenetrável camada de plantas mortas, inteiramente inadequada aos processos vitais que aí tem lugar. O trabalho dos microrganismos contribui de modo decisivo para elaboração do húmus.

AS FONTES DE CARBONO INTRODUZIDO NO SOLO SÃO NUMEROSAS:

Carbono mineral do CO_2 atmosférico e dos carbonatos telúricos e o carbono orgânico dos organismos vegetais e animais, sob suas múltiplas formas, desde os glucídios simples até as substâncias altamente polimerizadas, como a celulose, ou de es-

trutura complexa, como a lignina. O metabolismo destas diversas formas varia extraordinariamente no solo devido à estrutura mesma das substâncias carbonadas e a multiplicidade das espécies zimógenas ativas sobre elas. Estas variações traduzem-se por diferentes velocidades de ataque e produção de substâncias metabólicas intermediárias diversas. De fato, se os produtos finais constantemente CO_2 e H_2O (e mais CH_4, em anaerobiose), os produtos intermediários, são extremamente variáveis: ácidos orgânicos, aldeídos, álcoois, açúcares, mais ou menos complexos. A mineralização do carbono orgânico é excepcionalmente realizada em uma única etapa, e via de regra, numerosos grupos bacterianos e fúngicos intervêm sucessivamente até o processo atingir a sua fase final.

Este ciclo é ainda complicado pelo fato das substâncias glucídicas estarem constantemente associadas em proporções variáveis, com substâncias azotadas (proteínas) ou lipídicas, com lignina, com resinas, com taninos, etc., Por fim, como último fator de complicação considere-se que, ao mesmo tempo que se tem lugar a degradação de carboidratos complexos, os microrganismos sintetizam corpos do mesmo tipo (hemiceluloses microbianas, por exemplo) e seus demais constituintes celulares, tornando-se difícil a separação entre os compostos intermediários de degradação e os de síntese. Uns e outros podem, por combinações químicas ou arranjos físicos, se ligar entre si ou a outros corpos, para formarem as substâncias de reserva húmicas. Tal se apresenta a complexidade do ciclo do carbono na natureza.



Muitos dos compostos orgânicos ternários (açúcares, amido, ácidos orgânicos, aldeídos etc.) são decompostos por um número relativamente grande de fungos, bactérias e actinomicetos do solo, através de vários tipos de reações que se desenvolvem em sucessão, no exterior e no interior das células microbianas, resultando na liberação final de CO_2.

CICLO DO OXIGÊNIO

Os átomos do elemento oxigênio, utilizados pelos seres vivos, encontram-se combinados dois a dois, constituindo o gás oxigênio, um dos componentes da atmosfera de nosso planeta, ou associados ao hidrogênio constituindo a água ou, ainda, na forma de CO_2.

O oxigênio atmosférico, na forma de O_2, é captado por plantas e animais para ser utilizado no processo da respiração. Neste processo, o oxigênio combina com o hidrogênio, formando moléculas de água. A água formada na respiração retorna para o ambiente através da transpiração e da excreção é utilizada nas reações químicas do ser vivo, acabando por fornecer os hidrogênios e os oxigênios que farão parte da matéria orgânica. Neste caso, o oxigênio voltará à atmosfera na forma de água e gás carbônico, por ocasião da morte e consequente decomposição do organismo. A água pode ser ainda utilizada pelas plantas no processo da fotossíntese. Durante este processo, as moléculas de água serão quebradas, passando os hidrogênios a fazerem parte das moléculas orgânicas sintetizadas, e o oxigênio será liberado na atmosfera, na forma de O_2.

Parte do oxigênio da atmosfera concentra-se entre quinze e trinta quilômetros da superfície, na troposfera. Nessa altura, a radiação solar ultravioleta atinge as moléculas de oxigênio, que, ao absorver esse tipo de radiação, se quebra liberando átomos de oxigênio. Como são extremamente reativos, esses átomos reagem com outras moléculas de oxigênio, formando o ozônio.

O NITROGÊNIO E O CICLO DO NITROGÊNIO.

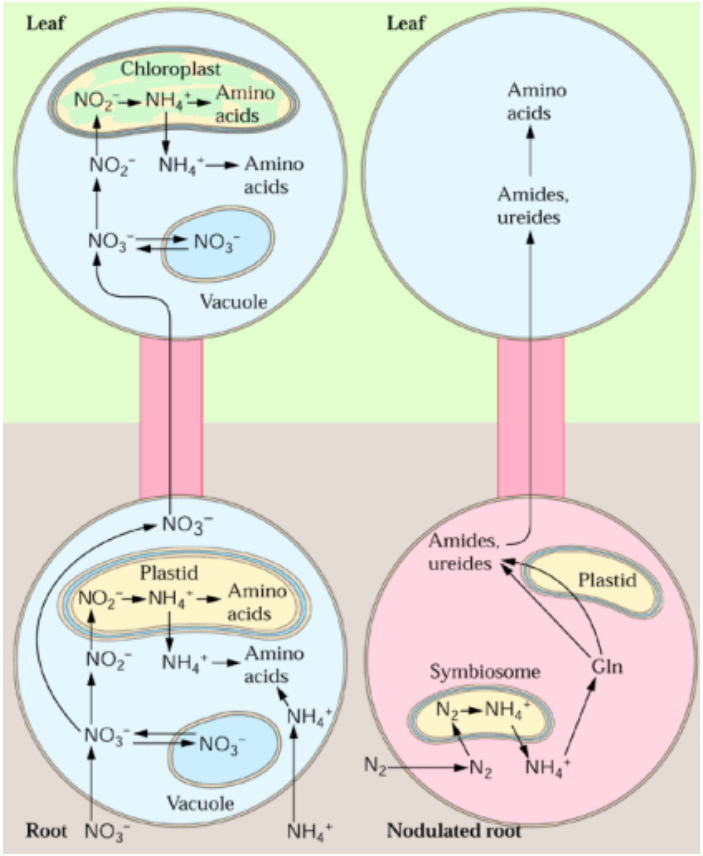


Figura 1: Absorção do Nitrogênio por plantas noduladas e não noduladas.

As plantas requerem certo número de elementos além daqueles que obtém diretamente da atmosfera (carbono e oxigênio sob a forma de dióxido de carbono) e da água do solo (hidrogênio e oxigênio). Todos estes elementos, com exceção de um, provêm da desintegração das rochas e são captados pelas plantas a partir do solo. A exceção é o nitrogênio, que representa 78% da atmosfera terrestre. Embora as rochas da superfície terrestre constituam também a fonte primária de nitrogênio, este penetra no solo, indiretamente por meio da atmosfera, e, através do solo, penetra nas plantas que crescem sobre ele. Entretanto, a maioria dos seres vivos é capaz de utilizar o nitrogênio atmosférico para sintetizar proteínas e outras substâncias orgânicas. (Ao contrário do carbono e do oxigênio, o nitrogênio é muito pouco reativo do ponto de vista químico, e apenas certas bactérias e algas azuis possuem a capacidade altamente especializada de assimilar o nitrogênio da atmosfera e convertê-lo numa forma que pode ser usada pelas células. A deficiência de nitrogênio utilizável constitui muitas vezes, o principal fator limitante do crescimento vegetal.

O processo pelo qual o nitrogênio circula através das plantas e do solo pela ação de organismos vivos é conhecido como ciclo do nitrogênio.

AMONIFICAÇÃO

Grande parte do nitrogênio encontrado no solo provém de materiais orgânicos mortos, nos quais existe sob a forma de compostos orgânicos complexos, tais como proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos e nucleótides. Entretanto, estes compostos nitrogenados são, em geral, rapidamente decompostos em substâncias mais simples por organismos que vivem nos solos. As bactérias saprófitas e várias espécies de fungos são os principais responsáveis pela decomposição de materiais orgânicos mortos. Estes microrganismos utilizam as proteínas e os aminoácidos como fonte para suas próprias proteínas e liberam o excesso de nitrogênio sob a forma de amônio ($NH4^+$). Este processo é denominado amonificação. O nitrogênio pode ser fornecido sob a forma de gás amoníaco (NH3), mas este processo ocorre geralmente apenas durante a decomposição de grandes quantidades de materiais ricos em nitrogênio, como numa grande porção de adubo ou fertilizante. Em geral, a amônia produzida por amonificação é dissolvida na água do solo, onde se combina a prótons para formar o íon amônio.

NITRIFICAÇÃO

Várias espécies de bactérias comumente encontradas nos solos são capazes de oxidar a amônia ou amônio. A oxidação do amoníaco, conhecida como nitrificação, é um processo que produz energia e a energia liberada é utilizada por estas bactérias para reduzir o dióxido de carbono, da mesma forma que as plantas autotróficas utilizam a energia luminosa para a redução do dióxido de carbono. Tais organismos são conhecidos como autotróficos quimiossintéticos (diferentes dos autotróficos fotossintéticos, como as plantas e as algas). As bactérias nitrificantes quimiossintéticas *Nitrosomonas* e *Nitrosococcus* oxidam o amoníaco dando nitrito ($^{-}NO_2^-$):

$$2NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2NO_2^- + 2H + 2H_2O$$

O nitrito é tóxico para as plantas superiores, mas raramente se acumula no solo. *Nitrobacter,* outro gênero de bactéria, oxida o nitrito, formando nitrato ($^{-}NO_3^-$), novamente com liberação de energia:

$$2NO_2 + O_2 \longrightarrow 2NO_3^-$$

O nitrato é a forma sob a qual quase todo o nitrogênio se ove do solo para o interior das raízes.

Poucas espécies vegetais são capazes de utilizar proteínas animais como fonte de nitrogênio. Estas espécies, que compreendem as plantas carnívoras, possuem adaptações especiais utilizadas para atrair e capturar pequenos animais. Digerem-se, absorvendo os compostos nitrogenados e outros compostos orgânicos e minerais, tais como potássio e fosfato. As plantas carnívoras em sua maioria são encontradas em pântanos, que são em geral fortemente ácidos e, portanto, desfavoráveis ao crescimento de bactérias nitrificantes.

ASSIMILAÇÃO DO NITROGÊNIO

Uma vez que o nitrato se encontra no interior da célula, é novamente reduzido à amônia. Este processo de redução requer energia, em contraste com o processo de nitrificação, que envolve oxidação (do $NH4^+$) e liberação de energia. Os íons amônio formados pelo processo de redução são transferidos a compostos carbonados para produzir aminoácidos e outros compostos orgânicos nitrogenados. Este processo é conhecido como aminação. A incorporação do nitrogênio em compostos orgânicos ocorre, em grande parte, nas células jovens e em crescimento das raízes. As etapas iniciais do metabolismo do nitrogênio parecem ocorrer diretamente nas raízes; quase todo o nitrogênio que ascende no xilema do caule já se encontra sob a forma de moléculas orgânicas, principalmente aminoácidos.

FORMAÇÃO DOS AMINOÁCIDOS

Os aminoácidos formam-se a partir de íons, amônio e cetoácidos. Os cetoácidos são geralmente produtos da fragmentação dos açúcares. A figura abaixo mostra a reação global pela qual um cetoácido se combina ao amônio para formar um aminoácido. O principal aminoácido formado desta maneira é o ácido glutâmico (figura 1). O ácido glutâmico é o principal transportador de nitrogênio na planta.

Além dos aminoácidos produzidos pela aminação de um cetoácido, outros são formados por transaminação. A transaminação é a transferência do grupamento amino ($-NH_2$) de um aminoácido para um cetoácido, formando outro aminoácido. A figura abaixo mostra a formação da alanina pela transferência do grupamento amino do ácido glutâmico para o ácido pirúvico.

A planta, quer por aminação ou transaminação é capaz de sintetizar todos os aminoácidos necessários a partir do nitrogênio inorgânico. Os animais são capazes de sintetizar apenas cerca de 8 dos 20 aminoácidos necessários, devendo adquirir os outros por meio da alimentação. Por conseguinte, o mundo animal depende totalmente do reino vegetal para suas proteínas, bem como para seus carboidratos.

OUTROS COMPOSTOS NITROGENADOS

Outros importantes compostos orgânicos nitrogenados incluem as nucleótides, tais como ATP, ADP, NAD e NADP: a clorofila e outras moléculas orgânicas semelhantes com anéis de porfirina: e os ácidos nucleicos ADN e ARN. Muitas das vitaminas, como o grupo das vitaminas B, contêm nitrogênio. Estas substâncias, como os aminoácidos, podem ser sintetizadas pelas plantas a partir do nitrogênio inorgânico, mas devem ser obtidas das plantas pelos animais.

Outra grande diferença entre plantas e animais na manipulação do nitrogênio consiste na capacidade das plantas de reciclar o amoníaco ou o amônio. Os animais são incapazes de reciclar estes produtos de degradação do metabolismo do nitrogênio e, em consequência, os compostos nitrogenados são constantemente excretados na urina, fezes, suor e mesmo lágrimas. Embora ocorra alguma perda de nitrogênio nas folhas que caem das plantas, apenas pequenas quantidades dele são excretadas pelo corpo da planta. De fato, a excreção de grandes quantidades de materiais de degradação de qualquer espécie é apenas típica dos animais.

PERDA DE NITROGÊNIO

Conforme observamos, os compostos nitrogenados das plantas clorofiladas retornam ao solo com a morte das mesmas (ou dos animais que delas se alimentaram), sendo reprocessados pelos organismos e microrganismos do solo, absorvidos pelas raízes sob a forma de nitrato dissolvido na água do solo e reconvertidos em compostos orgânicos. Durante o decorrer deste ciclo verifica-se sempre uma "perda" de certa quantidade de nitrogênio, no sentido de se tornar inutilizável para a planta.

Uma das principais causas desta perda de nitrogênio é a remoção de plantas do solo. Os solos cultivados exibem frequentemente um declínio constante no conteúdo de nitrogênio. O nitrogênio pode ser também perdido quando a parte superficial do solo é decapitada pela erosão ou quando sua superfície é destruída pelo fogo. O nitrogênio é também removido pela lixiviação; os nitratos e nitritos, que são anions, mostram-se particularmente suscetíveis à lixiviação pela água que se infiltra através do solo. Em alguns solos, bactérias desnitrificantes decompõem os nitratos e liberam nitrogênio para o ar. Este processo que fornece à bactéria o oxigênio necessário para a respiração é dispendioso em termos de necessidades energéticas (isto é, o O2 pode ser reduzido mais rapidamente que o $NO3^-$) e ocorre extensamente apenas nos solos com deficiência de oxigênio, isto é, nos solos que são mal drenados e, portanto, pobremente arejados.

Algumas vezes, uma alta proporção do nitrogênio presente no solo não é disponível para as plantas. Esta imobilização ocorre quando existe excesso de carbono. Quando substâncias orgânicas ricas em carbono, mas pobres em nitrogênio (a palha é um bom exemplo) se encontram em abundância no solo, os microrganismos que atacam estas substâncias precisarão de mais nitrogênio do que contêm a fim de utilizar totalmente o carbono presente. Em consequência, não utilizarão apenas o nitrogênio presente na palha ou material semelhante, mas também todos os sais de nitrogênio disponíveis no solo. Consequentemente, este desequilíbrio tende a normalizar-se à medida que o carbono é fornecido sob a forma de dióxido de carbono pela respiração microbiana, e à medida que aumenta a proporção entre nitrogênio e carbono no solo.

FIXAÇÃO DO NITROGÊNIO

Conforme podemos ver, se todo o nitrogênio que é removido do solo não fosse constantemente reposto, praticamente doa a vida neste planeta desapareceria finalmente. O nitrogênio é reabastecido no solo pela fixação do nitrogênio (figura 3).

A fixação do nitrogênio é o processo pelo qual o nitrogênio gasoso do ar é incorporado em compostos orgânicos nitrogenados e, assim, introduzido no ciclo do nitrogênio. A fixação deste gás, que pode ser efetuada, em graus apreciáveis, por apenas algumas bactérias e algas azuis, é um processo do qual dependem atualmente todos os organismos vivos, da mesma forma que todos eles dependem, em última análise, da fotossíntese para a obtenção de energia.

Uma a duas centenas de milhões de toneladas métricas de nitrogênio são acrescentadas à superfície terrestre a cada ano pelos sistemas biológicos. O homem produz 28 milhões de toneladas métricas, cuja maior parte é utilizada como fertilizantes; no entanto, este processo é efetuado com alto custo energético em termos de combustíveis fôsseis. A quantidade total de energia necessária para a produção de fertilizantes de amônio é atualmente estimada como equivalente a 2 milhões de barris de óleo por dia. De fato, calcula-se que os custos da fertilização com nitrogênio estão atingindo o ponto de lucros decrescentes. As culturas tradicionais em áreas tais como a Índia não atingem uma produção significativamente aumentada com a utilização de fertilizantes com nitrogênio, tendo baixas necessidades deste elemento, mas estão sendo atualmente substituídas por "cereais milagrosos" e outras culturas que não produzem mais com fertilização com nitrogênio - justamente numa época em que tal tratamento está se tornando proibitivamente dispendioso.

Das várias classes de organismos fixadores de nitrogênio, as bactérias simbióticas são, incomparavelmente, as mais importantes em termos de quantidades totais de nitrogênio fixado. A mais comum das bactérias fixadoras de nitrogênio é *Rhizobium*, que é um tipo de bactéria que invade as raízes de leguminosas (angiospermas da família *Fabaceae* ou *Leguminosae*), tais como trevo, ervilha, feijão, ervilhaca e alfafa.

Os efeitos benéficos das leguminosas sobre o solo são tão óbvios que foram reconhecidos há centenas de anos. Teofrasto, que viveu no terceiro século a.C. escreveu que os gregos utilizavam culturas de feijão para enriquecer os solos. Nos locais em que as leguminosas crescem, certa quantidade de nitrogênio "extra" pode ser liberada para o solo, onde se torna disponível para outras plantas. Na agricultura moderna constitui prática comum alternar uma cultura não leguminosa, como o milho, com uma leguminosa, como a alfafa. As leguminosas são então colhidas para feno deixando as raízes ricas em nitrogênio, ou ainda melhor, são aradas novamente no campo. Uma boa colheita de alfafa, que é recolocada no solo, pode fornecer 450 quilogramas de nitrogênio por hectare. A aplicação dos elementos vestigiais cobalto e molibdênio exigidos pelas bactérias simbióticas, incrementa grandemente a produção de nitrogênio se estes elementos estiverem presentes em quantidades limitantes, como em grande parte da Austrália.

MICRORGANISMOS FIXADORES DE NITROGÊNIO DE VIDA LIVRE

As bactérias não simbióticas dos gêneros *Azotobacter* e *Clostridium* são capazes de fixar o nitrogênio. *Azotobacter* é aeróbico, ao passo que *Clostridium* é anaeróbico; ambas são bactérias saprófitas comuns encontradas no solo. Calcula-se que elas fornecem provavelmente cerca de 7 quilogramas de nitrogênio por hectare de solo por ano. Outro grupo importante inclui muitas bactérias fotossintéticas. As algas azuis de vida livre desempenham também um papel importante na fixação do nitrogênio. São cruciais para o cultivo do arroz, que constitui a principal dieta de mais da metade da população mundial. As algas azuis podem desempenhar também um importante papel ecológico na fixação do nitrogênio nos oceanos.

A distinção entre fixação do nitrogênio por organismos de vida livre e simbióticos pode não ser tão rigorosa como se pensava tradicionalmente. Alguns micróbios ocorrem regularmente no solo, ao redor das raízes de certas plantas que eliminam carboidratos, consumindo estes compostos e, ao mesmo tempo, fornecendo indiretamente nitrogênio para as plantas. As associações simbióticas entre bactérias normalmente de vida livre, como *Azotobacter*, e as células de plantas superiores em culturas de tecido induziram seu crescimento num meio artificial carente de nitrogênio.

OUTRAS FONTES DE NITROGÊNIO

O nitrogênio gasoso pode ser oxidado pelos relâmpagos e arrastado para o solo através da chuva. A água pluvial pode carregar amônia que escapou na atmosfera. As medições realizadas numa estação experimental na Inglaterra, durante um período de 5 anos, mostraram que a água da chuva levou 7,1 quilogramas de nitrogênio por hectare por ano.

SOLOS E AGRICULTURA

Os elementos essenciais ao crescimento das plantas constituem apenas uma pequena proporção dos solos mais férteis, conforme podemos observar no Quadro 1. Os minerais mais comuns dos solos derivam do alumínio e do silício, mas estes, embora desempenhem um papel na manutenção dos elementos essenciais, não contribuem diretamente para a nutrição dos vegetais.

Quadro 1: Concentrações e quantidades dos elementos essenciais em solos agrícolas representativos.

Elemento Essencial	Porcentagem no Solo
Ferro	3,5
Potássio	1,5
Cálcio	0,5
Magnésio	0,4
Nitrogênio	0,1
Fósforo	0,06
Enxofre	0,05
Manganês	0,05
Boro	0,002
Zinco	0,001
Cobre	0,0005
Molibdênio	0,0001

Em situações normais, os elementos presentes no solo recirculam, tornando-se novamente disponíveis para o crescimento das plantas. Conforme discutimos anteriormente, as partículas de argila de carga negativa são capazes de ligar íons positivamente carregados, tais como, por exemplo, Ca^{2+}, Mg^{2+} e K^{+}. Os íons são removidos das partículas pelas raízes da planta, quer diretamente, quer após passar na solução do solo. Em geral, os cátions exigidos pelas plantas estão presentes em grandes quantidades nos solos férteis e as quantidades removidas por culturas simples são pequenas. Entretanto, quando uma série de culturas cresce num determinado campo e quando os nutrientes são continuamente removidos do ciclo pela sua colheita, alguns cátions (comumente o potássio) podem esgotar-se a tal ponto que se torna necessário adicionar fertilizantes contendo o elemento ausente.

O nitrogênio e o fósforo podem constituir também fatores limitantes sob condições de agricultura devido, em grande parte, à colheita das plantas. Por conseguinte, o nitrogênio, o fósforo e o potássio são os três elementos mais comumente incluídos nos fertilizantes comerciais. Os fertilizantes são geralmente rotulados com uma fórmula que indica a percentagem de cada um destes três elementos. Por exemplo, um fertilizante 10-5-5 é um fertilizante que contém 10% de nitrogênio, 5% de ácido fosfórico e 5% de potássio.

Outros elementos essenciais são limitantes em solos cultivados, embora sejam necessários em quantidades muito pequenas.

8. DESEQUILÍBRIO ECOLÓGICO

Há na natureza um equilíbrio dinâmico entre os organismos vivos e o ambiente em que vivem, compartimentos estes que, como já vimos, formam o ecossistema, com suas trocas e influências entre organismos e entre eles e o meio. Fator de desequilíbrio é qualquer acontecimento ou evento que venha a perturbar as características naturais de um ecossistema.

FATORES NATURAIS DE DESEQUILÍBRIO

São eventos muito esporádicos, imprevisíveis, como grandes furacões, terremotos, tempestades, maremotos, vendavais etc., os quais tendem a gerar intensa destruição nos ambientes onde ocorrem. Dependendo do tipo de ecossistema atingido, os danos na comunidade biológica podem ser intensos, sendo necessários vários anos para a sua plena recuperação. Em alguns casos, eventos esporádicos, mas cíclicos (voltam a ocorrer em períodos de tempo longos, mas relativamente regulares), induzem as comunidades ao desenvolvimento de adaptações, como, por exemplo, nos cerrados, onde o fogo é um fator estressante periódico, que ocorre em intervalos de alguns anos. Neste exemplo, muitas árvores e plantas já se encontram adaptadas ao fogo, algumas inclusive necessitando dele em alguns processos reprodutivos. Neste caso, o fogo do cerrado é um fator de desequilíbrio para alguns componentes do ecossistema, mas para outros não.

FATORES DE DESEQUILÍBRIO INDUZIDOS PELO HOMEM

Nesta categoria se encontram todos os tipos de estresse produzido pelo homem na natureza: poluição atmosférica, poluição dos rios e lagos, poluição dos mares e oceanos, desmatamento de florestas, matas ciliares e mangues, depredação e captura de espécies para comércio, macacos, aves, focas, sobrepesca (captura excessiva de peixes, captura de peixes muito jovens e peixes em época reprodutiva), aquecimento global (efeito estufa), redução na camada de ozônio, explosão demográfica, etc.

Estes e outros fatores, ligados às atividades humanas causam perturbações nos ecossistemas que vão desde efeitos imperceptíveis, a curto prazo, até a total destruição de ecossistemas inteiros, como ocorre com os aterros de manguezais, queimadas na Amazônia, derrames de petróleo, etc. Um aspecto muito importante no que diz respeito aos fatores de desequilíbrio ecológico, é que estando todas as espécies interligadas em um ecossistema e dependendo do ambiente físico para viver, as perturbações ocorridas em uma espécie ou um compartimento ecológico (por exemplo, animais herbívoros) refletirão em toda a teia trófica, causando danos muito maiores em todo o ecossistema.

Exemplo:

- **O ambiente** - Os costões rochosos do litoral de São Paulo, situados nos cantos das praias, e nas ilhas, são ecossistemas ricos em diversidade e densidade de organismos, os quais são agrupados em produtores (algas verdes, vermelhas, pardas), herbívoros (caramujos pastadores, caranguejos, ouriços etc.), carnívoros (caramujos, siris, caranguejos, estrelas do mar), comedores de areia (pepinos do mar) e filtradores (cracas, mexilhões, ostras...). Todos estes organismos, cuja diversidade pode chegar a várias centenas de espécies, estão ligados pela teia trófica, na qual uns servem de alimento para outros.
- **O fato** - Um derrame de óleo atinge o costão recobrindo parte da comunidade presente nas rochas. Diversas espécies de algas morrem intoxicadas pelos compostos químicos do óleo, bem como estrelas do mar, anêmonas e ouriços. Caranguejos herbívoros e caramujos morrem asfixiados e recobertos pelo óleo.
- **Consequências** - Com a redução drástica das algas presentes na rocha, os herbívoros que sobreviveram não terão recursos para se alimentarem e sua taxa de mortalidade irá aumentar; consequentemente, os carnívoros que deles se alimentavam também iniciarão um período de abstinência alimentar, e assim por diante ao longo de toda a teia alimentar. Por outro lado, com a morte das algas, muito espaço na rocha foi desocupado e as espécies mais resistentes e com grande capacidade reprodutiva, como as cracas, ocupam a rocha descoberta, em uma área diferente da sua área natural de ocupação. Com o tempo, um processo de sucessão ecológica se inicia, onde o ambiente passa por fases de recuperação até retornar às condições próximas às de antes do derrame de petróleo.

A recuperação após perturbações ecológicas graves pode durar muitos anos ou até décadas, como é o caso dos manguezais (desmatamento e aterro de manguezais não possibilitam a recuperação natural dos mesmos).

A séria realidade do desmatamento da Amazônia é outro bom exemplo. A floresta vive sobre um sedimento extremamente pobre em nutrientes. Os sais, oligo elementos (substâncias vitais, mas necessárias em pequenas quantidades) e todos os nutrientes necessários às plantas são extraídos das camadas superficiais do solo onde se acumula grande quantidade de matéria orgânica vegetal e animal. Todo este material é constantemente decomposto pelas bactérias e fungos (decompositores) com o auxílio dos insetos que trituram e 'picotam' os restos vegetais, e os nutrientes retornam às plantas fechando um ciclo delicado e equilibrado. Com o desmatamento, para a formação de pasto para o gado, este ciclo da floresta é quebrado. O pasto que cresce no lugar da floresta logo extingue os poucos nutrientes do solo e não consegue mais resistir, tornando necessários novos desmatamentos. A própria queima, método utilizado no desmatamento já é bastante prejudicial ao solo.

O desequilíbrio ecológico, resultante de atividades humanas desordenadas causa perturbações, a curto, médio e longo prazo nos ecossistemas naturais, mas também tende a reverter estas perturbações ao próprio homem, uma vez que ele vive e depende do meio ambiente para continuar a sobreviver. Sem água potável, sem ar respirável, sem florestas, sem fauna e flora em equilíbrio, a qualidade de vida do próprio homem se encontrará ameaçada. Há muitos indícios de que as mesmas espécies marinhas e terrestres que hoje estão se extinguindo estão levando consigo substâncias presentes em seus corpos que poderiam ser a solução de muitas doenças. Isto é especialmente verdadeiro para as centenas de espécies de plantas e animais desconhecidos da Amazônia, cujas populações inteiras, neste momento estão sendo destruídas, sem ter sido sequer descobertas e estudadas.

Finalmente, o fato que é considerado a causa de muitos processos de desequilíbrio ecológico é a explosão demográfica da população humana, graças ao desenvolvimento da tecnologia, da medicina, da melhoria da qualidade de vida em geral. É importante se ter ciência de que a população humana está crescendo em progressão geométrica, mas os recursos necessários à

nossa sobrevivência não. Esta é a tônica do brilhante livro "Destruição e equilíbrio - o homem e o ambiente no espaço e no tempo" (RODRIGUES, 1989). No livro, o autor explica a evolução da população humana mundial desde os primórdios, na idade da pedra, até os dias de hoje. Diz, por exemplo, que no ano 8.000 AC a população humana mundial era de apenas 8 milhões de habitantes, metade da população da cidade de São Paulo. No ano de 1780, a população era de 800 milhões de habitantes, 100 vezes mais, o que significa que a cada 1500 anos a população dobrava. No entanto, respeitando-se a tendência de crescimento em progressão geométrica, no início do século XX, segundo RODRIGUES, a população já dobrava a cada 100 anos. Atualmente, calcula-se que para a humanidade dobrar de tamanho sejam necessários apenas 30 anos (quando no ano 2.000 atingiremos a marca dos 6 bilhões de habitantes). A pergunta é como irá se comportar o meio ambiente e os ecossistemas do planeta com este crescimento e desenvolvimento desordenado? É possível que a resposta, esteja ligada, pelo menos em parte, ao chamado desenvolvimento sustentado, no qual é possível o uso racional dos ecossistemas em benefício do ser humano, sem que estes sejam destruídos, mas uns sustentando os outros.

CHUVA ÁCIDA

A chuva ácida é um fenômeno que surgiu com a crescente industrialização do mundo em relação direta com a poluição do ar, manifestando-se com maior intensidade e maior abrangência nos países desenvolvidos. Não obstante, tal fenômeno começa a manifestar-se também em pontos isolados, em países como o Brasil.

As emissões de fumaça das usinas termelétricas à base de carvão das indústrias de celulose, das refinarias, dos veículos automotores, assim como qualquer poluente gasoso lançado na atmosfera, contribuem para a formação de chuva ácida. Compostos de enxofre e nitrogênio são os principais componentes desta chuva, que pode se manifestar tanto no local de origem, como a centenas de quilômetros de distância. Um exemplo disto é a mineração de carvão em Criciúma, em Santa Catarina, que é responsável pela chuva acidificada pelo enxofre emanado do carvão depositado, que se mistura às formações de nuvens, em suspensão no ar. Esta chuva quando transportada pelos ventos vai cair, por exemplo, no parque nacional de São Joaquim, também em Santa Catarina, situado a muitos quilômetros de distância.

Nos gases produzidos por fábricas e motores (em especial quando há queima de carvão mineral) são liberados para a atmosfera óxidos de enxofre (SO_2) os quais reagem com o vapor da água produzindo ácido sulfúrico (H_2SO_4), que é diluído na água da chuva e dando origem a chuva ácida, com pH muito ácido.

O pH (índice utilizado para medir acidez: quanto menor mais ácido), medido para a maioria das chuvas ácidas, assume valores inferiores a 4,5 (o pH de uma chuva normal é de 5,0).

Este tipo de chuva, quando frequente, provoca acidificação do solo, prejudicando também plantas e animais, a vida dos rios e florestas. Da mesma forma as edificações presentes na área são afetadas. Um lago que tem seu pH reduzido a 4,5, por doses repetidas de chuva ácida, impossibilita condições de vida para vários organismos. Um pH 2,0, iguala-se ao pH do suco de limão.

O excesso de nitrogênio lançado pela chuva ácida em determinados lagos também pode causar crescimento excessivo de algas, e, consequentemente, perda de oxigênio, provocando um significativo empobrecimento da vida aquática.

A ingestão de água potável acidificada por longos períodos pode causar a doença de Parkinson e de Alzheimer, a hipertensão, problemas renais e, principalmente em crianças, danos ao cérebro. Estima-se que nos EUA a chuva ácida é a terceira maior causa de doenças pulmonares.

Continuando no ritmo atual de poluição do ar, nos próximos 30 anos a chuva ácida causará maiores alterações na química dos solos do que as florestas tropicais poderiam suportar. Este fenômeno pode ser reduzido pela instalação de equipamentos que evitem as emissões gasosas, principalmente de compostos de enxofre e nitrogênio.

No Brasil, a mata atlântica é extremamente afetada pela chuva ácida, uma vez que muitos centros urbanos e industriais se localizam próximos ao litoral. Em Cubatão (São Paulo) vários programas de reflorestamento têm acontecido nos últimos anos, a fim de proteger as encostas cuja vegetação foi destruída.

DESMATAMENTO DAS FLORESTAS

Originalmente, a 10.000 anos atrás, as florestas recobriam cerca de 50 % da superfície de todos os continentes, exceto a Antártica, ocupando uma área estimada de 6,2 bilhões de hectares. Atualmente a área das florestas foi reduzida a 28 %, ou seja, 4,5 bilhões de hectares.

Em termos mundiais, pode-se dizer que as florestas ainda ocupam uma área muito representativa, apesar do acelerado processo de desmatamento atualmente em curso. Por outro lado, áreas consideráveis encontram-se em diferentes níveis de degradação, devido à poluição e uso inadequado pelo homem.

Como consequência do desmatamento, as imagens de satélite mostram um aumento gradativo nas áreas de deserto no planeta.

O papel das florestas no equilíbrio da biosfera é fundamental, pois participam ativamente dos ciclos biogeoquímicos e da água. Absorvem gás carbônico e liberam oxigênio na atmosfera, regulam a umidade do ar, influem no clima e na quantidade de nuvens e chuvas; filtram o ar e a água, mantendo a sua qualidade. As florestas também representam talvez o mais importante patrimônio ecológico da terra. Comportam uma enorme quantidade de espécies animais e vegetais, contribuindo decisivamente para a elevada biodiversidade existente no planeta. Acredita-se que metade das espécies vivas seja habitante das florestas. As florestas mais ricas biologicamente são as tropicais, as quais representam apenas 7 % da superfície terrestre do planeta. Estas áreas estão concentradas principalmente na Amazônia e nas zonas tropicais da África e Ásia. Nestas regiões, as matas tropicais estão sendo dizimadas a uma taxa de mais de 13 milhões de hectares por ano, o que equivale a uma perda de pelo menos 1 % de florestas virgens por ano.

A extração de madeiras é uma das principais causas do desmatamento, sendo que as florestas sustentam toda a demanda mundial, especialmente no primeiro mundo, em países como o Japão, Estados Unidos, Inglaterra e França. A madeira tem sido utilizada para diversos fins, como a construção de móveis, barcos, na construção civil e na produção de papel para livros jornais, revistas e embalagens.

O uso da madeira como combustível (carvão vegetal) é outra causa das mais importantes do desmatamento florestal, ten-

do consequências graves não só nas florestas, mas também nos níveis de poluição. Estima-se que 30 % das emissões de carbono na atmosfera estão vinculadas à destruição das florestas. Esta quantidade de gases carbônicos emitidos pelo uso da madeira como combustível, acentua o processo do efeito estufa e o aquecimento global do planeta. Acredita-se que pelo menos 25 % da humanidade depende da madeira como fonte principal de energia.

Isto significa um sério impacto na biodiversidade do planeta, podendo representar extinções em massa, de espécies inclusive nunca descobertas e estudadas. Erosão das terras desmatadas, surtos de doenças (como a malária, leishmaniose, dengue e febre amarela) e assoreamento de rios são algumas das consequências esperadas. Consideráveis alterações climáticas, especialmente no regime de chuvas e grau de umidade do ar, tendem a surgir com o desmatamento.

O uso das florestas deve ser feito de forma equilibrada onde seja possível associar o desenvolvimento da sociedade humana e a preservação dos recursos naturais do planeta, o que é denominado de desenvolvimento sustentado. Caso isso não ocorra, o homem corre o risco de sofrer graves consequências, muitas delas ainda desconhecidas.

DESTRUIÇÃO DAS FLORESTAS TROPICAIS

Durante as últimas cinco décadas, uma tragédia de proporções incalculáveis vem se desenrolando nas florestas tropicais do mundo. Esses ecossistemas inigualáveis, os mais ricos e antigos da Terra, estão sendo destruídos numa escala sem precedentes. Isso afeta toda a humanidade. As florestas tropicais regulam o fluxo da água e protegem os mananciais para os agricultores. Também regulam o clima e produzem oxigênio, fornecem toras de madeira de lei e madeira combustível e são o lar de povos indígenas. Além disso, abrigam recursos genéticos que valem incontáveis bilhões de dólares.

FLORESTAS EM QUEDA

Apenas cerca de metade das florestas tropicais maduras que outrora adornavam o planeta ainda se mantêm em pé. As estimativas mais recentes sugerem que vieram abaixo entre 750 e 800 milhões dos 1,5 a 1,6 bilhão de hectares originais. A maior parte do que ainda resta está na Bacia Amazônica.

As florestas estão sendo destruídas num ritmo cada vez mais frenético. Até recentemente, as estimativas mais abalizadas, baseadas numa pesquisa da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), sugeriam que 11,4 milhões de hectares de florestas tropicais estavam sendo derrubados a cada ano. Mas uma pesquisa de 1990, publicada na *World Resources (*1990/1991), que pela primeira vez utilizou observações de satélite, sugeria que o índice de destruição havia aumentado para 16,4 a 20,4 milhões de hectares anuais. A cifra mais alta, correspondente a uma área duas vezes superior à da Áustria.

Individualmente, os países mostraram um aumento ainda mais rápido no índice de destruição. Em Myanmar, a área devastada aumentou em mais de seis vezes, de 105.000 hectares em 1980 para 677.000 no relatório de 1990. Na Índia, a última cifra é dez vezes superior à de dez anos atrás, passando de 147.000 hectares de floresta tropical, destruídos durante o ano de 1980, para 1,5 milhão em 1990.

Depois de aumentar a destruição na maior parte dos anos 80, o Brasil reverteu esta tendência no final da década: entre 1988 e 1990, o desmatamento caiu de 3,5 milhões de hectares para cerca de 1,3 milhões. Devido à pressão internacional e a mudança de governo, o Brasil acabou com os subsídios ao desmatamento e reduziu o corte ilegal de árvores.

Muitos outros países, incluindo a Indonésia, a Tailândia, a Malásia, a China, Sri Lanka, Laos, a Nigéria, a Libéria, a Guiné, e a Costa do Marfim, já perderam extensas áreas de suas florestas úmidas. Cerca de 18% das florestas do arquipélago das Filipinas já foram cortadas.

Em 1960, a América Central ainda possuía quatro quintos de suas florestas originais; hoje restam apenas dois quintos dela. Metade dos 24,3 milhões de hectares do estado de Rondônia foram destruídos ou gravemente degradados nos últimos anos. Lá, como nas florestas tropicais de todo o mundo, povos indígenas estão sendo banidos da terra em que viveram e que mantiveram de forma sustentável durante milhares de anos.

As florestas tropicais apresentam-se em duas variedades: úmidas e de terra firma. Ambas estão ameaçadas. A destruição mais séria está ocorrendo nas úmidas. A América Latina perdeu 37% de suas florestas tropicais úmidas originais; a Ásia, 42%, e a África, 52%.

TRÊS PASSOS PARA A DESTRUIÇÃO

A exploração indiscriminada de madeira, que há muito se imaginava ser o principal motivo do desmatamento, assume agora o segundo lugar. Fica atrás da agricultura itinerante, promovida por lavradores sem-terra das florestas (estimados em 150 milhões no mundo todo) e a da transformação da mata em glebas agrícolas, plantações e pastos.

Em geral, a erradicação das florestas tropicais é um processo que passa por três estágios. As empresas madeireiras conseguem concessões e fazem a terraplanagem das estradas de acesso até a floresta nativa para extrair a madeira. Famílias de lavradores seguem as estradas em direção à mata, em busca de terra e sustento. Abrem clareiras nas florestas para plantar culturas de subsistência, cortando todas as árvores e queimando-as (as cinzas são utilizadas como fertilizantes).

Depois de apenas três ou quatro colheitas, pragas de insetos, ervas daninhas e o empobrecimento do solo forçam os lavradores a se mudarem e repetirem o ciclo em áreas intactas. Alguns semeiam glebas com gramíneas e as vendem a criadores de gado, que completam então o terceiro e último estágio da destruição. Cerca de dois terços da floresta da América Central foram destruídos para fornecer carne barata, geralmente para hambúrguer. Nesse processo, são destruídas duas árvores para se produzir um hambúrguer.

Em alguns casos, liquida-se a floresta para dar lugar a extensas plantações de morango, berinjela, pimenta, abacaxi, banana, açúcar, amendoim, palmito e algodão, ou servirão para suprir países mais ricos. Barbados, por exemplo, substituiu florestas por cana-de-açúcar. Na Malásia, em média, 255.000 hectares de florestas tropicais estão em desaparecimento a cada ano, para dar lugar a novas plantações de borracha e óleo de palma.

O FOGO E O DESMATAMENTO

Os efeitos do fogo aparentam ser úteis, mas somente prejudicam o homem e o solo. Ao queimar uma lavoura, você estará queimando todos os nutrientes do solo, deixando-o seco e po-

bre em vitaminas, não sendo mais possível plantar no mesmo lugar.

Parecida é a ação do desmatamento. O solo enquanto protegido pela sombra das árvores é fértil e altamente produtivo, mas ao cortar uma grande quantidade de árvores, o solo fica desprotegido e exposto ao sol direto e a ação do tempo. Não tendo condições de equilibrar nutrientes com as árvores, o solo se torna improdutível e inútil.

A erosão pluvial é a ação das águas dos rios e das chuvas sobre a superfície terrestre. Ao passar, a água dos rios e das chuvas carregam grãos de terra, pequenas pedras e pedaços minúsculos de argila, formando falhas, buracos ou rebaixamentos no solo. A erosão eólica é a ação dos ventos sobre a superfície terrestre. Ela exerce a mesma função dos outros tipos de erosão, só que é o vento que se encarrega de levar partículas de solo para outros lugares.

DESERTIFICAÇÃO

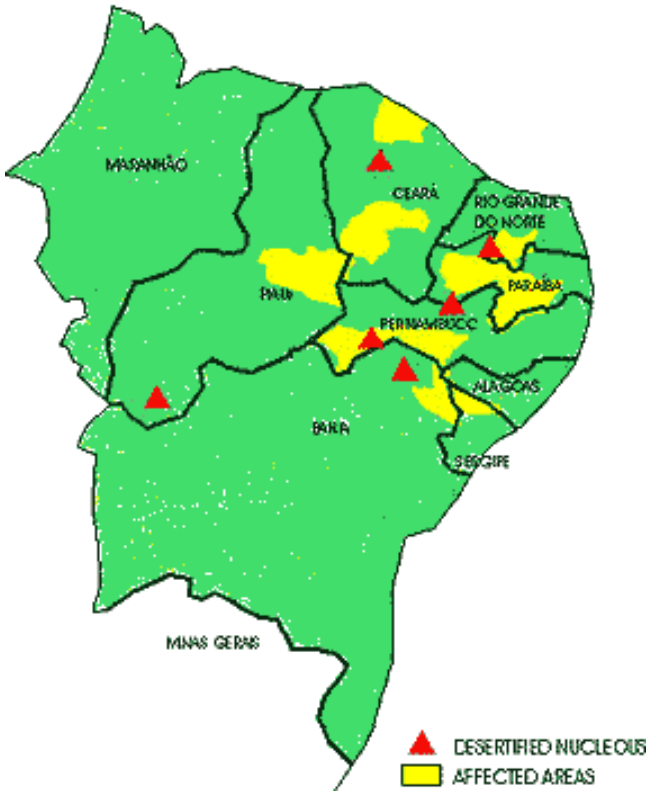
Redução da vegetação e da capacidade produtiva do solo, principalmente de regiões áridas, semiáridas e subúmidas, causada por atividades humanas inadequadas e em menor grau, por mudanças naturais. Segundo o *World Watch Institute*, cerca de 15% da superfície terrestre sofre algum grau de desertificação. As áreas mais afetadas são o oeste da América do Sul, o nordeste do Brasil, o norte e o Sul da África o Oriente Médio, Ásia Central, o noroeste da China, a Austrália e o sudeste dos Estados Unidos.

A desertificação pode atingir também áreas úmidas. No Brasil, os exemplos mais sérios são os pampas gaúchos, o cerrado do Tocantins e o norte do Mato Grosso. Desde a primeira Conferência Mundial sobre Desertificação, no Quênia em 1997, os cientistas têm mostrado que o aumento das regiões áridas não decorre somente da progressão natural do deserto. O alastramento vem sendo provocado principalmente pelo homem, por meio do desmatamento de extensas áreas de floresta, da agropecuária predatória e de alguns tipos de mineração, como a extração dos cristais das rochas.

Essas atividades levam a diminuição da cobertura vegetal, ao surgimento de terrenos arenosos, à perda de água do subsolo, à erosão e ao assoreamento de rios e lagos. O problema é agravado ainda pelo efeito estufa, pela chuva ácida e pelo buraco na camada de ozônio, ocasionados também pela ação do homem. Quando o solo se desertifica, a população busca outras terras, onde na maioria das vezes, provocam os mesmos danos. Cria-se então um ciclo contínuo. Esse é u dos motivos da migração, que forma cinturões de pobreza ao redor dos centros urbanos. A longo prazo a desertificação pode causar uma diminuição drástico das terras férteis, o que, aliado ao crescimento da demanda por algum alimento, levaria ao aumento da fome no mundo. Para deter o avanço dos desertos são usadas medidas como reflorestamento, técnica de controle do movimento das dunas de areia e rotação de cultura. Em 1994 é criada a Convenção da ONC, contra a desertificação. A primeira reunião acontece em outubro de 1997, em Roma, Itália, com o objetivo de recuperar as áreas degradadas, evitar que zonas áridas se transformem em deserto e definir modos de financias os projetos já existentes. Ministros de uma centena de países participam do encontro, marcado pela ausência de EUA, Japão e Federação Russa. Para os especialistas a África é o continente mais afetado, mas nenhum está isento do problema.

DESERTIFICAÇÃO NO BRASIL

No Brasil, as áreas consideradas e enquadradas na fórmula de Thornthwaite são aquelas abrangidas pelo Polígono das Secas, ou seja, as regiões semiáridas, subúmidas e secas do nordeste brasileiro. O primeiro mapa de susceptibilidade à desertificação foi elaborado pelo *Núcleo Desert/ IBAMA* em 1992, por ocasião da realização da Conferência Internacional sobre o Impacto das Variações. O Nordeste apresenta grande diferenciação ecológica, com secas e estiagens atingindo grande parte do território. Simplificadamente a região pode ser dividida em 4 grandes conjuntos fisiográficos: Mata, Agreste, Cerrado e Sertão.



A porção semiárida do Nordeste compreende uma área de cerca de 900.000 km^2, quase toda no embasamento cristalino e sob forte irregularidade climática. Constatamos também que o clima e a qualidade das terras apresentam limitações muito fortes para o desenvolvimento de atividades de cunho agropecuário que possam competir com os produtos oriundos de outras regiões. A não ser em algumas áreas específicas e, contando com significativos investimentos em tecnologia, a produtividade agrícola é baixa e a produção incerta.

CAUSAS DA DESERTIFICAÇÃO

O processo de exploração tradicional e com baixo nível tecnológico dos recursos, aliado ao aumento populacional e à expansão dos mercados, tem levado à superexploração do ambiente e ao virtual esgotamento da biodiversidade. A pecuária extensiva, forçada pelos mecanismos de intensificação da exploração dos recursos como mencionado, exerce grande pressão sobre a vegetação nativa, tanto pela eliminação das plantas como pela compactação do solo devido ao pisoteio excessivo. Em função da falta de manejo adequado na pecuária, as caatingas vêm se exaurindo. De modo geral, os criadores aumentam o número de bovinos, caprinos, ovinos, etc., em limites superiores à capacidade de suporte do ecossistema, que é muito baixa, cerca de 20 hectares por unidade animal (5 a 15 kg de peso vivo

por habitantes). Estudos realizados para a Conferência Nacional da Desertificação mostraram que a pecuária tradicional é fator de alteração ambiental que atinge toda a região, mudando a composição florística da vegetação nativa e permitindo a difusão de espécies invasoras sem valor ecológico. Outro fator agravante é a agricultura tradicional de sequeiro com as culturas de milho, feijão e arroz, associada à prática da pecuária extensiva. Estas culturas são bastante exigentes em solo e água, o que raramente permite que se retirem colheitas abundantes devido às secas periódicas e à má distribuição das chuvas. A frustração das safras e o esgotamento rápido dos solos promovem a agricultura itinerante e a constante rotação de terras, com o pastoreio excessivo das áreas em pousio (interrupção do cultivo da terra por um ou dois anos para que se torne mais fértil). Assim, muitas áreas são deixadas em pousio já em estado de degradação avançada, podendo agravar os problemas de perda de solo, além da perda de fertilidade natural em virtude da proliferação de pragas invasoras. Estes fatos contribuem para a degradação dos solos, para o aumento da super-exploração do extrativismo como forma compensatória de obtenção de renda e a consequente perda da biodiversidade. O Nordeste abriga o maior contingente populacional do país vivendo na zona rural. São 43,1 %, mais de 18 milhões de pessoas (das quais mais de 16 milhões estão no semi-árido), o que equivale a quase o dobro da região sudeste, a duas vezes e meia a região sul e a nove vezes a região centro-oeste. Deste total, mais de 55% são considerados indigentes na conceituação proposta pelo Mapa da Fome do IPEA. É, também, a maior concentração de indigência do país. Os estudos sobre a desertificação, realizados pelo *Núcleo Desert* para a CONSLAD, apontam para um quadro de abrangência que atinge, nos seus vários níveis, 55% da área semi-árida do Nordeste e 42% de sua população.

EUTROFIZAÇÃO

É o aumento de nutrientes no meio aquático, acelerando a produtividade primária, ou seja, intensificando o crescimento de algas. Esse fenômeno pode ser provocado por: lançamento de esgotos, resíduos industriais, fertilizantes agrícolas e a erosão. É fácil de concluir que, em certas proporções, a eutrofização pode ser benéfica ao ecossistema. Contudo, em excesso acarretará um desequilíbrio ecológico, pois provocará o desenvolvimento incontrolado de uma espécie em detrimento de outras. É o fenômeno conhecido como "floração da água" e torna reservatórios de águas potáveis em lagoas e lagos imprestáveis para o uso. Os florescimentos de algas são uma consequência da eutrofização o superenriquecimento das águas pelo excesso de nutrientes das plantas. Além do seu aspecto não-estético, estas verdadeiras explosões de algas constituem uma ameaça de toxicidade para os fornecimentos de água bem como para as pessoas que consumirem a água afetada, uma vez que as algas produzem venenos poderosos. Quando estas morrem, as toxinas são libertadas na água, tornando-se muito difícil removê-las através dos processos normais de tratamento de águas. Na Grã-Bretanha, têm morrido animais após a ingestão das algas, não se registrando, contudo, óbitos humanos. Em 1989, onze soldados foram hospitalizados depois de terem andado de canoa em águas afetadas de um lado de *Staffordshire*; em outros países, houve notícia de doenças, nomeadamente inflamações do fígado, entre pessoas que beberam água contaminada. Alguns animais conseguem concentrar as toxinas nos tecidos; no verão de 1990, detectaram-se níveis elevados em mariscos da costa oriental britânica, tendo sido circulados avisos preventivos do consumo de tais alimentos. Na Finlândia e na União Soviética, ocorreram mortes entre pessoas que ingeriram peixes com concentrações de toxinas no fígado. As explosões de algas dão-se naturalmente em determinadas áreas e nem todas as espécies são tóxicas em geral são as algas azuis e as algas verdes as que produzem veneno. A poluição deve ser, certamente, responsável em muitos casos, e as companhias das águas podem Ter que remover o fosfato dos efluentes descarregados em alguns dos 400 lagos e reservatórios afetados em 1990.

9. SUCESSÃO ECOLÓGICA

A criação de qualquer novo habitat – um campo lavrado, uma duna de areia na borda de um lago, fezes de um animal qualquer, uma lagoa temporária deixada por uma chuva pesada – funcionam como um "convite" a uma tropa de espécies particularmente bem-adaptada de invasores. Esses primeiros colonizadores são seguidos por outros que são um pouco mais lentos em tirar "vantagens" do novo habitat, mas são eventualmente mais bem-sucedidos que as primeiras espécies que chega, chamadas de espécies pioneiras. Desta forma, o caráter da comunidade muda com o tempo. Este padrão direcional, contínuo, não-sazonal de colonizações e desaparecimento de populações de espécies em uma dada área é chamado de **sucessão ecológica**. Este caráter contínuo e regular de substituição de espécies é resultado das próprias modificações causadas no habitat pelas próprias espécies sucessoras. Por exemplo, as plantas sombreiam a superfície da terra, contribuem com detritos para o solo e alteram o seu teor de umidade. Essas mudanças frequentemente inibem a continuação do sucesso das próprias espécies causadoras e tornam o ambiente mais adequado para outras espécies, que então excluem aquelas responsáveis pelas mudanças.

TIPOS DE SUCESSÃO

Existem, basicamente, três tipos de sucessão ecológica:

- **Sucessão Degradativa**: é aquela que ocorre em uma escala de tempo relativamente curta. Ocorre em qualquer tipo de matéria orgânica morta, como o corpo de um animal ou partes de uma planta. Geralmente, diferentes espécies invadem e desaparecem à medida que a degradação da matéria orgânica utiliza alguns recursos e torna outros disponíveis. Outra característica da sucessão degradativa é que ela é um processo finito, uma vez que o recurso pode ser totalmente mineralizado ou metabolizado. Um exemplo de sucessão degradativa pode ser observado em fungos que colonizam pinhas de *Pinus sylvestris*

Neste ambiente, o folhiço é continuamente depositado na superfície e se acumula em camadas. Assim, a superfície é jovem e as camadas mais profundas são antigas. Observa-se que *Coniosporium* está presente em 50% das pinhas vivas, mas à medida que elas senescem e morrem, esta espécie de fungo não é mais encontrada. Quando a maioria das pinhas cai, *Lophodermium*, *Fusicoccum* e *Pullularia* as colonizam. A sucessão de diferentes espécies de fungos neste exemplo é provavelmente controlada por mudanças nas condições ambientais e modificação do status nutricional do recurso.

- **Sucessão Alogênica**: é um tipo de sucessão em que o processo de substituição de espécies ocorre como resultado de mudanças externas ou forças geofisicoquímicas. Um exemplo deste tipo de sucessão pode ser observado em ambientes de transição entre mangues e vegetação de floresta, causada principalmente pela deposição de silte (Figura 2).

Neste exemplo, observa-se que as plantas acompanham o processo de deposição de silte, já que as espécies vegetais colonizam áreas em determinadas alturas à nível do mar de acordo com sua tolerância à inundação.

- **Sucessão Autogênica**: ocorre em ambientes recém-criados, geralmente decorrentes de processos biológicos que modificam condições e recursos. Divide-se em dois tipos:
  - sucessão primária: é aquela que se inicia em um novo habitat, que não foi influenciado por uma comunidade anterior. Exemplos de sucessão primária ocorrem em rochas nuas, formação de ilhas por erupções vulcânicas ou exposição de ambientes após retração de geleiras.
  - sucessão secundária: é aquela que ocorre em ambientes preexistentes. O processo inicia-se quando a vegetação de uma área foi parcial ou totalmente removida (pela passagem de fogo, para implantação de campos de agricultura seguidos de abandono da área, etc.), mas existe um solo bem desenvolvido, ou mesmo um banco de sementes para recomeçar o processo (Figura 3).

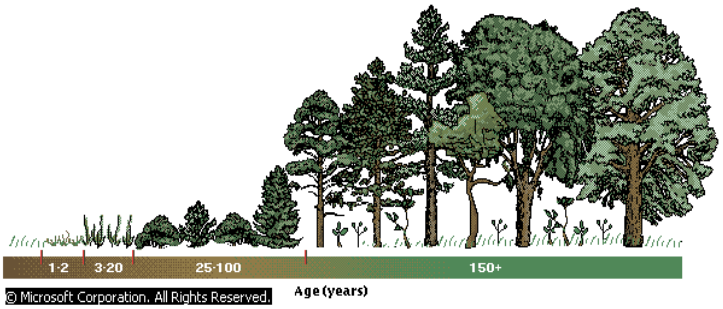


Figura 3 - Exemplo de sucessão secundária em uma comunidade hipotética. Fonte: Encarta, 1995.

SUCESSÃO AUTOGÊNICA E FACILITAÇÃO

As espécies de início de sucessão podem alterar de tal forma as condições e/ou a disponibilidade de recursos de um habitat que a entrada de novas espécies torna-se possível. Este processo é denominado Facilitação, e é particularmente importante em sucessões primárias onde as condições iniciais são severas (Figura 4).

Este exemplo mostra que as primeiras espécies a colonizar a área são musgos e herbáceas, e estas são seguidas por 3 estágios distintos, denominados a partir das principais espécies de plantas que ocorrem em cada um deles: Alder (2º estágio), Stika (estágio de transição) e Spruce (estágio final). A força que dirige este processo sucessivo é a mudança nas condições de solo: as espécies pioneiras fixam o nitrogênio atmosférico e este vai a cumulando-se no solo e na biomassa, o que permite o aparecimento de outras espécies.

SUCESSÃO AUTOGÊNICA E INIBIÇÃO

Contrariamente ao processo da facilitação, algumas espécies inibem mudanças futuras e impedem a entrada de outras espécies na sequência. O exemplo descrito na Figura 5 ilustra este processo.

Esta comunidade é formada por 6 espécies de algas. A espécie *Ulva* sp. é dominante, medida em percentagem de cobertura, durante mais de dois anos de estudo. Para verificar o processo de sucessão nesta comunidade, Souza (1979) realizou experimentos de remoção da alga verde *Ulva* e observou os resultados na população da alga *Gigartina.* Verificou-se que após a remoção de *Ulva*, a densidade populacional de *Gigartina* aumentou em mais de 20 vezes (Figura 6). Algas pioneiras eficientes inibem o crescimento de espécies subsequentes devido à alta habilidade competitiva, e a sucessão só ocorre quando as pioneiras são removidas por fatores naturais que não a competição, como por exemplo, outros fatores de mortalidade como parasitismo, doenças e adversidades climáticas.

ESPÉCIES PIONEIRAS E TARDIAS

Espécies pioneiras são aquelas que se estabelecem rapidamente no habitat perturbado, tanto por dispersão rápida para o

sítio, quanto por propágulos que estejam presentes. Possuem o chamado estilo de vida "fugitivo" e já que não persistem em competição com espécies tardias, devem crescer e consumir os recursos rapidamente. Geralmente, são espécies que possuem alta taxa de crescimento relativo, alta taxa reprodutiva, baixo investimento em reservas, altas taxas respiratórias e fotossintéticas (seleção r).

Espécies tardias são aquelas que se desenvolvem lentamente, muitas vezes permanecem como banco de sementes no solo, até que condições estejam favoráveis para o seu desenvolvimento. Possuem fases juvenis longas e pequeno número de grandes sementes, com altas quantidades de reserva. A germinação é normalmente estimulada pela sombra. Tais características as classificam como espécies de estratégia, ou seleção, do tipo k.

MODELOS DE SUCESSÃO ECOLÓGICA

Modelo de Sucessão de Horn (1975, 1981)

Este modelo propõe que em uma comunidade florestal hipotética é possível prever mudanças na composição em espécies (Tabela 1), sabendo-se:

- a composição inicial da comunidade;
- a probabilidade de uma espécie ser reposta por um indivíduo da mesma espécie ou espécie diferente.

Tabela 1: Percentagem prevista da composição de espécies de uma comunidade composta inicialmente apenas pela espécie 1 (100%). Modificado de Begon et al. 1996.

Composição comunidade	Idade da Floresta						Dados da floresta antiga
	0	50	100	150	200	∞	
Espécie 1	100	5	1	0	0	0	0
Espécie 2	0	36	29	23	18	5	3
Espécie 3	0	50	39	30	24	9	4
Espécie 4	0	9	31	47	58	86	93

Entretanto, este modelo é muito simplista e sua proposição de que as probabilidades de transição de uma espécie para outra em uma comunidade qualquer permanecem constantes ao longo do tempo, e que estas não são afetadas por fatores históricos parecem estar, na maioria das vezes, estar erradas.

Modelo de Sucessão de Connell & Slatyer (1977)

Uma revisão dos mecanismos de sucessão foi proposta pelos pesquisadores Connell & Slatyer em 1977 e 1979. Estes autores propõem 3 modelos, dos quais o primeiro – facilitação – é a explicação clássica para a substituição de espécies em uma sucessão, enquanto os outros dois – tolerância e inibição – são igualmente importantes, mas muitas vezes subestimados (Quadro 1).

1. Facilitação: a característica inicial deste processo é que as pioneiras modificam o ambiente de modo que ele torna-se menos favorável à própria espécie e mais favorável ao recrutamento das outras espécies;

2. Tolerância: o modelo de tolerância sugere uma sequência previsível produzida, já que diferentes espécies exploram o recurso de diferentes maneiras. As espécies tardias são capazes de tolerar menores níveis de recursos e crescem até a maturidade na presença das pioneiras.

3. Inibição: o modelo de inibição se aplica quando as espécies resistem à invasão de competidoras e as espécies tardias se acumulam gradativamente, e repõem as espécies pioneiras somente quando elas morrem.

Uma importante distinção entre os modelos é a causa de morte das pioneiras. Na facilitação e tolerância elas são mortas na competição por recursos (luz e nutrientes) enquanto na inibição elas são mortas por distúrbios locais, causados por condições físicas extremas, ação de predadores e doenças.

Hipótese da razão-recurso (Tilman 1988)

Este modelo descreve o papel relativo das mudanças nas habilidades competitivas das espécies de plantas à medida que o tempo modifica as condições e recursos do meio.

Este autor argumenta que a dominância de espécies em qualquer ponto da sucessão é fortemente influenciada pela disponibilidade relativa de 2 recursos: um nutriente (geralmente o nitrogênio) e luz. No início da sucessão o habitat disponível paras as sementes e plântulas tem poucos nutrientes e muita luz incidente. À medida que ocorre aumento da quantidade de folhiço e aumento da atividade de organismos decompositores, aumenta também a quantidade de nutrientes e biomassa, o que reduz a disponibilidade de luz.

Segundo este modelo, existe, para cada comunidade, um certo número de espécies adaptadas a cada uma dessas condições e às mudanças a elas associadas durante o processo de sucessão.

O CONCEITO DE CLÍMAX

Os ecólogos tradicionalmente veem a sucessão como um processo que inexoravelmente leva a uma expressão de última instância do desenvolvimento da comunidade: a chamada comunidade clímax. Desta foram, a sequência de mudanças iniciadas por uma perturbação qualquer é chamada sucessão, enquanto a associação de espécies atingida em última instância é chamada de clímax.

O conceito de clímax tem uma longa história. Os primeiros estudos de sucessão demonstraram que as muitas comunidades sucessionais encontradas em uma mesma região, cada uma desenvolvendo-se sob um conjunto particular de circunstâncias ambientais, progridem em direção a um mesmo clímax. Esta ideia, proposta pelo ecólogo Frederic Clements (1916), foi denominada monoclímax, isto é, um clímax único domina qualquer região climática, e o ponto final da sucessão é sempre o mesmo, independente das características do início.

Nos anos mais recentes, o conceito de clímax, como uma unidade discreta, tem sido grandemente modificado, sendo rejeitado inequivocamente por alguns ecólogos, porque tem-se tornado claro que as comunidades são sistemas abertos cuja composição varia continuamente através dos gradientes ambientais. Assim, Tansley (1939) propôs a ideia do policlímax, que sugere que um clímax local é governado por um ou vários fatores como o clima, as condições de solo, topografia.

EXERCÍCIOS

Parte A: Introdução à Ecologia

1) (PUC-SP) O conjunto do ambiente físico e dos organismos que nele vivem é conhecido como:
a) biótopo
b) ecossistema
c) biomassa
d) bioma
e) comunidade

2) (MOGI) Ao conjunto de indivíduos de diferentes espécies habitando determinada área dá-se o nome de:
a) ecossistema
b) comunidade
c) população
d) bioma
e) biosfera

3) Com relação aos conceitos de HABITAT e NICHO ECOLÓGICO, marque a opção correta relacionada abaixo:
a) cobra e gavião ocupam o mesmo habitat.
b) preá e cobra estão no mesmo nicho ecológico.
c) gavião, cobra e preá estão no mesmo nicho ecológico.
d) cobras neste mesmo local ocupam o mesmo nicho ecológico.
e) preás podem ocupar o mesmo habitat, mas têm nichos ecológicos diferentes.

4) O ambiente descrito, com inúmeros animais e vegetais, à beira de um charco de água doce que, durante o dia, sofre flutuações de temperatura, luminosidade, maior ou menor pH e até alterações de salinidade, poderá ser classificado como um exemplo de:
a) biosfera
b) biótipo
c) biomassa
d) ecótone
e) ecossistema

5) Suponha que em um terreno coberto de capim-gordura vivem saúvas, gafanhotos, pardais, preás e ratos-do-campo. Nesta região estão presentes:
a) cinco populações.
b) seis populações.
c) duas comunidades.
d) seis comunidades.
e) dois ecossistemas.

6) Indivíduos de diversas espécies, que habitam determinada região, constituem:
a) um bioma.
b) uma sociedade.
c) uma população.
d) uma comunidade.
e) um ecossistema.

7) (UA-AM) A posição de uma espécie num ecossistema ao nível de desempenho funcional chama-se:
a) nicho ecológico
b) habitat preferencial
d) produtividade primária
c) plasticidade ecológica
e) territorialidade social

8) (MED. SANTOS) Assinale a alternativa CORRETA:
a) Em Ecologia, a COMUNIDADE inclui grupos de indivíduos de uma mesma espécie de organismos.
b) Em Ecologia, a POPULAÇÃO inclui todos os indivíduos de uma mesma área, pertencentes ou não a várias espécies.
c) Em Ecologia, o ECOSSISTEMA é a porção da terra biologicamente habitada.
d) Em Ecologia, a BIOSFERA é o conjunto formado pela comunidade de indivíduos vivos e o meio ambiente inerente.
e) Nenhuma das anteriores.

9) (CESCEM) São ecossistemas todos os exemplos abaixo, EXCETO:
a) uma astronave.
b) uma lagoa.
c) um pasto.
d) uma colônia de corais.
e) o solo.

10) (MED. ABC) Suponha duas plantas pertencentes ao mesmo gênero e vivendo juntas na mesma área. A espécie A tem raízes que se desenvolvem logo abaixo da superfície e a espécie B tem raízes profundas. Sobre as duas plantas fazemos as seguintes afirmações:
I. A e B vivem no mesmo nicho ecológico.
II. A e B competem pela água.
III. A e B formam uma população.
Assinale:
a) Apenas I é correta.
b) Apenas II é correta.
c) Apenas III é correta.
d) I, II e III são corretas.
e) Nenhuma é correta.

11) (UERJ) Mergulhando em águas costeiras, encontramos em uma rocha algas, cracas, anêmonas, estrelas-do-mar e ouriços-do-mar. As algas produzem seu próprio alimento. As cracas ingerem, com água, seres microscópios que nela vivem. As anêmonas comem pequenos peixes que ficam presos entre seus tentáculos. As estrelas-do-mar prendem seus "braços" os moluscos contra a rocha e sugam o animal de dentro da rocha. Os ouriços do mar raspam a rocha com seus "dentes", alimentando-se de detritos. Em função do que foi descrito, pode-se afirmar que as algas e os animais citados apresentam diferentes
a) nichos.
b) habitats.
c) mimetismos.
d) competições.
e) biomas.

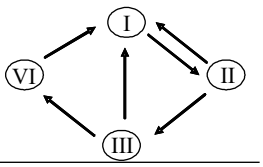
12) (SANTA CASA) Os animais marinhos:
-que flutuam e são movidos passivamente pelos ventos, ondas e correntes;
-que nadam livremente por atividade própria;
-que são restritos ao fundo.
a) planctônicos, nectônicos e bentônicos.
b) planctônicos, bentônicos e nectônicos.
c) nectônicos, bentônicos e planctônicos.
d) nectônicos, planctônicos e bentônicos.
e) bentônicos, planctônicos e nectônicos.

Parte B: Cadeias alimentares

1) (UFF) Os principais produtores da cadeia biológica marinha são:
a) protozoários e copépodes;
b) medusas e corais;
c) diatomáceas e dinoflagelados;
d) organismos da fauna planctônica;
e) organismos da fauna bentônica.

2) (UFRJ) As espécies de capim que crescem nos campos da Austrália podem ser diferentes das que existem na América ou na África, mas todas têm a mesma função: são produtores dos ecossistemas de campo. Nos campos da Austrália vivem cangurus, nos da África há zebras e na América do Norte há bisões. Todos esses animais exercem em seus ecossistemas a função de:
a) consumidores primários
b) consumidores secundários
c) consumidores terciários
d) decompositores
e) parasitas

3. Com os elementos preá, capim, cobra, fungos e bactérias do solo, observe com atenção o diagrama a seguir. Não descuidando da direção das setas e a sequência numérica, indique a alternativa correta na sucessão de eventos.



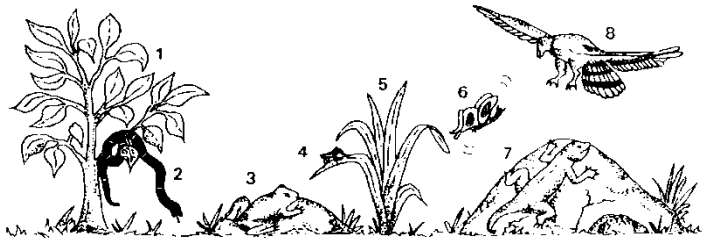
	I	II	III	IV
a)	Produtor	Decompositor	Consumidor primário	Consumidor secundário
b)	Produtor	Consumidor secundário	Decompositor	Consumidor primário
c)	Produtor	Consumidor primário	Consumidor secundário	Decompositor
d	Decompositor	Consumidor primário	Consumidor secundário	Produtor
e)	Decompositor	Produtor	Consumidor primário	Consumidor secundário

4) Tendo em vista os conceitos de CADEIA e TEIA alimentar, bem como de POPULAÇÃO e COMUNIDADE, podemos afirmar que:
a) A preá, a cobra e o gavião representam uma população e um exemplo de uma cadeia alimentar.
b) O conjunto de preás da região forma uma população e os consumidores, entredevorando-se, formam uma teia alimentar.
c) Preás e cobras do charco formam uma população e, para as cobras, as preás são produtoras de alimento.
d) Preás, cobras e gaviões formam uma comunidade; as cobras são consumidores primários e os gaviões consumidores secundários.
e) O conceito de produtor está associado ao fornecimento de alimento e, de consumidor, àqueles que o utilizam.

5) Com referência à cadeia alimentar, marque a alternativa correta:
a) a energia contida no produtor diminui gradualmente, ao passar de consumidor a consumidor.
b) a energia do produtor aumenta gradualmente nos diferentes elementos da cadeia alimentar.
c) o potencial energético do produtor não sofre nenhuma alteração nos diferentes segmentos da cadeia alimentar.
d) na cadeia alimentar, como os animais são de tamanho diferentes, a quantidade energética do produtor sofre oscilações.
e) a complexidade da teia alimentar não interfere com a quantidade de energia transferida, que permanece inalterada.

6) (CESGRANRIO) Qual das alternativas a seguir responde corretamente a seguinte questão: "Que resultaria se desaparecesse do mar o fitoplâncton ?"
a) o equilíbrio ecológico desse ecossistema não sofreria alteração, visto que o fitoplâncton é constituído por seres apenas microscópios.
b) o zooplâncton ocuparia o seu lugar na cadeia alimentar, mantendo assim o equilíbrio ecológico do ecossistema.
c) a cadeia alimentar do ecossistema perderia o elo principal, pois do fitoplâncton depende praticamente toda a matéria orgânica necessária aos demais componentes bióticos.
d) o ecossistema não seria afetado visto que o plâncton é apenas um consumidor na cadeia alimentar.
e) o equilíbrio ecológico não seria alterado visto que nem todos os organismos marinhos se alimentam do fitoplâncton.

7. (CESGRANRIO) No ecossistema a seguir esquematizado, estão representados, de 1 a 8, os componentes de uma comunidade biótica. Entre eles encontram-se: produtores, consumidores primários, secundários e consumidores terciários.



No quadro abaixo, assinale a opção que classifica corretamente os componentes do ecossistema:

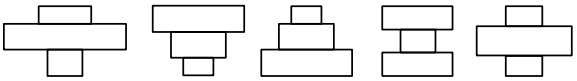
	Produtores	Consumidores primários	Consumidores secundários	Consumidores terciários
a)	1 e 5	2 e 8	3 e 4	6 e 7
b)	3 e 5	4 e 6	1 e 8	2 e 7
c)	4 e 5	1 e 6	3 e 7	2 e 8
d)	1 e 3	2 e 7	6 e 8	4 e 5
e)	1 e 5	4 e 6	3 e 7	2 e 8

8) (UBERLÂNDIA) O aproveitamento das algas pelo homem torna-se cada vez mais acentuado. Em certos países asiáticos, as algas já fazem parte da dieta humana. Neste caso o homem comporta-se como:
a) consumidor primário.
b) consumidor secundário.
c) consumidor terciário.
d) produtor.
e) decompositor.

Parte C: Pirâmides Ecológicas

1) Árvore ➔ Herbívoros ➔ Parasitas dos herbívoros
Qual das seguintes pirâmides de números correspondente à cadeia considerada?

a) b) c) d) e)



2) Com relação ao fluxo de energia em um ecossistema é correto dizer que:
a) a quantidade de energia que um nível trófico recebe é superior à que será transferida para o nível seguinte.
b) o fluxo de energia na cadeia alimentar é unidirecional.
c) a energia luminosa é captada pelos organismos heterótrofos.
d) em uma pirâmide de energia, a base é sempre ocupada pelos consumidores primários.
e) no ápice de uma pirâmide de energia estão colocados os produtores.

3) (UFS. CARLOS) Em um ecossistema, com a passagem de energia de um nível trófico para outro, ela:
a) permanece igual.
b) aumenta sempre.
c) diminui sempre.
d) é totalmente perdida.
e) é totalmente aproveitada.

4) (MED - MOGI) A rede alimentar numa comunidade foi caracterizada com a "pirâmide de números", onde os animais:
a) na base são pequenos e abundantes e no topo são grandes e pouco numerosos.
b) na base são pequenos e pouco numerosos e no topo são grandes e abundantes.
c) na base são grandes e pouco numerosos e no topo são pequenos e abundantes.
d) na base são pequenos e abundantes e no topo são pequenos e pouco numerosos.
e) na base são pequenos e pouco numerosos e no topo são pequenos e abundantes.

5) (FUVEST) Um dos perigos da utilização de inseticidas clorados é que eles são muito estáveis e permanecem por longo tempo nos ecossistemas. Em vista disso, dada a cadeia alimentar

capim → inseto → pássaro → cobra → gavião

é de esperar que a maior concentração de DDT por quilo de organismo seja encontrada em:
a) cobra
b) gavião
c) pássaro
d) inseto
e) capim

6) (FCC) Em uma lagoa são lançados inseticidas organoclorados. Dos organismos abaixo, os que irão apresentar, após algum tempo, maior concentração desses inseticidas são:
a) os caramujos
b) as garças
c) os peixes
d) os fitoplanctontes
e) os microcrustáceos

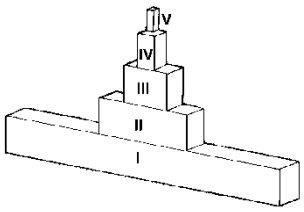
7) (PUC-RS) Sabe-se que a maioria dos tubarões é animal carnívoro e predador. No entanto, há espécies de tubarões que se alimentam do plâncton, como, por exemplo, o chamado tubarão-baleia. A principal vantagem dessas espécies planctófagas sobre as outras é que para elas houve um:
a) alongamento da cadeia alimentar.
b) maior desenvolvimento do aparelho mastigador.
c) menor desenvolvimento do aparelho branquial.
d) encurtamento da cadeia alimentar.
e) processo mais lento de evolução.

8) (Cesgranrio-RJ) 0 equilíbrio biológico de uma comunidade depende da proporção existente entre produtores, consumidores e predadores. Assim, se:
a) o número de produtores e consumidores aumentar, o de predadores diminuirá,
b) o número de produtores diminuir, o de consumidores e predadores aumentará.
c) o número de consumidores diminuir, o de produtores aumentará e o de predadores diminuirá.
d) o número de predadores aumentar, o de produtores e consumidores aumentará.
e) o número de predadores aumentar, o de produtores e consumidores diminuirá.

9) (UFMT) Leia as afirmativas abaixo:
I. A energia introduzida no ecossistema sob a forma de luz é transformada, passando de organismo para organismo sob a forma de energia química,
lI. No fluxo energético, há perda de energia em cada elo da cadeia alimentar.
III. A transferência de energia na cadeia alimentar é unidirecional, tendo início pela ação dos decompositores.
IV. A energia química armazenada nos compostos orgânicos dos seus produtores é transferida para os demais componentes da cadeia e permanece estável.

Estão corretas as afirmativas:
a) I e II.
b) II e III.
c) III e IV.
d) I e III,
e) II e IV.

10) (UFSC) A pirâmide de números abaixo representada diz respeito à estrutura trófica de um determinado ecossisterna:



Assinale a sequência correta de organismos que corresponde à sequência crescente de algarismos romanos da pirâmide:

a) gramíneas, sapos, gafanhotos, gaviões, cobras.
b) gaviões, cobras, sapos, gafanhotos, gramíneas.
c) gaviões, gafanhotos, gramíneas, sapos, cobras.
d) gramíneas, gafanhotos, sapos, cobras, gaviões.
e) gramíneas, gafanhotos, gaviões, cobras, sapos.

11) (UA-AM) Na base das chamadas pirâmides de energia estão os:
a) decompositores.
b) produtores
c) consumidores primários.
d) consumidores secundários.
e) consumidores terciários.

12) (Fuvest-SP) Cobras que se alimentam exclusivamente de roedores são consideradas:
a) produtores.
b) consumidores primários.
c) consumidores secundários.
d) consumidores terciários,
e) decompositores.

Parte D: Dinâmica de Populações

1) (CESCEM) "Em dois hectares de terra, foram plantadas 3.600 mudas de eucalipto." Qual das expressões abaixo apresenta um conceito relacionado com essa afirmação?
a) Sucessão ecológica.
b) Competição intraespecífica.
c) Densidade de população.
d) Nicho ecológico.
e) Homeostase de populações.

2) (PUC-SP) O tucunaré, peixe trazido da Amazônia para as lagoas de captação das usinas estabelecidas ou em construção nos rios Paraná, Tietê e Grande, adaptou-se às condições locais e serviu como elemento de controle das populações de piranhas que ameaçavam proliferar nos reservatórios das usinas hidrelétricas de Minas Gerais e São Paulo. O mesmo tucunaré terá sua criação incrementada na barragem de Itaipu, afastando o perigo do domínio das águas do Rio Paraná por cardumes de piranhas. A relação tucunaré-piranha pode ser considerada como um método de controle utilizado pelo homem para:
a) aumento de taxa de mortalidade
b) competição intraespecífica.
c) variação de nicho ecológico.
d) alteração cíclica da população.
e) controle biológico por predatismo.

3) (CESGRANRIO) O desaparecimento dos morcegos certamente levaria ao desestabelecimento de um número considerável de ecossistemas, já que esses animais apresentam comportamentos importantes para a garantia desses sistemas ecológicos.

Como exemplo desse tipo de comportamento dos morcegos só NÃO se pode citar:
a) dispersão de sementes
b) dispersão de pólens
c) predação de fungos
d) predação de insetos
e) disseminação de frutas

4) (CESGRANRIO) "O aumento populacional e a taxa com que ele está ocorrendo fazem temer que, cedo ou tarde, haverá falta de alimento".
a) primário
b) secundário
c) onívoro
d) terciário
e) carnívoro

5) (FMU) Em uma comunidade biológica, consideremos:
I. PRODUTORES II. HERBÍVOROS III. CARNÍVOROS

É correto afirmar que:
a) se I e II aumentarem, III diminuirá.
b) se III aumentar, I e II diminuirão.
c) se II diminuir, I aumentará e III diminuirá.
d) se I diminuir, II e III aumentarão.
e) se III aumentar, I e II aumentarão.

6) (FCC) Considere uma cadeia alimentar constituída por fitoplâncton, peixes herbívoros e peixes carnívoros. Qual das alternativas indica corretamente o que acontece com as outras populações imediatamente após redução drástica dos peixes carnívoros?

	FITOPLÂNCTON	PEIXES HERBÍVOROS
a)	crescimento	crescimento
b)	diminuição	nenhuma alteração
c)	crescimento	diminuição
d)	diminuição	crescimento
e)	nenhuma alteração	diminuição

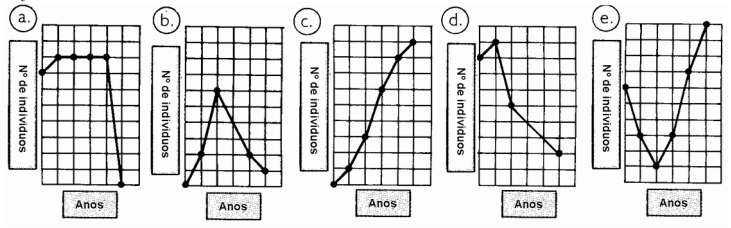
7) (UFRN) Entre os fatores que determinam a diminuição da densidade de uma população, podemos citar:
a) mortalidade e longevidade.
b) imigração e emigração.
c) mortalidade e imigração.
d) imigração e natalidade.
e) emigração e mortalidade.

8) (FCC-BA) Para calcular a densidade de uma população é necessário conhecer o número de indivíduos que a compõem e:
a) o espaço que ocupa.
b) a taxa de mortalidade.
c) a taxa de natalidade.
d) o número de indivíduos que migram.
e) o número de indivíduos de outras populações da mesma região.

9) (FGV-SP) A tabela abaixo indica o que aconteceu com uma população cinco anos seguidos:

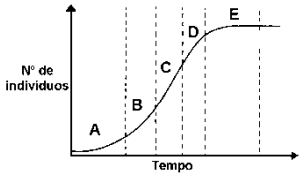
Ano	Nº de nascimentos	Nº de imigrações	Nº de mortes	Nº de emigrações
1	200	–	150	80
2	160	10	130	60
3	150	20	100	50
4	140	10	80	30
5	130	10	70	40

0 gráfico que representa a variação do número de indivíduos dessa população é:



10) (UC-BA) Considere o gráfico abaixo, que representa o crescimento de uma população. Em qual dos períodos considerados a resistência do meio torna-se igual ao potencial biótico da população?

a) A.
b) B.
c) C.
d) D.
e) E.



11) (Cesesp-PE) Leia com atenção as proposições abaixo:

I. Potencial biótico é a capacidade potencial que tem uma população de aumentar numericamente em condições ambientais favoráveis.

II. Os fatores que chamamos de resistência do ambiente impedem as populações de crescerem de acordo com seu potencial biótico.

III. A densidade de uma população independe das taxas de nascimento e mortes, assim como das taxas de emigração e imigração.

Marque:

a) se todas forem corretas;
b) se nenhuma for correta;
c) se apenas as proposições I e II forem corretas;
d) se apenas as proposições II e III forem corretas;
e) se apenas as proposições I e III forem corretas.

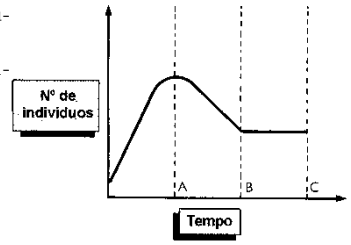
12) (Univ. Fortaleza - CE) A figura seguinte mostra a curva de crescimento de uma população:

Com base nela, fizeram-se as seguintes afirmações:

I . Em A a natalidade e a imigração superam a mortalidade e a emigração.

lI. Em B a mortalidade e a emigração superam a natalidade e a imigração.

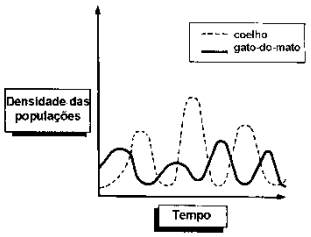
lll. Em C a natalidade e a imigração equilibram a mortalidade e a emigração.



Dessas afirmações:

a) apenas I está correta.
b) apenas II está correta.
c) apenas III está correta.
d) apenas I e II estão corretas.
e) I, II e III estão corretas.

13) (Cesgranrio-RJ) O gráfico representa as densidades, ao longo do tempo, de duas populações que vivem em determinada área: uma população de coelhos e outra de gatos-do-mato. Os coelhos servem de alimento para os gatos–do-mato.



O exame desse gráfico proporcionou três interpretações:

I. A semelhança entre os ciclos das duas populações indica que ambos ocupam o mesmo nicho ecológico.

lI. A não-coincidência dos ciclos das duas populações mostra que a densidade da população de coelhos não influencia a densidade da população de gatos-do-mato.

III. Oscilações de populações do tipo representado no gráfico são comuns na natureza, quando se trata de espécies em que uma serve de presa e a outra é a predadora.

Assinale:

a) se somente I for correta;
b) se somente III for correta;
c) se somente I e III forem corretas;
d) se I, II e III forem corretas;
e) se somente II e III forem corretas.

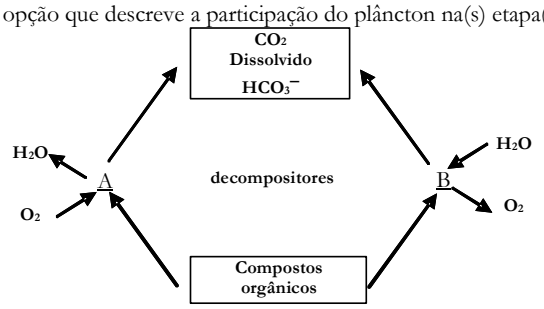
Parte E: Ciclos Biogeoquímicos

1) (CESGRANRIO) Apesar de quase 4/5 da atmosfera serem constituídos de nitrogênio, apenas alguns seres têm a capacidade de aproveitar o nitrogênio em forma elementar para o seu metabolismo.

Os seres com essa capacidade são classificados entre:

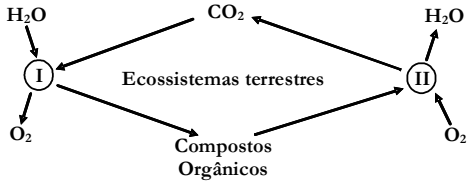
a) bactérias e algas cianofíceas;
b) bactérias e plantas verdes;
c) cianofíceas e protozoários;
d) fungos e protozoários
e) plantas verdes e fungos.

2) Nos ambientes aquáticos o ciclo do carbono pode ser esquematizado, simplificadamente, conforme mostra o esquema abaixo. Estude-o com atenção e assinale a opção que descreve a participação do plâncton na(s) etapa(s) A e B:



a) o zooplâncton participa das etapas A e B.
b) o fitoplâncton participa das etapas A e B.
c) o zooplâncton só participa da etapa B.
d) o fitoplâncton só participa da etapa B.
e) o fitoplâncton só participa da etapa A.

3) (CESGRANRIO) O diagrama a seguir representa etapas do ciclo do carbono num sistema terrestre.



Examinando-o, pode-se dizer que:

a) os vegetais participam apenas da etapa II;
b) os animais participam apenas da etapa I;
c) os vegetais participam apenas da etapa I;
d) os animais participam das etapas I e II;
e) os vegetais participam das etapas I e II.

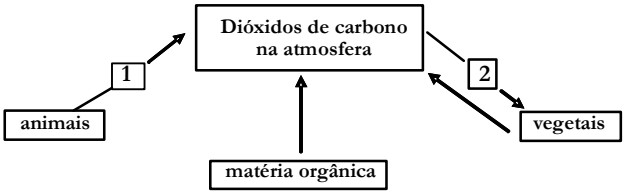
4) (UFRJ) Uma forma natural de aumentar a quantidade de nitrogênio, disponível no solo sob a forma de nitratos, é alterar o cultivo de plantas não leguminosas com leguminosas, pois as últimas apresentam, nas suas raízes, módulos com bactérias capazes de fixar o nitrogênio atmosférico. Estas bactérias são pertencentes ao grupo:

a) *Rhizobium*
b) *Nitrosomonas*
c) *Nitrobacter*
d) *Nitrosococcus*
e) *Anabaena*

5) Os agricultores costumam fazer rodízio de culturas, plantando durante certo tempo apenas leguminosas que enriquecem o solo com produtos nitrogenados. Feita a colheita, o agricultor passa plantar cereais (arroz, trigo, milho) que se beneficiam destes produtos nitrogenados. Quando estes começam a se esgotar, o agricultor volta a plantar leguminosas. Este procedimento é justificado porque as leguminosas:

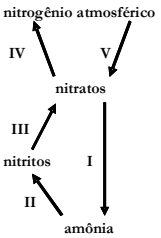
a) transformam o nitrogênio do ar em nitratos.
b) fixam o nitrogênio do ar, utilizando-o para a síntese de aminoácidos.
c) são parasitadas por bactérias capazes de converter o nitrogênio do ar em amônia.
d) possuem, em suas raízes, fungos capazes de converter o nitrogênio do ar em amônia.
e) possuem, em suas raízes, nódulos formados por bactérias nitrificantes.

6) (PUC-SP) No ciclo do carbono, quais os processos metabólicos que ocorrem em 1 e 2 ?



a) respiração em 1 e fotossíntese em 2
b) respiração em 1 e decomposição em 2
c) decomposição em 1 e respiração em 2
d) decomposição em 1 e fotossíntese em 2
e) fotossíntese em 1 e decomposição em 2

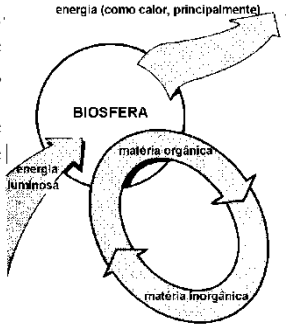
7) (FCC) Considere o seguinte diagrama:



A importância das bactérias denitrificantes decorre principalmente de sua ação em:
a) I
b) II
c) III
d) IV
e) V

8) (SÃO CARLOS) O plantio de leguminosas entre outras plantas de cultura e sua posterior incorporação ao solo é importante porque:
I - diminui a erosão do solo.
II- permite a fixação do nitrogênio do ar.
III- contribui com nutrientes para o solo.
Pode-se afirmar quanto às alternativas acima que:
a) II e III são corretas, mas I é incorreta.
b) I é correta, mas II e III incorretas.
c) As três são corretas.
d) As três são incorretas.
e) II é correta, mas I e III incorretas.

9) (PUCC-SP) Observe o esquema abaixo e as afirmativas que se seguem:
I. Os elementos químicos, ao contrário da energia, não se perdem e são constantemente reciclados.
II. Toda a energia captada pelos produtores volta para o meio físico sob a forma de calor, e como este não pode ser usado na fotossíntese, a energia segue em sentido único.
III. A biosfera é um sistema de relações entre os seres vivos e entre a matéria e a energia que os circundam.



Assinale a alternativa correta:
a) todas estão erradas.
b) I e II estão corretas.
c) II e III estão corretas.
d) I e III estão corretas.
e) todas estão corretas.

10) (Unirio-RJ) As chamadas bactérias fixadoras das raízes de certas leguminosas são úteis à agricultura porque atuam sobre o solo, contribuindo para:
a) aumentar a acidez.
b) facilitar o arejamento.
c) revolver a terra.
d) enriquecê-lo com sais nitrogenados.
e) eliminar o humo.

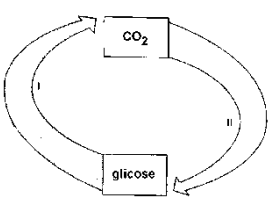
11) (Fuvest-SP) A associação de bactérias do gênero Rhizobium com raízes de plantas leguminosas possibilita a:
a) fixação de nitrogênio.
b) transformação de amônia em nitritos.
c) eliminação de gás carbônico.
d) eliminação de nitrogênio.
e) decomposição de tecidos mortos.

12) (FCC) Geralmente, os fazendeiros não usam adubos nitrogenados nos campos em que cultivam leguminosas porque estas:
a) não necessitam de nitrogênio para crescer.
b) associam-se a bactérias nitrificantes.
c) fixam amônia do ar.
d) fixam nitratos do solo.
e) transformam nitritos em nitratos.

13) (FCMSC-SP) Bactérias fixadoras de nitrogênio são encontradas em:
a) raízes de milho.
b) folhas de milho.
c) frutos de milho.
d) raízes de feijão.
e) folhas de feijão.

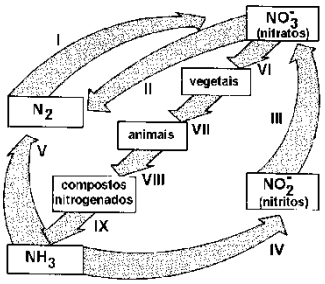
14) (UFRGS) 0 processo vital presente nos ciclos do oxigênio, do carbono e da água é o de:
a) respiração.
b) transpiração.
c) excreção.
d) digestão.
e) sudação.

15) (Fuvest-SP) A figura abaixo é um esquema simplificado do ciclo do carbono na natureza:



Nesse esquema:
a) I representa os seres vivos em geral e II, somente os produtores.
b) I representa os consumidores e lI, os decompositores.
c) I representa os seres vivos em geral e II, apenas os consumidores.
d) I representa os produtores e lI, os decompositores.
e) I representa os consumidores e lI, os seres vivos em geral.

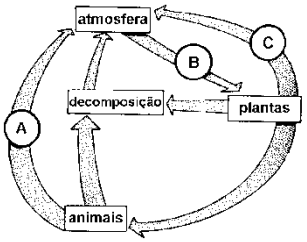
16) (F. Objetivo-SP) O desenho anexo representa, de maneira simplificada, o ciclo do nitrogênio:



As bactérias dos gêneros *Nitrosomonas* e *Nitrobacter* agem, respectivamente, em:
a) I e II.
b) II e III.
c) IV e III.
d) V e IV.
e) VI e VIl.

17) (UFES) É preocupação dos ecólogos o fato de que as calotas polares podem vir a sofrer um processo de descongelamento, em virtude de um aquecimento da atmosfera terrestre. Esse aquecimento, consequência de um desequilíbrio ecológico, decorre de:
a) depósitos de lixo atômico.
b) aumento da taxa de monóxido de carbono na atmosfera.
c) emanações de dióxido de enxofre para a atmosfera.
d) redução da taxa de oxigênio na atmosfera.
e) aumento da taxa de gás carbônico na atmosfera.

18) (UFMT) Baseando-se no esquema a seguir, que é uma simplificação do ciclo do carbono, pode-se afirmar que A, B e C representam, respectivamente:



a) respiração, respiração e fotossíntese.
b) respiração, fotossíntese e respiração.
c) fotossíntese, respiração e respiração.
d) respiração, fotossíntese e fotossíntese.
e) respiração, fotossíntese e transpiração.

Parte F: Sucessão Ecológica

1) Suponhamos que o charco onde viva a preá e os outros seres vivos de nossa história, com o decorrer dos tempos, vá lentamente se modificando. O espelho d'água diminua, pela progressiva invasão de novas plantas, assoreamento e a instalação de plantas mais duradouras; pelo surgimento de novos animais e desaparecimento de outros. O cenário se modifica. Esse fenômeno denomina-se:
a) comunidade clímax.
b) comunidade em equilíbrio dinâmico.
c) comunidade em equilíbrio estático.
d) sucessão ecótona.
e) sucessão ecológica.

2) (CESGRANRIO) "Existiu, em uma determinada região, uma lagoa com água límpida contendo apenas plâncton. O acúmulo de matéria fornecida pelo plâncton permitiu que se formasse um fundo capaz de sustentar plantas imersas. Surgiram depois, alguns animais que começaram a povoar a lagoa, e o fundo acumulou detritos e nele se desenvolveram plantas emergentes. A lagoa ficou cada vez mais rasa. Surgiram os juncos nas margens, que foram 'fechando' a lagoa. Ela se transformou num brejo, e a comunidade que o habitava já era bem diferente. Posteriormente, o terreno secou e surgiu um pasto que poderá ser substituído, no futuro, por uma floresta".

Este texto apresenta um exemplo de:
a) irradiação adaptativa
b) dispersão de espécies
c) sucessão ecológica
d) pioneirismo
e) domínio ecológico

3) (PUC-SP) Numa sucessão de comunidade ocorre:
a) constância de biomassa e de espécie.
b) diminuição de biomassa e menor diversificação de espécies.
c) diminuição de biomassa e maior diversificação de espécies.
d) aumento de biomassa e menor diversificação de espécies.
e) aumento de biomassa e maior diversificação de espécies.

4) (UFPA) Quando uma comunidade passa por mudanças gradativas, dando origem a outras mais complexas, tem-se:
a) uma sucessão.
b) um ecótono.
c) uma comunidade clímax.
d) um nicho ecológico.
e) um bioma.

5) (FCMSC-SP) Considere o seguinte processo: numa infusão, predominam primeiramente algas, em seguida ciliados e finalmente rotíferos. O processo considerado é um caso de:
a) cadeia alimentar.
b) teia alimentar.
c) sucessão.
d) metamorfose.
e). pirâmide de números.

6) (Cesesp-PE) A zona limite entre duas comunidades é designada:
a) nicho ecológico.
b) comunidade clímax.
c) ecese.
d) potencial biótico.
e) ecótono.

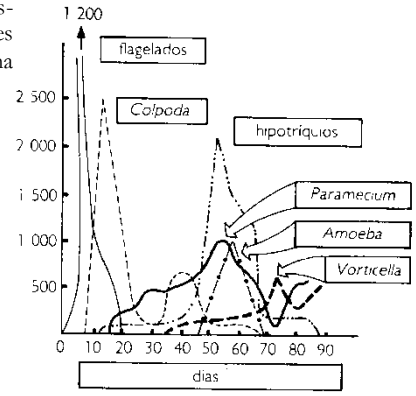
7) (UFCE) Observe as frases abaixo, relativas às características de um ecossistema, à medida que a sucessão caminha para o clímax:
(1) A diversidade em espécies vai aumentando.
(2) Há um aumento nos nichos ecológicos, tornando a teia alimentar mais complexa.
(4) Há um aumento na biomassa total do ecossistema.
(8) O ecossistema tende a uma maior estabilidade ao se aproximar do clímax.
(16) Não há modificação do meio físico do ecossistema nos diferentes estágios da sucessão.

Dê, como resposta, a soma dos números das alternativas corretas.
a) 3
b) 4
c) 8
d) 12
e) 15

8) (UC-MG) A sucessão, num ecossistema, pode ser descrita como uma evolução em direção:
a) ao aumento da produtividade líquida.
b) à diminuição da competição.
c) ao grande número de nichos ecológicos.
d) à redução do número de espécies.
e) à simplificação da teia alimentar.

9) (UMA) O gráfico abaixo registra as frequências de populações de protozoários cultivados numa infusão de feno.

Esse gráfico exemplifica:
a) uma colônia.
b) uma associação.
c) uma sucessão.
d) uma migração.
e) um ecótone.



Parte G: Simbioses

1) (PUC-SP) O tucunaré, peixe trazido da Amazônia para as lagoas de captação das usinas estabelecidas ou em construção nos rios Paraná, Tietê e Grande, adaptou-se às condições locais e serviu como elemento de controle das populações de piranhas que ameaçavam proliferar nos reservatórios das usinas hidrelétricas de Minas Gerais e São Paulo. O mesmo tucunaré terá sua criação incrementada na barragem de Itaipu, afastando o perigo do domínio das águas do Rio Paraná por cardumes de piranhas. A relação tucunaré-piranha pode ser considerada como um método de controle utilizado pelo homem para:
a) aumento de taxa de mortalidade
b) competição intraespecífica.
c) variação de nicho ecológico.
d) alteração cíclica da população.
e) controle biológico por predatismo.

2) (UFSCAR-SP) A seguir estão descritas algumas relações entre seres vivos:
I. a rêmora acompanha o tubarão de perto e fica presa a ele por uma ventosa. Ela aproveita os alimentos do tubarão e também a sua locomoção, mas não prejudica e nem beneficia o seu hospedeiro.
II. a alimentação predominante do cupim é a madeira, que lhe fornece grande quantidade de celulose. Entretanto, ele não possui capacidade digeri-la. Quem se responsabiliza pela degradação da celulose é um protozoário que vive em seu intestino, de onde não precisa sair para procurar alimento.
III. as ervas-de-passarinho instalam-se sobre outras plantas, retirando delas a seiva, que será utilizada para a fotossíntese.
IV. nas caravelas existe uma união estreita de indivíduos, cada um deles especializados em determinadas funções como digestão, reprodução e defesa.
V. as orquídeas, vivendo sobre outras plantas, conseguem melhores condições luminosas, mas nada retiram dos tecidos internos destas plantas.

Essas relações referem-se, respectivamente, a:
a) mutualismo, comensalismo, hemiparasitismo, colônia, parasitismo.
b) comensalismo, mutualismo, hemiparasitismo, colônia, epifitismo.
c) comensalismo, mutualismo, epifitismo, colônia, hemiparasitismo.
d) mutualismo, comensalismo, parasitismo, sociedade, epifitismo.
e) hemiparasitismo, mutualismo, parasitismo, colônia, epifitismo.

3) O quadro a seguir representa cinco casos de interação entre duas espécies diferentes, A e B:

Tipos de interação	**Espécies reunidas**		**Espécies separadas**	
	A	**B**	**A**	**B**
I	**0**	**0**	**0**	**0**
II	**–**	**–**	**0**	**0**
III	**+**	**0**	**0**	**0**
IV	**–**	**0**	**0**	**0**
V	**+**	**+**	**–**	**–**

Legendas
0 = a espécie não é afetada em seu desenvolvimento
\+ = o desenvolvimento da espécie é melhorado
– = o desenvolvimento da espécie é reduzido ou torna-se impossível.

Os tipos de relação apresentados são respectivamente:
a) competição, mutualismo, neutralismo, parasitismo, comensalismo
b) neutralismo, competição, comensalismo, amensalismo, mutualismo
c) mutualismo, cooperação, neutralismo, comensalismo, predação
d) neutralismo, competição, cooperação, comensalismo, comensalismo
e) predação, mutualismo, neutralismo, simbiose, competição

4) (CESGRANRIO) Se duas espécies diferentes ocuparem num mesmo ecossistema o mesmo nicho ecológico, é provável que:
a) se estabeleça entre elas uma relação harmônica.
b) se estabeleça uma competição interespecífica.
c) se estabeleça uma competição intraespecífica.
d) uma das espécies seja produtora e a outra, consumidora.
e) uma das espécies ocupe um nível trófico elevado.

5) A associação existente entre os ruminantes e as bactérias que vivem em seu estômago é um caso de :
a) mutualismo.
b) parasitismo.
c) comensalismo.
d) competição interespecífica.
e) competição intraespecífica.

6) Podem organizar-se em sociedades:
a) aranhas.
b) besouros.
c) gafanhotos.
d) traças.
e) vespas.

7) (UFRGS-RS) Enquanto as onças devoram a sua presa, os urubus esperam. Quais as relações ecológicas envolvidas nesta situação?
a) predador e parasita.
b) comensal e parasita.
c) parasita e saprófovoro.
d) predador e decompositor
e) predador e saprófovoro

8) (PUC) Quando o relacionamento entre dois seres vivos resulta em benefício para ambos os associados, dizemos que ocorre:
a) mutualismo.
b) comensalismo.
c) hiperparasitismo.
d) parasitismo.
e) inquilinismo.

9) (CESGRANRIO) No combate às larvas dos anofelinos (mosquitos transmissores da malária), foi utilizado, com eficiência, um pequeno peixe larvófago (*Gambusia affinis*). A utilização deste animal, na área de saneamento para o controle dessa parasitose, foi bem-sucedida em regiões infestadas pelo *Anopheles*, e onde era grande a incidência da malária.

O método citado, não poluente, substitui o clássico processo de deposição de óleo em superfície da água, que mata as larvas por asfixia.

A ação do peixe *Gambusia affinis* em relação aos anofelinos é um exemplo de:
a) predatismo.
b) parasitismo.
c) comensalismo.
d) simbiose.
e) amensalismo.

10) (SANTA CASA) Observando-se cuidadosamente o trecho abaixo:

"I é um celenterado (hidra) que vive sobre a concha vazia do molusco II, agora ocupada por um crustáceo III (sem carapaça) e IV é um peixe carnívoro. I consegue alimento mais facilmente que quando fixado sobre uma rocha; por sua vez, III lucra, podendo alimentar-se dos restos de I além de defender-se de IV que se alimenta de III mas evita aproximar-se devido à presença de I, que ele teme".

Está certo dizer que há uma relação ecológica de :
a) Comensalismo entre I e III.
b) Protocooperação entre I e III.
c) Predação entre I e IV.
d) Mutualismo entre II e III.
e) Há duas respostas corretas.

RESPOSTA DOS EXERCÍCIOS

Parte A – Introdução à Ecologia

1. b 2. b 3. a 4. e 5. b 6. d 7. a 8. e
9. d 10. b 11. a 12. a

Parte B – Cadeias Alimentares

1. c 2. a 3. e 4. e 5. a 6. c 7. e 8. a

Parte C – Pirâmides Ecológicas

1. b 2. b 3. c 4. a 5. b 6. b 7. d 8. c
9. a 10. d 11. b 12. c

Parte D – Dinâmica de Populações

1. c 2. e 3. c 4. a 5. c 6. d 7. e 8. a
9. e 10. e 11. c 12. e 13. b

Parte E – Ciclos Biogeoquímicos

1. a 2. b 3. e 4. a 5. c 6. a 7. d 8. c
9. d 10. d 11. a 12. b 13. d 14. a 15. a 16. c
17. e 18. b

Parte F – Sucessão Ecológica

1. e 2. c 3. e 4. a 5. c 6. e 7. e 8. c
9. c

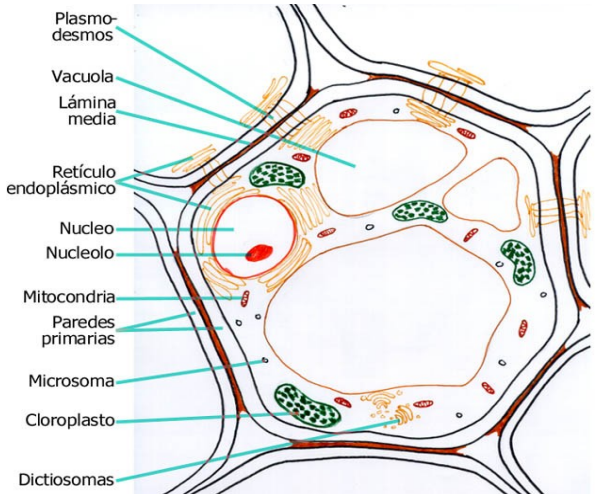
Parte G – Simbioses

1. e 2. b 3. b 4. b 5. a 6. e 7. e 8. a
9. a 10. b

FRENTE DOIS

1. CÉLULA VEGETAL

Vários processos ocorrentes na célula vegetal são semelhantes aos que ocorrem na célula animal. Porém, algumas características são peculiares à célula vegetal, principalmente referentes à parede celular, a qual envolve o protoplasto (conteúdo celular). Estruturas características da célula vegetal: vacúolo, plastos e substâncias ergásticas. Evidentemente, estão presentes nas células vegetais muitas organelas também encontradas nas células animais, como mitocôndrias, dictiossomos (pilhas de membranas lisas, que constituem o Complexo golgiense, núcleo, microtúbulos, ribossomos, etc.



PAREDE CELULAR:

Restringe a distensão do protoplasto, configurando à célula adulta, tamanho e formas fixos.

Componentes:

a) Celulose ($C_6 H_{10} O_5)_n$, constituída por moléculas lineares de glicose. A celulose é formada por microfibrilas, que se reúnem em feixes maiores (fibrilas). As microfibrilas são sintetizadas por enzimas que se encontram na membrana plasmática. A celulose está associada a outros polissacarídeos, principalmente hemiceluloses (xiloglicanos e xilanos) e compostos pécticos (galacturonanos).

b) Substâncias de Origem Orgânica: a- natureza proteica b- natureza lipídica (cutina, suberina, lignina - esta última confere maior rigidez à parede e sua presença comprova a existência de parede secundária; sua formação pode ocorrer dentro dos dictiossomos, um sistema de membranas que forma o Complexo de Golgi.

Formação:

As primeiras camadas de microfibrilas a se formarem, constituem a parede primária. Essas microfibrilas apresentam uma disposição intercarlar. Em muitas células, camadas adicionais são depositadas internamente à parede primária, formando a parede secundária; essas camadas são denominadas S1, S2 e S3, respectivamente, sendo que a última pode estar ausente. Na parede secundária, o arranjo das microfibrilas se dá de diversas maneiras diferentes. Lamela média: é a linha de união entre as paredes primárias de duas células contíguas e possui natureza péctica. A formação da parede celular ocorre no final da telófase, com o surgimento da placa celular, que dará origem à lamela média e parte da membrana plasmática das duas células-filhas, por ela separadas; durante a formação da parede primária e da lamela média, elementos do retículo endoplasmático ficam retidos entre as vesículas em formação, originando os plasmodesmos, continuidades protoplasmáticas entre uma célula e outra, que geralmente se localizam em pequenas depressões, denominadas *pontoações da parede primária*, originadas por uma menor deposição de microfibrilas de celulose. Posteriormente, durante a formação da parede secundária, não há deposição de material sobre essas áreas, originando diversos tipos de pontoações.

Pontoações:

As pontoações mais comuns são:

a) Pontoação simples - interrupção na parede primária, com formação de uma cavidade de pontoação (espaço onde a parede primária não é recoberta pela secundária). Quando as pontoações simples de duas células contíguas se encontram, temos uma membrana de pontoação, formada pelas paredes primárias de ambas as células, mais a lamela média entre elas.
b) pontoação areolada- saliência de contorno e abertura central circulares (em vista frontal, forma uma aréola). Trata-se de uma interrupção da parede secundária. Quando a parede secundária e a primária estão bem separadas, delimita-se uma câmara de pontoação. Além disso, quando a parede secundária se espessa, percebe-se a formação de um canal de pontoação, entre a abertura interna e a externa da pontoação areolada. Esse tipo de pontoação é encontrado em células do xilema, isto é, nos elementos de vaso e traqueídes. Nas traqueídes das coníferas ocorre, na pontoação areolada, um espessamento especial denominado toro. Uma mesma célula pode apresentar mais de um tipo de pontoação. Por exemplo, um elemento de vaso que esteja contíguo a outro elemento de vaso, apresenta um par de pontoações areoladas; no entanto, se ele estiver contíguo a uma célula de parênquima, apresentará um par de pontoações semi areoladas.

CONTEÚDO CELULAR

Principais organelas: Vacúolo, plastos, substâncias ergásticas.

VACÚOLO:

Delimitado por uma membrana denominada tonoplasto. Contém água, açúcares, proteínas; pode-se encontrar ainda compostos fenólicos, pigmentos, como betalaínas antocianinas cristais de oxalato de cálcio (drusas, estiloides, prismáticos, ráfides, etc.). Muitas das substâncias estão dissolvidas, constituindo o suco celular, cujo PH é geralmente ácido, pela atividade de uma bomba de próton

no tonoplasto. Em células especializadas pode ocorrer um único vacúolo, originado a partir da união de pequenos vacúolos de uma antiga célula meristemática. (ex.: em células parenquimáticas o vacúolo chega a ocupar 90% do espaço celular).

Funções

Ativo em processos metabólicos, como: - armazenamento de substâncias (vacúolos pequenos - acúmulo de proteínas, íons e outros metabólitos). Um exemplo são os microvacúolos do endosperma da semente de mamona (Ricinus communis), que contém grãos de aleurona - processo lisossômico (através de enzimas digestivas, existentes principalmente nos vacúolos centrais e bem desenvolvidos, cujo tonoplasto sofre invaginações para englobar material citoplasmático contendo organelas (a autofagia ocorre em células jovens ou durante a senescência).

Origem

Se originam a partir do sistema de membranas do complexo golgiense. Seu tamanho aumenta à medida que o tonoplasto incorpora vesículas derivadas do aparelho de Golgi.

PLASTOS:

Organelas que possuem um envelope, formado por duas membranas unitárias contendo internamente uma matriz ou estroma, onde se situa um sistema de membranas saculiformes achatadas, os tilacoides. O plastídio contém DNA e ribossomos. São divididos em três grandes grupos: cloroplasto, cromoplasto e leucoplasto. Originam-se de estruturas muito pequenas, os proplastídios (que normalmente já ocorrem na oosfera, no saco embrionário e nos sistemas meristemáticos). Quando os proplastídios se desenvolvem na ausência de luz, apresentam um sistema especial, derivado da membrana interna, originando tubos que se fundem e formam o corpo prolamelar. Esses plastos são chamados estioplastos.

Cloroplastos:

Possuem seu próprio DNA e seu genoma codifica algumas proteínas específicas dessas organelas; contêm clorofila e estão associados à fase luminosa da fotossíntese, sendo mais diferenciados nas folhas. Seu sistema de tilacoides é formado por pilhas de tilacoides em forma de discos, chamado de granos; é nesse sistema que se encontra a clorofila. Na matriz ocorrem as reações de fixação de gás carbônico para a produção de carbohidratos, além de aminoácidos, ácidos graxos e orgânicos. Pode haver formação de amido e lipídios, estes últimos em forma de glóbulos (plastoglóbulos).

Cromoplastos:

Portam pigmentos carotenoides (amarelos, vermelhos, alaranjados etc.); são encontrados em estruturas coloridas, como pétalas, frutos e algumas raízes. Surgem a partir dos cloroplastos.

Leucoplastos:

Sem pigmentos; podem armazenar várias substâncias: -amiloplastos: armazenam amido. Ex.: em tubérculos de batatinha inglesa (Solanum tuberosum). -proteinoplastos: armazenam proteínas. -elaioplastos: armazenam lipídios. Ex.: abacate (Persea americana).

SUBSTÂNCIAS ERGÁSTICAS:

Produtos do metabolismo celular. Podem ser material de reserva ou produtos descartados pelo metabolismo da célula. Encontradas na parede celular e nos vacúolos, além de outros componentes protoplasmáticos. As mais conhecidas são: amido, celulose, corpos de proteína, lipídios, cristais de oxalato de cálcio (drusas, ráfides, etc.), cristais de carbonato de cálcio (cistólitos) e de sílica (estruturas retangulares, cônicas, etc.). Também são ergásticas as substâncias fenólicas, resinas, gomas, borracha e alcaloides. Muitas vezes as células que contêm essas substâncias são diferentes morfo e fisiologicamente das demais, sendo denominadas idioblastos.

2. PRINCIPAIS FILOS DO REINO PLANTAE

BRIÓFITAS

As briófitas compreendem os vegetais terrestres mais simples morfologicamente. Conhecidas popularmente como "musgos" (filo **Bryophyta**) , "antóceros" (filo **Anthocerophyta)** ou "hepáticas" (filo **Hepatophyta**), ocupam caracteristicamente ambientes úmidos, por serem dependentes da água para a fecundação, no deslocamento de anterozoides flagelados até a oosfera. Assim como os líquens, são colonizadoras de rochas e também sensíveis à poluição, funcionando como bioindicadoras. Atualmente, considera-se que as briófitas representam um grupo de transição entre as algas verdes da classe *Charophyceae* e as plantas vasculares; tais algas apresentam, como as plantas, cloroplastos com grana bem desenvolvidos e células móveis assimétricas, com flagelos laterais; além disso, na ordem *Choleochaetales,* os zigotos ficam retidos dentro do talo parental e, ao menos uma espécie, apresenta células de transferência, como as plantas. As briófitas se distinguem das carófitas, por algumas características como: presença de gametângios masculino e feminino (anterídio e arquegônio) revestidos por uma camada protetora de células estéreis e esporos contendo esporopolenina, entre outras.

As briófitas apresentam alternância de gerações entre gametófito ramificado fotossintetizante (independente) e esporófito não ramificado (dependente, ao menos em parte, do gametófito). Os antóceros e muitas hepáticas são taloides, isto é, seus gametófitos são geralmente achatados e dicotomicamente ramificados, formando talos (corpos indiferenciados, não formando raízes, folhas ou caules). Esses talos são frequentemente delgados, facilitando a absorção de CO_2. Alguns representantes, como o gênero marchantia (uma hepática) possuem adaptações (no caso, poros superficiais) para aumentar a permeabilidade desse gás.

Os gametófitos são formados por rizoides, filoides e cauloides e podem ser talosos (quando não se distingue o filoide do cauloide) ou folhosos. Alguns autores, entre eles Raven et al. (2001) admitem uso dos termos "folhas" e "caule", em referência aos cauloides e filoides de algumas hepáticas folhosas e musgos pois, apesar de ocorrerem na geração gametofítica e não possuírem xilema ou floema, alguns de seus representantes contêm fileiras de células localizadas centralmente, as quais parecem ter função de condução. Já os rizoides possuem apenas função de fixação. Os musgos, em particular, possuem tricomas e outras adaptações que contribuem para o transporte de água externa e sua absorção pelas folhas e caules (Raven, 2001). Além disso, elas também abrigam fungos e cianobactérias que podem auxiliar na obtenção de nutrientes.

No ápice dos gametófitos surgem os arquegônios, onde se diferenciam o gameta feminino (oosfera) e os anterídios, onde se diferenciam gametas masculinos (anteozoides).

O zigoto germina sobre a planta-mãe e o esporófito resultante permanece ligado a ela por toda a vida. Essas plantas não possuem xilema e floema; embora alguns representantes possuam células condutoras especializadas, estas não são lignificadas, como as das plantas vasculares. Os esporófitos nunca são ramificados e, na maioria das briófitas, são constituídos de pé , seta e cápsula.

REPRODUÇÃO

As únicas células flageladas das briófitas são os anterozoides (gametas masculinos flagelados), que se encontram dentro de uma estrutura presente no gametófito (geralmente exclusivamente masculino), o anterídio, uma estrutura esférica ou alongada, geralmente pedunculada e composta de uma camada externa de células estéreis que envolvem células espermatógenas; cada uma produz um único anterozoide. Os anterozoides necessitam de água para alcançar a oosfera, o gameta feminino, localizado na porção basal de uma estrutura em forma de garrafa, arquegônio, que está localizada no gametângio (geralmente exclusivamente feminino). Quando a oosfera amadurece, ocorre uma desintegração das células centrais na parte anterior do arquegônio, o colo (células do canal do colo), resultando num tubo preenchido com um líquido, através do qual o anterozoide poderá nadar até a oosfera, atraído por certas substâncias liberadas.

O zigoto assim formado, permanece no arquegônio, sendo nutrido por açúcares, aminoácidos e outras substâncias, proveniente do gametófito feminino. Após sucessivas divisões, forma-se o embrião, que irá originar o esporófito (geração esporofítica).

PTERIDÓFITAS

São as plantas vasculares sem sementes. Atualmente, costuma-se dividir essas plantas costumam em 4 filos: **Psilophyta, Lycophyta, Sphenophyta** e **Pterophyta**.

As pteridófitas possuem arquegônios contendo a oosfera. Os gametas masculinos são anterozoides multiflagelados. Em condições adequadas, as paredes do anterídio se rompem, liberando os anterozoides que nadam até o arquegônio, que ali penetram por um canal, atingindo a oosfera. O zigoto germina sobre a planta-mãe, dando origem ao esporófito dominante, que possui esporos em esporângios; esses esporos, ao germinarem, darão origem a uma nova planta-mãe.

O filo **Psilophyta** é representado no Brasil pelo gênero *Psylotum*, uma planta herbácea desprovida de raízes (em seu lugar existe um rizoma, com micorrizas associadas) e folhas, porém apresentam vascularização. O filo **Licophyta** é representado pelos licopódios (plantas homosporadas) e selaginelas (heterosporadas). O esporófito da maioria dos gêneros de Lycopodiaceae são constituídos por um rizoma ramificado que emite ramos aéreos e raízes.

Os esporofilos (folhas portando esporângios) localizam-se em ramos modificados, com entrenós muito curtos, os estróbilos. Embora sejam plantas herbáceas, seus ancestrais fósseis atingiam dimensões arbóreas. Após a germinação, os esporos de Lycopodiaceae originam gametófitos bissexuados, que podem ser estruturas verdes, irregularmente lobadas (ex.: *Lycopodiella*) ou estruturas micorrízicas subterrâneas (ex.: *Lycopodium*). Até que os arquegônios e anterídios de um Lycopodiaceae se desenvolvam completamente, pode ocorrer um período de cerca de 15 anos. Existe a necessidade de água para a fecundação, pois o anterozoide nada até o arquegônio; o embrião formado cresce no interior do arquegônio, originando o esporófito, que permanece por um tempo preso ao gametófito e depois se torna independente.

O filo **Sphenophyta** é representado atualmente pelo gênero *Equisetum* (cavalinha). Os caules surgem de sistemas subterrâneos que permanecem vivos durante as estações desfavoráveis, quando a parte aérea morre. A atividade fotossintetizante das folhas é desprezível; a maior parte da fotossíntese é efetuada pelo caule estriado, como em Psilotum. As raízes nascem de rizomas subterrâneos profundos.

O filo **Pterophyta** é o mais conhecido e compreende os vegetais vasculares com folhas e raízes verdadeiras (samambaias). As folhas podem ser simples ou ter sua lâmina dividida em folí-

olos. Na maioria dos grupos, a face inferior das folhas cresce mais que a superior (vernação circinada), resultando em seu enrolamento (báculo). As samambaias podem ser classificadas como eusporangiadas ou leptosporangiadas. Nas primeiras, é produzido um eusporângio, a partir de muitas células iniciais localizadas na superfície do tecido a partir do qual o esporângio será produzido; nas samambaias leptosporangiadas, o esporângio é produzido a partir de uma única célula inicial. Os esporângios encontram-se reunidos em soros, esporocarpos, espigas ou sinângios. Nos grupos nos quais os esporângios encontram-se reunidos em soros, ocorre uma estrutura diferenciada, o anel ou ânulo que, através de movimentos higroscópicos (advindos da dessecação), é responsável pelo rompimento do estômio (camada de células com menor resistência), liberando os esporos, que irão germinar, formando um novo gametófito (protalo). A maioria das samambaias atuais é homosporada, com exceção dos representantes de duas ordens aquáticas.

GIMNOSPERMAS

São espermatófitas (produzem sementes). As sementes se se desenvolvem na superfície ou extremidade de uma escama. Essas escamas podem ocorrer em esporófilos reunidos em estróbilos (cones).

Podem ser árvores (como as Cycas, com caule do tipo estipe, chegando a 18 m de altura), arbustos ou trepadeiras (como as Ephedra). Algumas apresentam caule subterrâneo (Zamia), aparentando ser acaules. As coníferas são árvores de crescimento monopodial, que podem atingir até 100 m de altura (Pinus longaeva) e 4000 anos (Sequoia, Pinus).

As gimnospermas possuem raízes do tipo encontrado em dicotiledônea (sistema axial). Algumas Cycadales apresentam raízes aéreas muito ramificadas sobre o solo, as quais mantêm uma relação simbiótica com a alga azul (Cyanobactéria) Anabaena cycadeae, a qual se instala em seu córtex, através de fissuras na epiderme.

As folhas podem ser compostas (Cycadales) ou simples (demais grupos) Em Ginkgo biloba, árvore considerada como "fóssil vivo", que não se extinguiu por ter sido cultivada como ornamental por monges asiáticos, as folhas são bilobadas.

Estróbilos: São ramos modificados, portando esporófilos (modificações foliares) que portam as estruturas de reprodução das gimnospermas. Originam-se a partir da divisão dicotômica de um ramo, onde uma das partes permanece dormente e a outra se torna o estróbilo. São chamados microstróbilos (estróbilos masculinos) ou macrostróbilos (estróbilos femininos), conforme sustentem microsporofilos (escamas portando microsporângios) ou (macrosporofilos – escamas portando macrosporângios).

EVOLUÇÃO

As gimnospermas provavelmente não formam um grupo monofilético (originadas de um ancestral comum), de acordo com vários trabalhos de análise filogenética.

ANGIOSPERMAS (DIVISÃO ANTHOPHYTA)

São caracterizadas principalmente por possuírem óvulo e sementes encerrados em um ovário. A flor é, portanto, seu órgão reprodutivo. Assim como os estróbilos das gimnospermas, as flores são ramos onde os meristemas apicais se diferenciaram ao máximo. Dessa forma, tal qual nos estróbilos, o eixo, aqui transformado em receptáculo, internos muito curtos, o que leva os esporofilos (androceu e gineceu) a nascerem em espiral compacta ou verticiladamente. Além dos esporofilos, os eixos florais geralmente portam apêndices estéreis (cálice e corola).

As angiospermas representam o grupo de maior diversidade entre as plantas terrestres, com mais de 250.000 espécies; esse sucesso se deve a adaptações vegetativas e reprodutivas, sendo as principais:

a) formação de ovário, através do dobramento e soldadura dos carpelos (macrosporofilos), protegendo óvulos e sementes;
b) pólen pousando no estigma e não mais diretamente na micrópila;
c) óvulos com dois tegumentos;
d) órgãos de reprodução não mais reunidos em estróbilos, mas em flores, onde os estames representam os microsporofilos e os ovários, os macrosporofilos;
e) redução acentuada do megagametófito, aqui denominado saco embrionário, formado a partir de uma tétrade de macrosporos originados por meiose, onde apenas um evolui, dividindo-se por 3 vezes seguidas, originando 8 núcleos, dos quais 3 se agrupam próximo à micrópila (duas sinérgides laterais e uma oosfera central); outras 3 migram para a extremidade oposta, constituindo antípodas; no centro do saco embrionário instalam-se os dois núcleos restantes, denominados núcleos polares da célula média;
f) dupla fecundação: ocorre exclusivamente nas angiospermas: o tubo polínico cresce através do estilete até o ovário, atravessa a micrópila do óvulo, lançando em seu interior duas células espermáticas; uma se funde com a oosfera, cresce através do estilete até o ovário, atravessa a micrópila do óvulo, lançando em seu interior duas células espermáticas; uma se funde com a oosfera, originando o zigoto e a outra se une aos núcleos polares, formando um tecido triploide, o endosperma, que frequentemente acumula grande quantidade de reservas nutritivas (amido, óleo, açúcares, etc.). O embrião é formado após sucessivas divisões do zigoto, nutrindo-se do endosperma.

- Microsporo = androsporo > esporos que originam microgametófitos.
- Macrosporo ou megasporo = ginosporo > esporos que originam macro ou megagametófitos.
- Microsporângio = androsporângio = saco polínico > esporângio produtor de microsporos.
- Macrosporângio = ginosporângio > esporângio produtor de megasporos.
- Microsporofilo = androsporofilo > estrutura de natureza foliar que sustenta 1 ou mais microsporângios.
- Macrosporofilo = ginosporofilo > estrutura de natureza foliar que sustenta 1 ou mais megasporângios.
- Microgametófito - andrófito = gametófito masculino (n) > pólen em estado tricelular - representa a geração sexuada masculina, originada a partir do microsporo; suas estruturas reprodutivas são os gametas masculinos (anterozoides ou células espermáticas).
- Macrogametófito ou megagametófito - ginófito = gametófito feminino (n) = saco embrionário maduro > representa a geração sexuada feminina, originada a partir do megasporo; suas estruturas reprodutivas são os gametas femininos
- Microstróbilo = androstróbilo > estróbilo (ramo modificado portando esporofilos) que produz microsporos.
- Macrostróbilo = ginostróbilo > estróbilo que produz macrosporos.
- Anterídio = androgônio > gametângio masculino > produz gametas masculinos.
- Arquegônio = ginogônio > gametângio feminino > produz gametas femininos.
- Anterozóide ou células espermáticas > gametas masculinos, sendo o primeiro tipo com flagelos.
- Oosfera > gameta feminino.

3. REPRODUÇÃO

REPRODUÇÃO DAS PLANTAS

Duas formas básicas:

1. Reprodução assexuada ou agâmica: onde unidades reprodutivas, provenientes de partes do organismo originam diretamente um outro indivíduo. Ex.: esporos, tubérculos, estolhos, brotamentos em caules e folhas, etc.

2. Reprodução sexuada ou gâmica: através da união de duas unidades reprodutivas unicelulares, os gametas (singamia). Em todas as plantas terrestres, além de muitas algas e fungos, ocorre um ciclo vital com alternância de gerações haploide e diploide (ciclo haplodiplôntico):

(geração esporofítica) - R* (meiose esporofítica) - n n (esporos) - (geração gametofítica) n - n+n (gametas) = 2n (zigoto = geração esporofítica)

Nas briófitas (hepáticas e musgos), a geração perene é a gametofítica, com vida livre; o gametófito pode ser taloso ou folhoso e o esporófito é epifítico (vive sobre o gametófito) e efêmero. Os anterozoides (gametas masculinos) são produzidos nos anterídios (gametângios masculinos); são biflagelados e nadam em meio liquído, chegando aos arquegônios (gametângios femininos) por quimiotactismo e fecundando a oosfera. Nas plantas vasculares, ou seja, a partir das pteridófitas (samambaias, avencas, etc.), a geração predominante é a esporofítica, possuindo um sistema vascular bem desenvolvido, raízes e folhas. Aqui, o gametófito é muito reduzido; nas samambaias (Polypodiaceae), chega a se formar um gametófito de vida livre, o protalo, que produz arquegônios) e anterídios. Os esporângios agrupam-se em soros, na parte inferior das frondes do esporófilo. Em outras pteridófitas, como Lycopodiaceae e Selaginellaceae, os esporângios estão reunidos em estróbilos, ramos modificados, portando esporofilos (folhas modificadas) que sustentam um único esporângio. Nas primeiras, há produção de um único tipo de esporos (plantas homosporadas) e nas últimas, dois tipos (plantas heterosporadas). Os dois tipos de esporos produzidos em Selaginella são os miscrosporos e os macrosporos. Ao encontrar o solo úmido, o macrosporo germina, formando um macrogametófito (ou megagametófito), que é o gametófito feminino; este diferencia no ápice alguns arquegogônios contendo oosferas, que serão fecundadas por anterozoides (gametas flagelados e, portanto, dependentes do meio líquido). Em Selaginella, o megagametófito não tem vida livre, e é alimentado pelas reservas do macrosporo. Essa situação representa um passo evolutivo. A partir daí, a permanência dos macrosporos nos macrosporângios da planta mãe, é o próximo passo evolutivo; isso significa a formação da semente, um macrosporângio contendo um macrosporo que não é liberado, ficando protegido por um tegumento. Desta forma, o processo de fecundação ocorre "in situ", oferecendo às espermatófitas maior chance de sobrevivência do que o esporo.

REPRODUÇÃO EM GIMNOSPERMAS

Microstróbilo: é o eixo ao qual se prendem os microsporófilos, folhas modificadas que sustentam microsporângios (estruturas produtoras de microsporos). Os microsporos irão se desenvolver em grãos de pólen (microgametófitos). Muitas células diploides (2n) de diferenciam no interior do microsporângio e, ao sofrerem divisões reducionais (meiose), originam uma tétrade tetraédrica de microsporos (n) unicelulares. Esses microsporos, ao se desenvolverem, sofrem divisões equacionais, originando uma estrutura no mínimo bicelular, o grão de pólen (microfito).

Megastróbilos: São diferentes para os diversos grupos: Em Cycadopsida são simples (Dioon, Zamia e Welwitschia) ou estão ausentes (Cycas: nesse caso, os macrosporófilos são claramente foliares e estão na porção terminal do caule, portando de 5 a 8 óvulos). Em Ginkgopsida, os megastróbilos são pequenos, com poucos óvulos. Em Pinopsida, são compostos, constituídos de um eixo caulinar sustentando dois tipos de escamas: a escama ovulífera, que contém o óvulo e a escama bracteal, que a sustenta. O óvulo das gimnospermas constitui-se de um megasporângio (nucelo), envolvido por um tegumento e possui uma abertura, a micrópila, pela qual penetrarão os microsporos, tipicamente dispersos pelo vento nas gimnospermas. Por outro lado, dentro do macrosporângio, uma célula diploide (2n) irá sofrer meiose, originando uma tétrade linear de megásporos, dos quais apenas um se desenvolve, tornando-se um megagametófito (macrogametófito); os outros 3 macrosporos se degeneram. Durante o desenvolvimento do megagametófito, ocorre uma série de divisões nucleares, seguida da formação de paredes, da periferia para o centro. Algumas células, próximas à micrópila, originam os arquegônios (gametângios femininos), que podem ser 2 ou mais e contêm a oosfera. A semente madura mantém o tegumento do óvulo, que dá origem à testa. Internamente a ele, observa-se uma fina camada, formada por restos de macrosporângio, que circunda o macrogametófito e serve de reserva alimentar para o embrião. Em gimnospermas relativamente primitivas, da Classe Cycadopsida (Cycas, Encephalartus, Zamia, etc.), os microsporos trazidos pelo vento se fixam numa gota secretada nas proximidades da micrópila, sendo retraídos, com a evaporação para o interior, até uma câmara polínica, existente no ápice do macrogametófito (formado a partir do macrosporo, dentro do gametângio), que possue no ápice vários arquegônios; cada um contendo uma grande oosfera (gameta feminino); abaixo da câmara polínica, forma-se uma câmara arquegonial, com um conteúdo líquido. Os microsporos que estavam na câmara polínica germinam, formando microgametófitos, em forma de tubo, contendo nas extremidades anterozoides, que irão nadar na câmara arquegonial, até alcançar os arquegônios. Seguindo a evolução, aparecem as Pinopsida (Pinus, Araucaria etc.), com formação de tubos polínicos, que crescem diretamente até o arquegônio, deixando aí os gametas masculinos, não mais flagelados, pois cessa a dependência da água. Esse processo é chamado sifonogamia. O embrião das gimnospermas se desenvolve às custas do tecido do macrófito circundante.

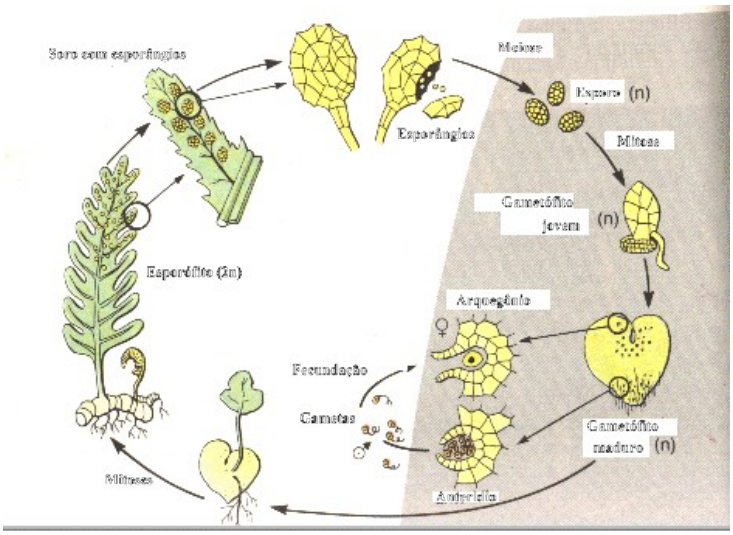
REPRODUÇÃO EM ANGIOSPERMAS

Nesse grupo, os órgãos de reprodução não estão mais reunidos em estróbilos, mas em flores, onde os estames representam os microsporofilos e os ovários, os macrosporofilos. Como já foi dito, as angiospermas apresentam uma redução acentuada do megagametófito, nelas denominado saco embrionário; ele é formado a partir de uma tétrade de macrosporos originados por meiose, onde apenas um evolui, dividindo-se por 3 vezes seguidas, originando 8 núcleos, dos quais 3 se agrupam próximo à micrópila (duas sinérgides laterais e uma oosfera central); outros 3 migram para a extremidade oposta, constituindo antípodas; no centro do saco embrionário instalam-se os dois núcleos res-

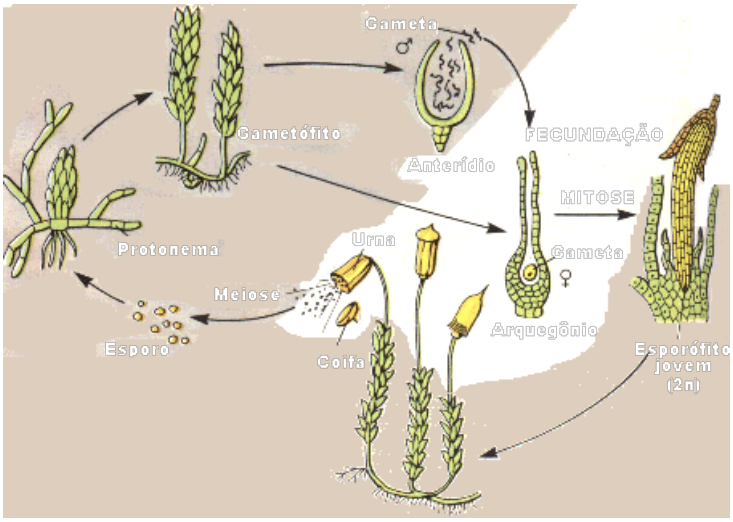
tantes, denominados núcleos polares da célula média. O conjunto do saco embrionário, mais os dois tegumentos característicos desse grupo, forma o óvulo. Os microsporos que darão origem aos grãos de pólen são formados no interior das anteras, que podem abrir-se por fendas ou poros para liberá-los, quando esses estão maduros. Ao chegarem ao estigma de outra flor; os grãos de pólen começam a produzir o o tubo polínico, que cresce através do estilete até o ovário, atravessa a micrópila do óvulo, lançando em seu interior duas células espermáticas; uma se funde com a oosfera, originando o zigoto e a outra se une aos núcleos polares, formando um tecido triploide, o endosperma, que frequentemente acumula grande quantidade de reservas nutritivas (amido, óleo, açúcares, etc.). O embrião é formado após sucessivas divisões do zigoto, nutrindo-se do endosperma. Obs.: Alguns autores italianos e argentinos, utilizam uma nomenclatura diferente para as estruturas reprodutivas. Veja a tabela a seguir, com os sinônimos e as respectivas definições: Microsporo = androsporo > esporos que originam microgametófitos. Macrosporo ou megasporo = ginosporo > esporos que originam macro ou megagametófitos. Microsporângio = androsporângio = saco polínico > esporângio produtor de microsporos. Macrosporângio = ginosporângio > esporângio produtor de megásporos. Microsporofilo = androsporofilo > estrutura de natureza foliar que sustenta 1 ou mais microsporângios. Macrosporofilo = ginosporofilo > estrutura de natureza foliar que sustenta 1 ou mais megasporângios. Microgametofito - androfito = gametófito masculino (n) > pólen em estado tricelular - representa a geração sexuada masculina, originada a partir do microsporo; suas estruturas reprodutivas são os gametas masculinos (anterozoides ou células espermáticas). Macrogametofito ou megagametofito - ginofito = gametófito feminino (n) = saco embrionário maduro > representa a geração sexuada feminina, originada a partir do megásporo; suas estruturas reprodutivas são os gametas femininos (oosfera e célula média). Microstróbilo = androstróbilo > estróbilo (ramo modificado portando esporófilos) que produz microsporos. Macrostróbilo = ginostróbilo > estróbilo que produz macrosporos. Anterídio = androgônio > gametângio masculino > produz gametas masculinos. Arquegônio = ginogônio > gametângio feminino > produz gametas femininos. Anterozoide ou células espermáticas > gametas masculinos, sendo o primeiro tipo com flagelos. Oosfera > gameta feminino.

BRIÓFITAS	PTERIDÓFITAS	GIMNOSPERMAS	ANGIOSPERMAS
conquista do ambiente terrestre sistema de fixação (rizídios)	adaptações à vida na terra: sistema vascular; raízes verdadeiras.	semente: permanência do macrósporo na planta-mãe: proteção ao embrião	série de adaptações evolutivas: -formação de ovário: maior proteção ao embrião; -pólen pousando sobre estigma e não diretamente sobre a micrópila; -óvulo com 2 tegumentos; - -redução acentuada do megagametófito (saco embrionário) -dupla fecundação, com formação de endosperma (tecido que irá nutrir o embrião
GAMETÓFITO: PREDOMINANTE, com: a) gametângios masculinos (microgametângios), contendo anterídio, no qual são formados os anterozoides. b) gametângios femininos, contendo arquegônio, no qual é formada a oosfera.	GAMETÓFITO: DIFÍCIL OBSERVAÇÃO. Em samambaias: formação de gametófito de vida livre: PROTALO. Em Lycopodiaceae: gametófito contendo anterídio e arquegônio, originado de homosporos Em Selaginellaceae: megagametófito com arquegônio e microgametófito com anterídio originados de heterosporos. * Em Selaginella, o megagametófito não tem vida livre, estando incluso nos tecido do esporófito: proteção à oosfera (passo evolutivo)	GAMETÓFITO: REDUZIDO Microgametófito: formação no microsporângio: cél.-mãe de microsporos (2n) -R! - tétrade tetraédrica de esporos(n)- microgametófito. Megagametófito: formação: cél.-mãe de macrósporo (2n) - R! - tétrade linear de megásporos (3 degeneram) - 1 se desenvolve em megagametófito; próx. à micrópila surgem: 2 ou + arquegônios; está incluído no óvulo Megasporângio (nucelo) + tegumento: formam o ÓVULO, que possui uma abertura, a MICRÓPILA MICROSTRÓBILO > microsporófilos > Microsporângios > micrósporos > microgametófitos (grãos de pólen em estado 3-celular). MEGASTRÓBILO : Simples em Cycadopsida e Ginkgopsida Composto em Pinopsida (escama bracteal protegendo uma escama ovulífera)	GAMETÓFITO: REDUZIDO Microgametófito: pólen em estado 3-celular. megagametófito: saco embrionário, com apenas 8 núcleos celulares Formação: dentro do megagametâng: cél.-mãe de esporos - R! - tétrade linear de macrósporos (3 degeneram) - 3 divisões - 8 núcleos: * 3 ficam próximos à micrópila (1 oosfera e 2 sinérgides) * 3 migram para a extremidade oposta (antípodas) * 2 se posicionam no centro do saco polínico (2 núcleos polares)
ESPORÓFITO EFÊMERO E ACLOROFILADO Formação: Anterozóide (gameta masculino flagelado) nada sobre o "filme" d'água até o arquegônio, fecundando a oosfera > zigoto > esporófito. Embrião e esporófito: desenvolvem-se às custas do macrogametófito.	ESPORÓFITO PREDOMINANTE Esporângios (com esporos) reunidos em: a) soros, na parte inferior das frondes: samambaias b) estróbilos (ramos modificados contendo esporófilos): Lycopodiaceae, Selaginellaceae Embrião: nutrido pelo gametófito	ESPORÓFITO PREDOMINANTE - formação: Cycadopsida > micrósporos se fixam em gota exudada próx à micrópila > retração > caem na câmara polínica > germinação > microgametófitos (em forma de tubo, com anterozóides nas extremidades > nadam > câmara arquegonial > arquegônio > oosfera (fec) Pinopsida> tubo desce até o arquegônio Cessa a dependência de água. Embrião: nas gimnospermas, se desenvolve às custas do macrogametófito circundante	ESPORÓFITO PREDOMINANTE - formação: Dupla fecundação: o tubo polínico - penetra pelo estilete, chegando à micrópila - 2 células espermáticas : 1 (n) se une à oosfera = zigoto (2n); 1 (n) se une aos núcleos polares = endosperma (3n). Embrião: nas angiospermas, se nutre do endosperma.

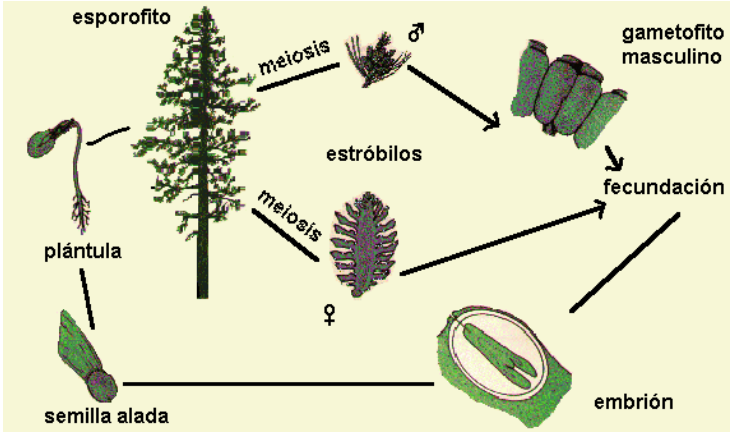
PTERIDÓFITAS



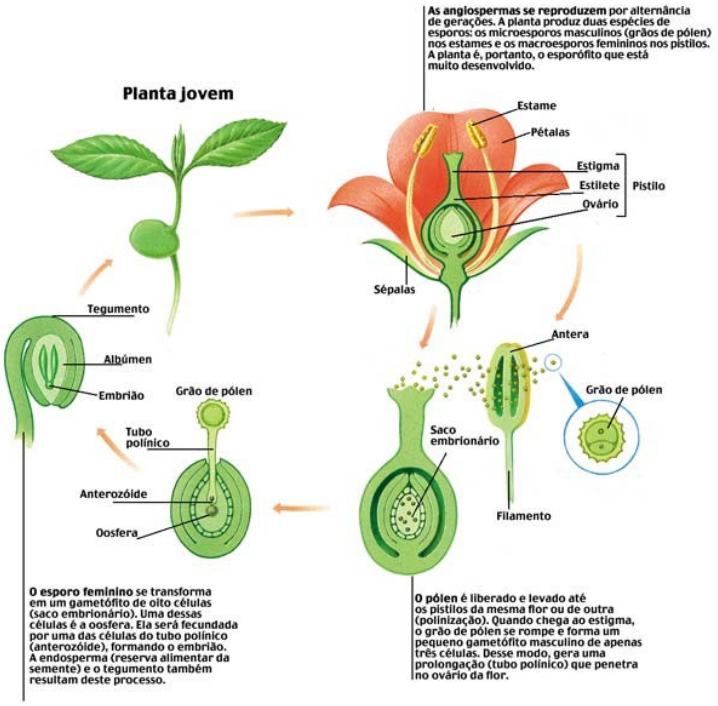
BRIÓFITAS



GIMNOPERMAS



ANGIOSPERMAS



4. ANATOMIA VEGETAL

MERISTEMAS:

As células meristemáticas não são especializadas, mas contêm elementos para a edificação das células diferenciadas. Os meristemas originam tecidos primários, através de divisões anticlinais e periclinais de células denominadas iniciais. As novas células são chamadas de derivadas.

Características

Tamanho reduzido, compactação, apenas parede primária, plastídios não diferenciados (proplastídios).

Funções

Crescimento e cicatrização de injúrias.

Tipos

Meristemas apicais

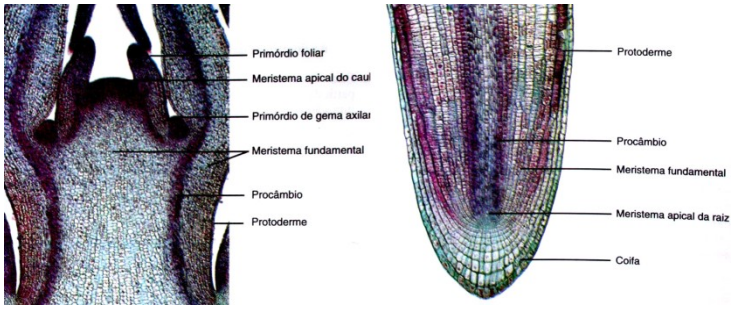
Nas extremidades de caules e de suas ramificações e de raízes e suas ramificações. Originam tecidos primários, sendo portanto responsáveis pelo crescimento primário da planta (crescimento vertical). Suas células possuem citoplasma denso, núcleo grande e forma aproximadamente isodiamétrica.

Tecidos primários originados dos meristemas apicais: -Protoderme: camada mais externa do conjunto que irá originar a epiderme. -Procâmbio: origina os tecidos vasculares e parte do câmbio. -Meristema fundamental: origina os tecidos restantes (ex.: córtex).

Meristemas laterais

Ocorre em plantas com crescimento secundário, isto é, com crescimento em espessura. Esse crescimento ocorre por adição de tecidos vasculares ao corpo primário da planta. O câmbio e o felogênio são conhecidos como meristemas laterais, devido à posição que ocupam (paralela aos lados do caule e raiz). Portanto, o câmbio e o felogênio formam o corpo secundário da planta.

- **Câmbio vascular**: instala-se entre os tecidos vasculares primários, produzindo os tecidos vasculares secundários (xilema, floema, raios). Quando em atividade, são células altamente vacuoladas, com núcleo pequeno.



- **Felogênio**: É o meristema lateral que origina a periderme, um tecido secundário que substitui a epiderme em muitas dicotiledôneas e gimnospermas lenhosas. O felogênio produz felema (súber), que são células mortas na maturidade, contendo suberina e, às vezes, lignina em suas paredes para fora e feloderme (células vivas) para dentro do órgão. Pode ser observado em cortes transversais, como uma faixa mais ou menos contínua e suas células iniciais são retangulares. Uma estrutura comum em peridermes, é a lenticela, que permite a entrada de ar. Obs.: Periciclo: tecido primário que origina o felogênio e a parte do câmbio (câmbio interfascicular, em frente aos polos de protoxilema) que origina os raios parenquimáticos (presentes entre o xilema).

PARÊNQUIMA

Esse tecido, com ligação entre as células vizinhas através de plasmodesmas parece ter se originado nas algas Charophyceae. Nas Briófitas atuais, está envolvido na fotossíntese. Com a evolução das plantas, houve a necessidade da divisão de trabalho e o parênquima se especializou. Nas Gimnospermas adultas as células acumulam substâncias fenólicas e realizam secreção. Nas Angiospermas, ocorrem também células contendo mucilagem, pigmentos, etc. O parênquima forma-se a partir da diferenciação de células do meristema fundamental (ápice de caule e raiz). Nos tecidos condutores (xilema e floema) pode se originar no corpo primário ou secundário da planta.

Características

Paredes primárias, delgadas, constituídas por celulose, hemicelulose e substâncias pécticas, nas quais se encontram pontoações primárias com plasmodesmas, mostrando que os protoplasmas e se comunicam entre si. Frequentemente são arredondadas e isodiamétricas e há espaços intercelulares. As células são capazes de retomar a atividade meristemática, diferenciando-se, novamente, em outros tipos de células e podendo originar, inclusive, uma planta inteira. É encontrado em todos os órgãos da planta, formando um tecido contínuo (exs.: córtex e medula de caule, córtex de raiz, mesofilo da folha). Pode ainda fazer parte dos tecidos condutores (xilema e floema).

TIPOS:

Parênquima de preenchimento

Células isodiamétricas, espaços intercelulares (meatos) pequenos. Encontrado no córtex e medula do caule e no córtex da raiz.

Parênquima clorofiliano ou clorênquima

Sua função é converter energia luminosa em energia química. Possui células cilíndricas, para favorecer a superfície de contato; o vacúolo é grande e empurra os numerosos cloroplastos que formam uma camada uniforme junto à parede, facilitando a absorção de gás carbônico. Em ambientes sem problemas de falta d'água, os espaços celulares são grandes. Esse tecido é encontrado no mesofilo foliar, constituindo o parênquima paliçádico ou o lacunoso. Ocorre também em caules jovens e outros órgãos fotossintetizantes.

Parênquima de reserva ou armazenador

Os cloroplastos das células acumulam amido (amiloplastos), proteínas (proteínoplastos) ou lipídios (elaioplastos). Ex.: batata (Solanum tuberosum) - acúmulo de amido. Aqui, costuma haver o desaparecimento dos vacúolos e de muitas organelas, para dar lugar às substâncias de reserva. As plantas suculentas, como bromeliáceas e cactáceas costumam acumular água. Nesse caso, surge o Parênquima aquífero onde as células são relativamente grandes, com um grande vacúolo, envolvido por uma fina camada de citoplasma.

Aerênquima:

Parênquima com grandes espaços intercelulares, que têm a função de facilitar a circulação de gases. Ocorre principalmente no mesofilo, raízes, caules e pecíolos de plantas aquáticas. Pode ter células isodiamétricas, retangulares ou braciformes.

Parênquima de transporte:

Formado por células de transferência, que apresentam protusões da parede, voltadas para o interior; a membrana plasmática acompanha a parede, aumentando a área e facilitando o transporte de grande quantidade de material a uma curta distância.

SISTEMAS DE REVESTIMENTO

Originando-se da camada mais externas dos meristemas apicais (protoderme), a epiderme reveste o corpo do vegetal em crescimento primário, podendo ser substituída pela periderme, durante o crescimento secundário. Está sujeita a várias modificações estruturais, devido a fatores ambientais.

EPIDERME

Características

Células geralmente de formato tabular; intimamente unidas; vivas, altamente vacuoladas. Nas partes aéreas, apresenta cutina, substância graxa depositada internamente à parede, e posteriormente externamente, formando a cutícula. Pode-se também encontrar lignina (ex.: folhas de coníferas). Geralmente é formada por uma única camada de células, mas pode ser pluriestratificada, como na folha da falsa-seringueira (Ficus elástica) ou nas orquídeas (velame). Na epiderme ocorrem os estômatos, aberturas limitadas por duas células, denominadas células-guarda; estes são usualmente encontrados nas partes aéreas, especialmente nas folhas e em caules jovens, estando relacionados com as trocas gasosas. Ocorrem também outras células especializadas, destacando-se os tricomas (pelos), que podem ser tectores (de cobertura) ou glandulares (secretores). Em algumas espécies, principalmente em gramíneas, as células que irão originar os tricomas (tricoblastos) são diferentes das outras células epidérmicas, apresentando-se menores, com citoplasma denso.

PERIDERME

Características

Tecido secundário protetor, substituindo a epiderme. Ocorre em palmeiras, dracenas, etc. Em raízes e caules de Rosaceae (família da roseiras), Myrtaceae (família da goiabeira) e outras, existe um tipo especial de periderme, a poliderme, onde há uma alternância de células suberizadas e não suberizadas.

SISTEMAS DE SUSTENTAÇÃO

COLÊNQUIMA

Origina-se do meristema fundamental. Possui plasticidade (o que possibilita o crescimento do órgão ou tecido até atingir a maturidade) e espessamento das paredes, além de capacidade de divisão. Ocorre em órgãos jovens, sendo usualmente periférico no caule. Nas folhas, ocorre no pecíolo, na nervura central ou na borda do limbo. Nas raízes raramente são encontrados.

Características

Células vivas com formato variável e parede primária bem espessada, de maneira desigual e composta por celulose, substâncias pécticas e água. O espessamento das paredes geralmente se inicia nos cantos da célula. Como o parênquima, o colênquima é capaz de retomar a atividade meristemática. Suas células podem ainda conter cloroplastos.

ESCLERÊNQUIMA

Na maturidade, a elasticidade torna-se mais importante que a plasticidade, pois assim a parede pode ser deformada por tensão ou pressão, reassumindo sua forma em condições normais. Assim, vento, passagem de animais, etc., não causam deformações definitivas nas plantas. Além dessa característica, o esclerênquima forma uma camada protetora ao redor do caule, sementes e frutos imaturos, evitando que animais e insetos se alimentem deles, pois a lignina não é facilmente digerida. Ocorrem em faixas ou calotas ao redor dos tecidos vasculares e também em tecidos parenquimáticos, como na medula, caule e pecíolo de algumas plantas. Oferece sustentação e proteção.

Características

Células com protoplastos mortos na maturidade, parede secundária lignificada (a lignina é uma substância amorfa, formada pela polimerização de vários álcoois e confere maior rigidez à parede). A forma das células é muito variável.

TIPOS

1. Esclereídes ou esclerócitos: células curtas, espessadas, com numerosas pontoações. O tecido formado é muito rígido. A textura pétrea da pera é devida à presença de inúmeros esclerócitos isodiamétricos na polpa.

3. Fibras: células longas, com extremidades afiladas, lume reduzido e paredes secundárias espessas. Servem como de elemento de sustentação nas partes vegetais que não mais se alongam. Podem se originar do pró-câmbio, sendo chamadas fibras do floema ou xilema primários ou do câmbio, sendo denominadas fibras do xilema ou floema secundários; além disso, células do parênquima cortical, mesofilo e epiderme podem originar fibras. Em Linum, por exemplo, as fibras se originam no floema e são a fonte do linho. As fibras do cânhamo (Cannabis sativa) se desenvolvem entre células de floema e também a partir do câmbio. Admite-se que, tanto nas fibras quanto nas esclereídes, após o completo desenvolvimento de suas paredes secundárias, o protoplasto, não mais funcional, seja eliminado.

SISTEMAS VASCULARES

A conquista dos ambientes terrestres por parte dos vegetais tornou-se possível a partir do desenvolvimento de um sistema eficiente de distribuição de água e nutrientes (feita por dois tipos de tecido: o xilema e o floema) e de absorção de água do solo.

FLOEMA

Funções

- translocação de nutrientes orgânicos (principalmente açúcares produzidos pela fotossíntese).
- controle sobre o crescimento das diferentes partes da planta.

Seiva elaborada

- açúcares + aminoácidos + álcoois + fosfatos + ácidos nucleicos + vitaminas + substâncias orgânicas.

Origem

Diferenciação do procâmbio e do câmbio

Ocorrência

Raiz, caule, folhas, partes florais, etc.

Posição

Geralmente externa ao eixo caulinar, na superfície inferior das folhas e órgãos de natureza foliar. Na raiz em crescimento primário, alterna-se com o xilema; em crescimento secundário, posiciona-se, na maioria das vezes, externamente ao xilema.

Ontogênese

- Floema primário: origina-se do procâmbio (protofloema e metafloema - geralmente sem fibras; elementos maiores e mais numerosos.
- Floema secundário: origina-se do câmbio.

Composição

- elementos crivados
- células parenquimáticas especializadas (albuminosas ou companheiras)
- células parenquimáticas simples
- esclerênquima (principalmente fibras)

Elementos Crivados

Os elementos crivados são os elementos condutores de floema e podem ser de dois tipos:

1. células crivadas
2. elementos de tubo crivado (obs.: um tubo crivado é composto de vários elementos de tubo).

As paredes dos elementos crivados são mais espessas do que as células parenquimáticas, sendo compostas de celulose e compostos pécticos. Na maioria das vezes, trata-se de uma parede primária. Essas células apresentam áreas crivadas (com poros conectando os protoplastos de elementos crivados contíguos, tanto vertical quanto lateralmente. No floema funcional, nota-se a presença de calose ao redor dos poros (sintetizada provavelmente por enzimas do plasmalema); durante o período de dormência, ou no envelhecimento, há um acúmulo de calose, um carboidrato que causa a obliteração do poro. As células crivadas estão presentes no floema das gimnospermas; são alongadas e apresentam áreas crivadas em suas partes laterais e terminais. Os elementos de tubo crivado são curtos e ocorrem na maioria das angiospermas. Possuem áreas crivadas (com poros pequenos) nas paredes laterais e placas crivadas (com poros maiores) nas terminais. A capacidade de transporte de grande volume de seiva através dos elementos crivados do floema está evidenciada, por exemplo, nos tubérculos, como a batata.

Células albuminosas ou companheiras

Associadas ao floema por meio de plasmodesmas, permitem a circulação de material orgânico. -células albuminosas: associadas às células crivadas das gimnospermas. -células companheiras: associadas aos elementos de tubo crivado das angiospermas.

Células parenquimáticas não especializadas:

Nelas podem ocorrer substâncias ergásticas como amido, cristais, fenóis, etc.

Esclerênquima

No floema primário, em forma de fibras, situadas na parte externa desse tecido; no floema secundário, em forma de fibras dispersas ou em forma de esclereídes. Associadas ao floema, também podem haver células secretoras, como os laticíferos de Hevea, que originam a borracha, ou as oleosas de Cinnamomum, a fonte da canela.

XILEMA

Características

Células lignificadas, a maioria morta

Origem

Xilema primário: a partir do procâmbio. xilema secundário: a partir do câmbio.

Composição

- elementos traqueais: conduzem água + solventes (orgânicos e inorgânicos).
- fibras: acúmulo de amido e sustentação
- células parenquimáticas: vivas

Elementos traqueais:

- **Traqueídes**: células imperfuradas. Servem para sustentação e condução e possuem parede secundária, sob forma de anéis, espirais densas ou frouxas, reticuladas ou com pontoações areoladas. A passagem de água de uma traqueíde para outra ocorre através de suas paredes primárias (por exemplo, em traqueídes aneladas) ou através das membranas de pontoação (traqueídes com pontoações).
- **Elementos de vaso**: com perfurações que ocorrem geralmente nas paredes terminais, mas podem ocorrer nas laterais. A parede que contém uma perfuração é chamada placa perfurada. Uma placa pode conter uma única perfuração (placa de perfuração simples) ou várias (placa de perfuração múltipla). Um vaso é formado por um número limitado de elementos de vaso, conectados longitudinalmente, através da placa de perfuração. Elementos com pontoações areoladas são característicos do xilema formado posteriormente, ou seja, do metalizam e do xilema secundário De acordo com as evidências fósseis, os elementos traqueais mais antigos são as traqueídes. Por serem finas e longas, com paredes bem espessadas, as traqueídes acumulam funções de condução e sustentação.

Fibras:

Células longas, com parede secundária geralmente lignificadas. Podem desenvolver paredes transversais (fibras septadas).

- **Origem**: câmbio

Células parenquimáticas:

Reserva de amido, óleos, fenóis, cristais, etc.

TIPOS

Xilema Primário:

Aparece no Corpo Primário da Planta.

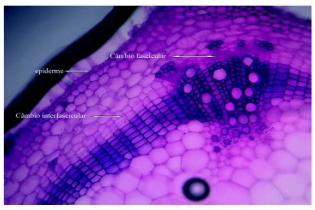
- **Tipos de células**: -Elementos traqueais -Fibras -Células de parênquima
- **Feixes vasculares**: floema + xilema associados, ocorrendo normalmente em cordões (feixes vasculares), em folhas, flores, caules.
- **Protoxilema**: xilema formado inicialmente; possui traqueídes e células parenquimáticas.
- **Metaxilema**: um elemento traqueal + células parenquimáticas, espessamentos escalariformes e pontoações areoladas. Pode conter fibras.

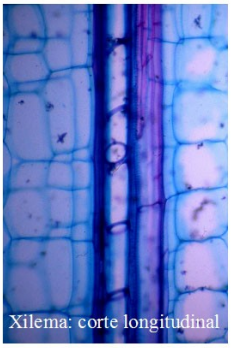
Xilema Secundário

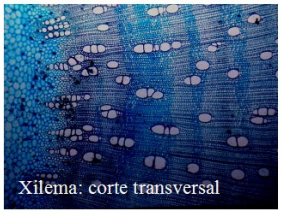
Formado nas plantas com crescimento secundário (em espessura). As monocotiledôneas geralmente não apresentam crescimento secundário e, portanto, não formam esse xilema.

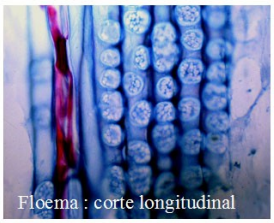
- **Lacunas do protoxilema**: canais que aparecem no protoxilema das monocotiledôneas.
- **Anéis de crescimento**: visíveis principalmente em árvores de zonas temperadas, com estações bem definidas; nelas há uma intercalação de lenho primaveril (inicial) e lenho estival (tardio). Contando-se esses anéis é possível determinar a idade aproximada de uma árvore.
- **Cerne**: parte do lenho que perdeu as funções de condução e reserva, por suas células terem morrido. Com o tempo, essa parte da madeira perde água e é impregnada por óleos, resinas, gomas, etc.
- **Alburno**: parte funcional do lenho. Variações da estrutura do lenho:
  - Coníferas: lenho homogêneo, sem elementos de vaso. Formado por traqueídes; raios parenquimáticos geralmente unisseriados.
  - Dicotiledôneas: lenho formado por vasos e traqueídes (às vezes), fibras e parênquima.

Tecidos condutores









SISTEMAS RADICULARES

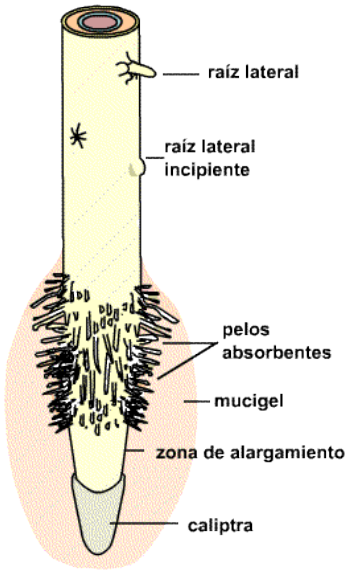
É muito provável que as raízes tenham surgido ao longo da evolução, a partir da parte subterrânea do eixo de uma planta como Rhynia. As briófitas não possuem raízes verdadeiras, mas sim estruturas similares, os rizídios. As raízes surgiram, na evolução, a partir das pteridófitas.

a) Funções: fixação, absorção e condução de água e sais minerais. Também armazenam substâncias nutritivas e fazem aeração.
b) Origem: O embrião (esporófito jovem) é formado por um eixo caulinar (hipocótilo-epicótilo), uma ou duas folhas embrionárias (cotilédones) e por uma raiz embrionária (radícula). Com a germinação da semente, a radícula sofre divisões e alongamentos celulares, originando a raiz.

TIPO DE RAÍZES

Raízes subterrâneas

a) Raiz axial: possui um eixo principal desenvolvido. Caracteriza gimnospermas e dicocotiledôneas. Ex.: roseira
b) Raiz fasciculada: não há predomínio do eixo principal, o sistema radicular desenvolve-se a partir de raízes adventícias. Caracteriza as monocotiledôneas. Ex.: Cebolinha
c) Raiz tuberosa: caracteriza-se por apresentar material de reserva. Podemos ainda observar a existência de raízes axial-tuberosa. Ex.: beterraba e cenoura.

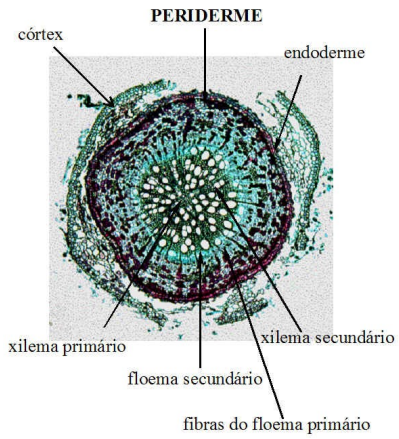


Raízes aéreas:

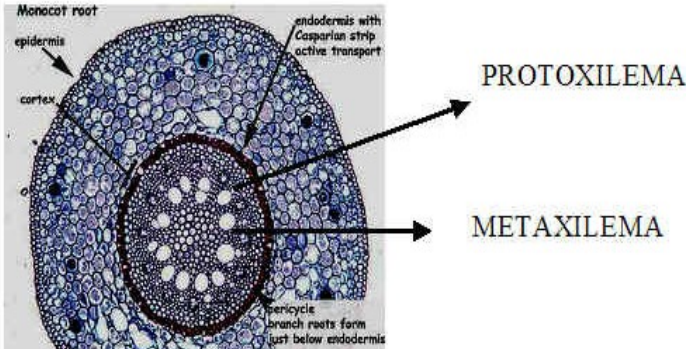
São as raízes adventícias:

a) Raízes respiratórias: são raízes típicas de plantas encontradas em pântanos e brejos, onde o oxigênio é rarefeito.
b) Raízes suporte ou escora: elas partem do solo, atingem o caule da planta e aumentam a fixação ao solo. Ex: figueira.
c) Raízes estrangulantes: enrolam-se no tronco, impedindo a passagem de nutrientes e levam a morte a planta. Ex: mata-pau.
d) Raízes sugadoras: são raízes de plantas parasitas, que retiram nutrientes da planta hospedeira. Ex.: cipó-chumbo.

Raiz de dicotiledôneas



Raiz de monocotiledôneas



CAULE

É o órgão vegetal geralmente aéreo, clorofilado ou não, adaptado as seguintes funções:

Sustentação de ramos, condução de seiva mineral através do xilema e seiva elaborada através do floema e armazenamento de substâncias de reserva.

TIPOS DE CAULE:

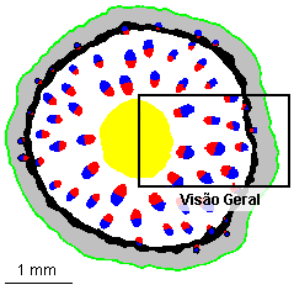
Caules aéreos:

a) Tronco: típico de árvores e arbustos em gimnospermas e dicotiledôneas. Ex.: pinheiro, abacate, etc.
b) Estirpe: cilíndrico, longo e não ramificado. Ex.: palmeiras e coqueiros
c) Haste: delgado pouco consistente. Comum em herbáceas. Ex.: couve, begônia, tomate.
d) Colmo: típico de gramíneas, observa-se a existência de nós e entrenós. Ex.: cana-de-açúcar e bambu.
e) Trepadores: caules com crescimento helicoidal. Ex.: Feijão
f) Sarmentoso: o caule fixa-se ao suporte através de gavinhas. Ex.: Uva, chuchu, maracujá.

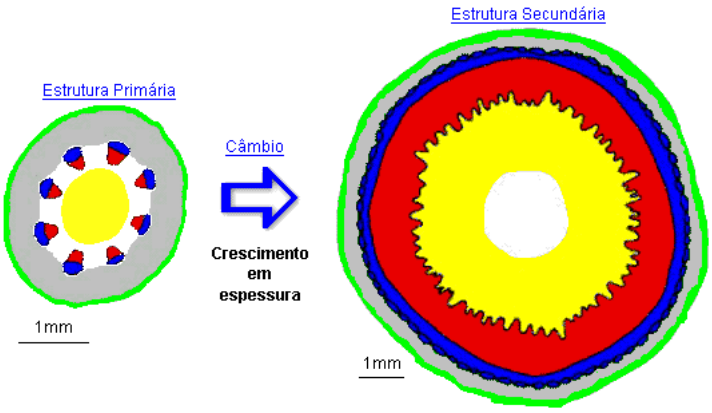
Caules subterrâneos

a) Rizoma> cresce horizontalmente embaixo da terra. Ex.: Samambaias, bananeira, gramíneas.
b) Tubérculos: acumulam material de reserva, diferentemente da raiz, apresentam gemas. Ex.: batatinha, cará, inhame.
c) Bulbos: cebola, alho, açafrão.

Caule estrutura primária



Caule estrutura secundária



FLOR

A flor é o órgão reprodutor das Angiospermas. Origem: a partir de células meristemáticas situadas abaixo das camadas externas do ápice da gema.

CONSTITUIÇÃO

O padrão básico de uma flor constitui-se de um eixo caulinar de crescimento limitado, o receptáculo, que porta verticilos divididos em: cálice (sépalas), corola (pétalas), androceu (estames) e gineceu (carpelos). A flor é sustentada por um pedicelo (eixo caulinar que nasce na axila de uma ou mais brácteas).

Se o cálice for diferente da corola, o conjunto dessas estruturas é chamado perianto (ex.: maioria das dicotiledôneas, onde o cálice é verde e a corola de cores variadas). Se o cálice for semelhante à corola, esse conjunto recebe o nome de perigônio. Exs.: *Zephirantes atamosco* e *Hemerocalis flava* (lírio amarelo). O cálice pode ter as sépalas unidas, sendo chamado gamossépalo, ou livres, denominado então dialissépalo. O mesmo ocorre com a corola, podendo ser gamopétala ou dialipétala. A corola pode estar ausente e a flor, nesse caso, é chamada monoclamídea; se cálice e corola estiverem ausentes, a flor é aclamídea e se os dois existirem, diclamídea. As flores diclamídeas podem ser diclamídeas heteroclamídeas, quando possuem perianto ou diclamídeas homoclamídas, quando possuem perigônio.

ANDROCEU

O androceu é formado pelo conjunto dos estames, que têm sua origem filogenética nas folhas. Cada estame é formado por um filete, o qual está ligado a uma antera, através do conectivo; as anteras são divididas em tecas, geralmente em número de duas. No interior das anteras se encontra o saco polínico, contendo células diploides (2n) que, ao sofrerem divisões reducionais, originam o grão de pólen. Os estames podem ser livres, se estiverem presos apenas ao receptáculo e epipétalos, se estiverem presos às pétalas. As flores podem ser isostêmones, quando o número de estames é igual ao de pétalas; oligostêmones, quando o número de estames é inferior ao número de pétalas e polistêmone, quando o número de estames é maior que o número de pétalas.

GINECEU

É o conjunto dos carpelos e óvulos; os carpelos dividem-se em ovário, estilete e estigma; o ovário porta os óvulos, que podem estar alojados em lóculos, formados a partir de dobramentos das margens dos carpelos. O número de óvulos pode variar de um a muitos; enquanto algumas famílias como Poaceae (ex.: milho - Zea mays) possuem um único óvulo, outras possuem até 50! O gineceu pode ser formado por um ou mais carpelos, que podem estar unidos, caracterizando um gineceu sincárpico, ou livres, constituindo um gineceu apocárpico.

Quanto ao número de carpelos, a informação deve ser obtida com base no ovário, pois a ponta do estilete pode estar dividida. Quando os carpelos se unem, formando um gineceu bi a multilocular e os óvulos se arranjam na porção central, temos uma placentação axial; se os óvulos ficam presos à parede do ovário ou suas expansões, temos uma placentação parietal mas se o gineceu é apocárpico, este tipo de placentação passa a chamar-se laminar. Além desses tipos, existem a placentação central livre, exclusiva de ovários uniloculares, onde a placenta ocorre em uma coluna de tecido central; placentação basal, quando o óvulo é fixo na base do ovário; placentação apical, quando o óvulo é fixo no ápice do ovário e placentação marginal, quando a placenta se localiza ao longo da margem do carpelo de um ovário unilocular.

O ovário pode ser súpero (quando é livre, acima do receptáculo) ou ínfero (quando está preso ao hipanto). Se o ovário for súpero, a flor pode ser:

a) hipógina (na qual o ovário está posicionado acima do ponto de inserção de sépalas e pétalas) ou
b) perígina (na qual o ponto de inserção de sépalas e pétalas coincide com a região mediana do ovário, que não está preso ao hipanto).

Se o ovário for ínfero, diz-se que a flor é **epígina** e, como já foi dito, o ovário é preso ao hipanto.

As flores podem ser monoclinas (bissexuadas), quando possuem androceu e gineceu ou diclinas (unissexuadas), quando possuem apenas uma dessas estruturas. A maioria das flores é monoclina (cerca de 70%).

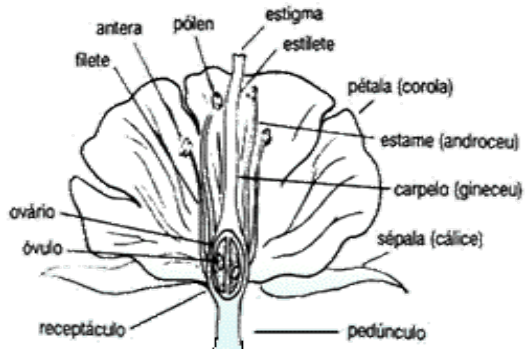
As plantas com flores diclinas podem ser monoicas (quando possui flores estaminadas e flores pistiladas) ou dioicas (quando possui flores estaminadas ou flores pistiladas).

O diagrama floral mostra, além do número de verticilos, a disposição dos mesmos na flor, fornecendo a simetria da flor.

Quanto à simetria, as flores podem ser:

a) actinomorfa: quando, em vista superior, é possível traçar linhas, obtendo-se vários planos de simetria
b) zigomorfa: quando, em vista superior, é possível obter-se apenas dois planos de simetria - ./.).

Obs.: Existem flores assimétricas, ou seja, flores que não permitem a execução de planos de simetria; no entanto, esta condição é rara.



INFLORESCÊNCIAS

São ramos modificados portando flores. Os diversos tipos são classificados ontogeneticamente em duas grandes categorias:

Inflorescências cimosas ou determinadas:

Onde cada eixo termina numa flor. A flor terminal se desenvolve antes das laterais; o crescimento desse tipo de inflorescência se dá através de gemas laterais, caracterizando um crescimento simpodial.

Tipos

- **Dicásio**: O ápice da gema principal se transforma numa flor, cessando logo o desenvolvimento desse meristema: as duas gemas nas axilas das duas brácteas subjacentes prosseguem o

crescimento da inflorescência e se transformam cada uma em uma flor, novamente pode o mesmo processo simpodial prosseguir a ramificação da inflorescência.

- **Monocásio**: após a formação da flor terminal do eixo, apenas uma gema lateral se desenvolve em flor, e assim por diante. Esse desenvolvimento pode se dar em lados alternados (monocásio helicoidal) ou sempre de um mesmo lado (monocásio escorpioide)

Inflorescências racemosas ou indeterminadas

Onde o ápice meristemático da inflorescência jovem não forma uma flor, mas continua crescendo e produzindo flores lateralmente, caracterizando um crescimento monopodial.

Tipos

- **Racemo ou cacho**: eixo simples alongado, portando flores laterais pediceladas, subtendidas por brácteas.
- **Espiga**: eixo simples alongado, portando flores laterais sésseis (sem pedicelo) na axila de brácteas. c- Umbela: eixo muito curto, com várias flores pediceladas, inseridas praticamente no mesmo nível.
- **Corimbo**: tipo especial de racemo, onde as flores têm pedicelos muito desiguais e ficam todas num mesmo plano.
- **Umbela**: flores com pedicelos iguais, inseridos num mesmo nível do eixo principal.
- **Capítulo**: eixo muito curto, espessado e/ou achatado, com flores sésseis densamente dispostas. Geralmente existe um invólucro de brácteas estéreis protegendo a periferia do capítulo.
- **Panícula**: cacho composto (racemo ramificado: eixo racemoso principal sustentando 2 a muitos eixos racemosos laterais). Os tipos acima podem aparecer combinados entre si, sendo comuns os corimbos de capítulos, racemos de capítulos, etc.

TIPOS ESPECIAIS DE INFLORESCÊNCIA

- **Espádice**: tipo especial de espiga com eixo muito espessado, com uma grande e vistosa bráctea protegendo a base. Típica de Araceae (família dos antúrios) e Palmae (família das palmeiras).
- **Espigueta**: unidade básica das inflorescências de gramíneas, constituindo uma espiga muito reduzida, envolvida por várias brácteas, densamente dispostas.
- **Sicônio**: típico de Ficus (Moraceae), é uma inflorescência carnosa e côncava, com numerosas pequenas flores encerradas na concavidade.
- **Pseudantos**: nome genérico aplicado a inflorescências condensadas em que muitas flores ficam dispostas de forma a formar uma única flor. Exs.: capítulos, da família Compositae e ciátios, da família Euphorbiaceae. As flores representam um importante meio para se estudar taxonomia, a origem e a história das plantas. Além disso, sementes, frutos e pólen fossilizados são ótimos indicadores de local e data de origem dos vegetais. O pólen, por ser revestido pela exina, constituída de esporopolemina, uma substância muito resistente a ácidos, se mantém inalterado durante milênios. Quando ao estudo filogenético, ou seja, o estudo das relações de ancestralidade e descendência, os caracteres são polarizados como plesiomorfos (primitivos) ou apomorfos (avançados Acredita-se, por exemplo, que as inflorescências sejam adaptações evolutivas (apomorfia), pois incrementam a atração de polinizadores, aumentam a efetividade da polinização, por apresentarem muitas flores reunidas e, em plantas polinizadas pelo vento, contribuem para a produção de uma maior quantidade de pólen

FRUTO

O fruto é o resultado do amadurecimento do ovário, garantindo a proteção e auxiliando a dispersão das sementes surgidas após a fecundação. Ocorre exclusivamente nas Angiospermas.

No sentido morfológico, não apenas aquelas estruturas conhecidas como "frutas" (maçã, laranja, etc.), mas também as conhecidas como "legumes"(feijão, ervilha, etc.) e "cereais"(arroz, milho, etc.) são frutos. Os frutos são importantes na classificação botânica por possuírem uma estrutura muito constante.

FORMAÇÃO

A partir da fecundação, inicia-se o desenvolvimento da semente, através de uma série de transformações no saco embrionário e outros tecidos do óvulo. A parede do ovário desenvolve-se em PERICARPO, o qual é formado por 3 camadas : exocarpo (epicarpo), mesocarpo e endocarpo. Alguns frutos, como a banana (Musa) e o abacaxi (Ananas comosus) podem formar-se sem fecundação prévia e portanto, nesse caso, não possuem sementes. São chamados frutos PARTENOCÁRPICOS. Classificação:

FRUTOS SIMPLES

Os frutos simples são derivados de um único ovário de uma flor. Podem ser secos ou carnosos, uni a multicarpelares, deiscentes ou indeiscentes.

- **Frutos simples carnosos**: possuem pericarpo suculento. Existem dois tipos: Baga: 1 ou mais carpelos; 1 ou mais sementes livres. Exs.: tomate, uva, laranja, abóbora. Drupa: geralmente um só carpelo; 1 só semente, concrescida com o endocarpo. Exs.: ameixa, azeitona, pêssego.
- **Frutos simples secos**: possuem pericarpo seco. Estão divididos em:

Deiscentes: abrem na maturidade

a) Folículo: derivado de ovário 1-carpelar, abre através de uma fenda longitudinal (esporinha; chichá).

b) Legume: derivado de ovário 1-carpelar, abre através de 2 fendas longitudinais (leguminosas, como o feijão e a vagem).

c) Síliqua: derivado de ovário 2-carpelar. Na abertura persiste um septo mediano (deiscência septífraga :couve, mostarda).

d) Esquizocarpo: derivado de gineceu sincárpico multicarpelar, cujos carpelos separam-se inteiramente na maturidade em mericarpos (frutículos) geralmente deiscentes, livres. Ex.: mamona (Ricinus), cenoura (Daucus).

e) Lomento: derivado de ovário unicarpelar, fragmenta-se transversalmente em segmentos unisseminados. Ex.: carrapicho (Desmodium).

f) Craspédio: derivado de ovário 1-carpelar, fragmenta-se transversalmente em segmentos, mas após a queda desses, uma armação formada pela nervura e sutura do carpelo permanece presa ao receptáculo. Ex.: sensitiva (Mimosa).

g) Cápsula: derivado de ovário 2 a multicarpelar, possui diferentes modos de deiscência:

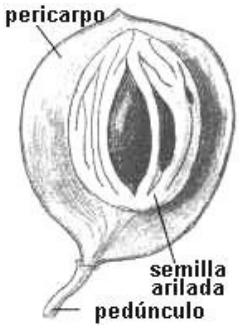
Tipos de cápsula:

- septicida: abre pela linha de união dos carpelos (azaléa);

- loculicida: abre pelo meio de cada carpelo (algodão);
- pixidiária: abre por uma linha transversal (castanha-do-Pará; sapucaia);
- poricida: abre através de poros (papoula, quaresmeira).

Indeiscentes: Não abrem na maturidade

a) Aquênio: possui 1 semente, ligada à parede do fruto num único ponto. Ex.: girassol (Helianthus annus); não apresenta cálice modificado em papus;
b) Cipsela: idem ao aquênio, mas apresentando cálice modificado em papus; Cariopse: possui 1 semente, ligada à parede do fruto em toda sua extensão (gramíneas - trigo, milho, arroz);
c) Sâmara: possui, em geral, 1 semente; a parede do ovário apresenta expansões aliformes (várias leguminosas, Sapindáceas, Malpiguiáceas);
d) Noz: geralmente 1 carpelo, 1 só semente livre do endocarpo (noz-moscada).



PSEUDOFRUTOS

FRUTOS AGREGADOS: Derivados de muitos ovários de uma única flor (gineceu apocárpico multicarpelar), mais ou menos concrescidos. Exs.: morango, fruta-do-conde, framboesa.
FRUTOS MÚLTIPLOS: Formados por muitos ovários amadurecidos, pertencentes à uma inflorescência, que crescem juntos, formando uma infrutescência. Exs.: amora, abacaxi, figo.
Obs.: frutos agregados e frutos múltiplos são um conjunto de frutos simples, que podem ser identificados individualmente, de acordo com suas características. Os frutos que não se originam do crescimento do ovário, mas derivam do desenvolvimento de estruturas como o hipanto (maçã), bem como o conjunto de frutos que forma os frutos múltiplos e os agregados, costumam ser chamados de pseudofrutos.

SEMENTE

A semente é o óvulo maduro fecundado e consta de 3 partes: o embrião, o endosperma (às vezes ausente) e a casca (testa + tegmen).

Obs.: não ocorrendo dupla fecundação nas Gimnnospermas, não há endosperma, persistindo o macrogametófito como tecido de nutrição.

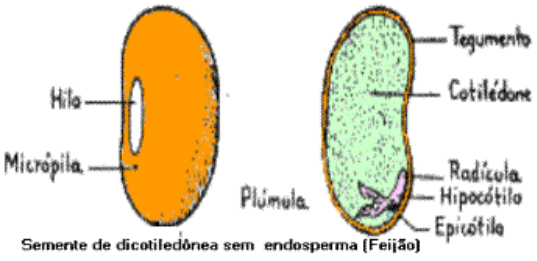
FUNÇÕES

a. proteção ao embrião (contra insetos, microorganismos, dissecação, etc.)
b. dispersão. Suas características morfológicas, biológicas e bioquímicas desempenham importante papel no sucesso da plântula. Podem apresentar grande diversidade estrutural; as orquídeas apresentam sementes de 2 x 10-6g, enquanto *Mora oleífera* (Moraceae) possui sementes de até 1 Kg! ·

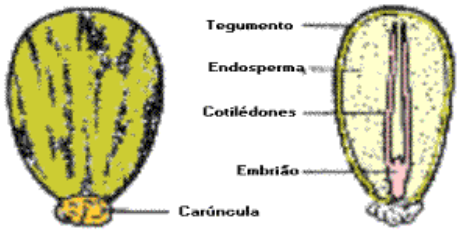
O endosperma geralmente passa, em sua formação, da fase nuclear para a celular, mas pode permanecer nuclear (coco). O endosperma é absorvido durante o desenvolvimento.

As sementes podem ser ALBUMINOSAS (endospermadas), quando o endosperma persiste durante todo o desenvolvimento do embrião (Ricinus) ou EXALBUMINOSAS (exospermadas), quando o endosperma né consumido no início do desenvolvimento do embrião; nesse caso, as reservas vão para os cotilédones. As reservas podem ser amido (feijão), óleo (amendoim), proteína (soja), etc. Carúncula: estrutura carnosa existente em sementes de muitas Euphorbiaceae - atua na dispersão (por ser adocicada, atrai formigas) e atua na germinação, por ser higroscópica.

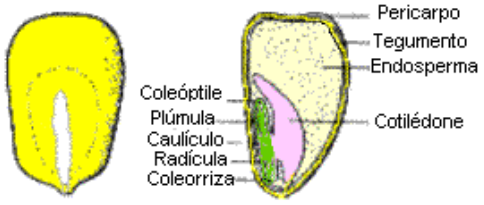
- **Arilo**: Surge do funículo (pedúnculo do óvulo) e envolve o óvulo parcial ou totalmente, após a fecundação. Na semente madura, atrai dispersores.
- **Sarcotesta**: quando a testa da semente se torna pulposa e comestível (mamão, ingá).
- **Hilo**: cicatriz deixada pelo funículo
- **Rafe**: parte do hilo que permanece unida ao tegumento, em óvulos anátropos (que se curvam).
- **Cicatriz da micrópila**: visível ou não; deixada pela micrópila do óvulo.
- **Germinação**: A embebição é o primeiro passo para a germinação, com consequente aumento de volume interno e rompimento do tegumento, permitindo o crescimento do embrião para o meio exterior. A raiz primária penetra na terra, por geotropismo positivo enquanto, no outro extremo, outro eixo se desenvolve, geralmente por geotropismo negativo originando o caule e as folhas.



Semente de dicotiledônea sem endosperma (Feijão)



Semente de dicotiledônea com endosperma (Mamona)



DISPERSÃO

Nome dado aos mecanismos ou meios utilizados pelas plantas para atingir novos locais.

UNIDADES DE DISPERSÃO OU DIÁSPOROS

Sementes, frutos, planta inteira (*Tillandsia usneoides*), ou partes da planta.

AGENTES DE DISPERSÃO

Animais (Zoocoria)

- Endozoocoria - ingestão e posterior liberação do diásporo.
- Sinzoocoria - diásporos carregados deliberadamente.
- Epizoocoria - diásporos carregados acidentalmente

A- Répteis (Saurozoocoria):

Ex.: Jacarés e iguanas comem, no mangue, frutos de *Annona glabra,* realizando a dispersão. Os répteis são sensíveis às cores laranja e vermelho e têm olfato desenvolvido.

B- Peixes (Ictiocoria):

Ex.: Pacu e Piranjuba: comem frutos de *Inga* (Leguminosae), dispersando as sementes.

C- Pássaros (Ornitocoria):

Aqui, a epizoocoria é rara, acontecendo por exemplo com Pisonia, uma árvore com fruto pegajoso. A sinzoocoria ocorre em Araucária angustifolia, da qual a gralha azul carrega os pinhões para vários locais. Os pássaros têm olfato fraco, não têm dentes, mas podem trepar e voar. Características dos diásporos (em ornitocoria): parte comestível atrativa frutos verdes ou ácidos contra deglutição prematura contra a digestão da semente: endocarpo pétreo e/ou substâncias amargas. permanência na planta-mãe. é comum a existência de mimetismo, como a presença de arilo em sementes de testa dura, atraindo os pássaros. Ex.: Adenanthera pavonina.

D- Mamíferos (Mamaliocoria):

Comum em regiões tropicais. Diásporos semelhantes aos dos pássaros. Aqui, a epizoocoria é representada pela presença de "carrapichos" - *Bidens pilosa* (picão), ganchos - *Xanthium* e substâncias viscosas - Desmodium. A sinzoocoria ocorre em Berthalettia excelsa (Castanha-do-Pará), onde o fruto, uma cápsula pixidiária é aberto por roedores que comem o arilo e enterram as sementes. A endozoocoria pode ser acidental ou adaptativa e, neste caso, os mamíferos têm olfato desenvolvido, dentes, mas não enxergam cores. Características dos diásporos: - casca resistente - proteção da semente (substância tóxica ou amarga) - odor * mamíferos dispersores:

- Morcegos (quiropterocoria) Noturnos, não enxergam cores, mas têm olfato aguçado e apreciam odores como o de mofo. Comem apenas a parte macia do fruto, jogando fora as sementes. Exemplos de frutos dispersos por morcegos: jaca, sapoti (*Achras*), manga (*Mangifera*), goiaba (*Psidium)*
- Primatas: Macacos enxergam cores e são pouco olfativos. Exemplo: Macacos gigantes da América do Sul comem a polpa de frutos gigantes de *Cassia* (leguminosae), livrando-se das sementes.

E- Formigas (Mirmecoria):

As formigas preferem as sementes com elaiossoma (parte macia contendo óleos). Ex.: a carúncula das sementes de mamona (*Ricinus comunis*).

Anemocoria:

Dispersão pelo vento. Os diásporos anemocóricos podem ser:

A- Voadores:

- diásporos-poeira: em plantas micofitas, saprófitas e parasitas. Ex.: Orchidaceae, Balanophoraceae.
- balões: quando há uma parte inflada. Ex.: *Colutea arborescens* (legumes inflados).
- diásporos plumosos: geralmente ocorrem em plantas de lugares abertos. Ex.: Compositae, com cipselas peludas (dente-de-leão).

B- Roladores:

Rolam, soprados pelo vento. Podem ser grandes partes da planta toda ela. Ex.: nos desertos Norte-africanos, a Rosa-de-Jericó (*Anastatica hierochuntia*) percorre grandes distâncias.

C- Lançadores (anemobalísticos):

A balística é efetuada pelo vento. Ex.: *Papaves somniferum*, lança seus diásporos à até 15 m de distância.

Hidrocoria:

Dispersão pela água:

a) das chuvas:

- enxurradas
- pluviobalísticos (em regiões secas, onde a umidade provoca a balística)

b) correntes de água:

- transporte submerso, onde a correnteza atua sobre estruturas como pelos (*Pepis*) ou ariloides (*Nymphaea alba)*.
- diásporos flutuantes: com peso específico baixo, devido à leveza do endosperma, espaços aéreos internos ou tecidos suberosos. Em Água salgada, os diásporos são mais pesados. Ex. Coco da Bahia (*Cocus nucifera*).

Características:

- Endocarpo duro protege o embrião;
- Mesocarpo fibroso serve para flutuação;
- Endosperma líquido é a provisão nutritiva.

5. INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO VEGETAL

Crescimento é um aumento irreversível de tamanho que ocorre nos seres vivos. É consequência não apenas da divisão celular, mas também da distensão celular.

Já o desenvolvimento, que ocorre ao mesmo tempo que o crescimento, se constituí em uma série de fenômenos que vão acontecendo enquanto a planta cresce e que culminam com a sua maturidade sexual.

A soma de ambos os processos, crescimento e desenvolvimento, recebe o nome de ontogênese que é o conjunto de fenômenos que levam à formação de um indivíduo adulto de uma espécie.

VELOCIDADE DO CRESCIMENTO

A velocidade do crescimento de uma espécie pode ser representada por uma curva em forma da letra "S" (sigmoide).

FATORES QUE INFLUENCIAM O CRESCIMENTO

O crescimento do vegetal pode ser influenciando tanto por fatores do meio, como por substâncias reguladoras de crescimento denominadas hormônios vegetais ou fitohormônios (fitorreguladores).

FITOHORMÔNIOS OU REGULADORES DE CRESCIMENTO

AUXINAS

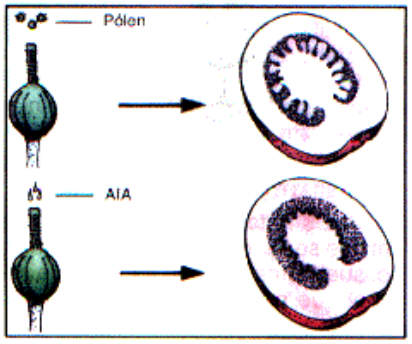
O primeiro grupo de hormônios vegetais descoberto foram as auxinas, que são o resultado de experiências feitas por diversos fisiologistas, a se iniciar por Darwin, que podem ser resumidos como mostra a seguinte figura:

Efeitos das auxinas

As auxinas podem produzir diversos efeitos interessantes nos vegetais, tais como:

1) são ativas em quantidades muito pequenas e, quando aplicadas em quantidades muito elevadas, podem matar o vegetal.

2) como são transportadas da copa para as base, as auxinas tendem a se concentrar nas raízes, onde se acumulam em ligeiro excesso e retardam o crescimento. No caule, ao contrário, sempre há menos hormônio do que o ideal para o crescimento. É por isso que um ligeiro acréscimo de auxina retarda o crescimento das raízes e acelera o do caule.



3) as auxinas produzidas pelo óvulo fecundado provocam a transformação das paredes do ovário no fruto. É por isso que se impedirmos a fecundação do óvulo e aplicarmos uma pequena quantidade de auxina nas paredes do ovário, obteremos frutos partenogenéticos, sem sementes.

4 - as auxinas, como já vimos das experiências acima, provocam as curvaturas dos vegetais causadas pela gravidade(geotropismo) e pela luz (fototropismo).

5 - os brotos que ficam na extremidade superior dos caules e dos ramos produzem auxinas que, ao descerem ao longo do caule, inibem o desenvolvimento da maioria das gemas laterais(dominância apical), impedindo que se desenvolvam formando ramos. Se cortarmos o broto terminal do caule, parando de descer auxina, os brotos laterais se desenvolvem formando novos ramos.

6 -os frutos e as folhas possuem a camada de abscisão, pela qual caem. Esta camada não se forma enquanto o fruto e a folha são verdes e produzem auxinas. Ao amadurecerem os frutos e as folhas a auxina deixa de ser produzida e a camada de abscisão se forma e provoca a sua queda.

7 - em doses relativamente pequenas as auxinas provocam o enraizamento de estacas, sendo, por isso, muito úteis na reprodução assexuada dos vegetais.

8 - associadas a outros produtos, as auxinas são usadas na cultura de células e tecidos vegetais, fazendo com que haja, não apenas divisão celular, como diferenciação. Este processo, denominado de "micropropagação", permite que se faça, a partir de algumas células a clonagem de indivíduos.

AUXINAS E REGULADORES DE CRESCIMENTO

O ácido indol-acético é a auxina natural que, produzida pelo vegetal, controla muitos de seus processos metabólicos.

Existem outros produtos, como os ácidos naftaleno-acético, indol-butírico e indol-propiônico, que têm efeitos semelhantes e que como não são naturalmente produzidos pelos vegetais não devem ser chamados de hormônios, mas de reguladores de crescimento.

Giberelinas

Grupo de hormônios descoberto por cientistas japoneses, que têm atuação complementar à das auxinas.

Seus principais efeitos são:

1 - acentuada elongação de caules e ramos, principalmente de plantas anãs, que passam a crescer até o tamanho que seria o normal da espécie.
2 - provocam a quebra da dormência e aceleram a germinação de muitas sementes.
3 - fazem com que as plantas que só florescem quando os dias são longos floresçam mesmo com dias de duração mais curta.
4 -provocam a formação de frutos partenocárpicos com a mesma eficiência que as auxinas.

Citocininas

São os hormônios que controlam a divisão celular e quer juntamente com as auxinas controlam, também, a diferenciação celular.

Etileno

Tem um efeito importante acelerando o amadurecimento dos frutos e controlando, também a sua queda e envelhecimento (senescência).

Os frutos ao iniciarem o amadurecimento começam a produzir o etileno, o que faz com que o processo se acelere. É por isso que ao se colocar uma maçã madura perto de outras ainda verdes o amadurecimento destas se acelera

Vitaminas

Nos vegetais as vitaminas têm papel de hormônios, sendo de se notar que a tiamina, a piridoxina e o ácido nicotínico têm um papel importante na formação de raízes.

FATORES EXTERNOS QUE INFLUENCIAM O CRESCIMENTO

FOTOPERIODISMO

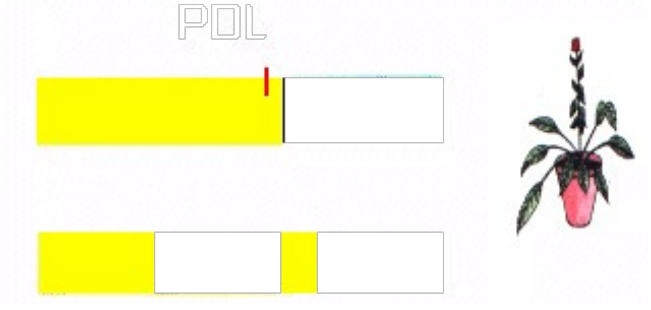
É a influência da duração do dia no florescimento dos vegetais. A esse respeito as plantas podem ser classificadas em:

Plantas de dias longos

São plantas que florescem geralmente no fim da primavera e no verão, quando os dias são longos.

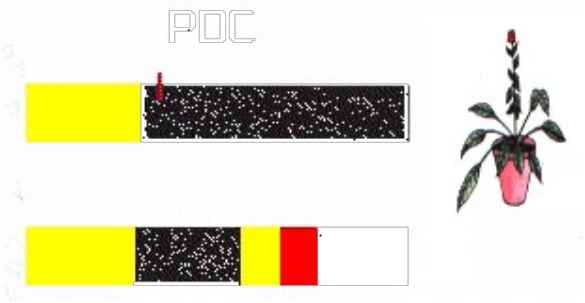
Neste caso a duração do dia tem que ser maior do que um período mínimo para que o vegetal possa florescer.

É interessante notar que, mesmo que o dia seja curto, se interrompermos a noite longa, estas plantas florescem, o que indica que a duração das horas de escuridão e a duração do período iluminado é que faz o vegetal florescer.



Plantas de dias curtos

São plantas que florescem geralmente no início da primavera, quando os dias são mais curtos. Neste caso a duração do dia não deve ultrapassar um período máximo para que a planta possa produzir suas flores.



Plantas indiferentes

Podem florescer em qualquer época do ano, não dependendo da duração dos dias.

É interessante notar que, se a noite longa for interrompida por alguns momentos, e se logo após a expusermos a uma luz vermelha com comprimento de onda longo, o efeito da interrupção é anulado.

Mecanismo do fotoperiodismo

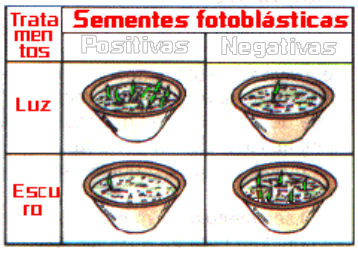
O mecanismo do fotoperiodismo é explicado pela existência de um pigmento denominado fitocromo que, dependendo da duração e da qualidade da luz que o ilumine, se transforma em um produto ativo que, em quantidades adequadas, provoca o florescimento.

Estiolamento

Quando as plantas são colocadas em um ambiente sombreado, ou no escuro, o seu crescimento é mais rápido. Nestas condições, no entanto, como não se alimentam ou se alimentam mal, por cair a intensidade da fotossíntese, suas folhas ficam pequenas e amareladas e o vegetal, fraco e quebradiço

Fotoblastismo

É a influência da luz na germinação das sementes. A esse respeito as plantas podem ser fotoblásticas positivas (que só germinam na luz) e fotoblásticas negativas (que só germinam no escuro).



Efeitos da temperatura

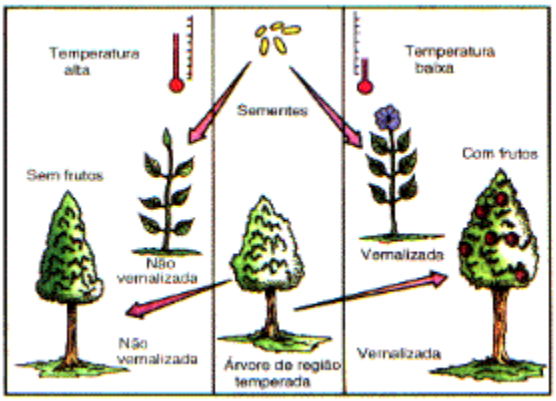
Toda a planta tem uma temperatura mínima, abaixo da qual não sobrevive; uma temperatura ótima, onde se crescimento é maior, e uma temperatura máxima, que lhe causa a morte.

O efeito letal do frio nem sempre é provocado pelo congelamento da seiva mas, muitas vezes, pela falta de água que provoca.

Por outro lado, as altas temperaturas não só provocam uma perda excessiva de água como inativam enzimas indispensáveis para a manutenção da vida.

Termoperiodismo

É a influência do frio no florescimento dos vegetais. A maioria das plantas necessita atravessar um período frio, que desperta os seus botões florais, para depois florescer. O fato de se fazer passar a planta pelo período frio que provoca o seu florescimento chama-se vernalização, que pode ser natural ou artificial**.**



6. SISTEMAS CIRCULATÓRIO E RESPIRATÓRIO

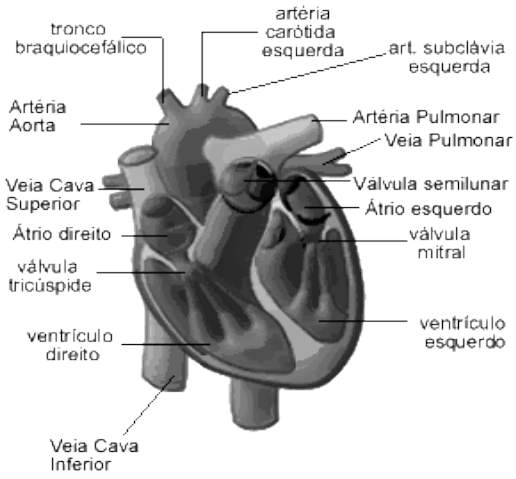
O SISTEMA CIRCULATÓRIO

Para o bom funcionamento do metabolismo de toda célula é necessário que ela tenha a disposição nutrientes e oxigênio — essenciais para todos os processos —, além de conseguir se livrar ou transformar os resíduos próprios da sua atividade, como, por exemplo, o gás carbônico. Em pequenos animais esse tipo de trocas, na maioria das vezes, ocorre de modo direto entre eles e o meio ambiente por um sistema de difusão. Em animais maiores (incluímos aqui os mamíferos em geral), como por exemplo o homem, esse tipo de necessidades é suprido pelo sangue, um fluido circulante que graças às suas características e componentes consegue cumprir com as funções:

- de sistema de troca de gases respiratórios (oxigênio e dióxido de carbono) entre os pulmões e as demais partes do corpo;
- de transporte de diferentes hormônios — substâncias reguladoras de diversas atividades metabólicas em diferentes órgãos;
- de transporte de nutrientes da região de absorção (intestino) às demais partes do corpo;
- de excreção de resíduos para órgãos de eliminação (rins) a partir das demais partes do corpo.

Este tipo de funções são desempenhadas pelo sistema circulatório, e neste caso, a circulação é chamada de fechada, sendo um sistema de transporte eficiente e preciso nos animais vertebrados e nos anelídeos também, o qual será explicado posteriormente. Antes disso, vejamos quais são os componentes do sistema circulatório:

- Sangue: constitui o meio líquido circulante e tem como componentes o plasma (parte líquida), os elementos figurados (parte sólida), em que encontramos as hemácias (transporte de gases), leucócitos (defesa do organismo) e plaquetas (coagulação sanguínea). No lado direito do coração, o sangue é venoso; e no lado esquerdo, o sangue é arterial.
- Coração: é um órgão oco, formado por quatro cavidades. As duas superiores se chamam átrios e as duas inferiores, ventrículos . O átrio direito se comunica com o ventrículo direito através de uma válvula denominada tricúspide. O átrio esquerdo comunica-se com o ventrículo esquerdo através de uma válvula designada mitral (bicúspide). O coração é revestido externamente por uma membrana, o pericárdio e, internamente, o revestimento é feito pelo endocárdio; o órgão está situado acima do músculo diafragma ,entre os dois pulmões , numa região chamada mediastino. Ordinariamente, apresenta-se com um formato cônico. Este órgão muscular se contraindo impulsiona o sangue pelo sistema de tubos, podendo ser único como no humano, ou múltiplo, como nos anelídeos.
- Vasos sanguíneos: são tubos nos quais o sangue flui, sendo que são de três tipos. As artérias, as quais são grandes vasos que conduzem o sangue do coração aos diferentes órgãos sob grande pressão, tendo como característica paredes espessas ricas em fibras musculares e elásticas. As veias, vasos por onde o sangue retorna ao coração, apresentam uma parede menos espessa e contêm no seu interior as válvulas que se abrem para permitir o movimento do sangue no sentido do coração e, se fecham, impedindo o refluxo. Os capilares, postos entre as artérias e as veias, possuem uma parede muito delgada onde ocorrem as trocas de gases e outras substâncias entre o sangue e os tecidos.



O coração.

TIPOS DE CIRCULAÇÃO

Aberta X Fechada

Circulação Aberta: é o tipo de circulação em que o sangue não circula todo o tempo dentro dos vasos sanguíneos. Ocorre em animais invertebrados, onde um vaso principal dorsal funciona como propulsor do sangue. Ao chegar na parte anterior, este deixa o vaso, caindo em lacunas, derramando-se pelos tecidos. Ocorre na maioria dos Moluscos e nos Artrópodes.

Circulação Fechada: é o tipo de circulação em que o sangue circula todo o tempo dentro de vasos sanguíneos, rapidamente e sob pressão, fazendo rápida distribuição dos materiais, sendo, portanto, muito mais vantajosa ao animal. Acontece em moluscos cefalópodes, em anelídios e nos vertebrados em geral.

Completa X Incompleta

Circulação Completa: nesse tipo de circulação, o sangue arterial não se mistura com o venoso, aumentando muito o rendimento energético do animal, abrindo assim, portas para novas aquisições em termos evolutivos. Seus representantes são as aves e os mamíferos.

Circulação Incompleta: menos evoluída que a do tipo anterior, nesse tipo de circulação o sangue arterial se mistura com o venoso. Presente em peixes dipnoicos, anfíbios e répteis. Lembre-se que no coração dos répteis crocodilianos o septo interventricular é completo, isolando totalmente os ventrículos direito e esquerdo, porém há mistura de sangue arterial com venoso fora do coração, no seio venoso.

Simples X Dupla

- Circulação Simples: é o tipo de circulação em que o sangue passa apenas uma vez pelo coração, isto é, não retorna para ser distribuído após a hematose. Ocorre nos peixes ósseos e cartilaginosos.
- Circulação Dupla: típica das aves e mamíferos, esta circulação se caracteriza pelo retorno do sangue ao coração após a hematose, para ser distribuído aos tecidos. Isso faz com que o suprimento de oxigênio seja mais eficaz, consequentemente, suportando um metabolismo mais sofisticado (homeotérmicos).

Sendo assim, concluímos que a circulação humana é dupla, fechada e completa. O ciclo da grande circulação inicia quando o

sangue vindo dos pulmões passa ao ventrículo esquerdo e é impulsionado ao corpo todo pela artéria aorta. Nesse trajeto, vai distribuindo o oxigênio e coletando o gás carbônico, produto da respiração celular. No final, estará pobre em oxigênio e terá novamente tornando-se sangue venoso. Será, deste modo, conduzido novamente ao coração, ingressando pelas veias cavas superior e inferior, pronto para principiar a pequena circulação.

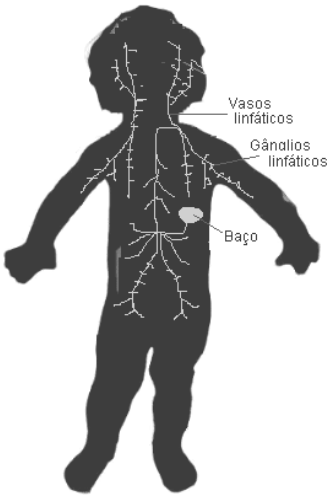
A Pressão Arterial

Pressão arterial é a pressão exercida pelo sangue sobre as paredes das artérias. Num homem normal, ela é de 120 mm/80mm de Hg. O primeiro valor diz qual é a pressão de saída do sangue do coração (pressão sistólica); e, o segundo, qual é a pressão de chegada (pressão diastólica). Estes valores são, popularmente referidos, como 12/8. Além desses valores, um homem normal, adulto e em repouso, terá frequência cardíaca ideal, ou seja, o número de batimentos por minuto, de número 70.

O Sistema Linfático

O sistema linfático é um sistema vascular (conjunto de vasos) que desempenha importantes funções no organismo: ajuda o sistema vascular sanguíneo na remoção de impurezas, distribui pelo corpo as gorduras recolhidas nos intestinos, e contribui sobremaneira ao funcionamento dos mecanismos de defesa do organismo. A eficácia deste sistema apoia-se nos capilares linfáticos, que se originam nos espaços intercelulares, um fundo cego, isto é, sem uma abertura para se comunicarem com a região em que nascem. Não há contato direto entre seu conteúdo e o líquido intercelular, ou com as células dos tecidos. Infiltram-se entre estas, formando uma vasta rede, da qual saem vasos de calibre maior, com paredes mais consistentes, e geralmente dotados de válvulas, cuja orientação impede o refluxo da linfa. São os vasos linfáticos. Estes vão se espraiando e crescendo em dimensão até confluírem em dois condutos principais: ducto torácico e ducto linfático direito. O sistema linfático é constituído pelos gânglios linfáticos, encontrados principalmente no pescoço, axilas e virilha, e pelos pequenos vasos linfáticos que os interligam. No trajeto destes vasos se encontram linfonodos, estruturas que fabricam os linfócitos e outros tipos de glóbulos brancos, que logo passam à circulação sanguínea. Toda esta massa é atravessada por vias tortuosas, os seios linfáticos, diretamente comunicados com os vasos que entram no linfonodo ou saem dele.

Esses gânglios contêm células brancas, os linfócitos, que produzem anticorpos para defender o organismo de infecções. Quando ocorre uma infecção, os gânglios linfáticos podem aumentar de tamanho e ficarem doloridos enquanto estão reagindo aos microorganismos invasores. Eles também liberam os linfócitos para a corrente sanguínea. Ao seu conteúdo, misto de células e substâncias dissolvidas, dá-se o nome de linfa.



A Linfa

A linfa é formada por filtração de líquido intercelular, ao nível dos capilares linfáticos. Sabe-se que as substâncias estranhas que, por qualquer mecanismo, chegam aos vãos entre as células, passam para dentro dos linfáticos e se incorporam àquela , desde que não sejam partículas muito volumosas. O ducto torácico a recebe de todas as partes do organismo abaixo do diafragma, incluindo as vísceras abdominais e também a metade esquerda das porções acima do diafragma. A linfa é o mais calibroso vaso linfático, e verte seu conteúdo no sistema venoso, desembocado na confluência da veia subclávia esquerda com a veia jugular interna direita.

Em condições normais, a linfa se forma a partir do líquido intercelular transpirado em excessos dos capilares. Na absorção dos elementos nutritivos e do oxigênio dissolvidos no sangue, as paredes espessas das artérias não permitem a passagem de tais substâncias às células que deverão ser alimentadas, nem toleram o trajeto oposto dos produtos eliminados. Assim, é ao nível dos capilares sanguíneos, de paredes suficientemente delgadas, que ocorre essa troca. As paredes desses capilares obstruem o tráfego de macromoléculas como as proteínas, mas dão passagem à água, aos cristaloides e aos gases dissolvidos. E o líquido que exsuda dos capilares sanguíneos é, em última análise, uma solução aquosa de sais e gases. Se o líquido intersticial fosse apenas produzido por mecanismos que envolvem pressões diferentes, e não fosse reabsorvido, os tecidos do organismo iriam inchar progressivamente, formando um edema — isto é, um acúmulo de líquido intersticial.

Importante!

O que é hemostasia? Denominamos hemostasia ao conjunto de processos envolvidos na interrupção de um sangramento, dos quais a coagulação é um dos componentes onde plaquetas — exclusivas de mamíferos — têm importante função na obstrução de falhas nos vasos sanguíneos e na formação do coágulo.

Mecanismos de Defesa do Organismo e Imunidade

Vírus, bactérias e outros microorganismos podem penetrar no corpo por descontinuidades da pele, pelo revestimento das vias aéreas ou das vias digestivas. Ao atingirem determinada região, o tecido lesado libera substâncias que provocam distensão dos capilares da região cuja permeabilidade aumenta. Leucócitos — a saber, as células da linhagem branca sanguínea responsáveis pela defesa — atravessam a parede dos capilares e acumulam-se no local da lesão (diapedese). Fazem a defesa através da fagocitose e pela produção de anticorpos. Tem dois tipos de leucócitos: os neutrófilos e os linfócitos, que por sua vez podem ser linfócitos do tipo T (coordenadores da resposta imunológica) e de tipo B. Os anticorpos (produzidos por plasmócitos quando em presença de uma substância ou organismo estranho) são proteínas especiais que se ligam a estes antígenos e os desativam. A aquisição de proteção contra uma doença chama-se imunização e em algumas ocasiões funciona graças às células de memória imunológica que "gravam" o tipo do agente agressor, conseguindo constituir defesas melhores para os próximos ataques do mesmo tipo. Essa imunização pode ser:

Ativa:

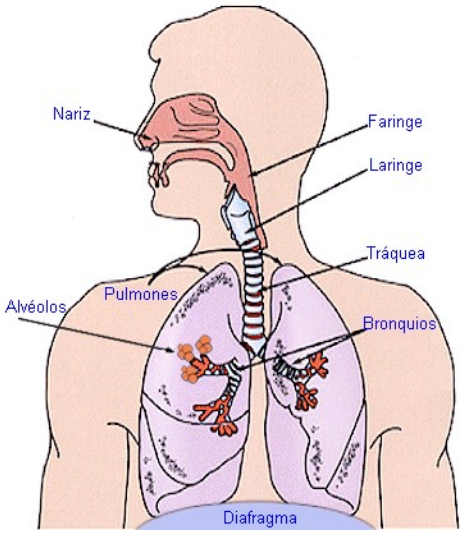
natural: contágio;
artificial: vacinas.

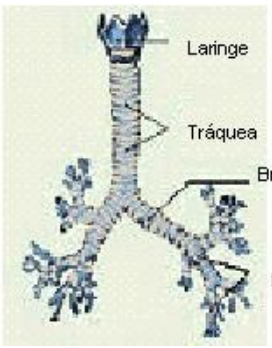
Passiva:

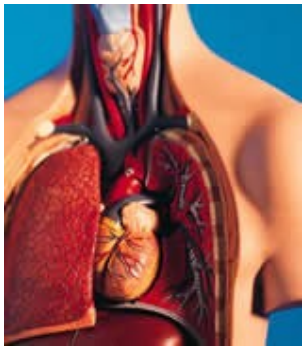
natural: colostro, via placentária;
artificial: soro.

O soro também contém anticorpos; tem ação imediata e é empregado no tratamento de doenças. As vacinas contêm antígenos atenuados, incapazes de provocar doença, mas capazes de estimular a produção de anticorpos e a aquisição de células de memória. São usadas na prevenção de doenças.

O SISTEMA RESPIRATÓRIO







O sistema respiratório é responsável por um dos mecanismos básicos dos seres vivos, ou seja, a troca gasosa entre o organismo e o meio, constituindo o fenômeno denominado de respiração, no qual oxigênio é transportado através do sangue (pelas hemácias) a todos os tecidos fazendo também a remoção do dióxido de carbono resultante do metabolismo celular.

Constituído pelas vias aéreas, o sistema respiratório é dividido em duas porções: uma de condução e outra respiração. A porção de condução é composta por órgãos tubulares cuja função é somente transportar o ar inspirado até a porção respiratória. Os órgãos que compõem àquela porção são: as fossas nasais, a faringe, a laringe, a traqueia e os brônquios.

O ar inspirado penetra pelas fossas nasais que possui três regiões: o vestíbulo, a área respiratória e a área olfatória. O vestíbulo é a porção mais dilatada das fossas nasais, e possui pelos que funcionam como filtros; é, portanto, a primeira barreira às impurezas do ar. Do vestíbulo segue-se a área respiratória, assim chamada por ser revestida por epitélio do tipo respiratório, compreendendo a maior parte das fossas nasais. A região olfatória situa-se na parte superior das fossas nasais; bem pequena no homem, essa região é responsável pela sensibilidade olfativa. A faringe é um tubo muscular associado a dois sistemas, o respiratório e o digestivo, sendo comum a passagem do ar e do bolo alimentar. A laringe também é um órgão tubular, mas de forma irregular, situada medialmente ao pescoço e une a faringe à traqueia, que além de ser de via aérea é também um órgão da fonação, onde se encontram as pregas vocais. Suas paredes possuem uma série de peças cartilaginosas, unidas entre si, por tecido conjuntivo, que permitem manter a abertura da laringe permanentemente. A epiglote lembra uma folha peciolada, situada posteriormente à raiz da língua e que tem por função fechar a entrada da laringe durante a alimentação, impedindo que os alimentos penetrem pela laringe indo até os pulmões. A maior das cartilagens é a tireoide, que é constituída por duas lâminas em forma de "V" e que, no sexo masculino é mais destacada, sendo conhecida como "o pomo-de-adão". À laringe segue-se a traqueia. Esta exibe uma forma cilíndrica, e é constituída por anéis cartilaginosos incompletos em forma de "C". A traqueia se ramifica originando os brônquios principais, direito e esquerdo, que penetram nos pulmões através do hilo, que também entram nas artérias e saem nos vasos linfáticos e nas veias. Os brônquios principais se ramificam e originam os brônquios lobares que se dividem repetidamente, originando brônquios cada vez menores, sendo as últimas ramificações os bronquíolos terminais ou bronquíolos respiratórios. Em volta de suas paredes são encontrados os alvéolos, que são estruturas em forma de saco onde ocorrem as trocas gasosas, isto é, são para os alvéolos que o ar se dirige e onde ocorre a oxigenação do sangue.

Já os pulmões, direito e esquerdo, são os órgãos essenciais da porção respiratória: se encontram localizados na cavidade torácica e entre eles existe uma região denominada mediastino, onde se encontram o coração, os grandes vasos, o esôfago, a traqueia e os brônquios principais. Os pulmões são envoltos por um tecido venoso hermeticamente fechado que é conhecido como pleura. Esta possui duas lâminas ou folhetos: a pleura parietal que recobre a parte interna da cavidade torácica e a pleura pulmonar que envolve o órgão. As duas lâminas são contínuas, mas apresentam um espaço entre elas (cavidade pleural), preenchido por um líquido que permite o desligamento entre essas. Esse movimento é fundamental para o mecanismo de expansão e retração dos pulmões durante a respiração. Os pulmões são órgãos de forma cônica, e são diferentes, sendo que o pulmão direito apresenta três lados: superior, médio e inferior; e o esquerdo, dois lados: um superior e um inferior. Este lado é menor devido à existência do mediastino, onde se encontra o coração, que está localizado mais à esquerda.

A Respiração

No mecanismo da respiração existem dois movimentos: a inspiração e expiração. A inspiração se distingue pelo transporte de ar das vias aéreas até os pulmões e, a expiração, é a saída desse ar após as trocas gasosas. Estes movimentos só são possíveis devido à capacidade que os pulmões possuem de sofrer expansão e retração, juntamente com a ação dos músculos da própria respiração. O principal músculo respiratório é o diafragma, que possui a forma de uma cúpula juntamente com o afastamento das extremidades, presas às últimas costelas; proporciona, assim, um aumento em diâmetro vertical e também anteroposterior da caixa torácica. Se os pulmões estão ocupando a to-

talidade do volume interior do tórax, e existe a presença da pleura que assegura a ligação entre as paredes torácicas e o próprio pulmão, quando ocorre a contração do diafragma, ao mesmo tempo da expansão da caixa torácica durante a inspiração, os tecidos se expandem, permitindo a penetração do ar pelas vias aéreas até os alvéolos pulmonares.

O fenômeno da hematose, a aeração do sangue nos pulmões, ocorre nos alvéolos pulmonares. O sangue trazido pelas artérias pulmonares — com alto teor de oxigênio —, entra pelos pulmões, de onde sai, pelas veias pulmonares, com baixo teor de dióxido de carbono e alto de oxigênio. Deste modo, temos a transformação do sangue venoso em arterial, pronto para ser conduzido a todos os tecidos do organismo. O oxigênio é transportado pelo sangue, de duas maneiras diferentes:

- em solução no plasma (cerca de 3%);
- em combinação química com a hemoglobina das hemácias (cerca de 97%).

A maior importância fisiológica da inspiração é o transporte do oxigênio ligado à hemoglobina (oxiemoglobina).

A eliminação do dióxido de carbono acontece na expiração, que é um mecanismo praticamente passivo, pois ocorre durante o relaxamento do músculo diafragma. Nos tecidos, na respiração intracelular, as células produzem continuamente CO2, que se difunde finalmente para o sangue, donde se difunde para o ar alveolar. O dióxido de carbono é transportado pelo sangue de três maneiras diferentes:

- em solução no plasma (cerca de 7 %);
- em combinação com a hemoglobina e proteínas plasmáticas, formando compostos carbaminas (de 3 a 33%);
- na forma de íon bicarbonato (cerca de 60 a 90%).

Como se vê, a maior importância fisiológica da expiração é o transporte do dióxido de carbono na forma de íon bicarbonato.

Importante!

O monóxido de carbono (CO) combina-se com a hemoglobina, formando carboxiemoglobina, composto estável, que não transporta mais o oxigênio às células. A inalação de CO, liberado por exemplo nas combustões parciais de derivados do petróleo, pode ocasionar até a morte, por asfixia. Nas células há uma drástica diminuição na síntese de ATP, ou seja, da fonte energética necessária para o metabolismo celular.

EXERCÍCIOS

1. (PUC/SP) Assinale a frase que melhor define a função do sistema circulatório nos vertebrados:
a) transformar os resíduos metabólicos nitrogenados produzidos pelas células;
b) distribuir substâncias necessárias às células de todo o corpo e recolher substâncias tóxicas resultantes do metabolismo celular;
c) transformar os alimentos em substâncias assimiláveis pelas células;
d) oxidar o alimento utilizando o O_2 produzindo CO_2, H_2O e energia;
e) receber estímulos, processá-los e gerar respostas.

2. (FC - LONDRINA) A função das válvulas existentes no interior das veias é:
a) retardar o fluxo sanguíneo;
b) impedir o refluxo de sangue;
c) acelerar os batimentos cardíacos;
d) retardar as pulsações;
e) reforçar as paredes dos vasos.

3. (TAUBATÉ) Nos membros inferiores, o retorno venoso se dá contra a gravidade. Uma pessoa que tivesse problema circulatório de retorno, deveria:
a) repousar, provocando relaxamento da musculatura e permitindo a passagem do sangue venoso;
b) repousar, para permitir o fechamento das válvulas venosas e impedir o refluxo de sangue;
c) fazer exercícios para desenvolver o músculo cardíaco, aumentando a pressão do sangue arterial;
d) fazer exercícios para movimentar os músculos dos membros inferiores, a fim de melhor impulsionar o sangue venoso;
e) verificar periodicamente a pressão arterial, por ser a principal responsável pelo retorno venoso.

4. (UBERLÂNDIA) Qual a importância do sistema linfático no processo de defesa do nosso organismo? Relacione este fato ao aparecimento de caroços ou ínguas nas axilas e virilha.

5. (FUVEST) No coração dos mamíferos há passagem de sangue:
a) da aurícula esquerda para o ventrículo esquerdo;
b) do ventrículo direito para a aurícula direita;
c) do ventrículo direito para o ventrículo esquerdo;
d) da aurícula direita para a aurícula esquerda;
e) da aurícula direita para o ventrículo esquerdo.

6. (UFMG) Dois leõezinhos recém-nascidos, abandonados pela mãe, correm risco de vida. O diretor do Zoológico explica que "o problema não é só falta de carinho, mas sim a falta de colostro, o que significa para os leõezinhos uma condenação sumária." (Folha da Tarde, SP)
O colostro, referido no texto, é insubstituível na função de:
a) dar energia aos recém-nascidos;
b) conferir imunidade inicial;
c) estimular o instinto de caça;
d) desenvolver a agressividade;
e) hidratar os leõezinhos.

7. A fagocitose e a diapedese são duas propriedades dos leucócitos que os tornam importantes para:
a) o transporte de oxigênio;
b) o combate de bactérias;
c) a produção de anticorpos;
d) a síntese de albumina;
e) transportar eletrólitos para o interior das células.

8. (C. de M. - NITERÓI) A sequência correta de passagem do ar no sistema respiratório dos mamíferos até chegar aos pulmões é:
a) vias nasais, laringe, traqueia, faringe, brônquios, bronquíolos e alvéolos pulmonares;
b) vias nasais, faringe, traqueia, laringe, brônquios, bronquíolos e alvéolos pulmonares;
c) vias nasais, traqueia, faringe, laringe, bronquíolos, brônquios e alvéolos pulmonares;
d) vias nasais, faringe, laringe, traqueia, brônquios, bronquíolos e alvéolos pulmonares;
e) vias nasais, esôfago, faringe, traqueia, brônquios, bronquíolos e alvéolos pulmonares.

9. (UNIFENAS) O uso de filtros nas chaminés das indústrias e de catalisadores nos escapamentos de automóveis visam a diminuição da dispersão de gases tóxicos. Dentre os óxidos de carbono o mais perigoso é:
a) o CO_3 (trióxido de carbono), devido à relação com o câncer pulmonar;
b) o CO_2 (dióxido de carbono) devido à elevadíssima toxidez pulmonar;
c) o CO (monóxido de carbono), devido à grande afinidade com a hemoglobina;
d) o CN (cianogênio), um dos mais violentos venenos conhecidos;
e) o CH_4 (metano), devido à sua ligação com a clorofila.

10. Quando uma massa de comida bloqueia as vias respiratórias, um indivíduo fica impedido de respirar. Se isto acontecer durante cerca de cinco minutos, a pessoa poderá morrer. Neste caso, um sufocamento ocorrerá porque uma porção de comida entrou:
a) na faringe, em vez de entrar na laringe;
b) nos brônquios, em vez de entrar na laringe;
c) nos bronquíolos, em vez de entrar na laringe;
d) no esôfago, em vez de entrar na laringe;
e) na laringe, em vez de entrar no esôfago.

7. TECIDOS CONJUNTIVO E MUSCULAR, O ESQUELETO DOS ANIMAIS, O SISTEMA NERVOSO E OS ÓRGÃOS SENSORIAIS

O TECIDO CONJUNTIVO

Todas as células do corpo originam-se por diferenciação das células embrionárias primitivas. Conjuntos de células, com forma e função assemelhadas, constituem os tecidos. Encontram-se 4 tipos básicos: conjuntivo, epitelial, muscular e nervoso. Os tecidos conjuntivos caracterizam-se por apresentar células esparsas, diversidade de tipos celulares, interstício abundante e rico em fibras proteicas. Suas principais funções são:

- Sustentação e preenchimento — constituem cápsulas dos órgãos e a malha interna que sustenta suas células. Constituem também, os tendões e ligamentos. Os tecidos ósseo e cartilaginoso, principais responsáveis pela sustentação do corpo, são tipos especiais de tecido conjuntivo;
- Defesa — o tecido conjuntivo possui células fagocitárias e células produtoras de anticorpos atuando no combate às invasões por microorganismos;
- Nutrição — o papel do tecido conjuntivo na nutrição dos órgãos, decorre da íntima associação com os vasos sanguíneos, já que envolve os capilares, devendo ser atravessado pelas substâncias que transitam do sangue para as células.

Principais tipos celulares encontrados no tecido conjuntivo:

- Fibroblastos — são muito abundantes e são os responsáveis pela produção das fibras e do material amorfo;
- Macrófagos — atuam como elementos de defesa, englobando bactérias (fagocitose), substâncias inertes e restos celulares;
- Mastócitos — trata-se de uma célula grande que contém grânulos de heparina e histamina. A primeira é anticoagulante; e, a segunda, provoca as reações alérgicas, tais como o choque anafilático;
- Plasmócitos — são os responsáveis pela síntese de anticorpos e são encontrados mais facilmente em locais sujeitos à penetração de bactérias, como a mucosa intestinal e as vias respiratórias;
- Adipócitos — são células especializadas no armazenamento de gorduras, constituindo o tecido adiposo ou gorduroso;
- Leucócitos (ou glóbulos brancos) — são células do sangue encontradas, frequentemente, nos tecidos conjuntivos, migrando pela parede dos capilares ao lugar de injúria celular (células de defesa), mecanismo este chamado de diapedese.

Tipos de fibras proteicas:

- Colágeno — de cor branca, é a proteína mais abundante do corpo humano, representando 30% do total;
- Fibras elásticas — de cores amareladas, são fibras mais delgadas que o colágeno, ramificadas, formando malhas irregulares. Seu principal componente é a elastina;
- Fibras reticulares — são fibras delicadas, dispostas em rede. Compõem-se de colágeno, glicídios e lipídios. São abundantes no arcabouço do tecido hematopoético, baço, linfonodos etc. Formam uma rede ao redor das células do fígado, rim e das glândulas endócrinas.

Tipos especiais do tecido conjuntivo:

- Tecido conjuntivo propriamente dito;
- Tecido adiposo, ou gorduroso;
- Tecido mononuclear fagocitário;
- Tecido cartilaginoso;
- Tecido ósseo;
- Tecido hematopoético;
- Sangue.

O TEGUMENTO NOS ANIMAIS

O corpo dos animais é protegido por uma coberta denominada tegumento, que serve para proteger o organismo contra a desidratação, a hidratação excessiva, os choques mecânicos e, também, para evitar a penetração de organismos patogênicos, ou seja, causadores de doenças. Nos protozoários, a proteção é realizada pela própria plasmalema, que apresenta uma cutícula protetora (glicocálix). Nos invertebrados (minhoca) e protocordados (anfioxo), a epiderme é uniestratificada, pois apresenta uma única camada de células. Nos vertebrados, a epiderme apresenta várias camadas de células, ou seja, é pluriestratificada. O tegumento pode apresentar pelos (nos mamíferos), penas (em aves), escamas (em peixes e répteis) entre outras formas. Apenas alguns mamíferos terrestres exibem glândulas sudorípara e sebáceas.

O tegumento nos animais vertebrados

A pele dos vertebrados é constituída de epiderme (externa) e derme (interna). As aves e os mamíferos apresentam uma terceira camada, a hipoderme (tela subcutânea).

A epiderme é constituída por um tecido epitelial pluriestratificado pavimentoso (achatado). A camada celular mais profunda desse epitélio é denominada germinativa, cujas células apresentam contínuas divisões mitóticas, produzindo novas células à substituição das superficiais, que constantemente morrem e desprendem-se. Nos peixes e anfíbios aquáticos, a epiderme apresenta glândulas mucosas; nos vertebrados, especialmente terrestres (répteis, aves e mamíferos), é corneificada. Nesses vertebrados terrestres, as células mais superficiais são mortas, devido à total impregnação da proteína queratina, substância impermeável que, formando a camada córnea, confere proteção ao animal, principalmente contra a desidratação.

A derme situa-se logo abaixo da epiderme, sendo bem mais espessa que esta. É constituída por tecido conjuntivo, contendo vasos linfáticos, vasos sanguíneos, nervos e porções basais de glândulas.

A hipoderme é uma camada localizada imediatamente abaixo da derme, constitui-se de tecido conjuntivo e é extremamente rica em tecido adiposo; aparece somente nas aves e nos mamíferos. Além de ser uma reserva nutritiva (gordura), desempenha um importante papel auxiliar na regulação da temperatura corpórea, devido ao fato de a gordura funcionar como uma camada isolante, reduzindo assim a perda de calor para o meio (nos animais homeotérmicos).

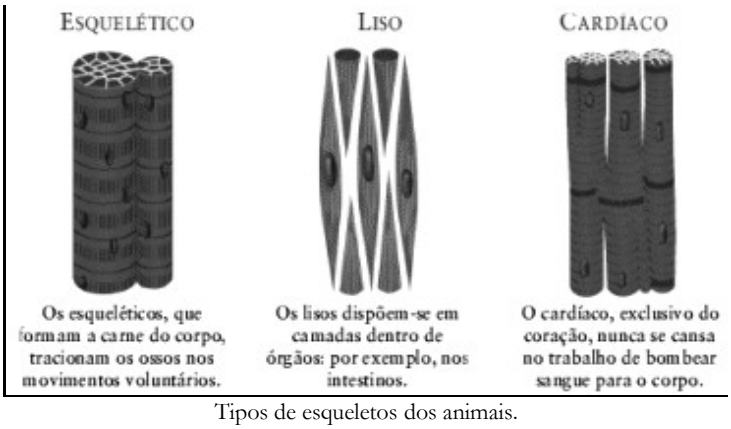
O TECIDO MUSCULAR

Na maioria dos animais, as contrações responsáveis pela mudança de forma ou locomoção são de responsabilidade de fibrilas especiais ou tecidos musculares. Os principais alvos da estimulação nervosa são os músculos, que têm como principal característica a capacidade de contração, ou seja, o encurtamento de suas células quando estimuladas.

Os músculos convertem energia química em energia mecânica. Um músculo, como o bíceps, é formado por um feixe de milhares de células musculares estriadas — as fibras musculares, unidas por tecido conjuntivo. Estas células possuem, ainda, grande número de mitocôndrias. Mergulhadas no citoplasma, estão milhares de unidades estruturais cilíndricas chamadas miofibrilas, localizadas longitudinalmente nas células. Por sua vez, cada miofibrila é constituída por sarcômeros, isto é, feixes de miofibrilas com determinado comprimento. Para entendermos como acontece a contração da fibra muscular, pode se dizer que, segundo a teoria mais aceita, esta contração se dá graças ao deslizamento dos filamentos de actina sobre os filamentos de miosina; estas são fibras proteicas específicas da musculatura que ajudam a constituir as miofibrilas). Este deslizamento, então, provoca o encurtamento dos sarcômeros e, consequentemente, de toda a miofibrila acontecendo a contração. Moléculas de ATP quebradas (através de ATPases) fornecem energia para a contração. Esta ação é desencadeada por impulsos nervosos que chegam à fibra muscular e que liberam íons de cálcio armazenados, facilitando assim a quebra do ATP e as subsequentes interações entre actina e miosina. Uma das particularidades da célula muscular é o fato de não depender exclusivamente do fornecimento sanguíneo de glicose, pois possui depósitos de glicogênio. Os músculos possuem ainda a mioglobina, proteína de estrutura semelhante à hemoglobina, e que parece funcionar como uma reserva de oxigênio. É ela que dá a cor vermelha aos músculos. As fibras musculares isoladas seguem a Lei do Tudo ou Nada, quer dizer, em resposta a um estímulo, elas se contraem ou não, e se o fazem é sempre com a mesma intensidade, enquanto o músculo inteiro pode variar seu poder de contração, aumentando ou diminuindo o número de células em atividade.

Podemos classificar o tecido muscular como sendo de três tipos, como indicado no quadro a seguir:

Característica	Liso	Estriado	Cardíaco
Célula	Fusiforme	Cilíndrica	Cilíndrica
Estrias	Não possui	Possui	Possui
Núcleo	Central	Periférico	Periférico
Contração	Involuntária e lenta	Voluntária e rápida	Involuntária, rápida
Localização	Parede de órgãos ocos	Ligados ao esqueleto	Coração (miocárdio)



Tipos de esqueletos dos animais.

O ESQUELETO DOS ANIMAIS

SISTEMA ESQUELÉTICO

A finalidade primária do esqueleto é fornecer suporte para as partes do corpo do animal ou para o animal como um todo, pois sob a ação da gravidade o corpo do animal entraria em colapso — caso não tivesse elementos esqueléticos. Além de sustentar o animal o esqueleto tem outras funções:

- proteção mecânica (para parte do corpo ou para todo o animal);
- suporte para a musculatura, garantindo assim os movimentos e a locomoção do animal;
- proteção contra dessecação (perda de água), como é o caso dos artrópodes, com sua cutícula esquelética.

O esqueleto dos animais pode ser classificado em dois tipos, conforme sua localização: o exoesqueleto, que se forma e se situa na parte mais externa do corpo do animal; e, o endoesqueleto, que se forma e se situa na parte interior.

Ocorrência de esqueleto em alguns grupos de animais

Nas esponjas (espongiários ou poríferos), para a sua sustentação, ocorre um endoesqueleto orgânico (fibras de proteína espongina) ou inorgânico (espículas silicosas ou calcárias).

Nos celenterados, os corais (antozoários) são famosos por seus exoesqueletos, que constituem os recifes de coral (secretados por colônias de antozoários). Os vermes achatados (platelmintes), cilíndricos (asquelmintes) e anelados (anelídeos) geralmente não apresentam esqueletos.

Nos equinodermos (ouriço-do-mar), o esqueleto é interno (endoesqueleto) e situa-se abaixo do tegumento do animal. Nos moluscos (mexilhão), artrópodes (insetos) e vertebrados, os esqueletos são muito desenvolvidos. A distinção entre eles pode ser feita em termos do material pelo qual é constituído ou da posição anatômica do esqueleto em relação aos diferentes órgãos. Nos moluscos, salvo algumas exceções (como a lula que tem concha interna, e as lesmas, que não tem esqueleto), o esqueleto é externo (exoesqueleto), composto principalmente por carbonato de cálcio. Os artrópodes apresentam exoesqueleto quitinoso (possuem quitina). Os cordados, Filo do qual o homem faz parte, apresentam endoesqueleto. A medula óssea humana mostra um tecido conjuntivo hematopoético (produtor de sangue) mieloide, produzindo glóbulos vermelhos (hemácias), glóbulos brancos (leucócitos) e plaquetas. A coluna vertebral protege a medula espinhal ou raquidiana, que é formada por tecido nervoso, cuja lesão pode acarretar em paralisias.

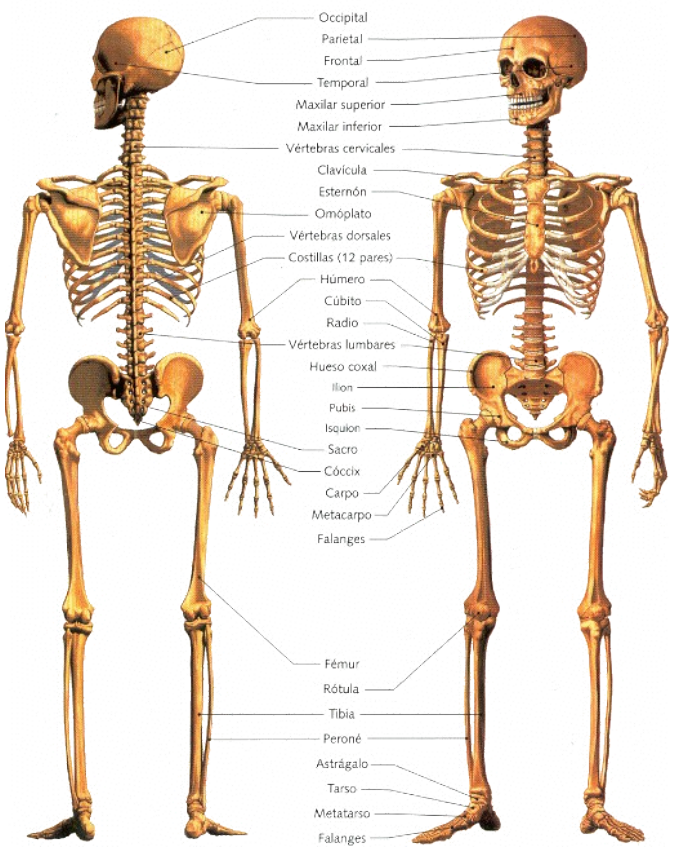
Informações sobre o Sistema Esquelético

Uma torre de ossos unidos por dobradiças e articulações, num sistema tão admiravelmente equilibrado que permite correr, saltar e curva-se, apesar de pés pequenos, é o sistema esquelético. Os 206 ossos do indivíduo adulto fixam os músculos e protegem os órgãos vitais com grande variedade de formas e tamanhos.

Os ossos estão assim distribuídos: 32 ou 33 na coluna vertebral, 22 na cabeça, 24 nas costelas, 64 nos membros superiores, 62 nos membros inferiores, alguns ossos na região do ouvido e outros na região do tórax. As principais funções deles são: proteção, sustentação, local de armazenamento de íons de cálcio e potássio, além de um sistema de alavancas que, movimentado pelos músculos, permite o deslocamento do corpo, no todo ou

em parte; e, por fim, os ossos produzem certas células do sangue. Com relação a classificação dos ossos, eles podem ser:

- longos — aqueles que apresentam um comprimento consideravelmente maior que a largura e a espessura. Exemplos: fêmur, úmero, rádio e ulna;
- planos — aqueles que exibem comprimento e largura equivalentes, predominando sobre a espessura. Exemplos: ossos do crânio, como o parietal, occipital, frontal e outros;
- curtos — aqueles que mostram equivalência das três dimensões. Os ossos do carpo e do tarso são excelentes exemplos;
- irregulares — possuem uma morfologia complexa. As vértebras e o osso temporal são exemplos;
- pneumáticos — aqueles que apresentam uma ou mais cavidades, de volumes variáveis, revestidas de mucosa e contendo ar. Estas cavidades recebem o nome de seio;
- sesamoides — aqueles que se desenvolvem na substância de certos tendões ou da cápsula fibrosa de certas articulações.



O sistema esquelético.

O SISTEMA NERVOSO

Os metazoários possuem dois sistemas de integração: o nervoso e o endócrino. Em ambos observam-se "mensagens" sendo veiculadas. O sistema nervoso atua com uma mensagem de natureza elétrica, o impulso nervoso, que é distribuído pelos neurônios e se propaga com enorme velocidade — podendo percorrer o corpo todo em centésimos de segundo —, fazendo a resposta ser executada prontamente. Cessado o estímulo, cessa também a resposta. É um sistema com elevado consumo de energia.

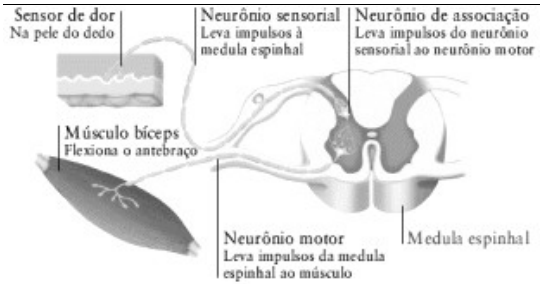
As células nervosas (neurônios) transmitem os impulsos nervosos graças a alterações elétricas que ocorrem em suas membranas. Os protozoários não possuem sistemas de coordenação, embora possam reagir a estímulos, de modo igual as esponjas. Os celenterados possuem um sistema nervoso reticular ou difuso, em que as células nervosas se comunicam por pontes citoplasmáticas e transmitem impulsos em qualquer direção. Este sistema nervoso, formando redes, é também encontrado em equinodermos e em protocordados. Nos animais de simetria bilateral (como a maioria dos vertebrados), o sistema nervoso é axial, formado por gânglios nervosos, que concentram os corpos celulares dos neurônios, e por cordões nervosos que se estendem ao longo do corpo. Nos invertebrados, os cordões nervosos são ventrais e dos gânglios e dos cordões saem nervos às diferentes partes do corpo.

Os platelmintos têm dois gânglios anteriores, de onde partem os cordões nervosos à região cefálica. O sistema nervoso dos asquelmintos é constituído por gânglios e dois nervos longitudinais, colocados ventralmente. Nos anelídeos, o sistema nervoso envolve dois cordões nervoso ventrais, com gânglios em cada segmento, de onde partem nervos, e um par de gânglios cerebroides, maiores, na região anterior, como se fosse um encéfalo primitivo. Os artrópodes possuem sistema nervoso semelhante ao dos anelídeos, com gânglios cerebroides e dois cordões ventrais com gânglios de onde partem nervos. Este tipo de sistema nervoso é chamado de ganglionar. Tanto em anelídeos como em artrópodes, muitas atividades são controladas pelos gânglios, dispensando o encéfalo simples. Muitos desses animais são capazes de andar, voar, e até copular, mesmo depois de terem sido decapitados! Dentre os moluscos, os cefalópodes são os que tem o sistema nervoso mais desenvolvido. Os gânglios se agrupam na parte anterior do corpo, formando um grande cérebro protegido por uma cápsula, de onde saem nervos para os tentáculos. Os cordados tem um sistema nervoso dorsal, apresentando encéfalo bem desenvolvido e medula espinhal. Diferente dos cordões nervoso dos invertebrados, que são maciços, a medula dos corados é atravessada por um canal por onde circula líquido.

O SISTEMA NERVOSO HUMANO

O constituinte fundamental do sistema nervoso é uma célula chamada neurônio, constituída por três partes básicas: um corpo celular, onde se encontram o núcleo e a maior parte do citoplasma, e donde partem inúmeros prolongamentos chamados dendritos; áreas receptoras dos estímulos; e o axônio, por onde o impulso nervoso é propagado para longe do corpo celular. Alguns neurônios possuem o axônio recoberto por um envoltório chamado bainha de mielina (incluso, os neurônios com esta característica conseguem propagar o impulso com velocidade maior).

Os corpos celulares no sistema humano estão localizados em áreas restritas ao sistema nervoso central (encéfalo e medula espinhal) e aos gânglios, enquanto os seus prolongamentos se distribuem por todo o corpo em feixes chamados nervos. Os nervos que levam informações da periferia até o sistema nervoso central são os sensitivos ou aferentes; aqueles que transmitem impulsos aos músculos ou às glândulas, a partir do sistema nervoso central, são os nervos motores ou aferentes.



O sistema nervoso.

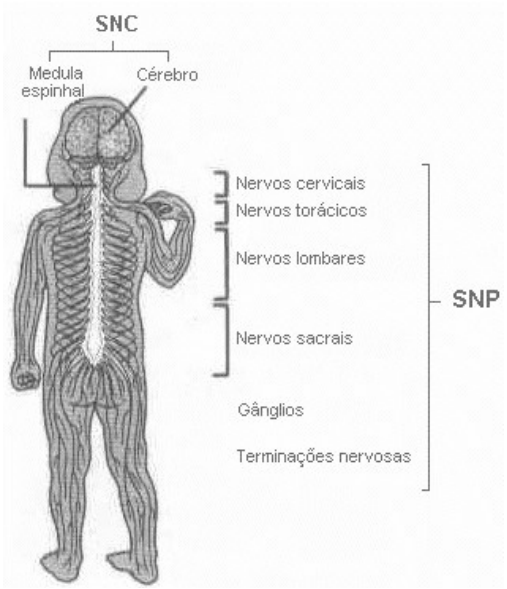
No impulso nervoso acontece uma reação em cadeia iniciada a partir do estímulo e que tem como consequência, em nível

celular, uma série de trocas entre os eletrólitos sódio e potássio, donde gradientes de concentração em níveis de membrana serão modificados à obtenção da propagação de dito estímulo. Esta reação autopropagada gera um potencial de ação que desencadeia outro idêntico ao primeiro. O impulso nervoso é, por tanto, um fenômeno de natureza eletroquímica que se propaga unidirecionalmente pela membrana do neurônio.

A sinapse

O ponto de interação entre dois neurônios adjacentes é a sinapse. Na extremidade do axônio, e somente nela, existem minúsculas e numerosas vesículas repletas de uma substância conhecida por mediador químico, que pode ser acetilcolina ou noradrenalina, de acordo com a sinapse em questão. Este mediador químico atua como neurotransmissor (ou neurormônio). Quando ocorre a estimulação química entre neurônios através desse mediador químico, há a geração de um novo potencial de ação, e um novo impulso irá percorrer o neurônio seguinte. Diferente da propagação ao longo de um neurônio, a propagação do impulso nervoso através da sinapse é um fenômeno de natureza química.

Sistemas nervosos central e periférico



Representação dos sistemas nervosos central e periférico.

É no sistema nervoso central que se concentram praticamente todos os corpos celulares de nossos neurônios. Os seus prolongamentos percorrem o corpo em nervos que, juntamente com os gânglios nervosos, constituem o sistema nervoso periférico. O sistema nervoso central é constituído pela medula espinhal e pelo encéfalo. Este, por sua vez, abrange o cérebro, o cerebelo e o tronco encefálico. Todo o sistema nervoso central é envolvido por um sistema de membranas (as meninges) e protegido por estruturas ósseas. O encéfalo situa-se dentro da caixa craniana, enquanto a medula percorre o canal medular da coluna vertebral. No tronco encefálico estão os núcleos dos nervos sensitivos e motores da cabeça, bem como os centros de controle da respiração, da atividade cardíaca, da função gastrointestinal e outras ações vegetativas. Também passam pelo tronco fibras que se dirigem para o encéfalo ou dele partem. O cerebelo está relacionado com a coordenação das atividades motoras, o que nos permite realizar atividades complexas como andar, nadar, tocar piano, engolir etc. Este, ainda, está relacionado com a manutenção da postura e do equilíbrio. O cérebro participa de uma série de atividades, como a integração das percepções sensoriais (olfato, visão dor etc.), o controle da atividade motora voluntária, o raciocínio, a memória, o aprendizado, as emoções, entre outras atividades, bem como participa do controle de algumas atividades vegetativas como a fome, a sede, o controle de temperatura e outras. A medula espinhal é a via de passagem de impulsos aferentes dos receptores sensoriais para o encéfalo, e de impulsos eferentes do encéfalo aos músculos ou às glândulas. É, ao mesmo tempo, local de algumas atividades reflexas.

O arco reflexo

A retirada do dedo quando encostado em uma superfície quente ou o "chute no ar" desferido quando se bate com força um martelo no tendão patelar do joelho são exemplos de atividades reflexas, que ocorrem "automaticamente", sem participação da consciência. O estímulo (dor ou pancada, respectivamente) é percebido por uma célula receptora e transmitido à medula espinhal. Aí, esse neurônio sensorial (ou sensitivo) faz sinapse com um interneurônio (neurônio de associação) que, por sua vez, retransmite o sinal ao neurônio motor. O neurônio motor transmite o impulso ao músculo apropriado, que movimenta o braço ou a perna. Assim, o membro é movido antes mesmo que o cérebro tenha podido processar a informação.

Se uma pessoa sofrer uma fratura da coluna vertebral e, em consequência, sua medula espinhal for seccionada, as terminações nervosas localizadas abaixo da lesão estarão desconectadas dos níveis superiores do sistema nervoso central. Portanto, a atividade voluntária e a sensibilidade estarão abolidas. Todavia, como a atividade reflexa depende de neurônios localizados na medula espinhal, e não no encéfalo, esta se mantém preservada.

Sistemas nervosos somático e autônomo

Há duas importantes divisões do sistema nervoso. O sistema nervoso somático, inclui neurônios motores e sensoriais. Assim, as informações sensoriais (visão, tato, olfato etc.) e as atividades que podem ser voluntariamente controladas (atuação dos músculos estriados) são processadas por esse sistema. O sistema nervoso autônomo é inteiramente motor, constituído pelos nervos que controlam o músculo cardíaco, as glândulas e a musculatura lisa da parede de órgãos ocos; este sistema não se encontra sob controle voluntário. Todavia, ele apresenta duas subdivisões, a simpática e a parassimpática, que são anatômica e funcionalmente distintas. Geralmente as suas ações são antagônicas, excitando ou inibindo determinadas atividades, como podemos ver no quadro a seguir:

	Parassimpático	**Simpático**
Coração	bradicardia	taquicardia
Pressão Arterial	diminui	aumenta
Brônquios	contrai	Dilata
Pupila	contrai	Dilata
Genitais	ereção	Ejaculação
Atividade Digestiva	estimula	inibe

Sistema sensorial

As terminações sensitivas do sistema nervoso periférico são encontradas nos órgãos dos sentidos: pele, ouvido, olhos, língua e fossas nasais. Esses órgãos tem a capacidade de transformar os diversos estímulos do ambiente em impulsos nervosos. Estes são transmitidos ao sistema nervoso central, donde partem as "ordens" que determinam as diferentes reações do nosso organismo.

Classificação dos Receptores Sensoriais.

De acordo com a natureza do estímulo que são capazes de captar, os receptores sensoriais podem ser classificados em:

- Quimiorreceptores – detectam substâncias químicas. Exemplo: a língua e o nariz, responsáveis pelos sentidos do paladar e olfato;
- Termorreceptores – capturam estímulos de natureza térmica, distribuídos por toda pele e mais concentrado em regiões da face, dos pés e das mãos;
- Mecanorreceptores – captam estímulos mecânicos. Nos ouvidos, por exemplo, capazes de captar ondas sonoras, e como órgãos de equilíbrio;
- Fotorreceptores – captam estímulos luminosos, como nos olhos.

De acordo com o local onde detectam estímulos, os receptores sensoriais podem ser classificados em:

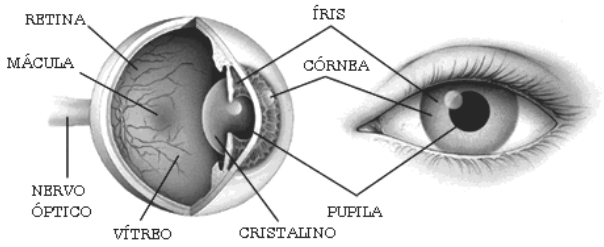
- Exterorreceptores – localizadas na superfície do corpo, especializadas em capturar estímulos provenientes do ambiente, como a luz, calor, sons e pressão. Exemplo: os órgãos de tato, visão, audição, olfato e paladar;
- Propriorreceptores – localizadas nos músculos, tendões, juntas e órgãos internos. Captam estímulos do interior do corpo;
- Interorreceptores – percebem as condições internas do corpo (pH, pressão osmótica, temperatura e composição química do sangue).

OS ÓRGÃOS SENSORIAIS

Para que o nosso corpo se localize e estude o ambiente, ele precisa receber informações. Estas são emitidas pelos cinco sentidos: visão, audição, olfato, gustação e tato.

A VISÃO

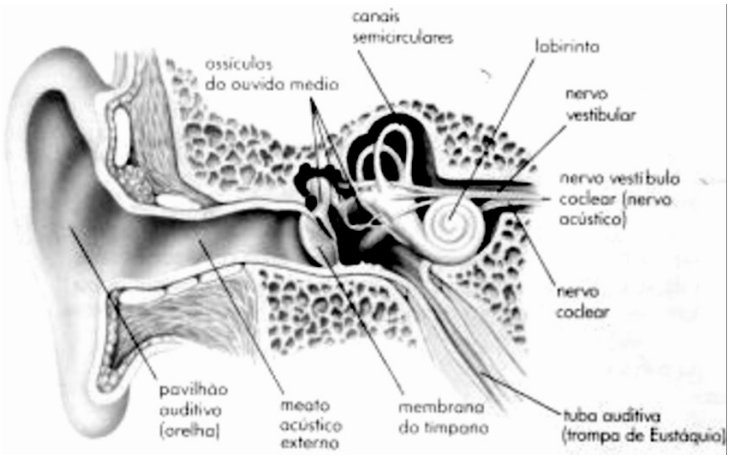
Os olhos são responsáveis por detectarem a luz externa e passarem esta informação ao cérebro. Para que você possa ver, a luz tem que passar pelas pupilas e refletir nas retinas. Lá estão os "sensores ópticos", os cones e os bastonetes. Os cones são responsáveis pela visão colorida e os bastonetes são sensíveis a iluminação fraca e não detectam cor.



O globo ocular.

Existe no olho um ponto chamado de "ponto cego", nele não existem células sensíveis a luz. Da retina sai um nervo óptico que leva as informações ao cérebro. A entrada de luz é controlada pela pupila, um pequeno orifício existente logo acima do cristalino. A íris dilata quando há pouca luz, mas quando há muita, ela se contrai fazendo com que a pupila diminua e que entre menos claridade. Quando saímos de um ambiente fortemente iluminado e vamos para outro mais escuro, nosso olho demora um pouco a se adaptar porque a íris tem que se contrair. Cada globo ocular é movido por seis músculos em diferentes direções: dois deles movimentam os olhos para um lado e para outro; outros dois para cima e para baixo; e, os dois restantes, completam os movimentos.

A AUDIÇÃO

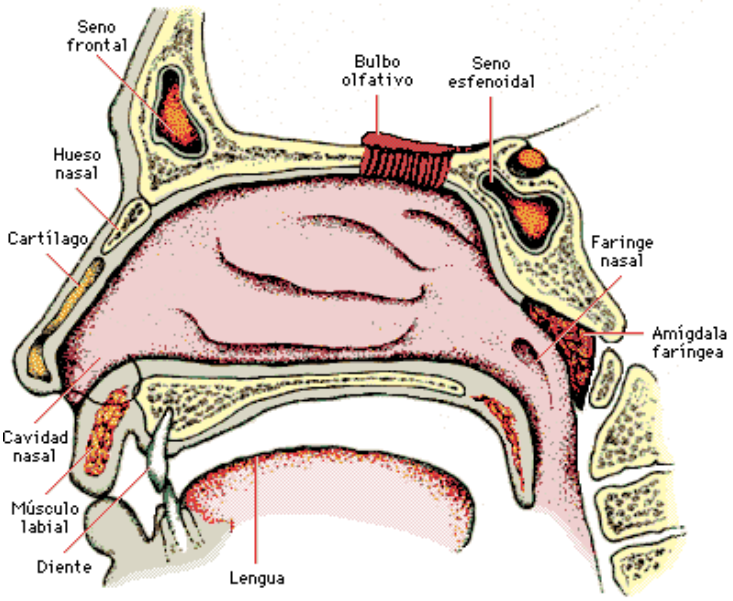


O ouvido.

O ouvido é responsável por captar os sons (ondas sonoras) e passar suas informações ao cérebro. O som captado transita pelo conduto auditivo externo e faz o tímpano vibrar, esta vibração é transmitida através de pequenos ossos, o martelo, a bigorna e o estribo. A informação então caminha pelo labirinto (ou cóclea) e pelo nervo auditivo (ou nervo vestíbulo coclear), indo ao cérebro. Quando viajamos de carro ou ônibus, e passamos por uma montanha ou um lugar mais alto, já sentimos uma pressão no ouvido. Isto ocorre porque o tímpano para suportar as constantes mudanças de pressão do ambiente, possui uma ligação com a faringe, possibilitando que nos dois lados dele hajam a mesma pressão atmosférica. Percebemos que mesmo de olhos fechados conseguimos intuir se estamos virados de cabeça para baixo ou outras coisas parecidas graças aos canais semicirculares que estão ligados ao ouvido interno, responsáveis pela orientação espacial, interferindo de forma importante no equilíbrio do corpo. Note na figura abaixo que estes canais se distribuem nas três direções do espaço.

O OLFATO

Para o corpo sentir o cheiro das coisas ele exibe células olfatórias. Estas estão ligadas a um nervo chamado de nervo olfatório. Para sentirmos o cheiro das substâncias químicas ou, simplesmente, o "cheiro", este deve entrar pela cavidade nasal onde estão àquelas células.



O nariz.

A Gustação

O corpo sente o gosto das coisas pela língua, a qual possui muitas papilas, que parecem com saliências em sua superfície. Dois tipos de papilas são bastante importantes: as fungiformes e as caliciformes. Das papilas partem os nervos gustativos que vão até o cérebro trazendo as informações de "gosto". A língua tem diferentes locais onde diversos gostos são sentidos. As papilas fungiformes e as papilas caliciformes, além de terem função gustativa, apresentam função tátil. Outra papila situada na língua e que tem apenas função tátil é a filiforme.

O Tato

A nossa pele tem uma infinidade de sensores que detectam todo tipo de coisa, calor, frio, pressão, dor e outras sensações. Os sensores de pressão são chamados de corpúsculos táteis. Em cada 2cm² da nossa pele são 40 destes, além de 200 terminações nervosas livres, as quais nos dão a sensação de dor.

EXERCÍCIOS

1. São variedades de Tecido Conjuntivo, exceto:
a) tecido muscular;
b) tecido ósseo;
c) tecido sanguíneo;
d) tecido cartilaginoso;
e) tecido hematopoético.

2. (MACKENZIE) Consideradas as cinco classes de vertebrados, isto é, peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos, as duas últimas diferem das três primeiras quanto:
a) à reprodução;
b) à temperatura corporal;
c) à respiração;
d) aos tipos de anexos embrionários;
e) aos produtos de excreção.

3. Analise as afirmativas abaixo:
I) O músculo estriado tem contração voluntária e lenta.
II) O estômago possui, na parede, músculo liso.
III) O músculo liso é mais rico em mitocôndrias que o músculo estriado.
a) Apenas I está correta.
b) Apenas II está correta.
c) Apenas III está correta.
d) I e II estão corretas.
e) II e III estão corretas.

4 (MACKENZIE) As afirmações a seguir se referem aos três tipos de tecido muscular humano.
I) Todos apresentam miofibrilas, que são estruturas proteicas com capacidade de contração.
II) Como consequência da contractilidade, esses tecidos apresentam células com grande quantidade de mitocôndrias.
III) Actina e miosina são as proteínas responsáveis pela contração desses tecidos num processo que necessita da presença de íons cálcio.
Assinale:
a) Se todas estiverem corretas.
b) Se apenas I e II estiverem corretas.
c) Se apenas I e III estiverem corretas.
d) Se apenas II e II estiverem corretas.
e) Se apenas III estiver correta.

5 (FUVEST) Além da sustentação do corpo, são funções dos ossos:
a) armazenar cálcio e fósforo; produzir hemácias e leucócitos.
b) armazenar cálcio e fósforo; produzir glicogênio.
c) armazenar glicogênio; produzir hemácias e leucócitos.
d) armazenar vitaminas, produzir hemácias e leucócitos.
e) armazenar vitaminas, produzir proteínas do plasma.

6. (UFMG) Anelídeos, artrópodes e moluscos tem em comum:
a) sistema nervoso ganglionar.
b) respiração traqueal.
c) circulação aberta.
d) presença de exoesqueleto.
e) presença de nefrídeos.

7. A transmissão do impulso nervoso através de sinapse se deve:
a) à ação de um neurormônio liberado pela terminação do axônio.
b) à passagem de RNA pelos dendritos.
c) à continuidade entre os neurônios.
d) à condução direta.
e) ao abaixamento do limiar de excitação.

8. (UFPA) O tecido nervoso é formado por células com capacidade de transmissão de impulsos. São dotadas de prolongamentos: os dendritos e o axônio. Na interação entre dois neurônios, não há continuidade citoplasmática, mas sim uma relação de estreita vizinhança denominada:
a) interdigitação;
b) sinapse;
c) neurilema;
d) desmossomo;
e) microvilosidade.

9. (FUVEST) Se o cerebelo de um rato for destruído, ele perderá a capacidade de:
a) digerir alimentos.
b) respirar.
c) andar.
d) eliminar excretas.
e) produzir anticorpos.

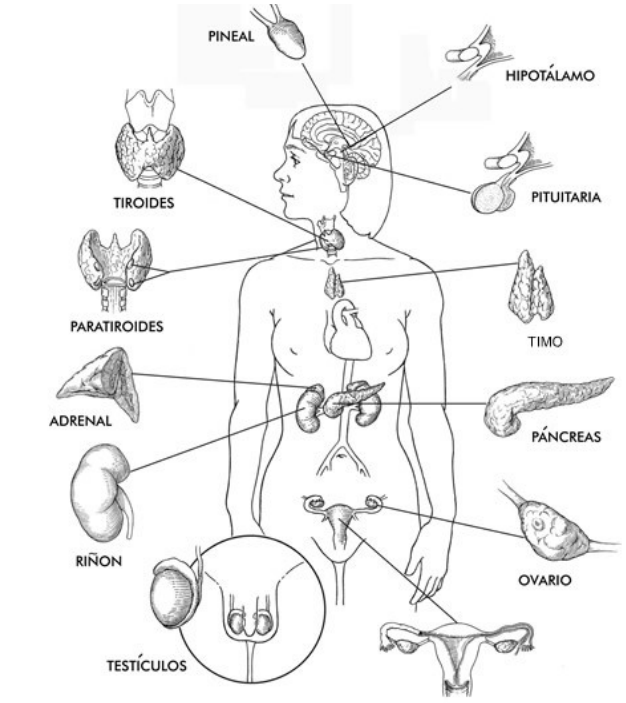
8. SISTEMA ENDÓCRINO, SISTEMA DIGESTÓRIO, SISTEMA REPRODUTOR E SISTEMA URINÁRIO

SISTEMA ENDÓCRINO

Há no organismo algumas glândulas das quais as funções são essenciais à vida. Estas glândulas podem ser de secreção exócrina ou de secreção endócrina. As primeiras são providas de um conduto pelo qual vertem ao exterior o produto de sua atividade secretora, tais como o fígado, as glândulas salivares e as sudoríparas. Já as segundas são aquelas que carecem de um conduto excretor e, portanto, vertem diretamente no sangue seu conteúdo, como por exemplo, a tiroide, o timo etc. Existem, além disso, as glândulas mistas que produzem secreções internas e externas, como ocorre com o pâncreas (que produz suco pancreático e insulina) e o fígado.

As glândulas endócrinas secretam substâncias particulares que provocam no organismo funções biológicas de alta importância: os "hormônios", que se difundem ou são transportados pela corrente circulatória a outras células do organismo, regulando as necessidades dele. Cada uma dessas glândulas fabrica seu produto ou produtos característicos dotados de propriedades físicas, fisiológicas ou farmacológicas especiais.

As principais glândulas secretoras de hormônios no organismo são o "pâncreas", a "tireoide", as "paratireoides", as "cápsulas supra-renais", a "hipófise", e as "gônadas", que desempenham papel primordial na manutenção da constância da concentração de glicose, sódio potássio, cálcio, fosfato e água no sangue e líquidos extracelulares.



Sistema Endócrino

Vejamos, agora, alguns conceitos para que podamos entender também como acontece a atividade secretória dentro do organismo, de modo que tudo funcione harmoniosamente.

OS HORMÔNIOS

Os hormônios são substâncias secretadas por células de uma parte do corpo que passa a outra, em que atuam com pouca concentração regulando o crescimento ou a atividade das células. No sistema endócrino, distinguimos 3 partes: célula secretória, mecanismo de transporte e célula branca, cada uma caracterizada por sua maior ou menor especificação. Geralmente cada hormônio é sintetizado por um tipo específico de células, podendo ser divididos em:

- glandulares: são aqueles elaborados pelas glândulas endócrinas e vertidos por estas diretamente ao sangue, que as distribuem a todos os órgãos, logo exercendo suas funções. Subdividem-se em dois grupos, conforme realizam uma ação excitante ou moderadora sobre a função dos órgãos sobre os quais influem;
- tissulares ou aglandulares: são aqueles formados em órgãos distintos e sem correlação nem interdependência entre eles; suas ações são exclusivamente locais e as exercem no órgão em que se formam ou nos territórios vizinhos.

Sob o aspecto químico, os hormônios podem dividir-se em duas grandes classes:

- hormônios esteroides: aos quais pertencem as corticossupra-renais e sexuais.
- hormônios proteicos: as verdadeiras proteínas ou aminoácidos (mais ou menos modificados), as quais pertencem os hormônios tireoidais, hipofisários, pancreáticos e paratiroides.

As características físico-químicas dos hormônios são:

- facilidade de solubilidade nos líquidos orgânicos;
- difusão nos tecidos e resistência ao calor.

A modalidade da secreção hormonal por parte das glândulas endócrinas não é, todavia, bem conhecida, já que falta saber com exatidão se se produz de maneira contínua ou se é armazenada na glândula e derramada na circulação no momento de sua utilização; ou, ainda, se se produz unicamente quando é necessário utilizá-la, ou se uma pequena parte é posta continuamente em circulação.

AS GLÂNDULAS

O Hipotálamo é a glândula que está na base do encéfalo, sob uma região encefálica denominada "tálamo". A função endócrina do hipotálamo está a cargo das células neurossecretoras, que são neurônios especializados na produção e na liberação de hormônios.

O Hipófise (ou glândula Pituitária) é uma glândula dividida em três partes, denominadas "lobos anterior", "lobo posterior" e "lobo intermédio", esse último pouco desenvolvido no homem. O lobo anterior (maior) é designado adeno-hipófise e o lobo posterior, neuro-hipófise.

Os hormônios produzidos no lobo anterior da hipófise

- Somatotrofina (GH) – ou Hormônio do Crescimento.
- Tireotrófico (TSH) – aquele que estimula a glândula tireóide.
- Adrenocorticotrófico (ACTH) – aquele que age sobre o córtex das glândulas supra-renais.
- Lactogênico (LTH) ou Prolactina – aquele que interfere no desenvolvimento das mamas, na mulher e na produção de leite.
- Folículo-Estimulante (FSH) – aquele que age sobre a maturação dos folículos ovarianos e dos espermatozoides.
- Luteinizante (LH) – aquele que é um estimulante das células intersticiais do ovário e do testículo, e provoca a ovulação e formação do corpo amarelo.

Estes dois últimos hormônios designados pelas siglas FSH e LH podem ser reunidos sob a designação geral de "gonadotrofinas".

Os hormônios produzidos no lobo posterior da hipófise

- Oxitocina – aquele que age particularmente na musculatura lisa da parede do útero, facilitando, assim, a expulsão do feto e da placenta.
- Antidiurético (ADH) ou Vasopressina – aquele que se constitui em um mecanismo importante à regulação do equilíbrio hídrico do organismo.
- Tireoide – é a glândula situada na porção anterior do pescoço, que faz parte dos lobos direito, esquerdo e piramidal. Os lobos direito e esquerdo são unidos na linha mediana por uma porção estreitada, designada "istmo". A tireoide é regulada pelo hormônio Tireotrófico (TSH) da Adeno-Hipófise. Seus hormônios — Tiroxina e Triiodotironina — requerem iodo para sua elaboração.
- Paratireoides — são glândulas constituídas, geralmente, por quatro massas celulares localizadas juntas à tireóide. O hormônio Paratormônio é necessário ao metabolismo do cálcio.
- Supra-Renais ou Adrenais — em cada glândula supra-renal há duas partes distintas: o córtex e a medula, cada qual com função específica. Os vários hormônios produzidos pelo córtex — as Corticosteronas — controlam o metabolismo do sódio e do potássio e o aproveitamento dos açúcares, lipídios, sais e águas, entre outras funções. A medula produz Adrenalina (Epinefrina) e Noradrenalina (Norepinefrina). Esses hormônios são importantes na ativação dos mecanismos de defesa do organismo diante de condições de emergência, tais como emoções fortes, estresse, choque, entre outros; são, também, os preparam o organismo para a fuga ou luta.
- Pâncreas — a glândula pancreática produz o hormônio Insulina através das "Ilhotas de Langerhans", regulando o nível de glicose no sangue. Em certas condições, por exemplo, quando se ingere muito açúcar, o nível de glicose aumenta bastante, fazendo com que o pâncreas libere a insulina no sangue, aumentando a absorção de glicose nas células. Assim, o excesso de glicose é retirado do sangue e o nível desse açúcar volta ao normal. Quando o pâncreas produz uma quantidade insuficiente de insulina, surge uma doença conhecida como "diabete"; nesse caso, o excesso de glicose permanece no sangue. Trata-se da hiperglicemia, constatada pela presença de glicose na urina, pois a partir de um certo ponto, o rim não consegue mais reter esse açúcar que passa, em grande quantidade, através dos glomérulos e é excretado através deste meio. A incapacidade das células em absorver de modo adequado a glicose do sangue, provoca alguns sintomas como a sensação de fraqueza muscular e fome.

Posteriormente, veremos detalhadamente como atua especificamente a insulina (produzida pelas células-betas das Ilhotas, e como com efeito inverso atua o Glucagon, produzido pelas células-alfas destas mesmas estruturas pancreáticas).

O pâncreas não é somente uma glândula endócrina, uma vez que este órgão constitui uma glândula de secreção externa; produz, na verdade, o Suco Pancreático, que serve para digerir os alimentos e que é lançado no duodeno por um ducto que percorre o pâncreas em toda a sua extensão.

- Ovários — na puberdade, a Adeno-Hipófise passa a produzir quantidades crescentes do hormônio Folículo-Estimulante (FSH). Sob a ação do FSH, os folículos imaturos do ovário continuam a se desenvolver, o mesmo acontecendo com os óvulos neles contidos. O folículo em desenvolvimento secreta hormônios denominados Estrógenos, responsáveis pelo aparecimento das características sexuais secundárias femininas.

Outro hormônio produzido pela Adeno-Hipófise — o Luteinizante (LH) — atua sobre os ovários, determinando o rompimento do folículo maduro, com a expulsão do óvulo (ovulação). O corpo amarelo (corpo lúteo) continua a produzir Estrógenos e inicia a produção de outro hormônio, a Progesterona — que atuará sobre o útero, preparando-o para receber o embrião caso tenha ocorrido a fecundação.

- Testículos (Células de Leydig) — entre os túbulos seminíferos encontra-se um tecido intersticial, constituído principalmente pelas Células de Leydig, onde se dá a formação dos hormônios Andrógenos (hormônios sexuais masculinos), em especial a Testosterona. Os hormônios Andrógenos desenvolvem e mantêm os caracteres sexuais masculinos.

Importante!!!!

Além das glândulas endócrinas, a Mucosa Gástrica (que reveste internamente o estômago) e a Mucosa Duodenal (que reveste internamente o duodeno), há células com função endócrina. Àquelas células com função endócrina da mucosa gástrica, produzem o hormônio Gastrina; e estas, da mucosa duodenal, produzem os hormônios Secretina e Colecistoquinina.

Os Distúrbios Hormonais

Se uma glândula endócrina produzir uma quantidade muito grande ou muito pequena de um determinado hormônio, podem ocorrer doenças, que serão combatidas através de remédios alteradores da produção desse mesmo hormônio pelo organismo ou uma versão sintética dele. Os sintomas de disfunção hormonal são variados, porque o sistema endócrino controla inúmeras funções orgânicas:

- Disfunções da Pituitária — a falta do Hormônio do Crescimento impede que a criança cresça normalmente; trata-se da doença "nanismo". A produção excessiva hormonal, por outro lado, faz com que o infante cresça demais, isto é, que sofra de "gigantismo". Se o tratamento começar logo, a criança alcançará uma altura normal.
- Disfunções da Tireoide — a produção insuficiente de hormônios pela Tiroide causa "hipotiroidismo". Os sintomas são apatia, aumento de peso e ressecamento da pele. Entretanto, a maioria das pessoas com excesso de peso, não têm problemas de tireoide.
- Sintomas de Distúrbio Hormonal — os sintomas associados a distúrbios hormonais são variados e refletem as diferentes funções orgânicas controladas pelos hormônios. Caso haja suspeita de alguma disfunção endócrina, um simples teste de sangue pode esclarecer o diagnóstico. Os sintomas mais comuns incluem: fadiga, sede, produção excessiva de urina, desenvolvimento sexual lento ou prematuro, excesso de pelos no corpo, ganho ou perda de peso, mudança na distribuição de gordura no corpo, ansiedade e mudanças na pele. Caso o indivíduo apresente algum destes sintomas, deverá consultar o seu médico.

Os Efeitos da Insulina e do Glucagon

Efeitos da Insulina no metabolismo dos Carboidratos:

a) aumento no transporte de glicose através da membrana celular;
b) aumento na possibilidade de se apresentar glicose no líquido intracelular;
c) aumento na utilização de glicose pelas células;
d) aumento na glicogênese (polimerização de glicose, formando glicogênio), principalmente no fígado e nos músculos;
e) aumento na transformação de glicose em gordura.

Efeitos da Insulina no metabolismo das Proteínas:

a) aumento no transporte de aminoácidos através da membrana celular;
b) maior na possibilidade de se apresentar aminoácidos no líquido intracelular;
c) aumento na quantidade de RNA no líquido intracelular;
d) aumento na atividade dos ribossomos no interior das células;
e) aumento na síntese proteica;
f) redução na lise proteica;
g) aumento no crescimento.

Efeitos da Insulina no metabolismo das Gorduras:

a) aumento na transformação de glicose em gordura;
b) redução na mobilização de ácidos graxos dos tecidos adiposos;
c) redução na utilização de ácidos graxos pelas células.

Importante!

O Glucagon serve, principalmente, para evitar que ocorra uma "hipoglicemia acentuada" no organismo de uma pessoa. Quando a concentração de glicose no sangue atinge valores baixos, as células-alfas das ilhotas de Langerhans liberam uma maior quantidade de Glucagon. Este, então, faz com que a glicose sanguínea aumente e retorne aos valores aceitáveis como normal.

Os principais mecanismos através dos quais o glucagon faz aumentar a glicemia são:

a) aumento na glicogenólise (despolimerização do glicogênio armazenado nos tecidos, liberando glicose para a circulação);
b) aumento na gliconeogênese, através da qual elementos que não são carboidratos (proteínas e glicerol) transformam-se em glicose.

SISTEMA DIGESTIVO

Características

O Tubo Digestivo apresenta as seguintes regiões: Boca, Faringe, Esôfago, Estômago, Intestino Delgado, Intestino Grosso e Ânus. A parede desse tubo tem a mesma estrutura da boca ao ânus, sendo formada por quatro camadas: mucosa, submucosa, muscular e adventícia. Os dentes e a língua preparam o alimento para a digestão; por meio da mastigação, os primeiros reduzem os alimentos em pequenos pedaços, misturando-os à saliva, o que irá facilitar a futura ação das enzimas. Já a língua movimenta o alimento empurrando-o em direção a garganta, para que seja engolido. Na sua superfície existem dezenas de papilas gustativas, cujas células sensoriais percebem os quatro sabores primários: doce, azedo, salgado e amargo. A presença de alimento na boca, como sua visão e cheiro, estimula as glândulas salivares a secretar saliva, que contém a enzima amilase salivar ou ptialina, além de sais e outras substâncias.

Saliva e Peristaltismo

A Amilase Salivar digere o amido e outros polissacarídeos (como o glicogênio), reduzindo-os em moléculas de maltose (dissacarídeo). Os sais, na saliva, neutralizam substâncias ácidas e mantêm, na boca, um pH levemente ácido (6, 7), ideal para a ação da ptialina. O alimento, que se transforma em bolo alimentar, é empurrado pela língua para o fundo da faringe, sendo encaminhado para o esôfago, impulsionado pelas ondas peristálticas, levando entre 5 e 10 segundos para percorrer o esôfago. Através do Peristaltismo, poderíamos ficar de cabeça para baixo e, mesmo assim, o alimento chegaria ao intestino. Entra em ação um mecanismo para fechar a laringe, evitando que alimento penetre nas vias respiratórias. Quando a cárdia (anel muscular, esfíncter) se relaxa, permite a passagem do alimento para o interior do estômago.

Estômago e Suco Gástrico

No Estômago, o alimento é misturado com a secreção estomacal, o Suco Gástrico (solução rica em ácido clorídrico e em enzimas pepsina e renina). As pepsinas decompõem as proteínas em peptídeos pequenos. A renina, produzida em grande quantidade no estômago de recém-nascidos, separa o leite em frações líquidas e sólidas. Apesar de estarem protegidas por uma densa camada de muco, as células da mucosa estomacal são continuamente lesadas e mortas pela ação do suco gástrico. Por isso, a mucosa está sempre sendo regenerada. Estima-se que nossa superfície estomacal seja totalmente reconstituída a cada três dias. O estômago produz cerca de três litros de suco gástrico por dia, o alimento poderá permanecer nele por até quatro horas ou mais e se mistura ao suco gástrico auxiliado pelas contrações da musculatura estomacal. O bolo alimentar transforma-se em uma massa acidificada e semilíquida, o "quimo". Passando por um esfíncter muscular (o piloro), o quimo vai sendo, aos poucos, liberado no intestino delgado, onde ocorre a parte mais importante da digestão.

Intestino Delgado, Suco Pancreático e Bile

O Intestino Delgado é dividido em três regiões: duodeno, jejuno e íleo. A digestão do quimo ocorre predominantemente no duodeno e nas primeiras porções do jejuno. No duodeno atua também o Suco Pancreático, produzido pelo pâncreas, que contêm diversas enzimas digestivas. Outra secreção que atua no duodeno é a Bile, produzida no fígado, que apesar de não conter enzimas, tem a importante função, entre outras, de transformar gorduras em gotículas microscópicas.

Absorção de Nutrientes no Intestino Delgado

O álcool etílico, alguns sais e a água, podem ser absorvidos diretamente no estômago. A maioria dos nutrientes são absorvidos pela mucosa do intestino delgado, de onde passa à corrente sanguínea. Aminoácidos e açúcares atravessam as células do revestimento intestinal e passam para o sangue, que se encarrega de distribuí-los a todas as células do corpo. O glicerol e os ácidos graxos resultantes da digestão de lipídios são absorvidos pelas células intestinais, onde são convertidos em lipídios e agrupados, formando pequenos grãos, que são secretados nos vasos linfáticos das vilosidades intestinais, atingindo a corrente

sanguínea. Depois de uma refeição rica em gorduras, o sangue fica com aparência leitosa, devido ao grande número de gotículas de lipídios. Após uma refeição rica em açúcares, a glicose em excesso presente no sangue, é absorvida pelas células hepáticas e transformada em glicogênio e sendo convertida em glicose novamente assim que a taxa de glicose no sangue cai.

Absorção de Água e de Sais

Os restos de uma refeição levam cerca de nove horas para chegar ao intestino grosso, onde permanece por três dias aproximadamente. Durante este período, parte da água e sais é absorvida. Na região final do cólon, a massa fecal (ou de resíduos), se solidifica, transformando-se em fezes. Cerca de 30% da parte sólida das fezes é constituída por bactérias vivas e mortas e os 70% são constituídos por sais, muco, fibras, celulose e outros não digeridos. A cor e estrutura das fezes são por causa da presença de pigmentos provenientes da bile.

Flora Intestinal

No Intestino Grosso proliferam diversos tipos de bactérias.

HORMÔNIOS

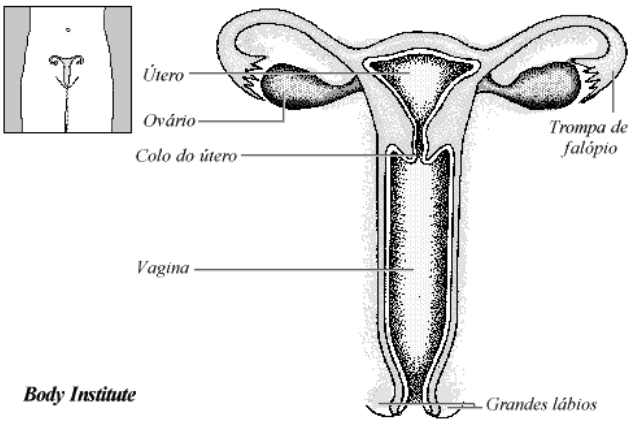
Durante a digestão, ocorre a formação de certos hormônios. Veja na tabela ao lado, os principais hormônios relacionados à digestão.

Hormônio	Local de produção	Órgão-alvo	Função
Astrina	Estômago	Estômago	Estimula a produção de suco gástrico
Secretina	Intestino	Pâncreas	Estimula a liberação de bicarbonato
Colecisto quinina	Intestino	Pâncreas e Vesícula Biliar	Estimula a liberação de bile pela vesícula e a liberação de enzimas pelo pâncreas.
Entero-gastrona	Intestino	Estômago	Inibe o peristaltismo estomacal

SISTEMA REPRODUTOR FEMININO

O aparelho reprodutor feminino compõe-se de órgãos genitais externos e é composta pelos Pequenos Lábios e Grandes Lábios vaginais e pelo Clitóris, que em conjunto formam a "Vulva". Os órgãos reprodutores femininos internos são os Ovários, as Trompas de Falópio, o Útero e a Vagina.

Os dois Ovários da mulher estão na região das virilhas, um em cada lado do corpo. Apresentam a forma de uma pequena azeitona, com 3 cm de comprimento e em sua porção mais externa (córtex ovariano), as células que darão origem aos óvulos.



Ovulogênese

O processo de formação dos Óvulos, inicia-se ainda antes do nascimento, em torno do terceiro mês de vida uterina, chama-se Ovulogênese. As células precursoras dos óvulos multiplicam durante a fase fetal feminina. Em seguida, param de se dividir e crescem, transformando-se em ovócitos primários. Ao nascer, a mulher tem cerca de 400 mil ovócitos primários.

Folículos Ovarianos

As células germinais femininas transformam-se em óvulos na maturidade. Os grupos de células ováricas, que rodeiam cada óvulo, diferenciam-se em células foliculares, secretando nutrientes para o óvulo. Durante a época da reprodução, conforme o óvulo se prepara para ser liberado, o tecido circundante torna-se menos compacto e enche-se de líquido, ao mesmo tempo em que aflora à superfície do ovário. Esta massa de tecido, líquido e óvulo recebe o nome de Folículo De Graaf. A mulher tem apenas um único desses num ovário em cada ciclo menstrual. Quando o folículo De Graaf alcança a maturidade, ele libera o óvulo, processo chamado de ovulação; assim, o óvulo estará preparado para a fecundação.

Ovulação

Na verdade, o óvulo é o ovócito secundário, cuja meiose somente irá ocorrer se acontecer a fecundação. Caso contrário, o ovócito degenerará em 24h após sua liberação.

Trompas de Falópio

As Trompas de Falópio ou Ovidutos, são dois tubos curvos ligados ao útero. A extremidade livre de cada trompa, alargada e franjada, situa-se junto a cada um dos ovários. O interior dos ovidutos é revestido por células ciliadas que sugam o óvulo, juntamente com o líquido presente na cavidade abdominal. No interior da trompa, o óvulo se desloca até a cavidade uterina, impulsionado pelos batimentos ciliares.

Útero

Um órgão musculoso e oco, do tamanho próximo a de uma pera, é o Útero. Em uma mulher que nunca engravidou, o útero tem aproximadamente 7,5 cm de comprimento por 5 cm de largura. Os arranjos dos músculos da parede uterina permitem a grande expansão do órgão durante a gravidez (o bebê pode atingir mais de 4 kg). A porção superior do útero é larga e está conectada as trompas. Sua porção inferior (o colo uterino) é estreita e se comunica com a vagina. O interior é revestido por um tecido ricamente vascularizado (o endométrio). A partir da puberdade, todos os meses, o endométrio fica mais espesso e rico em vasos sanguíneos, como preparação para uma possível gravidez, deixando de ocorrer por volta dos 50 anos, com a chegada da menopausa. Se a gravidez não ocorrer, o endométrio que se desenvolveu é eliminado através da menstruação junto ao sangue.

Vagina

A Vagina é um canal musculoso que se abre para o exterior, na genitália externa. Até a primeira relação sexual (e até depois dela), a entrada da vagina é parcialmente recoberta por uma fina membrana, o hímen, de função ainda desconhecida. A vagina é revestida por uma membrana mucosa, cujas células liberam glicogênio. Bactérias presentes na mucosa vaginal fermentam o glico-

gênio, produzindo ácido lático que confere ao meio vaginal um pH ácido, que impede a proliferação da maioria dos microorganismos patogênicos. Durante a excitação sexual, a parede da vagina se dilata e se recobre de substâncias lubrificantes produzidas pelas glândulas de Bartolin, facilitando a penetração do pênis.

Genitália Feminina Externa

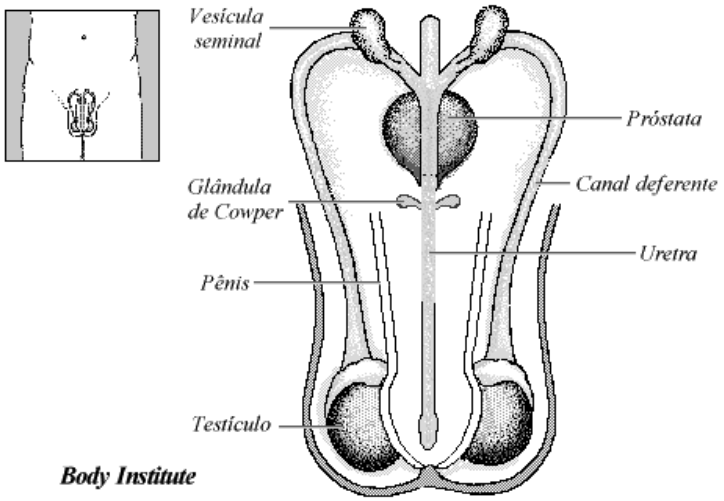
Denominada "Vulva", o órgão genital feminino compõe-se pelos grandes lábios, que envolvem duas pregas menores e mais delicadas, os pequenos lábios, que protegem a abertura vaginal. Um pouco à frente da abertura da vagina, abre-se a uretra, independente do sistema reprodutor. O clitóris é um órgão de grande sensibilidade, com 1 a 2 cm de comprimento, correspondente a glande do pênis. Localiza-se na região anterior a vulva e é constituído de tecido esponjoso, que se intumesce durante a excitação sexual.

Mamas

As Mamas produzem o leite que alimenta o recém-nascido. O leite é produzido pelas glândulas mamárias (conjunto de pequenas bolsas de células secretoras conectadas entre si por meio de dutos). Existem cerca de 15 a 20 conjuntos glandulares em cada seio e seus dutos se abrem nos mamilos, por onde o leite é expelido, através do estímulo hormonal da ocitocina.

SISTEMA REPRODUTOR MASCULINO

O aparelho reprodutor masculino compreende os órgãos genitais externos (genitália externa) e os órgãos localizados no interior do corpo. A genitália externa é formada pelo pênis e pelo saco escrotal.



Pênis

O órgão copulador masculino que possui em seu interior três cilindros de tecido esponjosos (os corpos cavernosos), formado por veias e capilares sanguíneos modificados, é denominado Pênis. Os corpos cavernosos ao se encherem de sangue provocam a ereção do pênis. A região anterior do órgão forma a glande (a "cabeça"), onde a pele é fina e apresenta muitas terminações nervosas, o que determina grande sensibilidade à estimulação sexual. A glande é recoberta por uma prega protetora de pele chamada prepúcio, às vezes removida cirurgicamente por meio da circuncisão.

Saco Escrotal

O Saco Escrotal ou Escroto, é uma bolsa de pele situada abaixo do pênis, dentro do qual se aloja o par de testículos, que são as gônadas masculinas. Os testículos permanecem a uma temperatura de 2 a 3ºC, inferior a temperatura corporal, o que é necessário para que os espermatozoides se formem normalmente. Homens que apresentam os testículos embutidos na cavidade abdominal, uma anomalia conhecida como "criptorquidia", não formam espermatozoides, sofrendo esterilidade temporária.

Os órgãos reprodutores masculinos internos são os Testículos, os Dutos Condutores de Espermatozoides (dutos deferentes, duto ejaculador e uretra) e as Glândulas Acessórias (vesículas seminais, próstata e glândulas bulbouretrais).

Testículos

Os Testículos são os órgãos onde se formam os espermatozoides, constituídos por tubos finos e enovelados (os tubos seminíferos), e por camadas envoltórias de tecido conjuntivo. A espermatogênese (ou formação de espermatozoides), ocorre por diferenciação e meiose de células localizadas na parede interna dos túbulos seminíferos. Entre os túbulos, localizam-se as células intersticiais (ou células de Leydig), cuja função é produzir testosterona, o hormônio sexual masculino.

Espermatogênese

O processo de Espermatogênese ocorre na parede dos túbulos seminíferos pela diferenciação de células espermatogônicas, onde estas, a partir da puberdade, passam a se multiplicarem e vão se transformando em espermatócitos primários, cada um destes, origina dois espermatócitos primários, que sofrem a segunda divisão meiótica e originam, cada um, duas espermátides que se diferenciam em espermatozoides. Os espermatozoides recém-formados, caem na cavidade interna dos túbulos seminíferos e passam a se deslocarem passivamente em seu interior, devido às contrações das paredes dos túbulos e do fluxo de líquido presente dentro deles.

Epidídimo

Epidídimo é um enovelado localizado sobre o testículo em comunicação direta com os túbulos seminíferos. Os espermatozoides recém-formados passam para o epidídimo, onde terminam sua maturação e ficam armazenados até sua eliminação durante o ato sexual.

Vasos Deferentes

Os dois tubos musculosos que partem dos epidídimos e sobem para o abdome, contornando a bexiga, são chamados de Vasos Deferentes. Sob a bexiga, os vasos deferentes provenientes de cada testículo se fundem num único tubo, o duto ejaculador, que desemboca na uretra.

Uretra

A Uretra é um duto comum aos sistemas reprodutor e urinário do homem. Ela percorre o interior do pênis, abrindo-se para o exterior na extremidade da glande.

Vesículas Seminais

As Vesículas Seminais são duas glândulas que produzem um líquido nutritivo, o fluído seminal, que contém o açúcar frutose, cuja função é nutrir os espermatozoides. Sua secreção é lançada no duto ejaculatório e constitui cerca de 60% do volume total do fluído eliminado durante o ato sexual. A vesícula também secreta prostaglandinas.

Próstata

A Próstata é a maior glândula acessória do sistema reprodutor masculino. Sua secreção é viscosa e alcalina; tem por função neutralizar a acidez da urina residual acumulada na uretra e também a acidez natural da vagina. A próstata envolve a porção inicial da uretra, onde lança sua secreção através de uma série de pequenos dutos.

Glândulas Bulbouretrais

Durante a excitação sexual, as Glândulas Bulbouretrais liberam um líquido cuja função ainda não é muito bem conhecida. Acredita-se que a secreção destas glândulas contribua para a limpeza do canal uretral antes da passagem dos espermatozoides.

Ejaculação

No clímax do ato sexual, o esperma ou sêmen, constituído pelos espermatozoides e pelas secreções das glândulas acessórias, é expulso do corpo por contrações rítmicas da parede dos dutos espermáticos. A eliminação dos espermatozoides é chamada Ejaculação.

MÉTODOS ANTICONCEPCIONAIS

Contracepção

Contracepção é o meio pelo qual prevenimos a gravidez. Existem vários métodos para evitar uma possível fecundação, como mostramos abaixo.

Coito interrompido

Um método bastante antigo, o Coito Interrompido, consiste em retirar o pênis da vagina antes que a ejaculação ocorra. É pouco eficiente, pois as secreções eliminadas antes da ejaculação podem conter espermatozoides, e a demora na retirada do pênis pode resultar na ejaculação parcial ou total ainda dentro da vagina; além dos riscos de se adquirir uma doença sexualmente transmissível.

Método do Ritmo ou da Tabela

A mulher, normalmente, produz um único óvulo por mês, o qual sobrevive no máximo 48 horas. Já os espermatozoides, podem durar até 48 horas no interior do aparelho genital feminino. Assim, existe um intervalo de 6 dias, 3 antes e 2 depois da ovulação, durante o ciclo menstrual. O principal problema desse método é justamente determinar qual é o período fértil. Em geral, a ovulação ocorre no meio do ciclo menstrual, mas isso pode variar. Na maioria das mulheres, a temperatura do corpo eleva-se cerca de 0,5 grau depois da ovulação.

Barreiras Mecânicas

As Barreiras Mecânicas evitam o encontro dos gametas femininos e masculinos. A camisinha é um protetor feito de látex, que se coloca no pênis para reter o esperma ejaculado, evitando que ele seja depositado na vagina. Além de anticoncepcional, a camisinha é eficiente na prevenção da AIDS e de outras doenças sexualmente transmissíveis. Hoje em dia pode ser encontrada também, a camisinha feminina, bastante eficiente.

Camisinha

Diafragma

O diafragma é um dispositivo de borracha que a mulher coloca no fundo da vagina, de modo a fechar o colo do útero e impedir a entrada de espermatozoides. É comum aplicá-lo uma geleia contendo substâncias espermicidas, ou seja, que matam os espermatozoides.

Diafragma

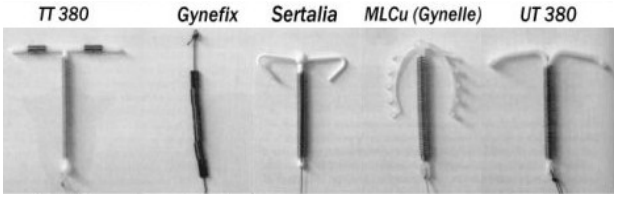
Contraceptivo Oral: a Pílula Anticoncepcional

Utilizada por quase 100 milhões de mulheres no mundo, a Pílula Anticoncepcional consiste numa mistura de progesterona e estrógeno sintéticos, que são mais resistentes à degradação pelo fígado que os hormônios naturais. A pílula é tomada todos os dias, geralmente por um período de 3 semanas, a partir do quinto dia do início da menstruação. Uma nova menstruação ocorre cerca de três dias após a suspensão da ingestão das pílulas. Problemas de coagulação sanguínea, arteriosclerose e ataques cardíacos parecem estar relacionados com o uso indiscriminado de pílulas anticoncepcionais. Fumar durante seu uso pode aumentar dez vezes mais os riscos de morte em virtude de causas cardiorrespiratórias. É importante a pílula ser usada sobre um rigoroso acompanhamento médico, a fim de evitar efeitos colaterais graves, decorrentes da ingestão de hormônios.

Pílula Anticoncepcional

Dispositivo Intra-Uterino (DIU)

O DIU é um dispositivo de plástico e metal introduzidos no útero com o objetivo de evitar a concepção, e deve ser implantado por um médico especialista, podendo permanecer no útero da mulher até o momento em que ela queira engravidar. Acredita-se que sua presença no útero cause uma pequena inflamação, atraindo "macrófagos" que destroem os embriões que tentam se implantar na mucosa uterina.



Tipos de DIU.

Esterilização

A esterilização do homem é chamada vasectomia, é obtida pelo seccionamento dos canais deferentes, de modo que os espermatozoides são impedidos de chegar a uretra. O homem pode ejacular e ter orgasmo normalmente, com a diferença de que seu esperma não contém espermatozoides, apresentando apenas secreções das glândulas acessórias. A esterilização feminina é obtida pelo seccionamento das trompas de Falópio, os óvulos não conseguem atingir o útero e os espermatozoides ficam impedidos de chegar até ele.

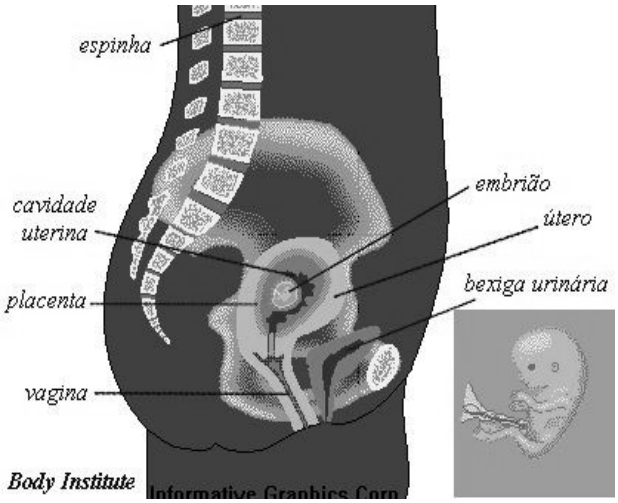
GRAVIDEZ E PARTO

Gravidez

A Gravidez é o período de crescimento e desenvolvimento do embrião dentro da mulher. Começa quando o espermatozoide do homem fecunda o óvulo e este se implanta na parede do útero, e termina no momento do nascimento. Uma gravidez normal dura cerca de 39 semanas, ou 280 dias, contando a partir do início do último período menstrual. Às vezes, as mulheres dão à luz antes da data esperada, o que resulta numa criança prematura. Com um mês de idade, o embrião tem pouco mais de meio centímetro de comprimento e está envolto por uma bolsa cheia de líquido, a bolsa amniótica, que o protege contra dessecação e eventuais choques mecânicos.

Trimestres da gravidez

As 40 semanas de gravidez se dividem em três semestres. O bebê que está se desenvolvendo, recebe o nome de "embrião" durante as oito primeiras semanas; depois é chamado de "feto". Todos os seus órgãos importantes se desenvolvem durante o primeiro trimestre. As náuseas e os vômitos são frequentes nas gestantes, em especial durante as manhãs. Os seios aumentam de volume e ficam sensíveis e seu peso começa a aumentar. No segundo trimestre, o feto já tem uma aparência humana reconhecível e cresce com rapidez. A gravidez da mãe é evidente, tanto externa como internamente. Seu ritmo cardíaco e pressão sanguínea aumentam para adaptarem-se as necessidades do feto. No terceiro trimestre, os órgãos do bebê amadurecem. As probabilidades de sobrevivência do feto aumentam a cada semana que permanece no útero - a maioria das crianças prematuras nascidas no início do terceiro trimestre sobrevive. A mulher grávida tende a sentir calor e incômodos durante a gravidez. Seu sono, muito importante nesse momento, pode ser alterado.



Feto no 1º Trimestre

Vilosidades Coriônicas

A superfície da bolsa amniótica é recoberta por projeções chamadas Vilosidades Coriônicas, que penetram no endométrio. Ao redor das vilosidades formam-se lacunas onde circula o sangue materno. Assim ocorrem trocas entre o sangue do embrião, que circula nas vilosidades, e o sangue materno, que circula nas lacunas. Alimento e gás oxigênio passam do sangue da mãe para o do filho, enquanto excreções e gás carbônico fazem o caminho inverso.

Placenta

A partir do segundo mês de vida embrionária, a maior parte das vilosidades coriônicas regride. Resta, porém, uma região onde a implantação das vilosidades no endométrio é mais profunda. Nesse local terá origem a Placenta.

O embrião se comunica com a placenta através de um cordão revestido de pele, o cordão umbilical, no interior do qual existem duas artérias e uma veia. As artérias levam sangue do corpo do embrião até a placenta, enquanto a veia traz o sangue da placenta para o embrião.

Hormônios e Gravidez

O embrião recém-implantado na parede do útero informa a sua presença ao corpo da mãe por meio de um hormônio, a ganodotrofina coriônica, produzido principalmente nas vilosidades coriônicas.

A presença de ganodotrofina coriônica no sangue da mulher grávida estimula a atividade do corpo lúteo, de modo que as taxas de estrógeno e de progesterona não diminuem, como normalmente ocorreria no final do ciclo menstrual. Com isso, a menstruação não ocorre, o que é um dos primeiros sinais de gravidez. No início da gestação, o nível de ganodotrofina coriônica no sangue eleva-se a ponto desse hormônio ser eliminado na urina da mulher. Os testes de gravidez, à venda nas farmácias, detectam a presença de ganodotrofina coriônica na urina. A partir do quarto mês de gravidez o corpo amarelo regride, mas a mucosa uterina continua presente e em proliferação, graças à produção de estrógeno e progesterona pela placenta, então já completamente formada. A placenta continuará a produzir estrógeno e progesterona em quantidades crescentes até o fim da gravidez.

SISTEMA URINÁRIO

Os Rins são órgãos pares e desempenham funções muito importantes para o organismo animal, dentre elas podemos citar:

- manutenção do equilíbrio ácido-básico; manutenção do equilíbrio hídrico; eliminação de catabólitos;
- eliminação de substâncias químicas estranhas e seus metabólitos;
- produção de hormônios

Para que consigamos entender melhor estas funções, é preciso que tenhamos em mente que a unidade funcional do rim é o néfron, o qual é composto pelo glomérulo, túbulo proximal, alça de Henle, túbulo distal e ducto coletor. Também é importante que conheçamos a sua estrutura, que pode ser dividida em:

- camada externa ou córtex renal: onde estão contidos os glomérulos, os túbulos proximais e distais e as porções mais externas da alça de Henle e dos ductos coletores;
- camada interna ou medula renal: as alças de Henle distribuem-se desde o córtex renal até esta camada mais interna, bem como cursam os ductos coletores até a pelve renal.

A pelve renal continua no ureter, que é um tubo que conecta os rins à bexiga urinária, onde a urina é armazenada até ser eliminada, pela micção, através da uretra. O suprimento sanguíneo renal é feito através da artéria renal, que se ramifica, originando uma série de arteríolas - as arteríolas aferentes - que conduzem o sangue para um tufo de capilares denominados capilares glomerulares envoltos por uma cápsula, a cápsula de Bowman. Do conjunto dos capilares glomerulares e da cápsula de Bowman forma-se o glomérulo. O retorno do sangue renal é feito a partir da união do tufo de capilares glomerulares, constituindo as arteríolas eferentes.

Contudo, para que os rins consigam desempenhar suas funções há a necessidade de um adequado suprimento sanguíneo e a formação de um filtrado glomerular também adequado. Para tal existe um mecanismo que controla o fluxo sanguíneo renal, mantendo-o constante, denominado de autorregulação.

A Formação da Urina

O fluxo sanguíneo segue da arteríola aferente para os capilares glomerulares e destes para a arteríola eferente. A formação da Urina começa com um filtrado glomerular, um líquido cuja constituição é similar à do plasma, uma vez que as paredes dos capilares glomerulares são porosas à água e às moléculas de pequeno peso molecular. É através da pressão hidrostática gerada pela contração cardíaca que ocorre a formação deste filtrado.

A medida que este filtrado flui pelos túbulos, sua composição é alterada por dois processos:

- reabsorção tubular: é a transferência de elementos da luz tubular para os capilares. Ocorre com substâncias importantes para o organismo como Na^+, glicose, aminoácidos, dentre outras que, se não forem reabsorvidas nos túbulos, serão eliminadas na urina;
- secreção tubular: transporte de substâncias dos capilares peritubulares para o lúmen tubular. Um exemplo é a secreção de H^+.

Estes processos são possíveis por causa da íntima ligação entre os túbulos renais e os capilares peritubulares e envolvem mecanismos de difusão e de transporte mediado, dentre outros.

A Concentração da Urina

Este mecanismo depende de uma alta osmolaridade em nível medular que aumenta à medida que se distancia da região cortical. Isto é possível devido a vários mecanismos, dentre eles está o mecanismo de contracorrente, estabelecido pelas atividades das alças de Henle e do suprimento sanguíneo, mantido por dois sistemas:

- sistema multiplicador por contra-corrente: determina uma diluição do fluido tubular devido ao transporte de soluto do lúmen do ramo espesso ascendente da alça de Henle para o fluido peritubular e, como é pouco permeável à água, acaba retendo água, porém cria um gradiente osmótico, que é amplificado no ramo descendente da alça de Henle, pois este é altamente permeável à água, que sairá passivamente por ação osmótica. O resultado disto é um aumento na concentração osmótica à medida que se adentra na medula renal. Como o ramo delgado ascendente é permeável ao soluto e impermeável à água, ocorre a difusão do soluto na direção do fluido intersticial;
- Troca por contracorrente: nos vasos retos, que são permeáveis à água e aos solutos, ocorre a retirada da água do plasma para o fluido peritubular hiperosmótico através da osmose nos seus ramos descendentes, fazendo com que os solutos se difundam para o interior dos vasos retos. Em contrapartida, nos ramos ascendentes, os solutos difundem-se de volta para o fluido peritubular e água volta por osmose para os vasos retos. Isto resulta na retenção de solutos na medula.

No túbulo distal e no túbulo conector, devido ao transporte ativo de Na^+ unidirecional e da impermeabilidade à água, ocorre uma diminuição na osmolaridade do fluido tubular. Sob a ação das aldosterona, nos túbulos conectores, também determina a reabsorção de Na^+ e, quando sob a ação do hormônio antidiurético (ADH), aumentará a permeabilidade à água, reduzindo, desta forma, a perda de água.

Cabe aqui salientar que a ureia também contribui, juntamente com o cloreto de sódio, para a manutenção da alta osmolaridade no fluido tubular medular.

EXERCÍCIOS

1. Associe as estruturas abaixo relacionadas com a respectiva função realizada:
1. Túbulos seminíferos
2. Epidídimo
3. Células intersticiais do testículo
4. Hipófise

( ) local de produção de espermatozoides.
( ) local de armazenamento de espermatozoides.
( ) local de produção do hormônio sexual masculino
( ) local de produção de hormônio gonadotrófico.

a) 1, 2, 3, 4.
b) 2, 3, 4, 1.
c) 3, 4, 1, 2.
d) 4, 3, 2, 1.
e) 2, 1, 4, 3.

2. A regulação da glicemia, taxa de glicose no sangue, ocorre principalmente graças à ação conjunta de dois hormônios, a insulina e o glucagon. Com relação a esse controle hormonal, assinale a alternativa correta:
a) A elevação da taxa de glicose circulante estimula a hipófise, que libera imediatamente insulina na circulação.
b) O glucagon é considerado um hormônio hiperglicemiante, enquanto a insulina é hipoglicemiante.
c) A insulina é sintetizada no pâncreas, enquanto o glucagon é sintetizado pela tireoide sob estímulo hipofisário.
d) A insulina promove, após sua liberação o aumento de glicose circulante, enquanto o glucagon realiza efeito.
e) O estímulo para a liberação de insulina pelo pâncreas é a queda na taxa de glicose circulante.

3.

glândula	hormônio	função
A	paratormônio	controle do uso de cálcio no tecido
pituitária	B	estimula a secreção dos hormônios pelo córtex das supra-renais
pâncreas	insulina	C

As letras A, B e C na tabela correspondem, respectivamente a:
a) Paratireoide, pitressina, acúmulo de açúcar no sangue.
b) Tireoide, ACTH, regula o teor de ureia no sangue.
c) Tireoide, epinefrina, regula o nível de açúcar nos tecidos.
d) Tireoide, pitocina, faz o fígado perder gorduras.
e) Paratireoide, ACTH, regula o nível de açúcar nos tecidos.

4. Os animais têm adaptação para:
I. Remover produtos finais no metabolismo.
II. Manter diferentes íons em concentrações adequadas.
III. Manter a água do organismo em quantidade adequada.
O sistema excretor está relacionado:
a) Apenas com I.
b) Apenas com I e III.
c) Com I, II e III.
d) Apenas com I e II.
e) Apenas com II e III.