CLUBE DE CIÊNCIAS
MARGARET BURBIDGE

Do planeta ao Universo

O GUIA COMPLETO
PARA A OLIMPÍADA
BRASILEIRA DE
BIOLOGIA

Caro leitor,

Este material foi desenvolvido por estudantes da Escola Estadual Senador Rui Palmeira, localizada na região central de Arapiraca, Alagoas. O desenvolvimento deste material foi um dos principais objetivos do “Clube de Ciências Margaret Burbidge: Aprendendo, Construindo e Competindo”, um projeto que participou do edital Nº 10/2024 do Programa de Bolsas de Iniciação Científica Júnior de Alagoas (Pibic Jr Alagoas), com financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL).

O projeto propôs a criação e divulgação gratuita desse material de apoio para estudantes de todo Brasil que tenham interesse em participar das olimpíadas científicas brasileiras, como a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA), a Olimpíada Brasileira de Química (OBQ) e da Olimpíada Brasileira de Biologia (OBB).

Esperamos que faça um bom proveito e tenha bons estudos,

Atenciosamente, equipe Clube de Ciências Margaret Burbidge.

ÍNDICE

1. Citologia…….…… 4
2. Botânica ……8
3. Zoologia…… 18
4. Genética e Evolução……..27
5. Ecologia…… 41
6. Etologia……..... 43
7. Biossistemática ...…… 47
8. Noções de Farmacologia…….. 52

1. CITOLOGIA

Células

São unidades básicas dos organismos complexos, ou a sua estrutura morfológica e funcional. São as menores unidades das matérias vivas, capazes de uma existência independente e de reproduzir sua própria espécie. Alguns animais são constituídos por uma única célula.

As células são formadas por três partes básicas: a membrana, o citoplasma e o núcleo. Todas as células possuem material genético, uma vez que nem todas possuem um núcleo delimitado por uma membrana nuclear, também chamada de carioteca. As células que não possuem membrana nuclear são chamadas de células procarióticas, e as que possuem a membrana recebem a denominação de eucarióticas.

Os seres vivos formados por células podem ser classificados como:

- Unicelulares: Seres vivos formados por uma única célula. Ex: bactérias, algas e protozoários.

- Pluricelulares: Seres vivos formados por duas ou mais células, que se organizam e se especializam em diferentes funções, como tecidos e órgãos. Ex: animais, plantas e fungos pluricelulares.

Funções Detalhadas das Principais Organelas:

- Núcleo: Centro de comando, contém o material genético (DNA) e controla as funções celulares.

- Mitocôndrias: Usinas de energia, produzem ATP (energia) pela respiração celular.

- Ribossomos: Síntese de proteínas, ligando aminoácidos.

- Retículo Endoplasmático (R.E.):

Rugoso (RER): Produção e modificação de proteínas, com ribossomos aderidos.
Liso (REL): Síntese de lipídios, hormônios esteroides e desintoxicação.

- Complexo de Golgi: Recebe, modifica, classifica, empacota e envia proteínas e lipídios.

- Lisossomos: Digestão intracelular, degradando resíduos e invasores.

- Peroxissomos: Quebram substâncias tóxicas como o peróxido de hidrogênio (água oxigenada) e oxidam ácidos graxos.

- Cloroplastos: Exclusivos de vegetais e algas, realizam a fotossíntese, convertendo luz em energia química (glicose).

- Vacúolos: Armazenamento de água, nutrientes, pigmentos; manutenção da pressão osmótica (células vegetais têm um grande vacúolo central).

- Centríolos: Presentes em animais e vegetais inferiores, participam da formação do fuso mitótico na divisão celular e da formação de cílios/flagelos.

- Membrana Plasmática: Barreira seletiva que controla o que entra e sai da célula.

Membrana Plasmática

Uma célula é um sistema de moléculas reagindo dentro de um recipiente. Esse recipiente é a membrana plasmática que serve como barreira não permitindo que o conteúdo da célula escape para o meio circulante. A membrana celular controla e seleciona a troca de substâncias entre a célula e o meio externo. As organelas ou compartimentos intracelulares são envolvidos também por membranas como a MP, porém mantêm características diferentes dependendo da função da organela.

Metabolismo Celular

O metabolismo celular envolve processos como a Fotossíntese (produz glicose e oxigênio a partir de luz, CO_2 e H_2O, a Respiração Aeróbica (quebra a glicose com O_2 para liberar muita energia em forma de ATP, produzindo CO_2 e H_2O e a Fermentação (processo anaeróbio que quebra glicose para gerar pouca energia sem O_2, resultando em produtos como álcool ou ácido láctico), todos essenciais para captar, armazenar e liberar energia, mantendo a vida celular.

Mitose

É o processo através do qual o citoplasma e o núcleo da célula se dividem em duas células filhas idênticas, a divisão celular compõe da divisão do material nuclear denominada de mitose e da divisão citoplasmática ou citocinese.

Meiose

É um tipo especial de divisão celular que produz as células germinativas – óvulo e espermatozóide.

Este processo apresenta duas conseqüências principais:

- Redução no número de cromossomos do número diplóide 2n para haplóide n.
- Recombinação dos genes, assegurando a variedade e a diversidade genética.

A meiose está dividida em dois eventos ou divisões: A Meiose I, a primeira divisão, chamada Divisão Reducional. A Meiose II, segunda divisão, chamada de Divisão Equatorial.

Comunicação celular

Troca essencial de informações entre células por meio de moléculas sinalizadoras (mensageiros) que se ligam a receptores específicos, desencadeando respostas como crescimento,

divisão ou função. Existem tipos de contato direto (juxtacrina) e à distância (parácrina, endócrina, autócrina), coordenando funções em organismos, desde a formação de tecidos até o funcionamento do sistema nervoso, usando processos como sinapses e hormônios para integrar o corpo.

Como funciona a comunicação celular:

- Célula Emissora: Libera uma molécula sinalizadora (hormônio, neurotransmissor, etc.).
- Molécula Sinalizadora: Viaja até a célula alvo.
- Célula Receptora: Possui um receptor específico para a molécula sinal, como uma chave em uma fechadura.
- Transdução do Sinal: A ligação desencadeia uma cascata de eventos dentro da célula (segundos mensageiros, etc.).
- Resposta Celular: A célula reage (metabolismo, divisão, secreção, etc.).

Tipos de Comunicação celular

- Contato Direto (Juxtacrina): Proteínas de membrana interagem com células vizinhas (ex: macrófago e célula T).
- Parácrina: Sinais afetam células próximas (ex: histamina por mastócitos).
- Endócrina: Hormônios viajam pelo sangue para células distantes (ex: hormônio do crescimento pela hipófise).
- Sináptica: Neurônios liberam neurotransmissores em uma fenda sináptica para outra célula (ex: sinapse neural).
- Autócrina: Célula libera sinal que age nela mesma (ex: estrogênio atuando localmente).

2. Botânica

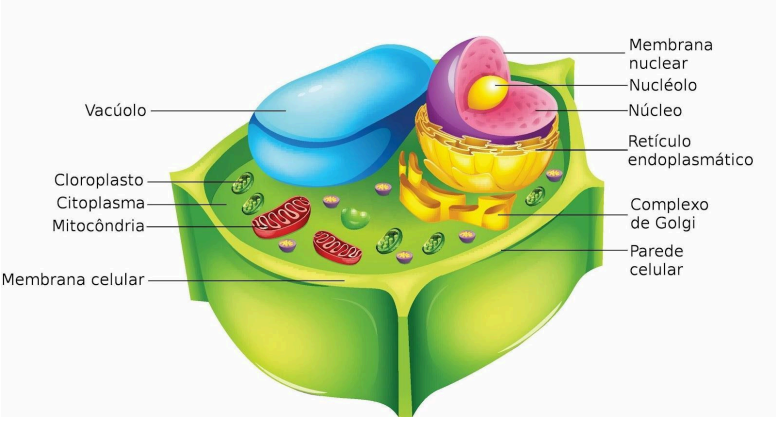
A histologia vegetal estuda os tecidos das plantas e, no funcionamento da planta, esses tecidos têm como função geral garantir proteção, sustentação, crescimento, preenchimento e transporte interno de água, sais e nutrientes, permitindo que a planta se mantenha viva, se desenvolva e realize processos vitais como fotossíntese, respiração e reprodução.

Célula Vegetal

A célula vegetal é o componente básico de todos os seres vivos que fazem parte do Reino Vegetal. Em conjunto, as células formam os tecidos que, consequente, formam os órgãos, os quais são responsáveis pela execução de funções vitais como respiração, alimentação e reprodução

Pontos principais:

- **Parede celular (celulose)**: rigidez e proteção.
- **Cloroplastos**: fotossíntese.
- **Vacúolo central**: água, íons, pigmentos.
- **Plastos**: leucoplastos (reserva) e cromoplastos (pigmentos).
- **Plasmodesmos**: comunicação entre células.



Célula Vegetal. Fonte: InfoEscola.

Relações Hídricas da Célula Vegetal

Potencial hídrico (Ψ): determina o movimento da água. A água sempre se desloca do maior para o menor potencial hídrico.

Componentes do Ψ:

- Potencial osmótico (Ψs): fica mais negativo com mais solutos.
- Potencial de pressão (Ψp): pressão da parede celular; geralmente positivo em células túrgidas.
- Potencial mátrico: influência de superfícies (principalmente no solo).

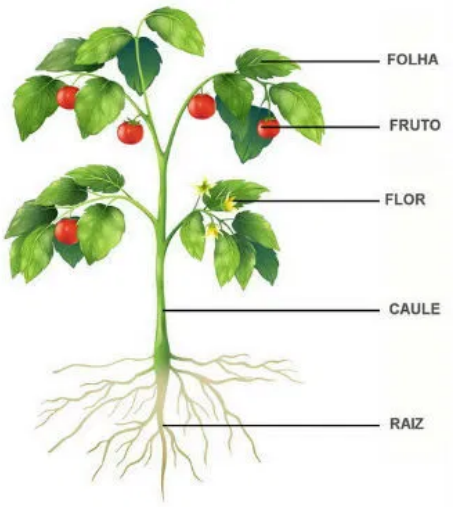
Osmose: água entra ou sai da célula conforme a diferença de solutos entre meio interno e externo.

Turgor: entrada de água aumenta a pressão interna → célula fica rígida.
Plasmólise: saída de água causa retração do citoplasma → célula murcha.

Fluxo solo-planta-atmosfera: a água se move do solo para a raiz, depois para o caule e folhas, e é perdida pela transpiração, sempre seguindo o gradiente de Ψ.

Importância: garante sustentação, crescimento celular, transporte de seiva, fotossíntese e respostas ao ambiente.

Morfologia e anatomia vegetal



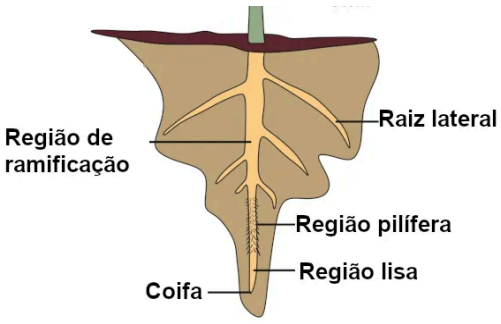
Partes da planta. Fonte: Toda Matéria.

Raiz

Raiz é um órgão vegetal que atua fixando o vegetal e garantindo a absorção de nutrientes. Algumas raízes, no entanto, apresentam funções especiais, como armazenamento. A raiz é uma estrutura encontrada nos vegetais que atua principalmente na fixação do vegetal ao substrato e na absorção de água e sais minerais.

A raiz normalmente cresce para baixo e não tem folhas. É dividida em:

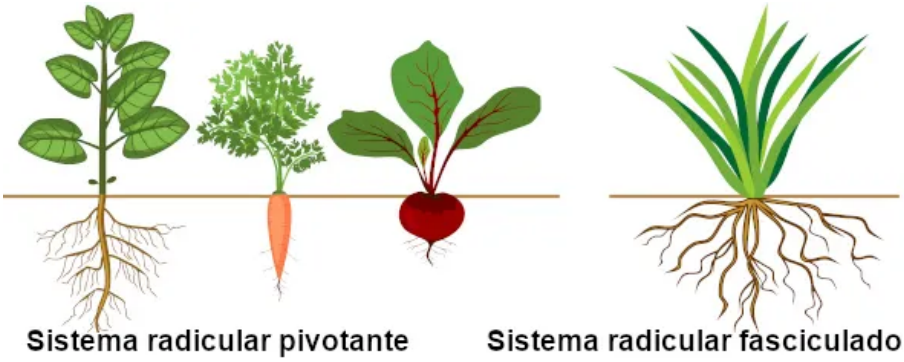
- Coifa: pontinha que protege a raiz enquanto ela entra no solo.
- Zona de crescimento: onde a raiz alonga.
- Zona pilífera: parte com *pelos absorventes* que puxam água e sais minerais.
- Zona de ramificação: onde surgem raízes laterais.



Principais partes de uma raiz. Fonte: Brasil Escola.

Tipos de raiz

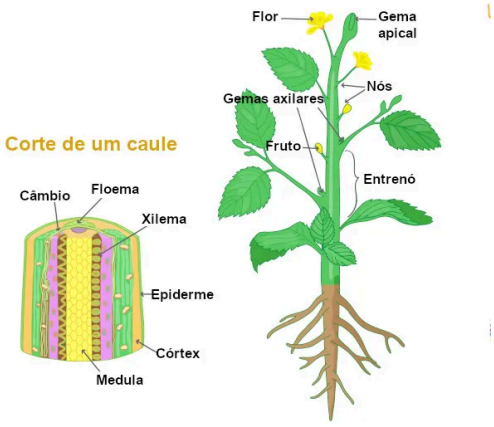
- Pivotante (uma raiz principal forte) → dicotiledôneas.
- Fasciculada (várias raízes finas) → monocotiledôneas.
- Modificações: aéreas, tuberosas, respiratórias, de sustentação.



Diferença entre o sistema radicular pivotante e o fasciculado. Fonte: Brasil Escola.

Caule

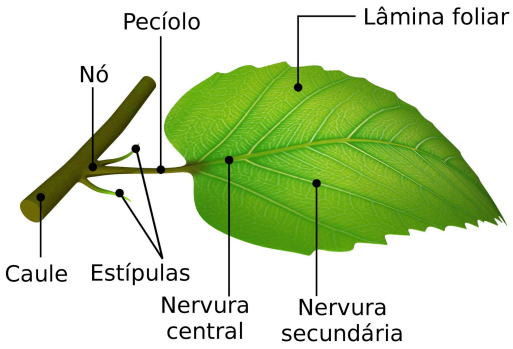
O caule é o órgão estrutural das plantas vasculares que sustenta folhas, flores e frutos, além de transportar água, nutrientes e açúcares entre raízes e brotos através do xilema e do floema. Cresce em direção à luz (crescimento primário) e, em muitos casos, em espessura (crescimento secundário), armazenando reservas e produzindo novos tecidos.



Corte de um caule. Fonte: Mundo Educação.

Folha

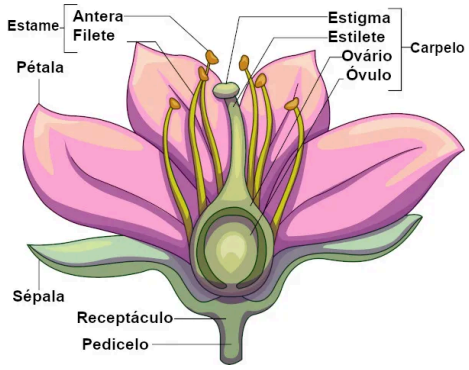
As folhas são órgãos vegetais laminares, geralmente verdes (clorofilados), essenciais para a fotossíntese, respiração e transpiração das plantas. Compostas por limbo, pecíolo, bainha e estípulas, elas convertem luz solar em energia química, liberando oxigênio. Variam em formas, margens e nervuras, adaptando-se a diferentes ambientes.



Partes da folha. Fonte: InfoEscola.

Flor

Flor é a estrutura reprodutora característica das plantas angiospérmicas. Sua função é produzir sementes através da reprodução sexuada. Para as plantas, as sementes representam o embrião que irá germinar quando entrar em contato com um substrato propício; as sementes são o principal meio através do qual as espécies de espermatófitas se perpetuam e se propagam.



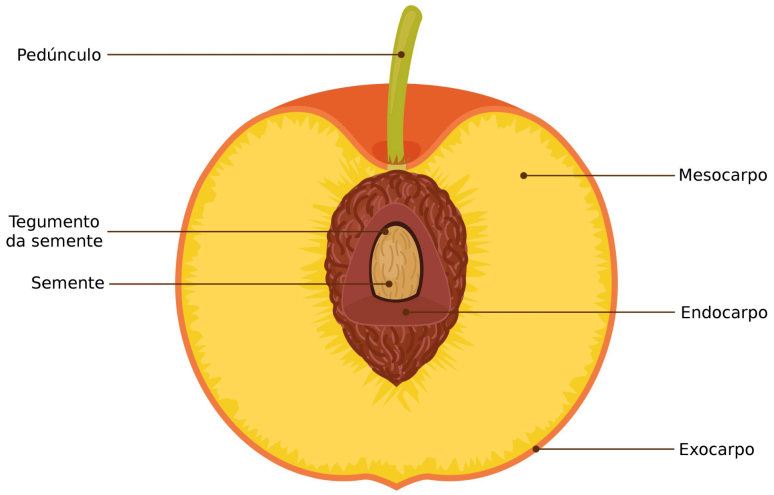
Partes da flor. Fonte: Brasil Escola.

Uma flor completa apresenta as seguintes estruturas:

- Estame: estrutura masculina da flor onde localizam-se o filete e a antera.
- Carpelo: estrutura feminina da flor, formada pelo estigma, estilete e ovário.
- Pétalas: folhas modificadas e coloridas com a função de atrair os polinizadores. O conjunto de pétalas é chamado de corola.
- Sépalas: localizadas abaixo das pétalas, geralmente, de coloração verde. O conjunto de sépalas é chamado de cálice.

Frutos

Frutos são estruturas de plantas angiospermas desenvolvidas a partir do ovário da flor após a fecundação, contendo sementes e protegendo-as. Classificados como secos ou carnosos (bagas/drupas), funcionam na dispersão de sementes e perpetuação da espécie. A parte carnosa comestível é frequentemente chamada de fruta.



Partes do fruto. Fonte: InfoEscola.

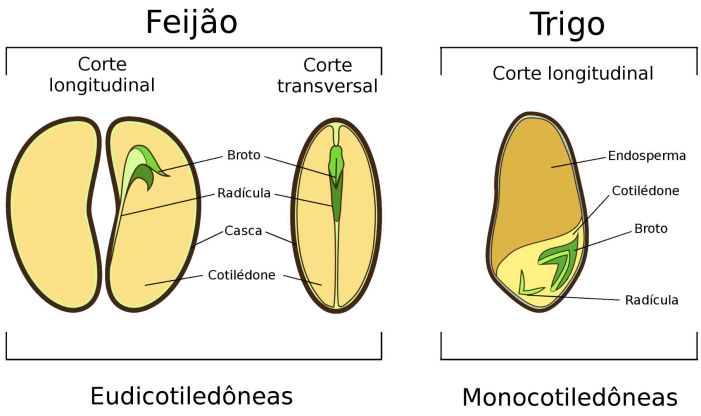
Principais Aspectos sobre Frutos:

- Estrutura: Compostos por pericarpo (epicarpo/casca, mesocarpo/polpa, endocarpo/camada interna) e sementes.
- Tipos de Frutos:
    - Carnosos: Suculentos, como bagas (melancia, uva) e drupas (manga, azeitona).
    - Secos: Pericarpo seco, divididos em deiscentes (abrem-se, ex: vagem) e indeiscentes (não se abrem, ex: nozes).
- Função: Proteger sementes em desenvolvimento e auxiliar na dispersão.
- Fruto vs. Fruta: "Fruto" é a definição botânica, enquanto "fruta" é o termo popular para frutos carnosos e adocicados.

- Função: proteger e dispersar sementes.

Sementes

A semente é o óvulo maduro e fecundado de plantas gimnospermas e angiospermas, representando a unidade reprodutiva que protege e nutre o embrião. Composta por embrião, endosperma (reserva nutricional) e tegumento (casca), ela garante a sobrevivência em condições adversas e facilita a dispersão das espécies no ambiente terrestre.



Corte das sementes. Fonte: InfoEscola.

Estrutura da Semente:

- Embrião: Nova planta em miniatura, contendo radícula (raiz), caulículo e cotilédones.
- Endosperma/Tecido Nutritivo: Armazena nutrientes para o desenvolvimento inicial.

- Tegumento (Casca): Camada externa rígida que protege contra danos físicos e dessecação.

Fisiologia e Importância:

- Função: manter o embrião vivo até a germinação.
- Germinação: Retomada do crescimento do embrião após absorver água (embebição), dependendo de oxigênio e temperatura favorável.
- Dispersão: Estruturas que permitem o transporte por vento, água ou animais, garantindo a colonização de novas áreas.

As sementes podem entrar em estado de dormência para resistir a ambientes desfavoráveis, aguardando condições ideais para germinar.

Histologia Vegetal

Histologia é o estudo dos tecidos, do grego histos - rede ou tecido - e, nesse caso, estamos falando dos tecidos vegetais. Tecido é um conjunto de células similares que desempenham uma função específica, e essas funções são alcançadas por meio da diferenciação celular, ou da especialização celular.

Na classificação dos tecidos vegetais temos:

Tecidos meristemáticos

- tecidos iniciais formados por células indiferenciadas.
- responsáveis pelo crescimento da planta.

Meristemas apicais

- responsáveis pelo crescimento vertical, o crescimento primário.
- divididos em protoderme, meristema fundamental, procâmbio e caliptrogênio.

Meristemas laterais

- responsáveis pelo crescimento em espessura, o crescimento secundário.
- divididos em felogênio (forma o súber) e câmbio (forma o xilema e floema secundários).

Tecidos permanentes

- Tecidos já diferenciados, classificados de acordo com suas funções.
    - Revestimento: epiderme (protege áreas jovens) e súber (casca protetora).
    - Sustentação: colênquima (flexível) e esclerênquima (rigidez).
    - Preenchimento: parênquima de preenchimento, clorofiliano e de reserva.
    - Condução: xilema (transporte de seiva bruta) e floema (transporte de seiva elaborada).

As funções dos tecidos vegetais são:

- Crescimento e desenvolvimento: meristemas são responsáveis pelo crescimento em altura e diâmetro.
- Transporte de substâncias: xilema e floema transportam água, minerais e carboidratos por toda a planta.
- Proteção: feita pela epiderme e outras estruturas acessórias.
- Suporte: realizado pelos tecidos de sustentação, garantindo a rigidez da planta.

Fotossíntese

A fotossíntese é um processo fotoquímico que consiste na produção de energia através da luz solar e fixação de carbono proveniente da atmosfera. Ela pode ser resumida como o processo de transformação da energia luminosa em energia química. O termo fotossíntese tem como significado síntese pela luz.

A fotossíntese é um processo que ocorre no interior da célula vegetal, a partir do CO2 (dióxido de carbono) e H2O (água), como forma de produzir glicose. As plantas, algas, cianobactérias e algumas bactérias realizam fotossíntese e são denominados seres clorofilados, isso porque apresentam um pigmento essencial para o processo, a clorofila.

A fotossíntese ocorre nos cloroplastos, uma organela presente apenas nas células vegetais, e onde é encontrado o pigmento clorofila, responsável pela cor verde dos vegetais. Os pigmentos podem ser definidos como qualquer tipo de substância capaz de absorver luz. A clorofila é o pigmento mais importante dos vegetais para a absorção da energia dos fótons durante a fotossíntese. Outros pigmentos também participam do processo, como os carotenoides e as ficobilinas.

A luz solar absorvida apresenta duas funções básicas no processo de fotossíntese:

- Impulsionar a transferência de elétrons através de compostos que doam e aceitam elétrons.
- Gerar um gradiente de prótons necessário para síntese da ATP (Adenosina Trifosfato - energia).

Reprodução vegetal

As plantas possuem duas formas de reprodução: a sexuada e a assexuada. A reprodução sexuada envolve a recombinação genética e a união de dois gametas, o que garante a variabilidade genética na espécie. Já a reprodução assexuada é quando partes de uma mesma planta origina outro indivíduo idêntico entre si, formando o que se chama de clone.

A reprodução sexuada abrange a meiose e a fecundação. A meiose é o tipo de divisão celular que ocorre nos gametas, no qual uma célula diploide (*2n*) tem o seu número de cromossomos reduzido pela metade (*n*). A fecundação é o processo de união dos dois gametas haploides, formando um zigoto diploide e restabelecendo o número cromossômico diploide. Dessa forma, a meiose permite que o número de cromossomos se mantenha após a fecundação.

Nas plantas, este tipo de reprodução está relacionado com o fenômeno de alternância de gerações, ou seja, ao longo do seu ciclo de vida, a planta passa por uma fase haploide, denominada de gametófito (*n*), que se alterna com a geração diploide, conhecida como esporófito (*2n*). A produção de gametas está localizada no gametófito, onde o gameta masculino se une ao gameta feminino para formar o zigoto, que dará origem ao esporófito. Através da meiose, o

esporófito produz os esporos, que irão originar novos gametófitos, completando o ciclo. Detalhes na alternância de gerações contribui para definir os principais grupos de plantas.

3. ZOOLOGIA

O Reino Animal, Animalia ou *Metazoa* é composto por organismos heterótrofos, ou seja, aqueles que não produzem o próprio alimento. Essa é uma das principais características do grupo e que os diferencia de outros seres vivos, como dos vegetais.

Os seres que pertencem ao reino animal são eucariontes e pluricelulares. Eles possuem capacidade de locomoção e grande parte fazem reprodução sexuada. Os animais são classificados em diversos filos, sendo muitos deles animais invertebrados (aqueles que não possuem vértebras). Os animais vertebrados que possuem crânio, vértebras e coluna dorsal pertencem ao Filo dos Cordados.

Características do Reino Animal

- Eucariontes: células com núcleo diferenciado, ou seja, envolvido por membrana;
- Heterótrofos por ingestão: necessitam ingerir outros seres vivos, pois não produzem o próprio alimento;
- Pluricelulares: corpo formado por muitas células com funções específicas;
- Aeróbicos: respiram o oxigênio que retiram do ar ou da água, conforme o meio em que vivem;
- A reprodução é sexuada, ou seja, envolve a união de gametas. Mas alguns invertebrados fazem de modo assexuada.
- Não possuem celulose e clorofila (aclorofilados), uma característica que os diferencia dos vegetais;
- Possuem tecidos e órgãos, com exceções dos filos mais simples como os Poríferos;
- Presença da blástula: esfera de células, oca, com líquido no interior. É a segunda fase de segmentação das células no desenvolvimento embrionário depois da formação do zigoto (mórula-blástula-gástrula-nêurula).

- Presença de Celoma, uma cavidade embrionária presente em todos os vertebrados, sendo que os platelmintos são pseudocelomados e os poríferos não possuem;
- A maioria dos animais têm simetria bilateral: duas metades do corpo simétricas. Também pode acontecer a simetria radial (vários planos longitudinais a partir do centro do corpo, exemplo: equinodermos) ou ainda ausência de simetria (esponjas).

Filos do Reino Animal

O reino animal é dividido em diversos filos. Os principais são: poríferos, cnidários, platelmintos, nematódeos ou nematelmintos, anelídeos, equinodermos, moluscos, artrópodes e cordados.

Animais Vertebrados: Os animais vertebrados são pertencentes ao Filo dos Cordados (Chordata). A principal característica do grupo é a presença da medula espinhal e coluna vertebral. Os animais cordados são divididos em 5 classes: peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos.

Peixes

Os peixes possuem o corpo revestido por escamas. Fonte: Toda Matéria.

Os peixes são animais com o corpo coberto por escamas e respiração branquial (retiram oxigênio da água). Não controlam a temperatura do corpo (pecilotérmicos). São exemplos de peixes: o dourado, a arraia e o tubarão.

Anfíbios

Os anfíbios dependem do ambiente aquático em algumas fases da vida. Fonte: Toda Matéria.

Os anfíbios são animais que dependem da água na fase larval (respiração branquial) e passam por uma metamorfose corporal na vida adulta e adquirem a respiração pulmonar, é o caso dos sapos, rãs, pererecas e salamandras. Eles são ainda animais pecilotérmicos.

Répteis

Os répteis variam a temperatura corporal de acordo com o ambiente onde estão. Fonte: Toda Matéria.

Os répteis são animais que possuem respiração pulmonar e corpo coberto de escamas ou carapaça. Podem viver na água ou na terra e são pecilotérmicos. São exemplos as tartarugas, jacarés e lagartos.

Aves

As aves diferenciam-se pelo corpo coberto de penas. Fonte: Toda Matéria.

As aves são animais com o corpo coberto de penas e que possuem respiração pulmonar, controlam a temperatura do corpo (homeotérmicos). São exemplos de aves: galinha, avestruz, ema, pinguim, papagaio e beija-flor.

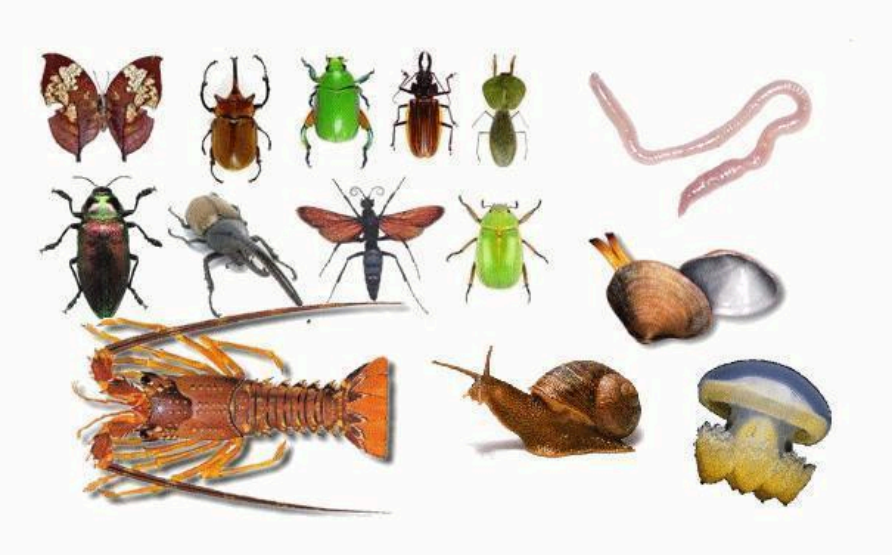
Mamíferos

Os mamíferos alimentam-se do leite materno. Fonte: Toda Matéria.

Os mamíferos apresentam pelos, são homeotérmicos e possuem respiração pulmonar. Uma das principais características do grupo é o fato das fêmeas alimentarem os filhotes através das glândulas mamárias. São exemplos de animais mamíferos os seres humanos, gatos, cachorros e morcegos.

Animais Invertebrados

Os animais invertebrados são representados por inúmeros filos com características bem diferentes, mas todos são pluricelulares e não possuem parede celular. Existem oito filos de animais invertebrados, são eles: poríferos, cnidários, platelmintos, nematelmintos, moluscos, anelídeos, equinodermos e artrópodes.



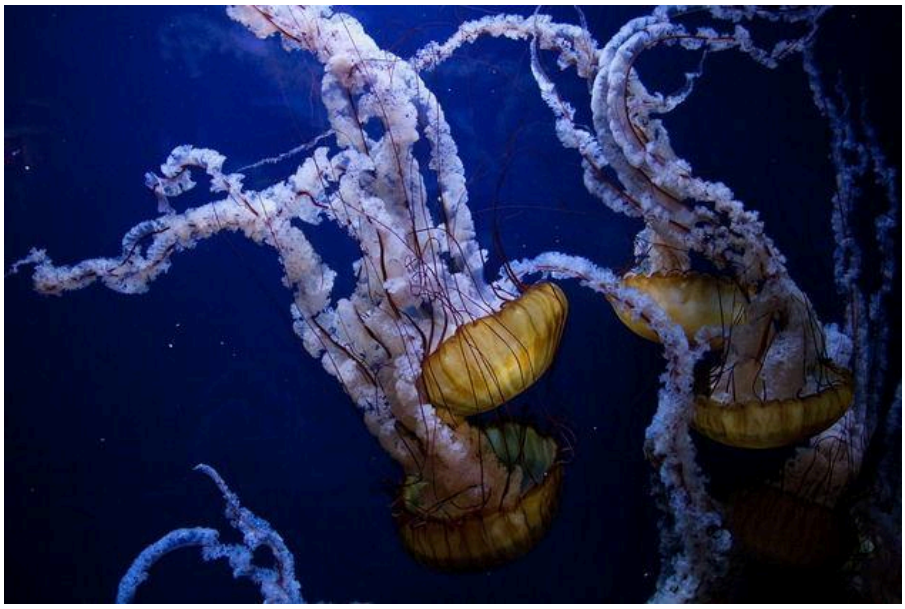
Animais invertebrados. Fonte: Escola Educação.

Poríferos

Os poríferos são animais primitivos de água doce ou salgada. Eles são organismos que não possuem órgãos, nem capacidade de locomoção e a reprodução pode ser sexuada ou assexuada. Exemplos: esponjas.

As esponjas são animais invertebrados que vivem fixos a um substrato. Fonte: Toda Matéria.

Cnidários



Cnidários. Fonte: Toda Matéria.

Os cnidários vivem em água doce ou salgada e alguns deles possuem capacidade de locomoção enquanto outros são sésseis. Uma característica que os torna peculiares é a presença de um tipo celular específico, os cnidócitos. Alguns exemplos de cnidários são águas-vivas, os corais, as anêmonas-do-mar, as hidras e as caravelas.

Platelmintos

A planária é um exemplo de verme com o corpo achatado. Fonte: Toda Matéria.

Os platelmintos possuem corpo achatado e podem ser de vida livre ou parasitas. São exemplos, as tênias, solitárias, esquistossomos e planárias.

Nematelmintos

Os vermes nematelmintos apresentam corpo cilíndrico. Fonte: Toda Matéria.

Os nematódeos ou nematelmintos possuem o corpo cilíndrico e podem ser de vida livre ou parasitas de humanos e plantas. São exemplos as lombrigas, oxíuros e outros vermes.

Anelídeos

A sanguessuga é um exemplo de anelídeo. Fonte: Toda Matéria.

Os anelídeos possuem o corpo segmentado, composto por anéis. Eles vivem em habitats úmidos na terra e nas águas doces ou salgadas. São exemplos: minhocas, poliquetas e sanguessugas.

Equinodermos

Os equinodermos são animais invertebrados e exclusivamente marinhos. Fonte: Toda Matéria.

Os equinodermos são animais marinhos com presença de exoesqueleto calcário e sistema hidrovascular. O corpo deles possui simetria pentarradial, ou seja, com 5 lados iguais. São exemplos: pepinos-do-mar, estrelas-do-mar e ouriços-do-mar.

Moluscos

O caramujo é um típico representante dos moluscos. Fonte: Toda Matéria.

Os moluscos são animais de corpo mole com presença de concha, a qual pode ser interna (lulas e polvos) ou externa (caramujos, mexilhões). Eles habitam ambientes de água doce ou salgada e terras úmidas. São exemplos de moluscos, os mexilhões, polvos, lulas, lesmas, ostras e caramujos.

Artrópodes

Os artrópodes, como os besouros, apresentam alta diversidade de espécies. Fonte: Toda Matéria.

Os artrópodes compreendem um filo muito diversificado. Eles são caracterizados pelo corpo segmentado e presença de exoesqueleto de quitina. Os principais artrópodes são:

- Insetos: borboletas, abelhas, baratas, moscas;
- Aracnídeos: aranhas, ácaros, escorpiões, carrapato;
- Miriápodes: centopeia, lacraias, gongolos;
- Crustáceos: lagostas, caranguejos, siris, camarões.

4. GENÉTICA E EVOLUÇÃO

Área da Biologia que estuda a hereditariedade e a variação dos seres vivos. Buscando entender como são transmitidas as características de gerações para gerações.

Conceitos Básicos: Genes, Alelos, Genótipo, Fenótipo

Genes

Segmento de DNA localizado em locais específicos dos cromossomos, responsável pela determinação de síntese protéica , como também determinadas características como cor dos olhos, tipo sanguíneo etc. É a unidade fundamental da hereditariedade.

Alelos

São variantes de um mesmo genes que ocupa o mesmo lócus no par de cromossomos homólogos (Os cromossomos de cada gameta são"parecidos"). Recebendo dois alelos, um alelo da mãe e o outro do pai, assim formando o genótipo. Esses alelos podem ser diferentes, podem ser dominantes ou recessivos.

O gene (alelos) dominante é aquele que se manifesta mesmo quando está presente apenas em uma cópia, representado por letras maiúsculas (A,B,C...).

O gene (alelos) recessivo se manifesta quando a duas cópias do gene recessivo, representado pelas letras minúsculas (a,b,c...).

Genótipo

É o conjunto de genes (alelos) que um organismo possui. O genótipo sempre é representado por letras.

Exemplo: AA -> genótipo, aa -> outro genótipo, Aa -> outro genótipo.
Existe dois tipos de genótipo:

- Homozigoto alelos iguais (AA, aa)
- Heterozigoto dois alelos diferentes (Aa)

Fenótipo

É o conjunto de características observáveis de um indivíduo. Como vê, mede ou detecta, porém pode ser influenciada pelo ambiente.

As Leis de Mendel

Gregor Mendel se tornou o pai da genética por causa de suas contribuições e teorias a partir de experimentos com ervilhas. Explicando como as características passam de pais para filhos.
Ao cruzar ervilhas de linhagens pura, de cor amarela, com outras ervilhas pura de cor verde, ele obteve a primeira geração da qual chamou de F1 , que só tinha descendentes amarelos. Depois disso ele decidiu cruzar a geração F1 entre si e os novos descendentes eram de cores distintas, onde três dessas ervilhas eram amarelas e uma era verde. E assim Mendel percebeu que alguns fatores eram mais importantes para algumas características e alguns fatores eram dominantes.

A Primeira Lei de Mendel

A Primeira Lei de Mendel ou Lei da Segregação dos Fatores, diz o seguinte:

"Cada caráter é determinado por um par de fatores que se separam na formação dos gametas, indo um fator do par para cada gameta, que é, portanto, puro".

Durante a formação dos gametas, esses alelos se separam, de modo que cada gameta recebe apenas um alelos de cada par (um gameta do pai e um da mãe). Na fecundação, os alelos se unem novamente, restabelecendo o par que irá determinar as características do novo indivíduo.

A Segunda Lei de Mendel

A Segunda Lei de Mendel ou Lei da Segregação Independente fala o seguinte:

"As diferenças de uma característica são herdadas independentemente das diferenças em outras características".

Isso significa que a forma como uma característica é herdada não influencia a herança de outra característica. Assim, cada par de alelos se separam de forma independente dos demais, permitindo diferentes combinações nos descendentes.

Análises Genealógicas

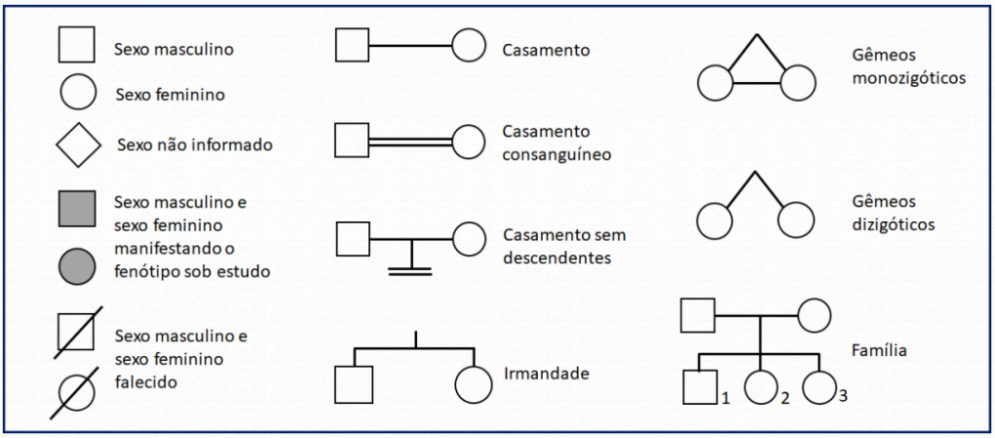
A genealogia estuda a origem, história e relações de parentesco entre indivíduos de uma família ao longo de várias gerações. Coletando esses dados por meio de registros oficiais e em documentos, seja por datas e locais de nascimento, casamento e falecimento. Formando uma linha familiar, que pode ser registrada em árvore genealógica.

A árvore genealógica é representação gráfica desses estudos que pode ser chamada também de heredograma. No heredograma para cada indivíduo é representado por um símbolo. Para o sexo masculino é representado por um quadrado , no sexo feminino é representado por um círculo. Já para representar a união de um casal se utiliza uma linha na horizontal, e os filhos são indicados por linhas na vertical unidos ao traço horizontal do casal.

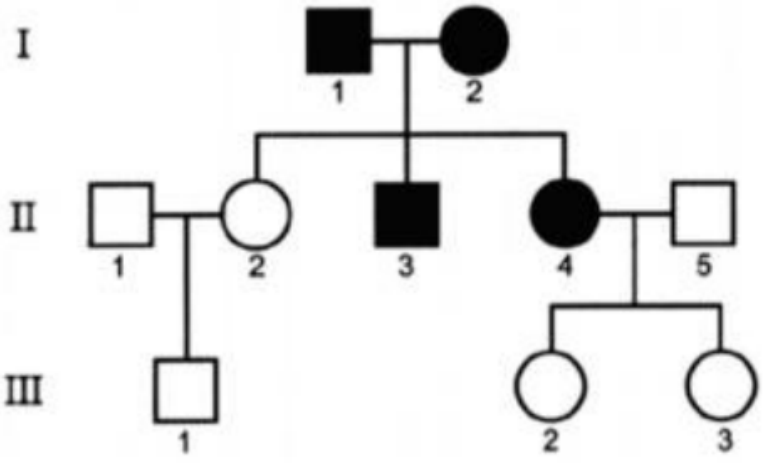
A análise genealogias é importante pois permite compreender a história e as relações de família, ajuda a identificar a origem dos antepassados Além de ajudar a entender sobre a genética da família, como características que se repetem em gerações ou até mesmo doenças hereditárias , auxiliando tanto em estudo da saúde como na história.

Heredograma

Os heredogramas são diagramas que demonstram por meio de símbolos os indivíduos de uma família, indicando o sexo, a ordem de nascimento e o grau de parentesco.



Símbolos heredograma. Fonte: Estratégia Vestibulares.



Heredograma. Fonte: Estratégia Vestibulares.

Dominância incompleta e Codominância

Dominância incompleta

Na dominância incompleta é quando os alelos se expressam em heterozigose, em que nenhum dos alelos domina completamente o outro. Assim apresentando um fenótipo intermediário.

Para entender melhor o assunto vamos utilizar o exemplo do nosso cabelo:

Onde a pessoa que tem cabelo liso tem os alelos (LL) e a pessoa que tem cabelo crespo (cc), e as pessoas que possuir (Lc) vão ter cabelos ondulados, nem dominante e nem recessivo, meio-termo.

Codominância

Na codominância, ambos os alelos se expressam plenamente em um indivíduo heterozigoto, e o fenótipo possui características dos dois alelos, que não se misturam.

Um exemplo é o sistema ABO , o sangue A é determinado por genótipo: IA ou IAIA, e o sangue B é determinado pelo genótipo IB ou IBIB, e o sangue O é determinado por genótipo: ii. Assim o indivíduo que tiver o genótipo IAIB possui o sangue AB, não existindo relação de dominância entre eles.

Probabilidade aplicada à genética

A probabilidade aplicada à genética é uso da matemática para entender como as características hereditárias são transmitidas de pais para filhos. E quais são as chances desse novo indivíduo de apresentar determinadas características ou até mesmo os riscos de doenças genéticas.

O primeiro a aplicar a probabilidade na genética foi Gregor Mendel, que em sua primeira lei afirmou o seguinte ,que os alelos se separam na formação do gametas, onde o pai e mãe transmitem um alelo para seus descendentes.

Vamos utilizar um exemplo para explicar melhor como a probabilidade é aplicada na genética.

Um casal onde o homem e uma mulher possuem uma pigmentação normal, o homem é filho de um pai normal e uma mãe albina e a mulher é filha de uma mãe normal e pai albino. Qual é a probabilidade desse casal ter um filho de albino do sexo masculino?

Os país são heterozigotos (Aa)
Homem = Aa
Mulher = Aa

	Homem			Mulher
	Aa	X		Aa
Gametas	A	a	A	a
Geração	AA	Aa	Aa	aa (albina)
Probabilidade	1/4	1/4	1/4	1/4

Probabilidade genética. Fonte: Brasil Escola.

Probabilidade de criança albina = 1/4
Probabilidade de criança sexo masculino = 1/4 + 1/4 = 2/4 = 1/2
1/2 * 1/4 = 1/8 ou 12,5%.

Alelos Múltiplos e sistemas ABO, Rh E MN

Alelos Múltiplos

Alelos múltiplos é quando um gene possui três ou mais alelos. Cada indivíduo diplóide herda dois alelos, um do pai e outro da mãe. Quando um locus no cromossomo é ocupado por alelos múltiplos, esses alelos contribui para uma diversidade genética e fenotípica, como sanguínea, cor de pelos animais entre outros. Os alelos múltiplos surgiram na população por meio de mutações.

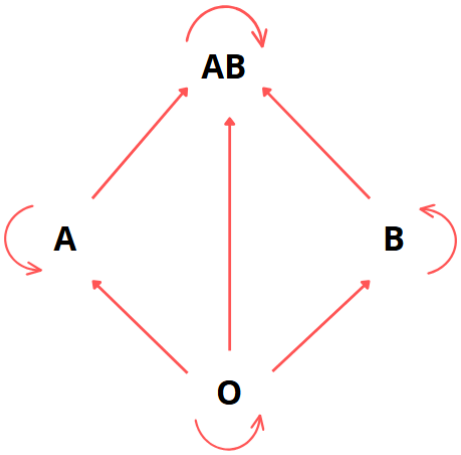
Sistema ABO

O sistema ABO determina o tipo sanguíneo de uma pessoa com base na presença ou ausência de antígenos (proteínas na superfície das hemácias (glóbulo vermelho) que pode desencadear uma resposta imunológica) nos glóbulos vermelhos e anticorpos no plasma sanguíneo. O sistema ABO foi descoberto no século XX , pelo biólogo Karl Landsteiner, ele percebeu algumas diferenças nos sangue de várias pessoas, e as mortes após as transfusões de sangue foram esclarecidas.

Com as pesquisas Karl percebeu que o sangue sofre aglutinação por determinados antígenos presente nas membranas hemácias, o sangue tipo A possuem o aglutinogênio A, o sangue B aglutinogênio B, e o sangue AB possui os dois antígenos, enquanto o sangue O nenhum.

Já as substâncias aglutinadoras, anticorpos , que são encontradas no plasma sanguíneo são denominadas de anti-A e anti-B, responsáveis pelos problemas de transfusão de sangue.

A compatibilidade entre os grupos sanguíneos:



Compatibilidade entre grupos sanguíneos. Fonte: NOIC.

Fator Rh

Foi descoberto em 1940 por Landsteiner e Wiener, por meio de experimentos feitos com coelhos e macacos Rhesus , daí a origem do nome fator Rh. Após injetar sangue do macaco Rhesus em coelhos, esses animais produziram um anticorpo contra as hemácias do macaco, esses anticorpos foram denominados de anti-Rh.

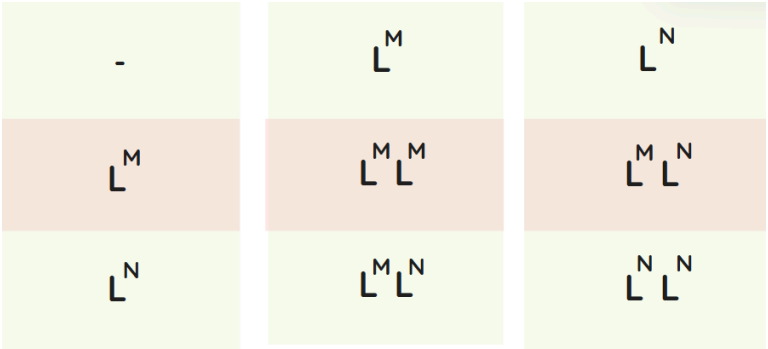
Foram feitos testes com sangue humano , e a pesquisa mostrou que em determinados tipos de sangue há a ausência desse fator Rh. As pessoas que as hemácias foram aglutinadas foram denominadas de Rh positivo (Rh+), enquanto as pessoas que não sofreram aglutinação foram denominadas de Rh negativo (Rh-). Logo ficou em evidência que pessoas que possuíam o sangue Rh+ não produziam anticorpos quando são expostos ao antígeno Rh, enquanto pessoas Rh- produzem. Indivíduos que possuem o Rh- podem doar para pessoas com Rh+, já que não cria nenhum tipo de anticorpos no indivíduo Rh+, mais ou contrário não poderia acontecer.

Eritroblastose fetal ou Doença Hemolítica

Ocorre quando as hemácias de um feto ou recém-nascido são destruídas pelos anticorpos da mãe. Onde o sangue do feto Rh- é aglutinado pelos anticorpos do sangue da mãe Rh+, esse processo se chama hemólise. Esses anticorpos acabam atravessando a barreira placentária e ataca o feto, e a criança nasce com anemia fetal.

Sistema MN

Em 1927, o cientistas Landsteiner e Levine descobriu que existiam outros antígenos nas hemácias humanas, aglutinogênios denominados de M e N. São uma herança codominante, sem ação dominante ou recessiva. Algumas pessoas possuem antígeno M e outras N, enquanto outras possuem os dois tipos de antígenos. O corpo humano não produz anticorpos na presença do antígeno M e N, por isso não possui nem um risco de incompatibilidade na transfusão de sangue.



Sistema MN. Fonte: NOIC.

Herança Citoplasmática ou extranuclear: Platos e Mitocôndrias

É a transmissão de características genéticas que não estão no núcleo da célula , isso acontece porque algumas organelas possuem o próprio DNA, como a mitocôndrias e os plastos (cloroplastos). Sendo geralmente herdada pela parte materna.

Durante a fecundação, o óvulo fornece quase todo o citoplasma para o bebê. Enquanto o espermatozóide contribui com o núcleo. Por isso, as mitocôndrias e os plastos são herdados da mãe. As mitocôndrias são responsáveis por produzir energia, por causa do seu DNA próprio, se essa organela tiver algum problema, será passado de mãe para filho.

O mesmo aconteceu com os platos, que existem nas plantas, que possuem o seu próprio DNA. Os cloroplastos são responsáveis pela fotossíntese e a cor verde presente nas plantas, se a planta-mãe tiver cloroplastos defeituosos, os filhos apresentarão o mesmo defeito. Essa herança não segue as leis de Mendel, por causa que não envolve pares de alelos nem segregação cromossômica, e ocorre de forma independente do núcleo.

Origem da vida

A origem da vida é um dos temas que mais intriga a humanidade, despertando o interesse da ciência, da filosofia e da religião. Ao longo dos anos foram feitas várias explicações baseadas em hipóteses para explicar e compreender como surgiu os primeiros seres vivos na Terra.

Criacionismo

É uma das ideias mais antigas sobre a origem da vida, a vida e o universo foram criados por uma ação divina, como descrito na Bíblia, Deus criou todos os seres vivos, incluindo os humanos. Essa ideia é aceita por muitos fiéis ao redor do planeta.

Panspermia

É uma hipótese científica que sugere que a vida no planeta, não se originaram na Terra, mas do espaço. De acordo com a ideia do filósofo grego Anaxágoras, existia sementes da vida em todo

universo , que chegaram ao planeta Terra por meio de meteoritos e asteroides. Essa ideia só ganhou mais força após descobrirem a presença de compostos orgânicos em amostra de meteoritos , assim a ideia de que as rochas poderiam ter trazido vida para Terra.

A hipótese de Oparin e Haldane

É conhecida como a hipótese da evolução química, e é a explicação mais aceita para a origem da Terra. De acordo com Oparin e Haldane a Terra primitiva era composta por amônia, hidrogênio, metano e vapor de água. Além de que a Terra primitiva sofria com ação de raios e radiação ultravioleta, com isso possibilitou a formação de moléculas orgânicas , como os aminoácidos.

E com as chuvas levando esses aminoácidos à superfície terrestre foram encontradas condições favoráveis, começando a formar estruturas semelhantes a proteínas. Com essas proteínas se acumulando nos oceanos em formação e dera origem a chamados coacervados (agregados de proteínas rodeadas por água). A partir dessas estruturas que foram ficando mais complexas e assim surgiu os seres humanos.

Teoria Abiogênese

Essa teoria foi a primeira a ser aceita para explicar como surgiu a vida na Terra, essa ideia foi defendida por Aristóteles. Essa teoria consiste na crença de que os seres vivos podiam surgir a partir da matéria bruta, onde existia o princípio ativo. Era por esse princípio ativo que surgiu a vida na Terra. O exemplo mais utilizado para explicar essa teoria era de que as larvas de moscas presentes em carne em decomposição eram vermes que se originaram a partir dessas matérias.

A teoria abiogênese foi refutada com o italiano Francisco Redi , por meio de um experimento que consistia em em pedaços de carne crua em frascos, onde uns eram lacrados e outros abertos. Alguns dias depois Francisco percebeu que as larvas só apareciam nos frascos abertos , e que as moscas colocavam ovos sobre a carne crua, refutando a teoria de que a vida surgia de forma espontânea.

Mas só após alguns anos depois que essa ideia proposta por Francisco Redi foi aceita. O cientistas Pasteur, utilizou frascos de vidro com gargalos semelhantes ao pescoço de cisne contendo o líquidos nutritivos , e após ferver líquidos até chegar a uma temperatura em que não existem seres vivos . E deixou a mistura em repouso por um tempo, e o líquido permaneceu sem nenhum tipo de vida. Devido ao formato do frasco , os microorganismos não conseguiam ter contato com o líquido, então Pasteur quebrou a parte que se parecia com pescoço de cisne e deixou exposto ao ar livre , e depois de algum dias apareceu microrganismos no líquido.

A teoria biogênese afirma que os seres vivos são originados a partir de um ser vivo preexistente, e foi assim que a teoria abiogênese foi refutada e os cientistas começaram a aceitar a teoria biogênese.

Hipótese autotrófica e heterotrófica

Além de tentarmos entender como surgiu os primeiros seres vivos, os cientistas buscam saber como conseguiram alimentos na Terra primitiva para a sobrevivência. E a hipótese autotrófica e heterotrófica é discutida para saber como era o primeiro ser vivo. A hipótese autotrófica diz que os primeiros seres vivos produziam seu próprio alimento, realizando quimiossíntese, que é quando um ser vivo produz moléculas orgânicas utilizado a energia liberada de compostos inorgânicos. Mas essa hipótese não foi sustentada pois muitos cientistas acreditavam que a Terra não possuía moléculas orgânicas suficientes para alimentar todos os seres em formação.

A hipótese heterotrófica diz que os primeiros seres não eram capazes de produzir o seu próprio alimento, pois os primeiros seres vivos eram simples e não possuíam estrutura suficiente para produzir seu próprio alimento. Sendo assim esses organismos nutriam se por meio de matéria orgânica , esses primeiros seres eram fermentadores. Essa ideia é a mais aceita para explicar como os primeiros seres vivos conseguiram sobreviver.

Teorias Evolucionistas

Teorias evolucionistas é uma forma de explicar a diversidade da vida na Terra e como os seres vivos mudam ao longo do tempo. Existem várias teorias evolutivas, mas vamos falar de três que muitos já conhecem.

Lamarckismo

Uma das primeiras teorias evolutivas foi muito importante para o surgimento de outras ideias evolucionistas. O naturalista Jean-Baptiste Lamarck propôs que os seres vivos se modifiquem ao longo do tempo em resposta às necessidades impostas pelo ambiente. Lamarck pode ser definido em duas leis: A lei do uso e do desuso e a Lei de caracteres adquiridos.

• Lei do uso e do desuso : Afirma que as partes do corpo que usa com frequência tendem a se desenvolver e se fortalecer, e as partes pouco usadas acabam se enfraquecendo, e desaparecendo gradativamente de forma imperceptível.

• Lei de caracteres adquiridos: Afirma que características que um organismo adquire ou perde ao longo da vida, seja por resposta ao ambiente ou ao uso e desuso, são transmitidas por gerações aos novos indivíduos.

Darwinismo

O Darwinismo é uma teoria feita por Charles Darwin para explicar como os seres vivos mudam ao longo do tempo. Segundo a teoria, todos os indivíduos descendem de ancestrais comuns, e foram se transformando gradualmente ao longo dos anos. Darwin afirma que haveria uma luta pela sobrevivência, sendo assim os indivíduos que possuem características mais adequadas ao ambiente conseguem viver por mais tempo e gerar descendentes.

E assim os indivíduos com as características vantajosas passa para os seus descendentes, tornando-se cada vez mais comum na população, enquanto os indivíduos com as características menos favoráveis tendem a sumir, por não conseguir se reproduzir por causa da pressão do ambiente. Esse processo foi chamado de seleção natural.

É importante lembrar que a teoria da evolução não foi só proposta por Charles Darwin, mas também pelo naturalista Alfred Wallace, que teve a mesma teoria. Wallace enviou seus manuscritos para Charles e juntos postaram a teoria em seus nomes. Apesar de ser mais reconhecida só pelo naturalista Charles Darwin.

Neodarwinismo

Neodarwinismo ou Teoria Sintética é a versão moderna do Darwinismo que integra os princípios da teoria da evolução com a genética mendeliana e a teoria da mutação de Hugo Vries. Segundo essa teoria, os indivíduos cujas características são vantajosas conseguem viver por mais tempo e se reproduzir transmitindo para os seus descendentes essas mesmas características, e essas características se tornam comum na população. Que chamamos de seleção natural. E outro ponto muito importante é mutação genética, é uma alteração no DNA , que pode acontecer de forma espontânea ou influenciada por outros fatores. E é a principal fonte de variação genética na população.

O neodarwinismo mostra que a variação genética acontece por meio da mutação genética e seleção natural. Essa teoria é aceita pelos cientistas para explicar a evolução das espécies.

Evidências evolutivas

Evidências evolutivas são provas que mostra como os seres vivos evoluíram ao longo dos anos. As principais evidências são os fósseis, os homólogos e evidências moleculares.

Fósseis

Fósseis são restos ou vestígios de seres que viveram no passado e foram preservados em rochas. Podendo ser ossos, dentes, conchas, folhas, troncos e pegadas. E através desses fósseis que os cientistas conseguem analisar quais espécies surgiram ou sumiram , e como alguns foram se modificado ao longo dos anos. Além de permite reconstruir imagens de espécies que foram extintas, como também fornecer informações sobre o ambiente em que esses seres viveram.

Homologias e Analogias

É um conceito usado para comparar estruturas de diferentes organismos. E para mostrar como diversos seres apresentam características que são comuns com outros seres vivos, reforçando a teoria da evolução. Que indica que os seres vivos possuem um ancestral em comum.

Estruturas homólogas são aquelas que possuem origem embrionária semelhante, porém com e funções diferentes em cada espécie. Um exemplo é o braço humano, a asa do morcego e a nadadeira da baleia, mesma estrutura com funções diferentes.

Estruturas análogas são aquelas que desempenham a mesma função em diferentes seres , mas não possuem a mesma origem embrionária. Um exemplo é as asas de insetos e as asas de aves. Servem para voar mas se desenvolvem de maneira diferente.

Órgãos Vestigiais

São órgãos ou estrutura presente em um organismo que se encontram atrofiados ou perdeu totalmente a função. São órgãos ou estruturas que eram úteis no passado, que não possuem função significativa hoje em dia. Um exemplo é a apêndice, que possui a função de digestão para alimentos ricos em celulose, como folha e vegetais. E hoje em dia muitos podem viver sem esse órgão normalmente.

Evidências moleculares

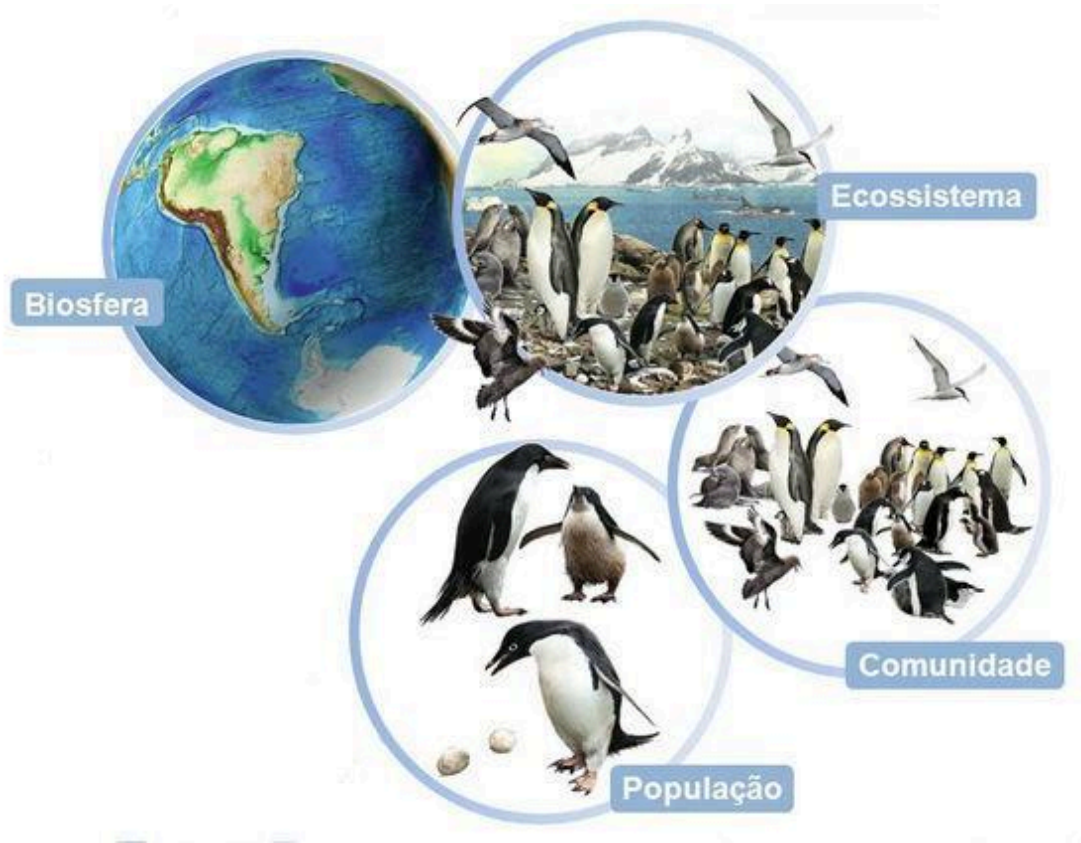
São informações obtidas a partir de moléculas como DNA, RNA e proteínas, permitindo que cientistas comparem a evolução e o grau de parentesco entre os seres vivos. As evidências moleculares observam informações genéticas dentro das células, dando mais precisão sobre as relações evolutivas. Um estudo indica que o mapa genético do macaco bonobo, possuí 98,7% de parentesco com o ser humano, mostrando que somos parentes próximos. Todas essas evidências se complementam e mostram que os seres vivos mudam ao longo dos anos e compartilham ancestrais em comum.

5. ECOLOGIA

A Ecologia é a ciência que estuda a interação entre os seres vivos e o ambiente em que vivem. O termo "ecologia" foi utilizado pela primeira vez em 1866, na obra "Morfologia Geral do Organismo", pelo biólogo alemão Ernst Haeckel. A palavra Ecologia vem do grego, onde *Oikos* significa "casa" e *Logos* significa "estudo". Dessa forma, a ecologia é o estudo da casa, ou seja, do ambiente e das inter-relações dos organismos no meio físico.

A ecologia pode ser considerada uma das ciências mais complexas e amplas, pois para compreender o funcionamento da natureza, ela envolve o estudo de diferentes campos de estudo, como evolução, genética, citologia, anatomia e fisiologia.

Níveis de organização



Níveis de organização na Ecologia. Fonte: Toda Matéria.

Ao estudar ecologia é importante saber que ela se divide em níveis de organização, que se dividem em população, comunidade, ecossistemas e biosfera.

População

A população representa o conjunto de organismos da mesma espécie que vivem juntos e apresentam maiores chances de reprodução entre si. Inicialmente, essa organização era utilizada apenas para grupos humanos, depois foi ampliado para qualquer grupo de organismos. As espécies, por sua vez, são os organismos com características genéticas semelhantes. Com isso, o cruzamento de indivíduos da mesma espécie gera descendentes férteis.

Comunidade

A comunidade representa o conjunto das populações que vivem numa mesma região, no qual vivem em determinado local, com condições ambientais específicas e interagindo entre si. Também chamado de comunidade biológica, biocenose ou biótopo. Como exemplo de comunidades pode ser citado as aves, insetos e plantas de uma região.

Ecossistemas

O ecossistema é o conjunto de comunidades que interagem entre si e com o ambiente. Ele é formado pela interação de biocenoses e biótopos. A reunião de diferentes ecossistemas é conhecido como bioma e nele estão reunidas características próprias de diversidade biológica e condições ambientais. Alguns exemplos de biomas brasileiros são: a Mata Atlântica, o Cerrado e a Amazônia.

Biosfera

A biosfera é o nível mais amplo, pois ele corresponde ao conjunto de todos os ecossistemas das diferentes regiões do planeta, ou seja, o local onde estão todos os seres vivos. É a reunião de toda a biodiversidade existente na Terra. A biodiversidade, por sua vez, significa a variedade de vida existente, englobando toda a riqueza das espécies.

Conceitos básicos da ecologia

Para melhor compreensão do mundo vivo, além dos níveis de organização, a ecologia moderna abrange diversos conceitos que são fundamentais. Conheça a seguir o seguir as definições dos principais conceitos que a ecologia estuda.

Habitat

O habitat é o ambiente físico em que vivem determinadas espécies. As condições do ambiente dependem de fatores abióticos que afetam diretamente os seres vivos presentes. Alguns exemplos são: o habitat do leão, as savanas e, o habitat do tatu, as florestas.

Nicho ecológico

O Nicho Ecológico representa os hábitos e o modo de vida dos animais que representam seu nicho. Por exemplo: no grupo dos leões são as leoas que caçam e cuidam dos filhotes, enquanto os machos defendem de invasores.

Fatores bióticos e abióticos

Os fatores bióticos e abióticos são os seres vivos e não vivos de um ecossistema e são interdependentes. Os seres vivos representam os componentes bióticos, como as plantas, animais e bactérias. Já o conjunto de componentes físicos e químicos do meio, tais como umidade, temperatura e luminosidade são os componentes abióticos.

Relações ecológicas

As relações ecológicas são as interações que ocorrem entre os seres vivos dentro dos ecossistemas. Elas podem ser entre indivíduos da mesma espécie (intraespecífica) ou entre espécies diferentes (interespecíficas). E também podem ser benéficas (positivas) ou prejudiciais (negativas) para as partes envolvidas.

Cadeia alimentar

A cadeia alimentar representa as relações alimentares entre os organismos da biota. É através dos níveis tróficos da cadeia alimentar que é realizado o fluxo contínuo de energia e matéria.

Ciclos biogeoquímicos

Os ciclos biogeoquímicos representam o processo realizado entre energia e a matéria, que por sua vez se movimentam pelo ambiente de forma cíclica, fazendo assim a ciclagem dos nutrientes essenciais à manutenção da vida. Alguns exemplos dos ciclos biogeoquímicos são: ciclo do carbono, do nitrogênio, do oxigênio e da água.

6. ETOLOGIA

O que é Etologia?

A etologia é o ramo da Biologia que estuda o comportamento animal em seu ambiente natural ou em condições controladas. Essa área do conhecimento surgiu como um campo interdisciplinar que integra conceitos da Biologia, Psicologia, Ecologia e Neurociência, buscando compreender como os animais interagem entre si e com o meio ambiente.

O termo foi popularizado no século XX pelos trabalhos de cientistas como Konrad Lorenz, Nikolaas Tinbergen e Karl von Frisch, cujas pesquisas lançaram as bases da etologia moderna.

O que a Etologia estuda

A etologia investiga os comportamentos inatos e adquiridos dos animais, analisando tanto suas causas imediatas quanto suas funções evolutivas. Entre os principais temas estudados estão os instintos, os comportamentos sociais, os mecanismos de comunicação, as estratégias de reprodução, a organização de hierarquias e as formas de aprendizagem. A abordagem etológica

também considera os estímulos ambientais que desencadeiam determinadas respostas comportamentais, conhecidos como estímulos-chave, bem como os padrões fixos de ação que ocorrem após esses estímulos.

Comportamento inato e comportamento aprendido

Na etologia, distingue-se entre comportamentos inatos, que são geneticamente programados e presentes desde o nascimento, e comportamentos aprendidos, que resultam da experiência ao longo da vida do animal. Os comportamentos inatos são observados mesmo na ausência de experiências prévias, como a postura de ataque de um predador ou a migração sazonal de aves. Já os comportamentos aprendidos envolvem memória, imitação e adaptação, como ocorre com a manipulação de objetos por primatas ou a associação entre estímulos e recompensas.

Importância da Etologia

A etologia desempenha um papel essencial na compreensão da vida animal, oferecendo ferramentas para a conservação de espécies, o manejo da fauna, o bem-estar de animais em cativeiro e a formulação de políticas ambientais. O conhecimento etológico também contribui para a domesticação de animais e o aprimoramento de técnicas de treinamento. Em contextos acadêmicos, a etologia fornece subsídios para debates sobre cognição animal, evolução comportamental e as origens biológicas do comportamento humano.

Principais áreas de aplicação

A etologia é aplicada em diversos campos científicos e práticos. Na Biologia da Conservação, ela é utilizada para estudar o impacto da ação humana sobre o comportamento animal e propor soluções de mitigação. Na Zootecnia e Medicina Veterinária, contribui para a melhoria das condições de criação e manejo de animais domésticos e silvestres. Em programas de reintrodução de espécies na natureza, o conhecimento etológico permite avaliar se os indivíduos estão aptos a sobreviver em seu habitat natural.

A etologia também influencia a Psicologia Comparada, ao fornecer bases para a análise das semelhanças entre o comportamento humano e o animal.

Etologia humana

Embora a etologia tenha surgido com foco em animais não humanos, alguns pesquisadores passaram a estudar também o comportamento humano sob a ótica etológica. A etologia humana analisa comportamentos como a expressão facial, a linguagem corporal, o comportamento parental e as interações sociais, buscando compreender como esses padrões são influenciados por fatores evolutivos. Essa vertente se aproxima de áreas como a Psicologia Evolutiva, a Antropologia Biológica e as Neurociências.

Técnicas e métodos de estudo

Os etólogos utilizam diversos métodos para observar e registrar o comportamento animal. As observações podem ser realizadas em campo, onde os animais vivem em seu habitat natural, ou em ambientes controlados, como zoológicos e laboratórios. Entre as técnicas utilizadas estão a amostragem de comportamento, o registro contínuo de atividades, a construção de etogramas (catálogos comportamentais) e a aplicação de testes experimentais. Esses métodos permitem analisar padrões, comparar espécies e compreender as causas e consequências do comportamento.

7. BIOSSISTEMÁTICA

O que é um cladograma?

Cladogramas são diagramas ramificados que representam as relações de parentesco filogenético entre táxons (grupo de organismos reunidos com base em características compartilhadas). Os cladogramas se inserem dentro da sistemática filogenética ou cladística, uma abordagem da sistemática proposta com base na divulgação dos trabalhos de Willi Hennig, em 1966.

Na cladística, entende-se que a diversidade de seres vivos resulta de processos evolutivos, como a anagênese e a cladogênese. A anagênese é o processo pelo qual um caráter surge ou se modifica numa população ao longo do tempo, sendo responsável pelas novidades evolutivas.

A cladogênese refere-se às mudanças evolutivas de linhagens filogenéticas relacionadas a eventos de especiação (surgimento de duas ou mais espécies descendentes a partir de uma espécie ancestral), levando à diversificação evolutiva de uma linhagem.

A cladística propõe apenas o reconhecimento de grupos monofiléticos (grupo formado exclusivamente por uma espécie ancestral e todos os seus descendentes) como naturais, formando seus agrupamentos de táxons com base no reconhecimento de sinapomorfias (caracteres derivados compartilhados entre os táxons terminais que compõem).

Ela ainda utiliza a parcimônia como critério na escolha entre hipóteses que explicam as relações de parentesco filogenético entre os organismos. Segundo o critério da parcimônia, a explicação mais simples de relação filogenética entre os organismos é aquela que pressupõe o menor número de passos evolutivos, ou seja, minimizando as mudanças de estado dos caracteres ao longo da evolução.

Qual a função do cladograma?

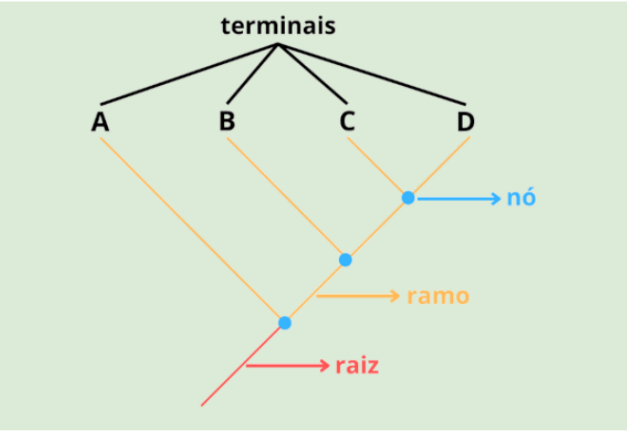
Cladogramas oferecem uma representação visual das relações evolutivas entre diversos grupos de organismos, proporcionando uma estrutura que facilita a organização e compreensão do conhecimento sobre a evolução. Esses diagramas não apenas simplificam a análise e comunicação de dados complexos como também permitem a identificação das características compartilhadas entre diferentes grupos ao incluí-las nos ramos do cladograma.

Os cladogramas destacam, ainda, os clados, que representam grupos de organismos unidos por um ancestral comum, contribuindo para a delimitação de táxons em vários níveis hierárquicos, como espécie, gênero, família e ordem. Essa abordagem visual é essencial para compreender a diversidade biológica e as interconexões evolutivas entre os seres vivos.

Quais são os elementos do cladograma?

O cladograma é composto por:

- terminais;
- ramos;
- nós;
- raiz.



Componentes de um claudograma. Fonte: Brasil Escola.

Os terminais representam as entidades de estudo, que podem ser um indivíduo, populações ou espécies. As linhas que saem dos terminais são os ramos. Os ramos se ligam uns aos outros por um nó. Eles conectam diretamente os terminais, bem como níveis mais abaixo.

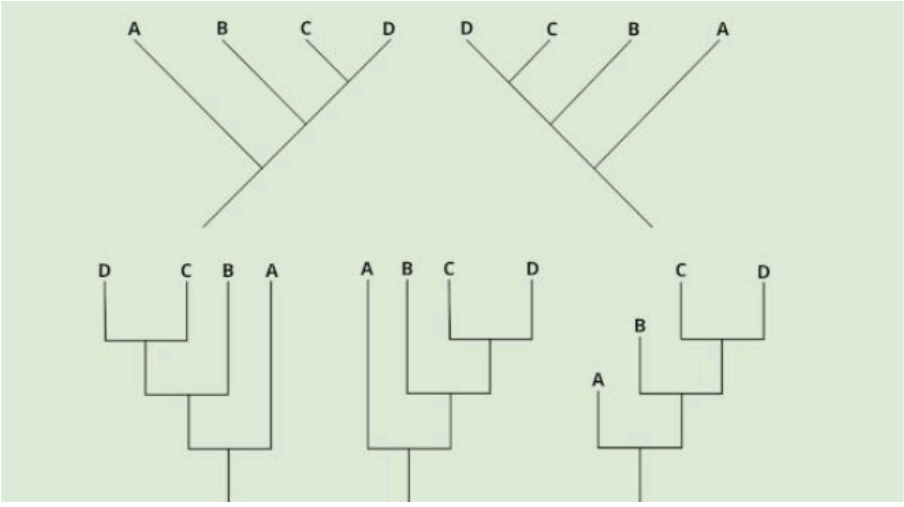
O nó representa o ancestral hipotético para cada agrupamento em que o evento de cladogênese ocorreu. O último nó designa a inserção da raiz, ponto em que um cladograma conecta-se ao restante da árvore da vida, e representa uma hipótese da linhagem mais antiga do grupo.

Importante: Os nós não representam fósseis. Um fóssil, quando encontrado, é um elemento conhecido na análise e será representado por um terminal utilizando uma convenção (geralmente uma adaga) para destacar que se trata de um táxon fóssil.

Como se lê um cladograma?

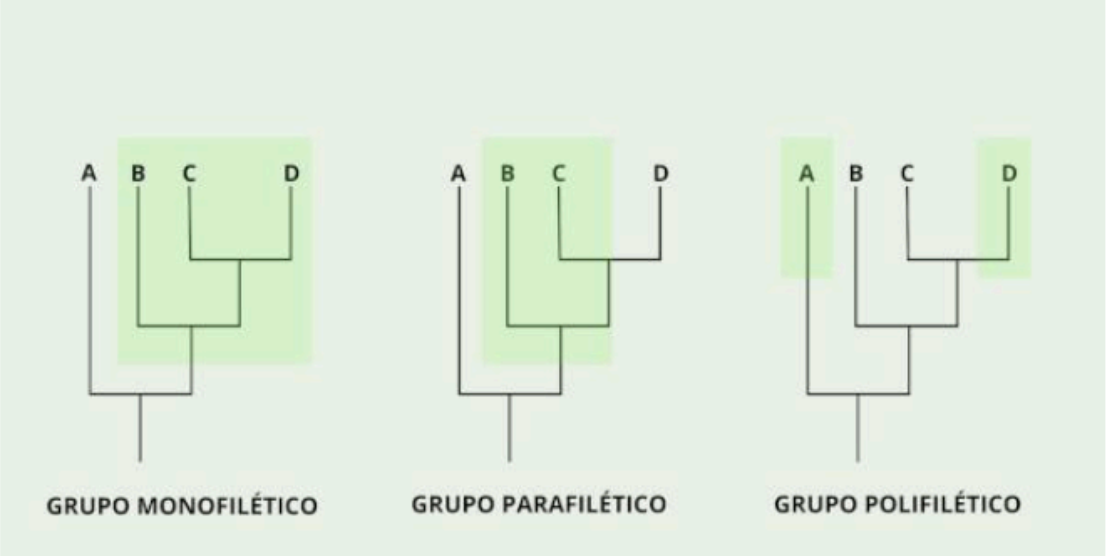
Em um cladograma, a maior proximidade de dois elementos em comparação a um terceiro é interpretada como um reflexo da história evolutiva desses táxons, e a eles se dá o nome de grupos-irmãos. As bifurcações no cladograma representam os pontos em que as linhagens se dividiram ao longo do tempo. A ordem de ramificação é representada pela raiz, como evento evolutivo mais antigo, em direção aos terminais, que representam os eventos recentes.

Os comprimentos dos ramos não representam unidades do tempo, ou seja, o comprimento de um ramo em relação a outro nos diz a mesma coisa. Além disso, os cladogramas podem ter representações estéticas diferentes, com ramos mais quadrados, por exemplo. É importante destacar que a inversão de um cladograma não altera as relações entre os táxons.



Todos os cladogramas dessa imagem apresentam a mesma história evolutiva. Fonte: Brasil Escola.

É possível observar a presença de três tipos de agrupamentos nas hipóteses representadas pelos cladogramas, apesar da cladística reconhecer apenas a existência de grupos monofiléticos:



Apenas o agrupamento monofilético é considerado natural. Fonte: Brasil Escola.

- **Grupo monofilético:** é um grupo considerado natural, sendo formado exclusivamente por uma espécie ancestral e todos os seus descendentes. Os grupos monofiléticos também são conhecidos como clados e são diagnosticáveis pela presença de sinapomorfias.
- **Grupo parafilético:** é grupo considerado artificial, pois é formado por uma espécie ancestral e parte de suas espécies descendentes, mas não todas. Ele é sustentado pela presença de plesiomorfias e a ausência de sinapomorfias.
- **Grupo polifilético:** é um grupo artificial formado por espécies descendentes de vários ancestrais.

CLASSIFICAÇÃO DOS SERES VIVOS

Archaea

O domínio *Archaea* é representado por organismos geralmente quimiotróficos e procariontes, que não possuem membrana nuclear. Muitos dos representantes são extremófilos, ou seja, organismos que são capazes de viver em condições extremas. Esses seres, normalmente, vivem

em ambientes como fontes termais e locais ricos em enxofre, extremamente quentes ou repletos de sal.

Por viverem em muitos locais consideráveis inabitáveis pela maioria dos seres vivos, alguns autores afirmam que os organismos do domínio *Archaea* estabelecem os limites da tolerância dos seres vivos às condições ambientais. Diante dessa particularidade, pesquisadores consideram o estudo desses micro-organismos essencial para se entender mais a respeito da origem da vida no planeta.

→ *Bacteria*

O domínio *Bacteria* abarca organismos unicelulares e procariontes que anteriormente eram classificados como eubactérias. Esse domínio engloba bactérias que causam doenças ao homem e também aquelas encontradas em ambientes como a água e o solo.

Considerando a classificação de Woese, extingue-se o Reino Monera, uma vez que os procariontes estão agora agrupados em dois domínios: *Archae* e *Bacteria.*

→ *Eukarya*

Nesse domínio são encontrados apenas organismos eucariontes, ou seja, que possuem núcleo delimitado por membrana nuclear. O domínio *Eukarya* engloba organismos unicelulares, como é o caso dos protozoários, ou multicelulares, como ocorre em animais, fungos e plantas.

REINOS

Reino da monera (ou reino Monera)

Engloba todos os seres unicelulares e procariontes, isto é, que não possuem núcleo individualizado por uma membrana na sua única célula; o material genético desses seres encontra-se disperso no citoplasma. São as bactérias e as cianofíceas (também chamadas de cianobactérias e de algas azuis);

Reino dos protistas (ou reino Protista)

É formado somente por seres unicelulares e eucariontes, isto é, que possuem núcleo individualizado por uma membrana. São os protozoários e as algas unicelulares eucariontes;

Reino dos fungos (ou reino Fungi)

Engloba seres vivos eucariontes, unicelulares ou pluricelulares e heterotróficos; as suas células possuem parede celular;

Reino das plantas ou dos vegetais (ou reino Plantae ou Metaphyta)

Engloba todas as plantas. Esses seres são pluricelulares, autotróficos e possuem tecidos especializados;

Reino dos animais (ou reino Animalia ou Metazoa)

Engloba todos os seres vivos pluricelulares, heterotróficos e com tecidos especializados. Suas células não possuem parede celular.

8. NOÇÕES DE FARMACOLOGIA

Farmacocinética

A farmacocinética, às vezes descrita como o que o corpo faz com o fármaco, refere-se ao movimento do fármaco dentro, através e fora do corpo — o tempo de evolução de sua absorção, biodisponibilidade, distribuição, biotransformação e excreção. A farmacodinâmica, descrita como o que o fármaco faz para o corpo, envolve ligações a receptores, efeito pós-receptor e interações químicas.

A farmacocinética de um fármaco determina o início, a duração e a intensidade de seu efeito. Depende de fatores relacionados com o paciente, bem como de suas propriedades químicas. Alguns fatores relacionados ao paciente (p. ex., função renal, constituição genética, sexo e idade) podem ser utilizados para prever os parâmetros farmacocinéticos em populações. Por exemplo, a meia-vida de alguns fármacos, em especial os que exigem biotransformação e excreção, pode ser notavelmente longa no idoso.

Outros fatores estão relacionados com a fisiologia individual. Os efeitos de alguns fatores individuais (p. ex., insuficiência renal, obesidade, insuficiência hepática e desidratação) podem ser razoavelmente previsíveis, mas outros fatores são idiossincrásicos e, assim, têm efeitos imprevisíveis. Em decorrência de diferenças individuais, a administração dos fármacos deve basear-se na necessidade de cada paciente — tradicionalmente, ela é feita pelo ajuste empírico da dose até que se alcance o objetivo terapêutico. Essa abordagem é, com frequência, inadequada, pois pode retardar a resposta ótima ou resultar em efeitos adversos.

O conhecimento dos princípios farmacocinéticos ajuda os médicos a ajustar a posologia com

mais precisão e rapidez. A aplicação dos princípios farmacocinéticos para individualizar a farmacoterapia é denominada de monitoramento de medicamentos terapêuticos.

Neurotransmissão: os sistemas nervosos autônomo e somático motor

Um neurônio gera e propaga um potencial de ação pelo seu axônio e, em seguida, transmite esse sinal por uma sinapse pela liberação de neurotransmissores que disparam uma reação em outro neurônio ou em uma célula efetora (p. ex., células musculares e a maioria das células exócrinas e endócrinas). Neurotransmissores possibilitam que os neurônios se comuniquem. Neurotransmissores que são liberados de um neurônio pré-sináptico ligam-se a receptores em um neurônio pós-sináptico. O sinal pode estimular ou inibir a célula que o recebe, dependendo do neurotransmissor e da célula receptora envolvida. Medicamentos e distúrbios médicos podem afetar a comunicação entre os neurônios modulando vários componentes do processo de neurotransmissão, incluindo

Produção, liberação, recaptação e degradação de neurotransmissores

Às vezes, os sinais entre os neurônios ocorrem na direção inversa (chamada neurotransmissão retrógrada). Nesses casos, os dendritos (ramos receptores de um neurônio) dos neurônios pós-sinápticos liberam neurotransmissores que afetam receptores nos neurônios pré-sinápticos. A transmissão retrógrada pode impedir que os neurônios pré-sinápticos liberem neurotransmissores adicionais e ajudem a controlar o nível de atividade e comunicação entre os neurônios.

Um neurônio recebe simultaneamente vários impulsos — excitatórios e inibitórios — de outros neurônios e os integra em vários padrões de descarga.

Propagação

A propagação de um potencial de ação ao longo de um axônio é elétrica, causada pela troca de íons de sódio e potássio através da membrana axônica. Um neurônio específico gera um potencial de ação idêntico após cada

estímulo, conduzindo-o em velocidade constante pelo axônio. A velocidade depende do diâmetro axonal e do grau de mielinização, variando de 1 a 4 m/s em fibras não mielinizadas pequenas até 75 m/s em fibras mielinizadas grandes. A velocidade de propagação é maior em fibras mielínicas porque a bainha de mielina possui intervalos regulares (nodos de Ranvier) nos quais o axônio fica exposto. O impulso elétrico passa de um nodo a outro "saltando" a região mielinizada do axônio. Em consequência, os distúrbios que alteram a bainha de mielina (p. ex., esclerose múltipla, síndrome de Guillain-Barré) interferem na propagação do impulso, causando vários sintomas neurológicos.

Transmissão

A transmissão do impulso é química, causada pela liberação de neurotransmissores específicos a partir da terminação nervosa (terminal). Os neurotransmissores difundem-se pela fenda sináptica e ligam-se momentaneamente a receptores específicos do neurônio ou da célula efetora adjacente. Dependendo do receptor, a resposta pode ser excitatória ou inibitória.

Em geral, os neurônios não entram em contato um com o outro; em vez disso, eles se comunicam por meio da transmissão dos neurotransmissores nas sinapses. Outro tipo de sinapse, a sinapse elétrica, não envolve neurotransmissores; canais iônicos conectam diretamente os citoplasmas dos neurônios pré e pós-sinápticos. Esse é o tipo mais rápido de transmissão.

Neurotransmissores, sintetizados no corpo da célula nervosa, são armazenados em vesículas no terminal nervoso (ver figura Neurotransmissão). A quantidade presente em uma vesícula (em geral vários milhares de moléculas) é um quantum. Um potencial de ação da membrana que chega à terminação nervosa provoca a abertura dos canais de cálcio; o influxo de cálcio desencadeia a liberação das moléculas de neurotransmissor armazenadas nas vesículas por meio da fusão da membrana vesicular com a membrana da terminação nervosa. A fusão de membranas causa o aparecimento de uma abertura pela qual as moléculas são expelidas para a fenda sináptica por exocitose.

Sinais excitatórios e inibitórios

A reação desencadeada pela liberação de neurotransmissores pode excitar (ativar) o neurônio

pós-sináptico ou inibir (bloquear) a atividade do neurônio pós-sináptico. Neurônios pós-sinápticos recebem múltiplos neurotransmissores e sinais elétricos e, ao final, somam essas entradas. Se mais sinais excitatórios são recebidos, o neurônio dispara; se a soma dos sinais for inibitória, o neurônio não dispara e não influencia a atividade de outros neurônios. Esse acréscimo de respostas é chamada soma.

Outras formas de soma são

- Somação espacial: múltiplos impulsos recebidos em diferentes locais do neurônio são somados
- Soma temporal: impulsos recebidos em um curto período de tempo são então somados.

Receptores

Os receptores de neurotransmissores são complexos proteicos dispostos através da membrana celular. Sua natureza determina se um neurotransmissor é excitatório ou inibitório. Receptores continuamente estimulados por neurotransmissores ou fármacos tornam-se dessensibilizados (downregulated); aqueles que não são estimulados por seus neurotransmissores ou são cronicamente bloqueados por fármacos tornam-se hipersensíveis (upregulated). A dessensibilização e a hipersensibilização dos receptores influenciam fortemente o desenvolvimento de tolerância e dependência física. Correlatos clínicos desse conceito:

No transplante de órgãos ou tecidos, a denervação priva os receptores de seus neurotransmissores; como resultado, os órgãos transplantados podem se tornar excessivamente sensíveis à estimulação neural. Na medicina da dependência química, os sintomas de abstinência podem ser explicados, ao menos em parte, por um fenômeno de rebote decorrente da alteração de afinidade ou densidade dos receptores.

A maioria dos neurotransmissores interage principalmente com receptores pós-sinápticos, mas alguns receptores estão localizados em neurônios pré-sinápticos, proporcionando o controle preciso da liberação de neurotransmissores.

Glutamato e aspartato

Os aminoácidos glutamato e aspartato são os principais neurotransmissores excitatórios no SNC e podem contribuir para a tolerância ao tratamento com opioides e mediar a hiperalgesia. Estão presentes no córtex cerebral, cerebelo e medula espinal. Em neurônios, a síntese de óxido nítrico aumenta em resposta ao glutamato. O glutamato em excesso pode ser tóxico, causando aumento de cálcio intracelular, radicais livres e atividade da proteinase.

Classificam-se os receptores de glutamato (estimulados pelo glutamato e menos fortemente pelo aspartato) como receptores de NMetilDAspartato e receptores não NMDA. A PCP (também conhecida como "pó de anjo") e a memantina (utilizada no tratamento da doença de Alzheimer) ligam-se a receptores NMDA.

Ácido gama-aminobutírico

O ácido gama-aminobutírico (GABA), um aminoácido derivado do glutamato, é o principal neurotransmissor inibitório no cérebro. Após interação com o seu receptor, o GABA é recaptado ativamente para o interior da terminação nervosa e metabolizado. A glicina, com ação similar ao GABA, ocorre principalmente nos interneurônios (células de Renshaw) da medula espinal e nos circuitos que relaxam os músculos agonistas.

Os receptores de GABA são classificados como GABAA (ativam canais de cloro) e GABAB (potencializam a formação de AMPc). Os receptores GABA-A são o local de ação de vários fármacos neuroativos, incluindo benzodiazepinas, barbitúricos, picrotoxina e muscimol. O álcool também se liga aos receptores GABA-A. Os receptores GABA-B são ativados pelo baclofeno, utilizado para tratar espasmos musculares.

Serotonina

A serotonina (5-hidroxitriptamina, ou 5-HT) é produzida pelos núcleos da rafe e neurônios da linha mediana da ponte e da parte superior do tronco encefálico, e é sintetizada a partir do triptofano. Os níveis de serotonina são controlados pela captação de triptofano e pela MAO intraneuronal que degrada a serotonina. Finalmente, a serotonina é excretada na urina como ácido 5-hidroxi-indoacético, ou 5-HIAA.

Receptores serotoninérgicos (5-HT, com pelo menos 15 subtipos) são classificados como 5-HT1 (com 4 subtipos), 5-HT2 e 5-HT3. Os agonistas seletivos do receptor de serotonina (p. ex., sumatriptana) podem cessar a enxaquecas. Os inibidores seletivos da recaptação de serotonina (ISRSs) também podem ser utilizados para tratar vários transtornos de saúde mental (p. ex., depressão, ansiedade, transtorno obsessivo-compulsivo, transtorno de estresse pós-traumático).

Acetilcolina

A acetilcolina é o principal neurotransmissor dos neurônios motores bulboespinais, fibras pré-ganglionares autônomas, fibras pós-ganglionares colinérgicas (parassimpáticas) e muitos outros neurônios do sistema nervoso central (p. ex., nos gânglios da base e no córtex motor). É sintetizada a partir da colina e da acetil coenzima A pela colina acetiltransferase, e sua ação é rapidamente terminada pela acetilcolinesterase. Os níveis de acetilcolina são regulados pela colina acetiltransferase e pela captação de colina. Os níveis desse neurotransmissor são mais baixos em pacientes com doença de Alzheimer.

Os receptores colinérgicos são classificados como nicotínicos N1 (na medula adrenal e nos gânglios autonômicos) ou N2 (no músculo esquelético) ou muscarínicos M1 a M5 (amplamente distribuídos no SNC). O receptor M1 está presente no sistema nervoso autônomo, corpo estriado, córtex cerebral e hipocampo; o receptor M2 no sistema nervoso autônomo, coração, musculatura lisa do intestino, ponte, bulbo e cerebelo.

Dopamina

A dopamina interage com alguns receptores em algumas fibras nervosas periféricas e muitos neurônios centrais (p. ex., na substância negra, mesencéfalo, área tegmentar ventral e hipotálamo). A dopamina é sintetizada a partir do aminoácido tirosina. Após a liberação e a interação com os receptores, a dopamina é bombeada ativamente (recaptada) de volta à terminação nervosa. A tirosina hidroxilase e a MAO (que decompõem a dopamina) regulam os níveis de dopamina nas terminações nervosas.

Os receptores dopaminérgicos são classificados como D1 a D5. Os receptores D3 e D4 atuam no controle do pensamento (limitando os sintomas negativos da esquizofrenia); a ativação do receptor D2 controla o sistema extrapiramidal. Entretanto, a afinidade do receptor não prediz a resposta funcional (atividade intrínseca). Por exemplo, ropinirol, que tem alta afinidade com o receptor D3, tem atividade intrínseca por meio da ativação dos receptores D2.

Noradrenalina

A noradrenalina é o neurotransmissor da maioria das fibras simpáticas pós-ganglionares e de muitos neurônios centrais (p. ex., no lócus cerúleo e no hipotálamo). O precursor tirosina é convertido em dopamina, que é hidroxilada pela dopamina beta-hidroxilase em noradrenalina. Após liberação e interação com receptores, uma parte da noradrenalina é degradada pela COMT e o restante é recaptado pela terminação nervosa, onde é degradada pela MAO. A tirosina hidroxilase, a dopamina beta-hidroxilase e a MAO regulam os níveis intraneuronais de noradrenalina.

Os receptores adrenérgicos são classificados como alfa-1 (pós-sinápticos no sistema simpático), alfa-2 (pré-sinápticos no sistema simpático e pós-sinápticos no encéfalo), beta-1 (no coração) e beta-2 (em outras estruturas inervadas pelo sistema simpático).

Endorfinas e encefalinas

Endorfinas e encefalinas são opioides.

As endorfinas são polipeptídeos grandes que ativam muitos neurônios centrais (p. ex., no hipotálamo, na amígdala, no tálamo e no lócus cerúleo). O corpo celular contém um polipeptídeo extenso denominado pró-opiomelanocortina, o precursor de alfa, beta e gama-endorfinas. A pró-opiomelanocortina é transportada distalmente pelo axônio e clivada em fragmentos; uma é a beta-endorfina, presente em neurônios que se projetam para a substância cinzenta central (periaqueductal) do mesencéfalo, estruturas límbicas e principais neurônios catecolaminérgicos do encéfalo. Após liberação e interação com receptores, a beta-endorfina é hidrolisada por peptidases.

Encefalinas incluem a met-encefalina e a leu-encefalina, que são pequenos peptídeos presentes em muitos neurônios centrais (p. ex., no globo pálido, tálamo, núcleo caudado e na substância cinzenta central). A proencefalina, seu precursor, é formada no corpo celular e, em seguida, é clivada por peptidases específicas em peptídeos ativos. Essas substâncias também estão presentes na medula espinal, onde atuam como neuromoduladores dos sinais de dor.

Os neurotransmissores desses sinais, no corno posterior da medula espinal, são o glutamato e a substância P. As encefalinas diminuem a quantidade dos neurotransmissores liberados e hiperpolarizam (tornam mais negativa) a membrana pós-sináptica, reduzindo a geração dos potenciais de ação e percepção de dor no giro pós-central. Após liberação, as encefalinas são hidrolisadas em peptídeos menores inativos e aminoácidos. A inativação rápida impede que essas substâncias sejam clinicamente úteis. Por outro lado, moléculas mais estáveis (p. ex., morfina) são utilizadas como analgésicos.

Os receptores de endorfina-encefalina (opioides) são classificados como mu-1 e mu-2 (afetam a integração sensorimotora e a analgesia), delta-1 e delta-2 (afetam a integração motora, a função cognitiva e a analgesia) e kappa-1,
kappa-2 e kappa-3 (afetam a regulação do balanço hídrico, a analgesia e a ingestão de alimentos). Novos dados sugerem a presença de uma quantidade muito maior de subtipos de receptores, com implicações farmacológicas.

Outros neurotransmissores

As dinorfinas são um grupo de 7 peptídeos com sequências similares de aminoácidos. São opioides, como as encefalinas.

O peptídeo substância P modula a resposta neural à dor e ao humor e ocorre em neurônios centrais (na habênula, substância negra, gânglios basais, medula e hipotálamo). Também está altamente concentrado nos gânglios da raiz dorsal. Sua liberação é disparada por estímulos dolorosos intensos. A substância P também modula náuseas e vômitos por meio da ativação de receptores NK1A localizados no tronco encefálico.

O óxido nítrico (NO), um gás lábil que medeia muitos processos neuronais, é gerado a partir de arginina pela NO sintetase. Os neurotransmissores que aumentam o cálcio intracelular (p. ex., substância P, glutamato, acetilcolina) estimulam a síntese de óxido nítrico em neurônios que expressam a óxido nítrico sintetase. O NO pode ser um mensageiro intracelular e postula-se que modula certas respostas pré e pós-sinápticas por difusão de uma célula para outra. Ele pode

aumentar a neurotoxicidade do glutamato mediada pelo receptor NMDA (p. ex., na doença de Parkinson, no acidente vascular cerebral ou na doença de Alzheimer). O NO afeta outros neurotransmissores (p. ex., GABA e acetilcolina) alterando o influxo de cálcio nas células para aumentar a liberação de outros neurotransmissores.

Neurotransmissores gasosos adicionais incluem o monóxido de carbono (CO) e o sulfeto de hidrogênio (H2S). Esses transmissores são produzidos nas células em todo o corpo (incluindo o encéfalo). O CO endógeno é produzido a partir do metabolismo do heme e pode atuar nos processos que envolvem a produção de febre, inflamação, sobrevivência celular e controle da dilatação dos vasos sanguíneos. Várias enzimas estão envolvidas na produção de H2S, que se acredita ser necessário para o encéfalo formar e reter memórias.

Substâncias com funções não tão bem estabelecidas em neurotransmissão incluem histamina, vasopressina, peptídeo intestinal vasoativo, carnosina, bradicinina, colecistocinina, bombesina, somatostatina, fator liberador de corticotropina, neurotensina e, possivelmente, adenosina.

Endocanabinoides são neurotransmissores endógenos à base de lipídios que modulam as funções encefálicas, endócrinas e do sistema imunitário.

Noções de anestésicos

Anestesia é definida como a perda da função sensitiva. Desse modo, os anestésicos são fármacos capazes de bloquear as capacidades sensitivas do organismo, sendo utilizados no alívio da dor e bloqueio de outras funções sensitivas para realização de procedimentos médicos invasivos, tais como cirurgias e alguns exames (Ex: endoscopia).De maneira geral, os anestésicos são divididos em anestésicos gerais e anestésicos locais, que se diferem principalmente pela capacidade de induzir ou não perda da consciência.

Os anestésicos gerais são amplamente utilizados nos procedimentos em que se necessita retirar os reflexos do paciente, além de promover diminuição da dor e desconforto, levando a perda momentânea da consciência.Já os anestésicos locais não provocam alterações no nível de consciência do paciente e são utilizados em procedimentos menores. Outros fatores diferem entre esses dois grupos, como mecanismo de ação e efeitos colaterais, que serão abordados detalhadamente nos próximos tópicos.

Anestésicos gerais

Os anestésicos gerais são utilizados quando se deseja provocar depressão global do sistema nervoso central (SNC), levando a perda da percepção e resposta aos estímulos externos, cursando com perda da consciência, amnésia anterógrada, analgesia, inibição dos reflexos autônomos e relaxamento da musculatura esquelética.A anestesia geral pode ser feita por via venosa ou inalatória e conta com o auxílio de fármacos coadjuvantes, chamados de pré-anestésicos, que servem para abolir a dor, gerar sedação, proteger as vias aéreas, bloquear os reflexos vagais e reduzir o metabolismo. As classes de medicamentos utilizados como pré-anestésicos são:

- Anticolinérgicos: esses bloqueadores muscarínicos são utilizados para proteger o coração de uma possível parada durante o processo de indução anestésica.
- Antieméticos: inibem a náusea e o vômito durante a anestesia e no período pós-anestésico.
- Anti-histamínicos: evitam a ocorrência de reação alérgica e auxiliam na sedação, diminuindo a quantidade de anestésico a ser administrado.
- Ansiolíticos e/ou hipnóticos: aqui são utilizados principalmente os benzodiazepínicos e os barbitúricos. Os barbitúricos ajudam na velocidade da sedação, temos como principal exemplo o Tiopental, fármaco bastante eficaz neste processo, capaz de tornar desnecessária a fase excitatória da anestesia. Já os benzodiazepínicos são utilizados normalmente 24 horas antes da anestesia, com o objetivo de controle da ansiedade do paciente.
- Relaxantes musculares: são utilizados para evitar os reflexos autônomos durante a indução e também para facilitar a intubação. Opioides também podem ser utilizadas para controle dos reflexos autonômicos, bem como para auxílio na analgesia.

Anestésicos locais

Os Anestésicos Locais são bases fracas de diferentes estruturas químicas capazes de bloquear reversivelmente a condução do estímulo nervoso em tecidos eletricamente excitáveis. Seu uso é importante para a produção de analgesia e anestesia, interrompendo a transmissão de impulso nervoso sensitivo, motor, proprioceptivo e autonômico, através das fibras nervosas. A grande maioria dos Anestésicos Locais (AL) são fabricados a partir de um anel benzeno aromático

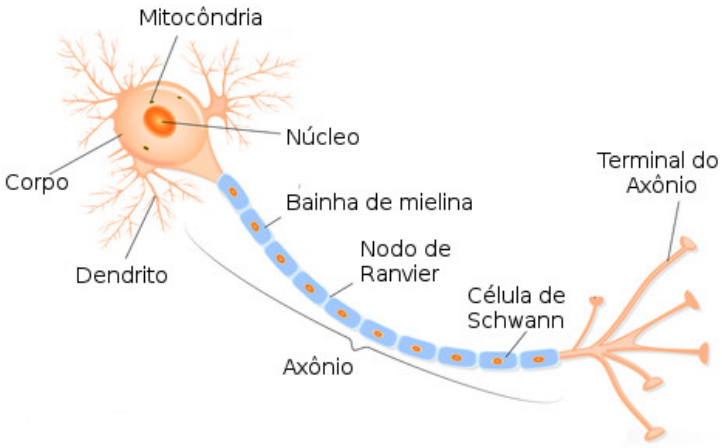
lipofílico, conectado a uma amina (hidrofílica) terciária ou quaternária, a uma cadeia polar intermediária, podendo esta ser um grupamento amida ou uma porção de éster.

Possuem diferentes características físico-químicas que determinam seu uso clínico, como a potência, o início e a duração de sua atividade anestésica, além de seu grau de toxicidade para o organismo, que pode ser sistêmico, em decorrência de uma injeção intravascular ou intratecal acidental, administração de doses excessivas, ou até mesmo um efeito cardiotóxico, com ação depressora sobre a atividade mecânica do miocárdio.

Clinicamente são utilizados para anestesia e analgesia regionais, anestesia regional intravenosa, bloqueio de nervos periféricos, tópico e bloqueio de resposta à intubação traqueal. Novos anestésicos estão sendo estudados e aplicados à prática clínica, entre eles a Ropivacaína, pertencente ao grupo amino-amida, estruturalmente semelhante a Bupivacaína mas com diferentes propriedades físico-químicas, como uma menor lipossolubilidade e uma meia-vida mais curta.

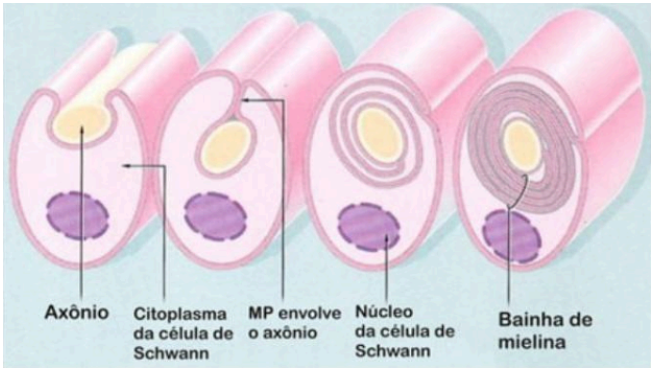
Neurônios – Células do tecido nervoso

Os neurônios são células responsáveis pela recepção e transmissão de um estímulo nervoso, contando com duas propriedades: a excitabilidade e a condutibilidade. São compostos pelo corpo celular ou pericário, dendritos e axônios (local de ação dos anestésicos locais) e classificados de acordo com sua função em aferentes (sensoriais), eferentes (motores) e em interneurônios.No tecido nervoso, outras estruturas também são essenciais para a sua função, as Células da Glia, responsáveis por envolver e nutrir os neurônios, sendo elas os Astrócitos, Oligodendrócitos (responsáveis pela produção das bainhas de mielina que servem de isolantes elétricos para os neurônios do SNC), a Micróglia e as Células de Schwann (possuem a mesma função dos oligodendrócitos, porém localizadas no SNP).



Estruturas de um neurônio. Fonte: InfoEscola.

As células de Schwann formam uma bainha de mielina em torno de um segmento de um único axônio do sistema nervoso periférico (SNP) e atuam como isolante elétrico, contribuindo para o aumento da velocidade de propagação do impulso nervoso ao longo do axônio, porém não de maneira contínua pois entre uma célula de Schwann e outra existe uma região de descontinuidade da bainha, o nódulo de Ranvier.Os AL agem justamente nos axônios das fibras nervosas revestidas ou não por mielina, sendo estas classificadas de acordo com seu tamanho, a velocidade de condução e a sua função.



Bainha de mielina e a condução do estímulo nervoso. Fonte: Só Biologia.

Diuréticos

Diuréticos ajudam o organismo a eliminar o excesso de líquidos, estimulando os rins a produzir mais urina. Verificará que sente vontade de urinar com maior frequência quando os toma, mas não deverá preocupar-se. Poderá ter de planear as suas viagens em conformidade com o horário

dos medicamentos ou por vezes, é possível alterar a hora que toma os comprimidos. Fale com o seu médico sobre isso. A eliminação do excesso de líquidos deverá facilitar o processo ao coração, tendo em conta que existe menos líquido para bombear no organismo. Isto deverá aliviar a congestão pulmonar, facilitando a respiração. Inchaço (Edema) nas pernas e noutras partes do corpo também deverá desaparecer. Isto poderá resultar na perda de peso.

Quais são os benefícios esperados?

Os diuréticos aliviarão os sintomas da insuficiência cardíaca e, em particular, reduzirão a falta de ar e o inchaço causado pela retenção de líquidos.

Efeitos secundários:

A utilização de diuréticos a longo prazo pode causar a perda de potássio, um sal que é necessário para o organismo funcionar corretamente. É por isso que o seu médico monitorizará os seus níveis de potássio através de análises ao sangue regulares e poderá aconselhá-lo a consumir mais alimentos que contêm potássio. Os diuréticos também poderão fazer com que tenha vontade de urinar com mais frequência. Se tomar doses muito elevadas de diuréticos, poderá ficar desidratado e sentir tonturas.

Drogaria e abuso de drogas

O termo “narcótico” é usado com frequência nas discussões sobre substâncias controladas e uso de drogas. Esse termo diz respeito a drogas que causam a perda de sensibilidade, uma sensação de dormência e sonolência, especificamente os opioides (drogas que se ligam aos receptores de opiáceos nas células). No entanto, o termo “narcóticos” também é usado em um sentido mais amplo (porém tecnicamente impreciso), para incluir toda droga ilícita ou usada sem uma finalidade legítima.

De modo geral, os transtornos por uso de substâncias envolvem padrões de comportamento em que as pessoas continuam a usar a substância apesar dos problemas causados pelo seu uso. Manifestações fisiológicas, inclusive alterações nos circuitos cerebrais, também podem ocorrer. O termo “transtorno por uso de substâncias” é mais exato, claramente definido e tem menos

conotações negativas que “vício”, “abuso” ou “dependência”.

Histamina e Bradicinina

Bradicinina

A bradicinina desempenha um papel importante na inflamação. A bradicinina, juntamente com as prostaglandinas e a histamina, são mediadores da vasodilatação, na qual o músculo liso arteriolar relaxa e, por sua vez, aumenta o fluxo sanguíneo. Esse aumento do fluxo sanguíneo causa o rubor (vermelhidão) e o calor (aquecimento), componentes do processo inflamatório. A bradicinina, juntamente com a prostaglandina E2 (PGE2), também desempenha um papel na sensibilização das terminações nervosas sensoriais, o que causa a dor, componente do processo inflamatório. Assim, no processo inflamatório, a bradicinina causa um aumento na vasodilatação, um aumento na permeabilidade e um aumento na dor.

Histamina

A histamina normalmente não desempenha um papel significativo na regulação do fluxo sanguíneo e da função microvascular. No entanto, durante lesões teciduais, inflamações e respostas alérgicas, os mastócitos presentes no tecido podem liberar grandes quantidades de histamina, que podem ter efeitos vasculares pronunciados. A histamina, ao se ligar aos receptores vasculares H1 e H2 , causa vasodilatação arteriolar, vasoconstrição venosa em alguns leitos vasculares e aumento da permeabilidade capilar . Esses efeitos aumentam o fluxo sanguíneo local e causam edema tecidual.

Anti- inflamatórios e Antipiréticos

Anti- inflamatórios

A principal função dos anti-inflamatórios é combater as inflamações, mas eles também podem aliviar dores e febre, funcionando como analgésicos e antitérmicos. Uma inflamação é uma reação do organismo diante de uma agressão, seja ela um corte ou uma pancada, causando vermelhidão, inchaço, dor e aumento da temperatura do local afetado. As inflamações também podem surgir devido à ação exacerbada do sistema imunológico, como acontece nas alergias e nas doenças autoimunes.

Anti-inflamatórios não esteroides (AINEs)

Os AINEs são mais utilizados para o alívio de dores leves a moderadas, como: dor de garganta; dor nas costas; dor de dente; tendinite; bursite; artrite; gota.

Anti-inflamatórios corticoides

Já os anti-inflamatórios corticoides são utilizados principalmente para tratar: Alergias - urticária, rinite alérgica, asma alérgica; Doenças autoimunes - lúpus, artrite reumatoide, queloides; Doenças crônicas - bronquite, hepatite, artrite. Além disso, eles são utilizados para evitar rejeição em transplantes de órgãos. Os dois tipos de anti-inflamatórios podem causar efeitos colaterais bastante graves se não forem utilizados corretamente, por isso seu uso deve ser acompanhado pelo médico.

Antipiréticos

Também conhecidos como antipiréticos, os antitérmicos são utilizados para combater a febre ao inibir o mecanismo que eleva a temperatura corporal. É importante saber que a febre é um sintoma de outras condições, como infecções, alergias, distúrbios hormonais ou emocionais, tumores, entre outras. Dessa forma, os antitérmicos não combatem a verdadeira causa do problema, apenas reduzem a temperatura corporal e o mal-estar associados a diversas doenças.

Princípios gerais do tratamento antimicrobiano

Os agentes antimicrobianos estão entre os medicamentos terapêuticos mais utilizados em todo o mundo, e muitas vezes de forma inadequada. Considerações importantes na prescrição de terapia antimicrobiana incluem a obtenção de um diagnóstico preciso da infecção; a compreensão da diferença entre terapia empírica e definitiva; a identificação de oportunidades para a transição para agentes orais de espectro restrito e custo-efetivos, pelo menor período necessário; a compreensão das características peculiares dos agentes antimicrobianos (como farmacodinâmica e eficácia no local da infecção); a consideração das características do hospedeiro que influenciam a atividade antimicrobiana; e, por sua vez, o reconhecimento dos efeitos adversos dos agentes antimicrobianos no hospedeiro.

Obtenção de um diagnóstico preciso de doenças infecciosas

O diagnóstico de doença infecciosa é obtido determinando-se o local da infecção, definindo o hospedeiro (por exemplo, imunocomprometido, diabético, idoso) e estabelecendo, quando possível, um diagnóstico microbiológico. É crucial isolar o patógeno específico em muitas infecções graves e potencialmente fatais, especialmente em situações que provavelmente exigirão terapia prolongada (por exemplo, endocardite, artrite séptica, infecção do espaço discal e meningite).

Momento de início da terapia antimicrobiana

O momento de início da terapia deve ser guiado pela urgência da situação. Em pacientes criticamente enfermos, como aqueles em choque séptico, pacientes neutropênicos febris e pacientes com meningite bacteriana, a terapia empírica deve ser iniciada imediatamente após ou concomitantemente à coleta de amostras para diagnóstico. Em circunstâncias clínicas mais estáveis, a terapia antimicrobiana deve ser deliberadamente adiada até que as amostras apropriadas sejam coletadas e enviadas ao laboratório de microbiologia. Exemplos importantes desse princípio são a endocardite bacteriana subaguda e a osteomielite/discite vertebral.

Antibióticos

Antibióticos são medicamentos usados para tratar infecções bacterianas. Eles não são eficazes contra infecções virais e a maioria das demais infecções. Os antibióticos destroem as bactérias ou detêm a sua reprodução, tornando mais fácil para as defesas naturais do organismo eliminá-los. Os médicos tentam usar antibióticos para infecções bacterianas específicas, mas às vezes começam com antibióticos que podem tratar muitas bactérias diferentes enquanto esperam os resultados de exames que identificam a bactéria específica.

Tomar os antibióticos conforme receitados é importante, e os antibióticos devem ser tomados na dose, frequência e número de dias que são mais eficazes para tratar uma infecção específica. As bactérias podem desenvolver resistência aos efeitos dos antibióticos, especialmente se não forem tomados conforme as instruções. Os antibióticos podem ter reações adversas, tais como distúrbios gástricos, diarreia e, nas mulheres, infecções vaginais por levedura.

Algumas pessoas são alérgicas a certos antibióticos. Os antibióticos estão agrupados em classes, dependendo de sua estrutura química. Entretanto, os antibióticos incluídos em cada classe frequentemente afetam o organismo de maneira diferente e podem ser eficazes contra

bactérias diferentes.

Carbapenéns, cefalosporinas, monobactans e penicilinas são subclasses de antibióticos betalactâmicos. Os antibióticos betalactâmicos são uma classe de antibióticos caracterizada por uma estrutura química denominada anel betalactâmico. Outros antibióticos que não se enquadram nas classes listadas acima incluem cloranfenicol, clindamicina, daptomicina, fosfomicina, lefamulina, metronidazol, mupirocina, nitrofurantoína e tigeciclina.

Agentes antivirais, anti retrovirais e tratamento do HIV

O tratamento com medicamentos contra o HIV é chamado de terapia antirretroviral (TARV) . A TARV é recomendada para todas as pessoas com HIV, e o ideal é que elas iniciem o tratamento o mais cedo possível após o diagnóstico. Quem faz TARV toma uma combinação de medicamentos contra o HIV (chamada de esquema terapêutico) diariamente ou de acordo com um cronograma (injeções).

O regime inicial de tratamento do HIV geralmente inclui três medicamentos antirretrovirais de pelo menos duas classes diferentes . Em muitos casos, diferentes medicamentos orais podem ser combinados em um único comprimido ou cápsula. Algumas pessoas são elegíveis para receber medicamentos de ação prolongada mais recentes na forma de injeções. Para mais informações, consulte a ficha informativa sobre medicamentos de ação prolongada para o HIV.

Anticoagulantes

Os anticoagulantes são medicamentos que impedem a formação de coágulos sanguíneos . Isso reduz o risco de problemas de saúde causados por coágulos, como ataques cardíacos , derrames , trombose e embolia. O termo comumente usado "anticoagulantes" pode ser enganoso, pois esses medicamentos não tornam o sangue mais fino.

Os anticoagulantes não impedem completamente a coagulação do sangue. Caso contrário, as pessoas morreriam de hemorragia quando se cortassem. Em vez disso, o sangramento demora mais a parar. Por esse motivo, o sangramento é um dos principais efeitos colaterais dos anticoagulantes. Mas existem muitas coisas que você pode fazer para diminuir o risco de sangramento.

Antiplaquetários

São indicados principalmente para pessoas que sofreram um ataque cardíaco ou um acidente

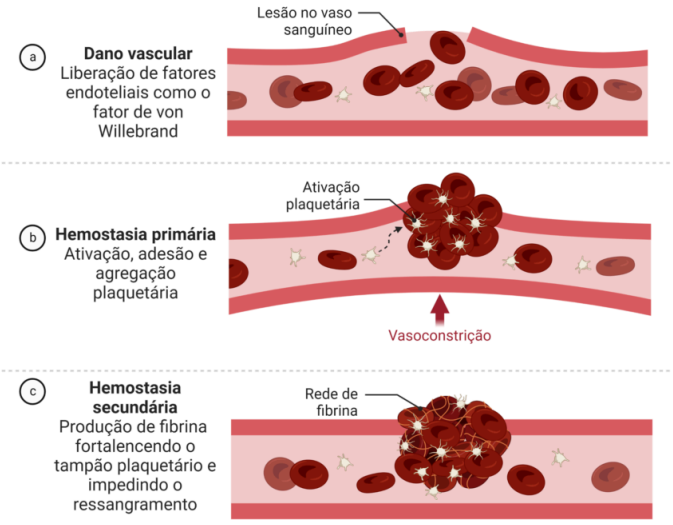
vascular cerebral (AVC) devido àarteriosclerose (estreitamento dos vasos sanguíneos). O antiplaquetário mais comumente usado é o ácido acetilsalicílico (o princípio ativo de medicamentos como a aspirina). Os antiplaquetários são administrados em comprimidos.

Anticoagulantes orais

São muito mais eficazes do que os antiplaquetários. Exemplos incluem antagonistas da vitamina K e anticoagulantes orais diretos (AODs). Esses medicamentos são usados principalmente no tratamento da fibrilação atrial , após o implante de válvulas cardíacas artificiais ou após uma embolia pulmonar. Alguns deles podem ser usados após cirurgias de grande porte, a fim de reduzir o risco de trombose venosa profunda, ou após uma embolia pulmonar, para prevenir o desenvolvimento de novas embolias. Os anticoagulantes orais também são administrados em comprimidos.

Coagulação sanguínea

Hemostasia é a maneira como o corpo faz com que vasos sanguíneos lesionados parem de sangrar. Ela inclui a coagulação do sangue.



Hemostasia. Fonte: Cursau Educação.

A hemostasia envolve três processos principais: Estreitamento (constrição) dos vasos sanguíneos; Atividade de partículas sanguíneas semelhantes a células, que ajudam na coagulação sanguínea (plaquetas); Atividade de proteínas encontradas no sangue que atuam junto com as plaquetas ajudando o sangue a coagular (fatores de coagulação).

Princípios de toxinologia e tratamento de envenenamento

Toxinologia

Ciência que estuda os efeitos nocivos decorrentes da interação de substâncias químicas com o organismo. Agente tóxico ou toxicante: substância química capaz de causar dano a um sistema Biológico.

Veneno: agente tóxico provenientes de animais que os usam em sua autodefesa ou predação.

Droga: substância de composição indefinida com ação no organismo.

Fármacos: substância de estrutura definida com ação no organismo. Ex: ópio é droga e morfina é um fármaco. Maconha é droga e Δ9 THC é fármaco.

Antídoto: agente capaz de antagonizar os efeitos do toxicante.

Ação tóxica: maneira de ação do agente tóxico nas estruturas teciduais.

Intoxicação:processo patológico causado por substância endógena ou exógenas.

Xenobióticos: toda substância estranha para o organismo. Pode ser benéfica.

Toxicidade

Capacidade inerente a um agente químico de produzir maior ou menor efeito tóxico em condições padronizadas de uso.

- Substância **muito** tóxica ⇒ efeito tóxico em baixa [ ].
- Substância **pouco** tóxica ⇒ efeito tóxico em alta [ ].

Tratamento de envenenamento

Substâncias que podem causar envenenamento incluem medicamentos prescritos e de venda livre, drogas ilícitas, gases, produtos químicos, vitaminas, alimentos, cogumelos, plantas e veneno de animais ou insetos. Alguns venenos não causam efeitos permanentes à saúde, enquanto outros podem causar complicações graves ou morte.

O diagnóstico é baseado nos sintomas, em informações da pessoa envenenada e de pessoas próximas e, às vezes, em exames de sangue e urina. Os medicamentos devem ser sempre armazenados em recipientes originais à prova de crianças e mantidos fora do alcance delas.

O tratamento inclui dar suporte às funções orgânicas da pessoa, evitando a absorção adicional do veneno, aumentando a eliminação do veneno e, às vezes, administrando um antiveneno específico.

Referências

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR). 1ª lei de Mendel (continuação). Disponível em: https://docs.ufpr.br/~rfmissio/1a%20Lei%20de%20mendel%20continuacao.pdf. Acesso em: 4 dez. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). *Genética clássica*. Disponível em: https://antigo.uab.ufsc.br/biologia//files/2020/08/Gen%C3%A9tica-Cl%C3%A1ssica.pdf. Acesso em: 4 dez. 2025.

BIOLOGIA NET. Darwinismo. Disponível em: https://www.biologianet.com/evolucao/darwinismo.htm. Acesso em: 23 dez. 2025.

BIOLOGIA NET. Hipótese heterotrófica. Disponível em: https://www.biologianet.com/origem-universo-vida/hipotese-heterotrofica.htm. Acesso em: 19 dez. 2025.

BIOLOGIA NET. Lamarckismo. Disponível em: https://www.biologianet.com/evolucao/lamarckismo.htm. Acesso em: 23 dez. 2025.

BIOLOGIA NET. Neodarwinismo. Disponível em: https://www.biologianet.com/evolucao/neodarwinismo.htm. Acesso em: 23 dez. 2025.

BIOLOGIA NET. Teoria da evolução. Disponível em: https://www.biologianet.com/evolucao/teoria-da-evolucao.htm. Acesso em: 22 dez. 2025.

BOTÂNICA ONLINE. Texto base aula 4. Disponível em: http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/Texto%20Base%20Aula%204.pdf. Acesso em: 18 dez. 2025.

BRASIL ESCOLA. Genealogia. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/biologia/genealogia.htm. Acesso em: 5 dez. 2025.

BRASIL ESCOLA. Genética. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/biologdeia/genetica.htm. Acesso em: 4 dez. 2025.

BRASIL ESCOLA. Herança dos grupos sanguíneos. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/biologia/heranca-grupos-sanguineos.htm. Acesso em: 11 dez. 2025.

BRASIL ESCOLA. Hipótese autotrófica. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/biologia/hipotese-autotrofica.htm. Acesso em: 19 dez. 2025.

BRASIL ESCOLA. Origem da vida. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/biologia/origem-vida.htm. Acesso em: 18 dez. 2025.

BRASIL ESCOLA. Probabilidade genética. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/matematica/probabilidade-genetica.htm. Acesso em: 10 dez. 2025.

BRASIL ESCOLA. Sistema MN. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/biologia/sistema-mn.htm. Acesso em: 16 dez. 2025.

BRASIL ESCOLA. Teoria da evolução. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/biologia/teoria-da-evolucao.htm. Acesso em: 22 dez. 2025.

CIÊNCIA HOJE. Herança de mãe. Disponível em: https://cienciahoje.org.br/artigo/heranca-de-mae/. Acesso em: 17 dez. 2025.

CURSINHO PARA MEDICINA. Qual a diferença entre dominância incompleta e codominância. Disponível em: https://cursinhoparamedicina.com.br/blog/biologia/qual-a-diferenca-entre-dominancia-incompleta-e-codominancia/. Acesso em: 9 dez. 2025.

EMBRAPA. Genética de populações. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/709081/1/doc118geneticadepopulacoes.pdf. Acesso em: 3 dez. 2025.

EMBRAPA. Genética de populações. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/709081/1/doc118geneticadepopulacoes.pdf. Acesso em: 3 dez. 2025.

GENÉTICA. *Mundo Educação*. Disponível em: https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/genetica.htm. Acesso em: 3 dez. 2025.

INFOESCOLA. Evidências da evolução. Disponível em: https://www.infoescola.com/biologia/evidencias-da-evolucao/. Acesso em: 26 dez. 2025.

INFOESCOLA. Hipótese autotrófica. Disponível em: https://www.infoescola.com/evolucao/hipotese-autotrofica/. Acesso em: 19 dez. 2025.

INFOESCOLA. Hipótese heterotrófica. Disponível em: https://www.infoescola.com/evolucao/hipotese-heterotrofica/. Acesso em: 19 dez. 2025.

INFOESCOLA. Noções de probabilidade em genética. Disponível em: https://www.infoescola.com/genetica/nocoes-de-probabilidade-em-genetica/. Acesso em: 10 dez. 2025.

KHAN ACADEMY. Mitocondrial and chloroplast DNA inheritance. Disponível em: https://pt.khanacademy.org/science/ap-biology/heredity/non-mendelian-genetics/a/mitochondrial-

and-chloroplast-dna-inheritance. Acesso em: 17 dez. 2025.

MICROBE NOTES. Extranuclear inheritance: cytoplasmic factors and types. Disponível em: https://microbenotes.com/extranuclear-inheritance-cytoplasmic-factors-and-types/. Acesso em: 17 dez. 2025.

MUNDO EDUCAÇÃO. Abiogênese x biogênese. Disponível em: https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/abiogenese-x-biogenese.htm. Acesso em: 18 dez. 2025.

MUNDO EDUCAÇÃO. Dominância completa, incompleta e codominância. Disponível em: https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/dominancia-completa-incompleta-codominancia.htm. Acesso em: 9 dez. 2025.

MUNDO EDUCAÇÃO. Evidências da evolução. Disponível em: https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/evidencias-evolucao.htm. Acesso em: 26 dez. 2025.

MUNDO EDUCAÇÃO. Origem da vida. Disponível em: https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/origem-vida.htm. Acesso em: 18 dez. 2025.

NOIC – Núcleo Olímpico de Incentivo ao Conhecimento. Sistemas ABO, Rh e MN. Disponível em: https://noic.com.br/olimpiadas/biologia/curso-noic-de-biologia/sistemas-abo-rh-e-mn/. Acesso em: 11 dez. 2025.

REDE D'OR SÃO LUIZ. O que é eritroblastose fetal. Disponível em: https://www.rededorsaoluiz.com.br/maternidade/noticias/artigo/o-que-e-eritroblastose-fetal. Acesso em: 16 dez. 2025.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. Conceitos básicos em genética. *Brasil Escola*. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/biologia/conceitos-basicos-genetica.htm. Acesso em: 3 dez. 2025.

SIGNIFICADOS. Abiogênese. Disponível em: https://www.significados.com.br/abiogenese/. Acesso em: 18 dez. 2025.

SIGNIFICADOS. Biogênese. Disponível em: https://www.significados.com.br/biogenese/. Acesso em: 19 dez. 2025.

TODAMATÉRIA. Introdução à genética. Disponível em: https://www.todamateria.com.br/introducao-a-genetica/. Acesso em: 4 dez. 2025.

TODAMATÉRIA. Alelos múltiplos. Disponível em: https://www.todamateria.com.br/alelos-multiplos/. Acesso em: 16 dez. 2025.

TODAMATÉRIA. Fator Rh. Disponível em: https://www.todamateria.com.br/fator-rh/. Acesso em: 16 dez. 2025.

TODAMATÉRIA. Origem da vida. Disponível em: https://www.todamateria.com.br/origem-da-vida/. Acesso em: 18 dez. 2025.

TODAMATÉRIA. Sistema ABO. Disponível em: https://www.todamateria.com.br/sistema-abo/. Acesso em: 16 dez. 2025.

TODAMATÉRIA. Sistema ABO e fator Rh. Disponível em: https://www.todamateria.com.br/sistema-abo-e-fator-rh/. Acesso em: 11 dez. 2025.

TODAMATÉRIA. Teoria da evolução. Disponível em: https://www.todamateria.com.br/teoria-da-evolucao/. Acesso em: 22 dez. 2025.

UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Genética clássica. Disponível em: https://antigo.uab.ufsc.br/biologia/files/2020/08/Gen%C3%A9tica-Cl%C3%A1ssica.pdf. Acesso em: 16 dez. 2025.

UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Biologia celular. Disponível em: https://antigo.uab.ufsc.br/biologia/files/2020/08/Biologia-Celular.pdf. Acesso em: 17 dez. 2025.

UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Genética evolutiva. Disponível em: https://antigo.uab.ufsc.br/biologia/files/2020/08/Gen%C3%A9tica-Evolutiva.pdf. Acesso em: 22 dez. 2025.

UFS – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE. Evolução – Aula 2. Disponível em: https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalago/11524427032012Evolucao_Aula_2.pdf. Acesso em: 26 dez. 2025.