

Biologia 3
Zoologia e Embriologia

Pré-Vestibular

Teoria e Exercícios Propostos



www.editora.coc.com.br

Editora COC – Empreendimentos Culturais Ltda.
Rua General Celso de Mello Rezende, 301
Tel.: (16) 603.9700 – CEP 14095-270
Lagoinha – Ribeirão Preto – SP



Capítulo 01. Embriologia

1. Introdução	9
2. Etapas do Desenvolvimento	9
2.1. Fertilização	9
2.2. Segmentação ou Clivagem	9
2.3. Formação da Blástula	10
2.4. Formação da Gástrula	10
2.5. Formação da Nêurula	10
2.6. Organogênese	11
3. Folhetos Embrionários e Organogênese	11
4. Classificação Embriológica	12
4.1. Número de Folhetos Embrionários	12
4.2. Presença de Cavidade Corpórea	12
4.3. Evolução do Blastóporo	13
5. Tipos de Ovos	13
5.1. Mamíferos Placentários	13
5.2. Aves	13
5.3. Anfíbios	14
5.4. Insetos	14
6. Tipos de Segmentação	14
6.1. Segmentação Total ou Holoblástica	14
6.2. Segmentação Parcial ou Meroblástica	15
7. Anexos Embrionários	15

Capítulo 02. Fundamentos da Classificação Biológica

1. Sistemas de Classificação	18
2. Reinos	21
2.1. Reino Monera	21
2.2. Reino Protista	21
2.3. Reino	22
2.4. Reino Metaphyta (Plantae)	22
2.5. Reino Metazoa (Animalia)	23
3. As Categorias Taxonômicas	23
4. Nomenclatura Binomial	27

Capítulo 03. Protozoários

1. Apresentação	28
2. Características Gerais	29
3. Classificação	31

3.1. Flagelados	32
3.2. Sarcodinos ou Rizópodes	32
3.3. Ciliados	33
3.4. Esporozoários	34
4. Protozoonoses	35
4.1. Doença de Chagas	35
4.2. Malária	39
4.3. Giardíase	42
4.4. Leishmaniose	43
4.5. Amebíase	44
4.6. Tricomoníase	45
4.7. Toxoplasmose	45

Capítulo 04. Invertebrados: Grupos Mais Simples

1. Esponjas	47
1.1. Apresentação	47
1.2. Características Gerais e Organização	48
1.3. Tipos Estruturais	50
1.4. Funcionamento	50
2. Celenterados	51
2.1. Apresentação	51
2.2. Características Gerais	52
2.3. Tipos Estruturais	54
2.4. Organização	55
3. Os Platelminhos	56
3.1. Apresentação	56
3.2. Características Gerais	57
3.3. Organização e Funcionamento	58
4. Platelminhos Parasitas	60
4.1. Esquistossomose	60
4.2. Teníase e Cisticercose	63
5. Nematelminhos	66
5.1. Apresentação	66
5.2. Características Gerais	67
6. Nematelminhos Parasitas	69
6.1. Ascariíase	69
6.2. Ancilostomose	71
6.3. Enterobíase ou Oxiurose	73
6.4. Filariose	74
6.5. Outros Nematelminhos	76
7. Anelídeos	76
7.1. Apresentação	76

índice.biologia 3

7.2. Características Gerais	77
7.3. Organização e Funcionamento	78
7.4. A formação do Húmus.....	80

Capítulo 05. Invertebrados: Grupos mais Complexos

1. Moluscos	81
1.1. Apresentação	81
1.2. Organização do Corpo	81
1.3. Funcionamento	83
1.4. Classificação	85
1.5. Reprodução	87
2. Artrópodes	87
2.1. Apresentação	87
2.2. Características Gerais	88
2.3. Classificação	88
2.4. Exoesqueleto e Crescimento	90
2.5. Funcionamento	91
2.6. Reprodução	92
3. Artrópodes: Insetos	92
3.1. Apresentação	92
3.2. Organização e Funcionamento	93
3.3. Reprodução	95
4. Artrópodes : Crustáceos	96
4.1. Apresentação	96
4.2. Organização e Funcionamento	97
5. Artrópodes: Aracnídeos	98
5.1. Apresentação	98
5.2. Organização e Funcionamento	98
5.3. Reprodução	100
5.4. Outros Aracnídeos	101
6. Equinodermos	102
6.1. Apresentação	102
6.2. Características Gerais	103
6.3. Organização e Funcionamento	103
6.4. Reprodução	106
6.5. Classificação dos Equinodermos	106

Capítulo 06. Cordados

1. Apresentação	107
2. Características Gerais	107
2.1. Notocorda	107
2.2. Tubo nervoso dorsal	107
2.3. Fendas faríngeas ou branquiais	107

3. Os Protocordados	108
3.1. Urocordados.....	108
3.2. Cefalocordados.....	109
4. Os Vertebrados	110
4.1. Tegumento.....	110
4.2. Esqueleto	110
4.3. Músculos	111
4.4. Nutrição e digestão	111
4.5. Respiração.....	111
4.6. Circulação.....	111
4.7. Excreção	111
4.8. Sensibilidade.....	111
4.9. Reprodução	111
4.10. Regulação térmica	111
5. Ciclostomos	111
6. Peixes Cartilagosos	113
7. Peixes Ósseos	114
8. Anfíbios	118
8.1. Apresentação.....	118
8.2. Classificação	118
8.3. Aspectos Evolutivos	119
8.4. Organização e Funcionamento	119
8.5. Reprodução	120
9. Répteis.....	122
9.1. Apresentação.....	122
9.2. Classificação	122
9.3. Aspectos Evolutivos	123
9.4. Organização e Funcionamento	125
9.5. Reprodução	126
10. Aves	126
10.1. Apresentação.....	126
10.2. Aspectos Evolutivos	126
10.3. Organização e Funcionamento	127
10.4. Reprodução	129
11. Mamíferos	130
11.1. Apresentação.....	130
11.2. Aspectos Evolutivos	131
11.3. Organização e Funcionamento	131
11.4. Reprodução	132
11.5. Classificação.....	133



Capítulo 01. Embriologia

1. Introdução

O organismo de um ser humano é constituído por trilhões de células, todas oriundas de um zigoto, resultante da união do espermatozóide com o óvulo.

O núcleo do zigoto tem carga cromossômica diplóide; dividindo-se sucessivamente por mitose, o zigoto gera células geneticamente iguais. No entanto, as células passam a ter funções especializadas, num processo denominado **diferenciação celular**, gerando os tecidos (nervoso, muscular, ósseo etc.).

A Embriologia estuda o desenvolvimento do organismo desde a formação do zigoto até a definição dos sistemas que compõem o indivíduo.

O estudo da Embriologia tem muitas aplicações, auxiliando na classificação dos animais e na compreensão de sua evolução. Atualmente, a Embriologia mantém fortes vínculos com áreas relacionadas com clonagem.

2. Etapas do Desenvolvimento

O zigoto sofre mitoses sucessivas até se formar o organismo com as características e as estruturas básicas existentes no corpo dos adultos da espécie. As etapas do desenvolvimento são:

- a) Fertilização
- b) Segmentação ou clivagem
- c) Formação da blástula
- d) Formação da gástrula
- e) Formação da nêurula
- f) Organogênese

2.1. Fertilização

O organismo de um animal que resulta de um processo de reprodução sexuada começa a ser formado com a fecundação ou fertilização. A cabeça do espermatozóide penetrada no ovócito II, que então completa a meiose e gera um óvulo e um glóbulo polar. O núcleo do espermatozóide funde-se ao núcleo do óvulo, num processo denominado anfigamia, gerando o zigoto.

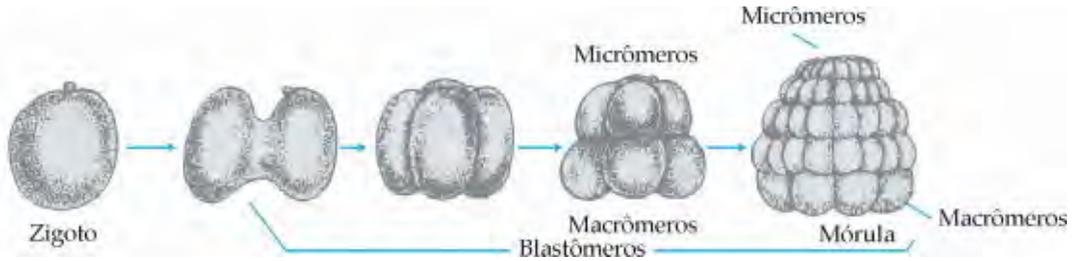
O zigoto é uma célula diplóide, tem metade dos cromossomos com origem paterna e a outra metade com origem materna. O citoplasma do zigoto provém do óvulo, que contém mitocôndrias dotadas de DNA. Assim, o DNA mitocondrial tem origem materna; com isso, todas as células do indivíduo também terão DNA mitocondrial com essa mesma herança materna.

2.2. Segmentação ou Clivagem

Os processos que descreveremos a seguir referem-se a um cordado hipotético, mas baseiam-se principalmente no anfioxo. O zigoto sofre mitoses, gerando duas células filhas, chamadas blastômeros, que se dividem formando outros quatro blastômeros.

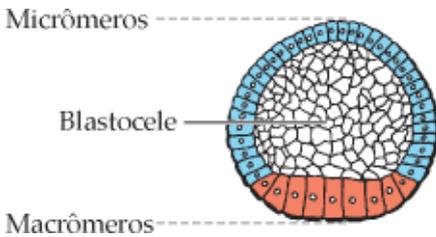
Posteriormente, novas mitoses ocorrem, formando quatro blastômeros que ficam sobre outros quatro blastômeros. Os maiores são denominados **macrômeros**; os menores são os **micrômeros**.

Novas mitoses ocorrem até se formar um grupo de células agrupadas, sem constituir nenhuma cavidade entre elas. Trata-se da **mórula**, descrita usualmente como sendo semelhante a uma amora. A mórula tem o volume igual ao apresentado pelo zigoto.



2.3. Formação da Blástula

As células da mórula dispõem-se de uma tal maneira que acabam circundando uma cavidade cheia de líquido. Essa fase chama-se **blástula** e a cavidade que apresenta recebe o nome de blastocele. Ainda é possível diferenciar micrômeros e macrômeros.

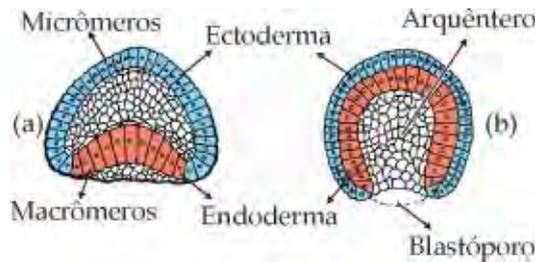


Blástula
A blástula é uma estrutura dotada de cavidade e não apresenta orifício comunicando o interior com o meio externo.

2.4. Formação da Gástrula

No desenvolvimento de um anfioxo, os micrômeros dividem-se mais rapidamente que os macrômeros. Com a pressão exercida pelos micrômeros sobre os macrômeros, estes dobram-se para o interior da blastocele, iniciando um processo de invaginação. Dessa forma, inicia-se a formação da **gástrula**; o embrião passa a ter duas camadas de células: o ectoderma (externo) e o endoderma (interno). A cavidade delimitada pelo endoderma é o **arquêntero**, que corresponde ao intestino primitivo; o arquêntero apresen-

ta uma abertura chamada **blastóporo**, que origina o ânus nos cordados.

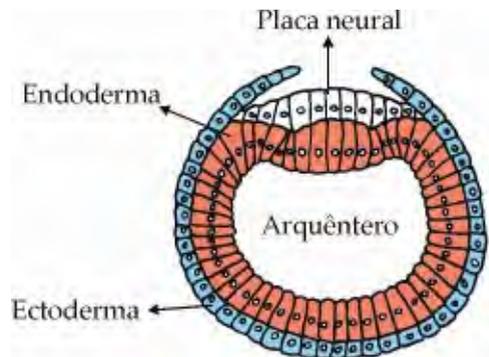


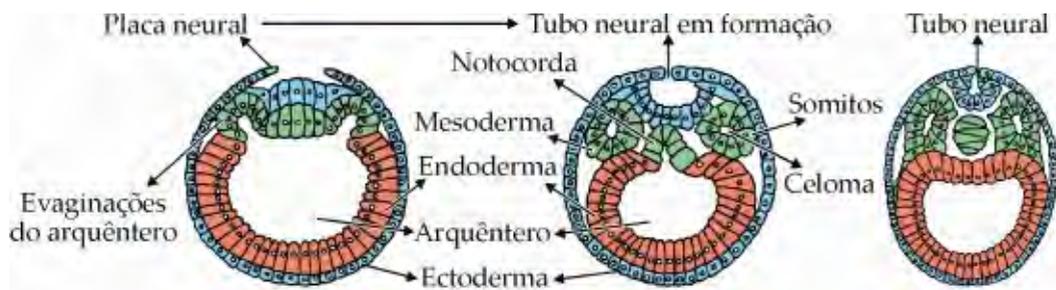
Formação da gástrula. (a) Início do processo através da invaginação de macrômeros. (b) Gástrula completamente definida.

2.5. Formação da Nêurula

A gástrula é caracterizada pela formação do esboço do sistema digestivo do animal. Na fase seguinte, a **nêurula** começa a se delinear no sistema nervoso.

A partir da gástrula ocorrem evaginações e invaginações que levam à formação da nêurula.





- o **Ectoderma dorsal**: forma a placa neural e depois gera o tubo neural, que origina todo o sistema nervoso.
- o **Teto do arquêntero**: forma a notocorda, que se desenvolve paralelamente ao tubo neural. Nos vertebrados, a notocorda é substituída pela coluna vertebral. Lateralmente à notocorda, o arquêntero expande-se gerando dois compartimentos que se desprendem e constituem o mesoderma. Note que a notocorda também tem origem mesodérmica.

No interior do mesoderma há uma cavidade denominada celoma. Ao longo do embrião são observados blocos de mesoderma, os somitos.

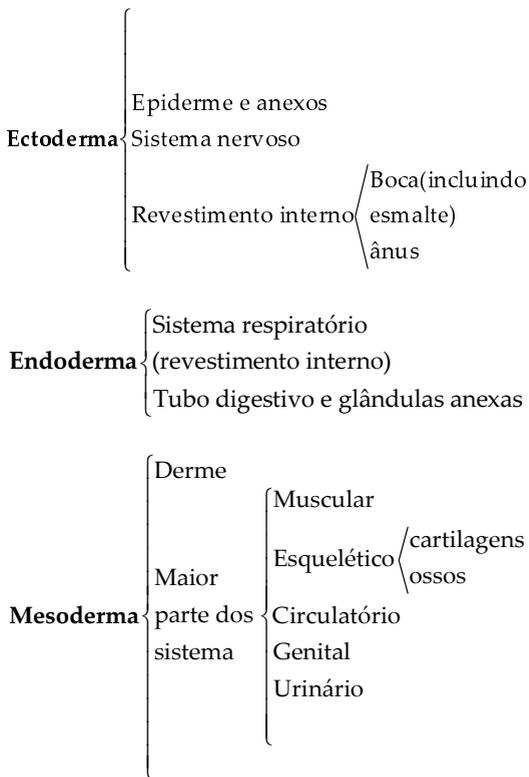
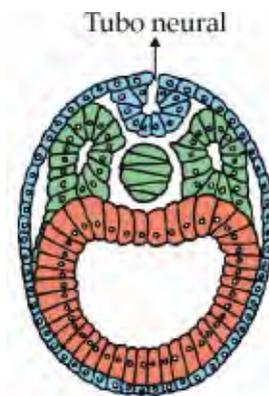
Celoma é uma cavidade totalmente revestida por mesoderma.

2.6. Organogênese

A partir da nêurula são formados os órgãos do animal, caracterizando o processo de organogênese, discutida a seguir.

3. Folhetos Embrionários e Organogênese

Na fase da nêurula ficaram definidos três folhetos germinativos ou embrionários: ectoderma, endoderma e mesoderma. Posteriormente, ocorre a formação do esboço dos órgãos do animal.



4. Classificação Embriológica

Os animais que possuem cavidade digestiva (que se origina do endoderma) são classificados a partir de alguns critérios:

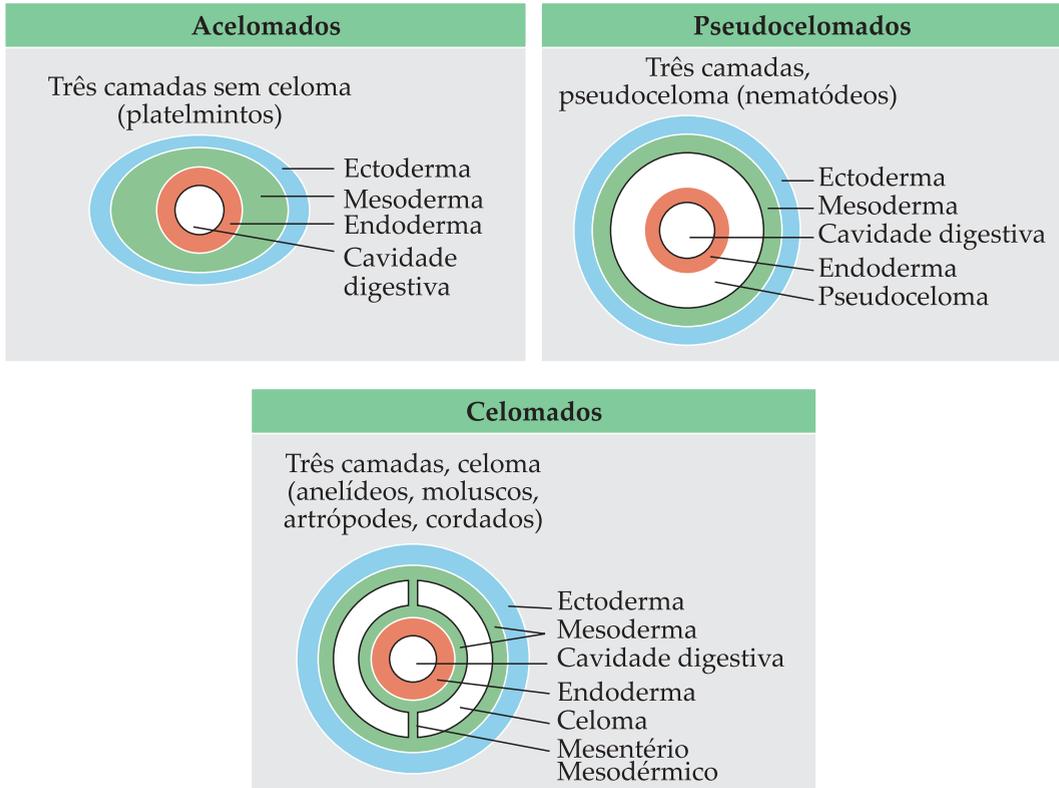
4.1. Número de Folhetos Embrionários

- diblásticos ou diploblásticos: possuem duas camadas (ecto e endoderma). É o caso dos celenterados.
- Triblásticos ou triploblásticos: têm ecto,

endo e mesoderma. São triblásticos os platelmintos até os cordados; esses animais são classificados segundo a existência ou não de uma cavidade no mesoderma.

4.2. Presença de Cavidade Corpórea

Vimos que celoma é uma cavidade totalmente revestida por mesoderma. Platelmintos não possuem essa cavidade, enquanto que os nematódeos apresentam uma cavidade parcialmente revestida por mesoderma.

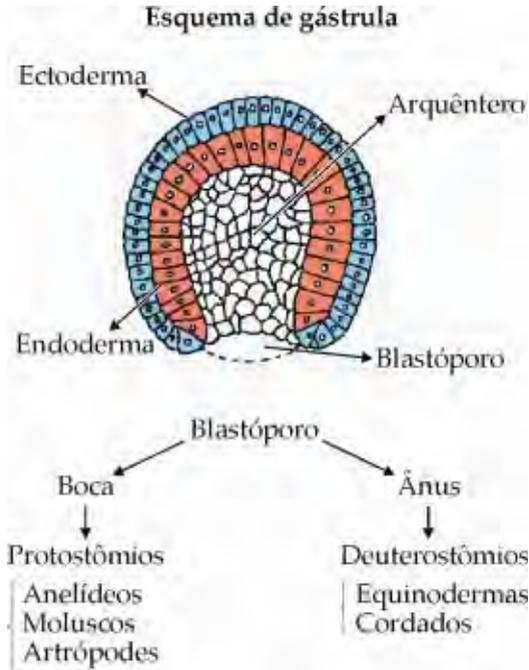


Os vários grupos de celomados são subdivididos em função do desenvolvimento do blastóporo.



4.3. Evolução do Blastóporo

O blastóporo, presente na fase de gástrula, pode originar a boca ou o ânus.



5. Tipos de Ovos

O zigoto tem a informação genética necessária à formação de todo o organismo. Outro aspecto fundamental no desenvolvimento é a disponibilidade de nutrientes para o zigoto, assegurando um suprimento adequado de energia e de matéria-prima empregada na construção do novo organismo.

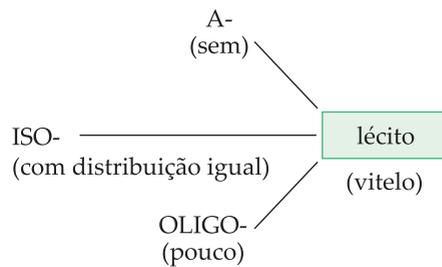
A diversidade de animais é imensa. No entanto, são propostos alguns modelos para entendimento da organização dos tipos de ovos. O fundamento é a quantidade e a distribuição de **vitelo** presente no ovo; trata-se de material de reserva, também conhecido como **lécito**. Vamos considerar quatro exemplos que servirão como referência.

5.1. Mamíferos Placentários

O embrião desenvolve-se no interior da mãe e dela recebe os nutrientes necessários ao desenvolvimento. Assim, o ovo apresenta uma pequena quantidade de vitelo, uniformemente distribuída.



O ovo analisado recebe os seguintes nomes: alcécito, isolécito ou oligolécito.



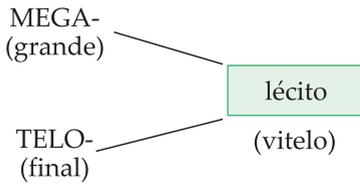
Outros animais com esse tipo de ovo são os protocordados e os equinodermas.

5.2. Aves

O embrião desenvolve-se principalmente fora da mãe. O ovo é dotado de uma casca calcárea que assegura proteção, mas que permite a ocorrência de trocas gasosas; apresenta clara (rica em proteínas) e a gema (rica em lipídios) e que corresponde ao vitelo. Na parte superior da gema, encontram-se o núcleo e, ao seu redor, outros componentes citoplasmáticos. Esse tipo de ovo é, portanto, rico em vitelo. A parte em que se localiza o núcleo é o pólo animal; o restante, rico em vitelo, é o pólo vegetativo.



Esse tipo de ovo recebe as seguintes denominações: megalécito ou telolécito.

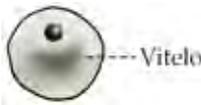


O ovo apresentado também ocorre em répteis e nos mamíferos monotremados, como o ornitorrinco.

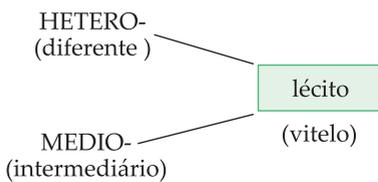
5.3. Anfíbios

Sapos e rãs apresentam fecundação externa, sendo que o óvulo não possui uma caixa calcária. O zigoto forma um embrião que se converte numa larva (girino).

A larva retira o complemento alimentar da natureza. Dessa forma, o ovo tem uma quantidade intermediária de vitelo entre a dos mamíferos e a das aves. O vitelo concentra-se mais numa parte do citoplasma, caracterizando a área denominada pólo vegetativo; a extremidade em que se localiza o núcleo recebe o nome de pólo animal.



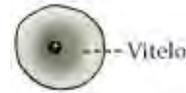
O ovo dos anfíbios recebe os seguintes nomes: heterolécito ou mediolécito.



Alguns autores ainda o classificam como telolécito incompleto, com menos vitelo que o ovo das aves.

5.4. Insetos

Muitos dos insetos também apresentam fase larval, capaz de obter alimento do ambiente. O ovo tem uma quantidade intermediária de vitelo, como ocorre nos anfíbios; sua distribuição, no entanto, é diferente, concentrando-se ao redor do núcleo.

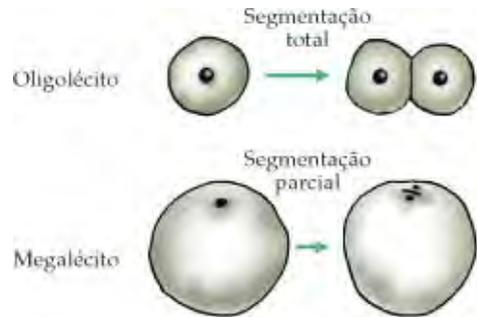


O ovo dos insetos recebe o nome de centrolécito

6. Tipos de Segmentação

Vimos que há variação em termos de quantidade e distribuição de vitelo presente no ovo. Isso tem marcante influência no modo pelo qual ocorrem as primeiras divisões mitóticas. A seguir, é feita uma classificação dos tipos de segmentação ou clivagem.

Um primeiro passo é reconhecer se o ovo divide-se integralmente ou não. No caso do ovo oligolécito de um anfíbio, ele parte-se integralmente; o ovo megalécito de uma ave apresenta apenas divisão no pólo animal, sem afetar a área em que se acumula o vitelo. Assim, o ovo oligolécito tem segmentação **total**, enquanto o ovo megalécito sofre segmentação **parcial**. A segmentação total também é conhecida como **holoblástica** e a parcial, como **meroblástica**.



Cada tipo de segmentação – total ou parcial – é subdividido em duas modalidades.

6.1. Segmentação Total ou Holoblástica

É típica de ovos oligolécitos e heterolécitos. Quando ocorrem as primeiras mitoses, são gerados sucessivamente dois e, depois, quatro blastômeros. Na próxima divisão mitótica, que origina oito blastômeros, distinguem-se dois tipos de segmentação:



- **Segmentação igual** – É a que ocorre na maioria dos ovos oligolécitos, produzindo blastômeros de mesmo tamanho.



- **Segmentação desigual** – Ocorre nos ovos heterolécitos, que têm maior quantidade de vitelo no pólo vegetativo; a segmentação gera blastômeros de tamanho diferente (micrômeros e macrômeros).



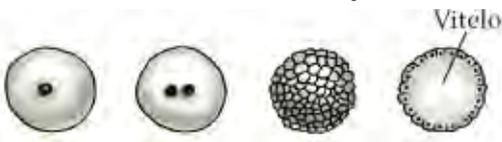
6.2. Segmentação Parcial ou Meroblástica

É encontrada nos ovos megalécitos e centrolécitos, que apresentam, respectivamente, as modalidades discoidal e superficial.

- **Segmentação discoidal** – Ovos megalécitos têm núcleo sobre uma grande massa de vitelo; as mitoses ocorrem apenas sobre essa massa de vitelo, gerando um grupo de células em forma de disco.



- **Segmentação superficial** – ovos centrolécitos têm núcleo rodeado de vitelo; há uma camada de citoplasma na periferia da estrutura. No início do desenvolvimento, ocorre divisão dos núcleos apenas; os núcleos resultantes posteriormente migram para a superfície do ovo onde se dá a individualização de células.



7. Anexos Embrionários

A história evolutiva dos vertebrados está intimamente ligada à conquista do ambiente terrestre. Em geral, peixes e anfíbios têm fecundação externa e ovo sem casca, sendo o desenvolvimento do embrião em meio aquático. A água proporciona sustentação, trocas gasosas e o local para onde os excretas são eliminados (amônia, normalmente).

O embrião deve ter vitelo que garante o material e a energia necessários para as fases iniciais de desenvolvimento; forma-se um anexo, denominado saco vitelínico, que absorve vitelo por meio de vasos sanguíneos.

Os répteis foram os primeiros vertebrados que ocuparam definitivamente o meio terrestre. Esses animais apresentam fecundação interna e ovo dotado de casca calcária, como ocorre com as aves que descendem dos répteis. A casca é porosa, permitindo a ocorrência de trocas gasosas entre o embrião do interior do ovo com o meio externo. A casca também fornece proteção ao embrião e é uma fonte de cálcio, empregado ao desenvolvimento de ossos, músculos e outras estruturas.

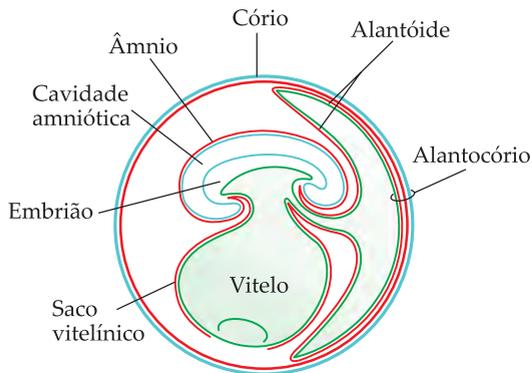
Ovo



Abaixo da casca há uma membrana que delimita uma cavidade – a câmara de ar – em uma extremidade do ovo; trata-se de uma local em que são mais intensas as trocas gasosas. No centro do ovo encontra-se a gema, contendo vitelo e o núcleo celular. Ao redor da gema fica a clara ou albume, com proteína e água.

O embrião conta, portanto, com grande quantidade de nutrientes e realiza trocas gasosas com o meio através da casca porosa. No entanto, esse embrião está encerrado num espaço limitado e enfrenta problemas em relação aos seus excretas, ao perigo de desidratação e à efetiva realização de trocas gasosas. Isso tudo é solucionado com **anexos embrionários**, estruturas membranosas derivadas do embrião e que o auxiliam em sua sobrevivência.

Há quatro anexos embrionários fundamentais:



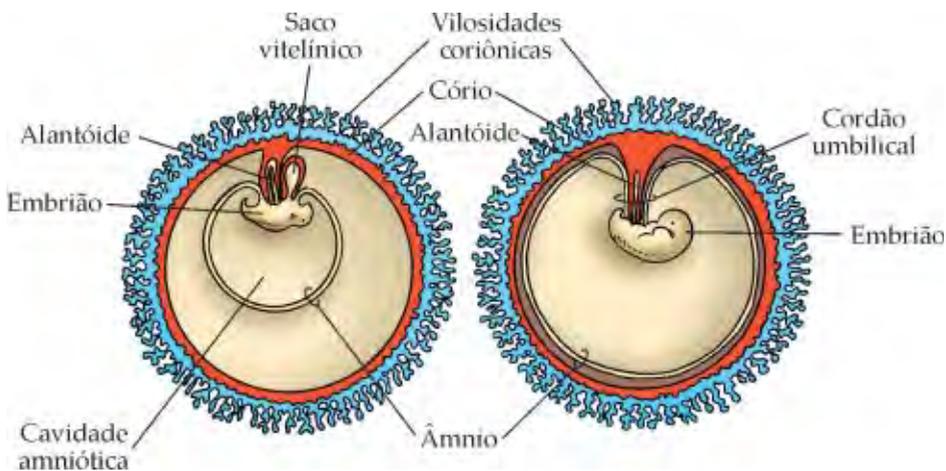
- **Saco vitelínico:** envolve a gema, absorvendo os nutrientes da própria gema e da clara; os nutrientes são transportados até o embrião por meio de vasos sanguíneos.
- **Alantóide:** forma-se a partir do arquêntero e assume um aspecto de saco; recebe e acumula os excretas nitrogenados (ácido úrico), gerados pelo embrião.

- **Âmnio:** envolve o embrião, acumulando grande quantidade de líquido (a cavidade amniótica). Protege o embrião contra desidratação e abalos mecânicos.
- **Cório** ou serosa: envolve o embrião e todos os demais anexos; acaba por encostar na membrana da casca. O cório é um elemento de proteção.

Com o desenvolvimento, o alantóide cresce e fica junto ao cório, constituindo-se o alantocório. Essa estrutura recebe oxigênio do meio e o envia ao embrião; este produz gás carbônico, que faz o caminho oposto, sendo eliminado pela casca. O alantocório também absorve cálcio da casca, que é utilizado no metabolismo do embrião. A casca torna-se mais frágil, facilitando a eclosão do ovo, quando as reservas se esgotam e o novo indivíduo já se definiu.

A partir dos répteis também originaram-se os mamíferos. Mamíferos placentários são vivíparos, com o embrião desenvolvendo-se no interior do útero materno.

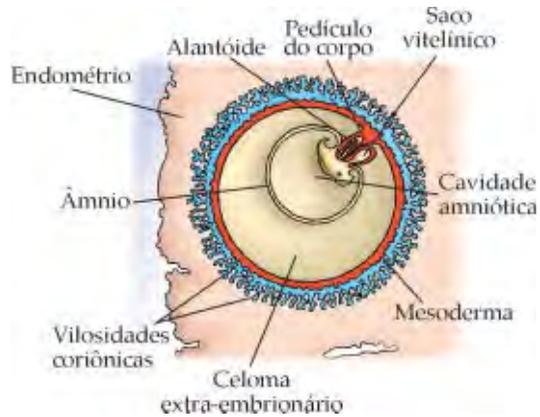
Os mamíferos apresentam os mesmos anexos presentes em aves e répteis, porém o saco vitelínico é uma bolsa sem vitelo em seu interior; os nutrientes são fornecidos pela mãe. Uma nova estrutura – a placenta – permite a nutrição e a realização de trocas gasosas entre o sangue da mãe e o sangue do filho; através da placenta ocorre a eliminação de excretas embrionárias para o sangue materno.





A placenta resulta do desenvolvimento do cório em contato com o endométrio (camada interna do útero). Formam-se as vilosidades coriônicas, que aumentam a superfície de contato, facilitando as trocas de materiais entre sangue materno e sangue do embrião.

O âmnio cresce e adere ao cório. O âmnio também envolve o alantóide e o saco vitelínico, compondo o cordão umbilical, que liga o embrião à placenta.



Os vertebrados tipicamente terrestres possuem âmnio e alantóide; isso não ocorre em peixes e anfíbios.

Capítulo 02. Fundamentos da Classificação Biológica

1. Sistemas de Classificação

Os seres vivos são classificados por meio de critérios preestabelecidos, isto é, usamos regras de classificação de acordo com a necessidade e com o sistema de classificação adotado.

A área da Biologia que estuda a classificação dos seres vivos é denominada **taxonomia**.

Nas ciências, a classificação dos objetos, elementos químicos e dos seres vivos é feita para facilitar o estudo das diversas áreas do conhecimento, como a Biologia, a Química, a Física, entre outras.

No estudo dos seres vivos, notamos uma enorme biodiversidade, diferentes formas de vida com diferentes habitats e complexos mecanismos de adaptações aos **ecossistemas** de nossa **biosfera**.

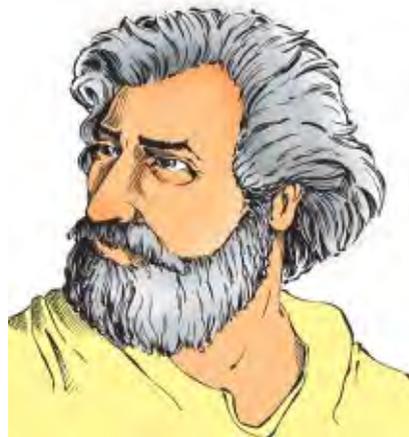
Ao longo da história da classificação dos seres vivos, os critérios e os sistemas de classificação adotados sempre estiveram vinculados ao conhecimento disponível sobre as diferentes espécies em diferentes épocas.

É evidente a dependência que sempre ocorreu entre a elaboração de critérios de classificação e o conhecimento da morfologia, da anatomia, da fisiologia, bioquímica, desenvolvimento embrionário e aspectos evolutivos que caracterizam as diferentes espécies.

A história dos sistemas de classificação biológica acompanhou a evolução da construção dos microscópios ao longo do tempo.

O conhecimento da organização microscópica das células trouxe subsídios para elaboração de diferentes sistemas de classificação.

Somente com o microscópio é que os cientistas puderam definir a célula, conhecer sua organização procariótica e eucariótica, a organização das células em tecidos, diferenciar célula animal de vegetal, conhecer as organelas citoplasmáticas e assim por diante. Assim, os sistemas de classificação dos seres vivos, desde a época de Aristóteles até os dias de hoje, sofreram muitas mudanças, o que caracteriza a taxonomia como uma ciência muito dinâmica no campo das ciências biológicas.



Aristóteles

A primeira tentativa de classificação foi feita pelo filósofo grego Aristóteles (384 - 322 a.C.), considerado o “pai da zoologia”, que indicou como os animais poderiam ser agrupados de acordo com suas características. Seus trabalhos serviram de base para uma classificação que dividia os animais conhecidos como **vertebrados**, ou animais de sangue vermelho, e **invertebrados**, ou animais sem sangue vermelho, e foram utilizados por cerca de 2 000 anos.

Na metade do século XVII, o inglês John Ray (1627-1705) tentou catalogar e dispor sistematicamente todos os organismos do mundo. Foi também o primeiro a usar o termo **espécie** para designar um certo tipo de organismo.

Os sistemas de classificação utilizados até o começo do século XVIII tinham algo em comum: eram apoiados em um número extremamente limitado de características dos organismos que estavam sendo analisados. Assim, por exemplo, surgiu uma classificação que dividia os animais de acordo com sua forma de locomoção: caminhantes, saltadores, voadores, nadadores.

Os inconvenientes de uma divisão como essa são óbvios, pois um mesmo grupo pode conter seres muito diferentes, contrariando o objetivo principal da classificação. Por exemplo: insetos, pássaros e morcegos são animais voadores. Apesar de muito diferentes quanto à sua estrutura, ficam no mesmo grupo por terem uma única característica comum: o fato de poderem voar.

Sistemas de classificação como esse, que utilizam um único critério para separar os organismos em grupos, ficaram conhecidos como **artificiais**, pois faziam uso apenas dos caracteres macroscópicos.

Entretanto, a partir do século XVIII, os sistemas de classificação tornaram-se **naturais**, usando critérios objetivos com dados fornecidos pela morfologia, fisiologia, ecologia e embriologia. Tais sistemas trouxeram duas importantes vantagens: primeiro, o fato de os organismos serem separados em grupos com base em múltiplas características assegura que fiquem reunidos seres realmente semelhantes, satisfazendo os objetos de classificação; segundo, realiza-se a divisão dos organismos com base em seu parentesco evolutivo, refletindo a **filogenia**, que é a história evolutiva de um grupo.

Carlos Linnaeus, ou simplesmente Lineu (1707 – 1778), foi um dos primeiros pesquisadores a propor um sistema de classificação

natural. Em 1758, no seu *Systema Naturae*, dividiu os animais conhecidos em mamíferos, aves, anfíbios (incluíam os répteis), peixes, insetos e vermes (que incluíam todos os outros invertebrados), subdividindo cada grupo até as espécies. Propôs também regras para a nomenclatura dos seres vivos com o uso de palavras latinas. Lineu viveu antes de Darwin e, portanto, antes do estabelecimento da **Teoria da Evolução**. Além do mais, era conhecida uma diversidade muito menor de animais, em sua maioria vertebrados, quando sabemos hoje que os invertebrados representam cerca de 95% das espécies conhecidas. Por isso, seu sistema de classificação apresentava muitas limitações. Apesar disso, o princípio de seu sistema foi a base para o atual método de classificação, estabelecido graças a diversos trabalhos realizados nos séculos seguintes.



Lineu

As tentativas de ordenar e classificar os animais produziram um ramo da Biologia conhecido como Taxonomia ou Biologia Sistemática, que procura determinar as regras e os princípios que regem a moderna **classificação**. A Taxonomia apresenta duas subdivisões importantes: a **classificação**, que é o arranjo dos tipos de seres vivos em uma hierarquia de grupos menores e maiores; e a **nomenclatura**, que é o método de dar nomes aos tipos de seres vivos a serem classificados. Sua finalidade é mostrar níveis de parentesco entre os organismos, baseado na evolução;

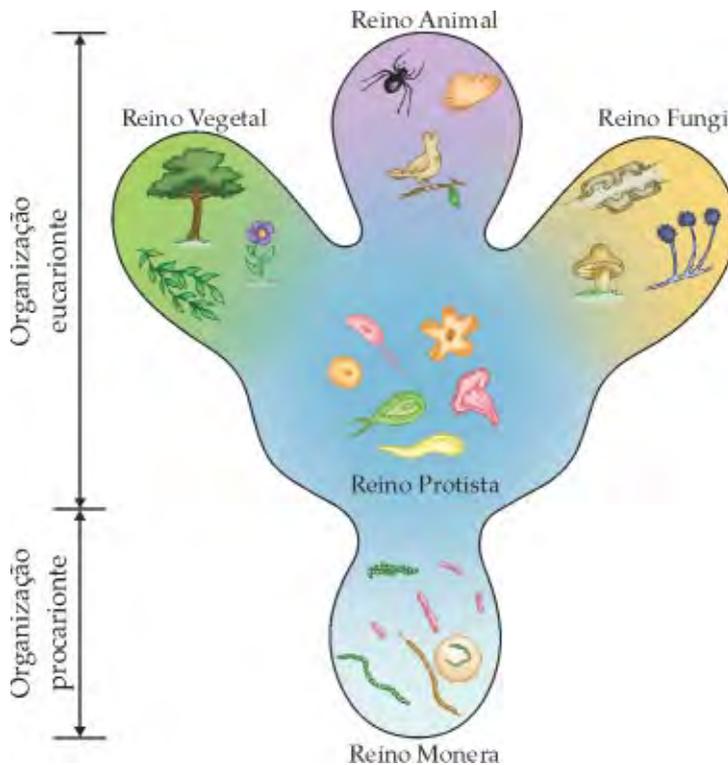
entretanto, devido a muitas falhas no conhecimento deste assunto, surgem muitas interpretações e, portanto, uma certa discórdia entre os biólogos taxonomistas quanto a parentescos e grupos aos quais os seres devem pertencer.

Isso significa que a classificação não é uniforme e pode variar de acordo com as idéias de cada autor.

Hoje, utilizamos o sistema de classificação de Whittaker, elaborado em 1969, no qual os se-

res vivos foram divididos em cinco reinos: reino Monera, Protista, Fungi, Animal e Vegetal.

O esquema a seguir mostra o sistema de classificação de cinco reinos. Nessa classificação, são adotados critérios de organização celular (procarionte e eucarionte) e modos de alimentação, como ingestão nos animais e absorção de nutrientes pelos fungos. A idéia é que as formas mais simples de organização seriam os ancestrais das formas mais organizadas, como Protista, Fungi, Animal e Vegetal.



O sistema de classificação dos seres vivos em cinco reinos.



2. Reinos

A moderna classificação biológica divide os organismos da natureza em grandes grupos denominados reinos. Em um reino encontramos uma enorme variedade de seres com apenas algumas poucas características comuns. Essa divisão já era feita por Lineu e, por muito tempo, todos os organismos eram classificados em dois reinos: animal e vegetal. As plantas fazem fotossíntese e são geralmente imóveis, enquanto os animais precisam obter alimento comendo plantas ou outros animais e, geralmente, movimentam-se. Tal divisão é muito cômoda quando se consideram plantas e animais de grande porte. Os problemas maiores surgiram com o aperfeiçoamento do microscópio comum e o desenvolvimento da microscopia eletrônica, além da aplicação de técnicas bioquímicas ao estudo das semelhanças e diferenças entre os organismos. Tudo isso ampliou o universo dos seres conhecidos e levou à criação de novos reinos. As classificações mais recentes admitem a existência de cinco reinos: **Monera**, **Protista**, **Fungi**, **Metaphyta** ou *Plantae* e **Metazoa** ou *Animalia*.

2.1. Reino Monera

Compreende as bactérias e cianobactérias (algas azuis), organismos que têm em comum o fato de serem unicelulares e procariontes, ou seja, estão ausentes de sua célula a membrana nuclear e as organelas citoplasmáticas membranosas.

Representantes do Reino Monera



Bactérias

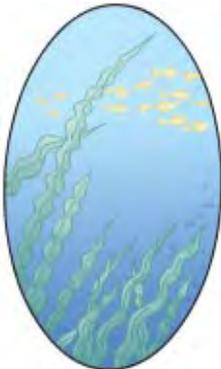


Cianobactérias

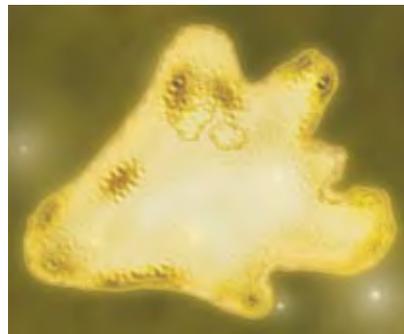
2.2. Reino Protista

Compreende algas e protozoários, seres geralmente unicelulares (algumas algas são pluricelulares) e sempre eucariontes (que são aqueles cujas células contêm membrana nuclear e organelas citoplasmáticas membranosas). Nos protistas pluricelulares (como já se disse, os únicos protistas pluricelulares são algumas espécies de algas), as células não se organizam para formar tecidos.

Representantes do Reino Protista



Alga *Laminaria*



Ameba

2.3. Reino

Os fungos são organismos que mesclam características encontradas em seres de outros reinos. Embora existam formas unicelulares, a maioria de seus representantes, com destaque para os bolores, mofo e cogumelos, é pluricelular. Entretanto, não apresentam tecidos definidos.

Seu corpo é constituído de um emaranhado de filamentos denominados hifas, formados por células eucarióticas. Apesar de heterótrofos e armazenadores de açúcares tipicamente animais, possuem uma estrutura corporal e reprodução semelhante às dos vegetais.

Representantes do Reino Fungi



Cogumelo – Basidiomiceto



Orelha-de-pau: basidiomiceto

2.4. Reino Metaphyta (*Plantae*)

As plantas são seres pluricelulares, eucariontes e suas células se organizam em tecidos de funções específicas. Nas plantas existem tecidos de proteção, sustentação, condução de seiva e parênquimas. Além disso, são todas autótrofas, produzindo o próprio alimento pela realização da fotossíntese, e suas células são revestidas por uma parede celular composta de celulose.

Representante do Reino Metaphyta



Gimnosperma (Cyca)

2.5. Reino Metazoa (*Animalia*)

Os animais também são pluricelulares, eucariontes e dotados de tecidos, mas são heterótrofos e dependem de outros seres para se alimentar. Além disso são geralmente dotados de sistema nervoso, que facilita sua integração orgânica e com meio exterior.

Os tecidos animais são: epiteliais (de proteção), conjuntivos, muscular e nervoso.

Representantes do Reino Metazoa



Peixes



Réptil



Mamíferos



Ave

3. As Categorias Taxonômicas

As categorias taxonômicas são grupos de tamanhos variáveis nos quais os organismos são incluídos de acordo com a quantidade de semelhanças que apresentam. Formam uma escala hierarquizada: as categorias maiores abrangem as menores de uma forma sucessiva. O reino é a maior categoria utilizada na classificação biológica. A menor categoria chama-se **espécie**, termo que usualmente é usado para indicar um certo tipo de ser vivo, mas que pode ser melhor definida como “um grupo de organismos extremamente semelhantes, que apresentam em suas células a mesma quantidade de **cromossomos** e que po-

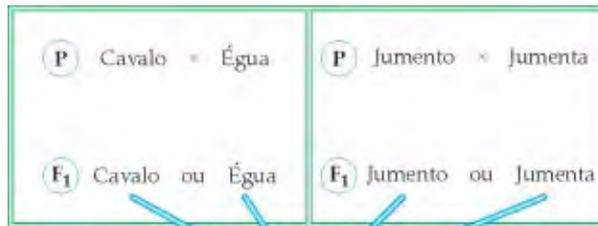
dem se cruzar, produzindo **descendentes férteis**”. A espécie é a unidade básica da classificação biológica. Os indivíduos de uma mesma espécie possuem o máximo de caracteres em comum, incluindo grande similaridade bioquímica e o mesmo **cariótipo** (cromossomos iguais em número, forma e tamanho), como resultado de terem se originado de um antepassado evolutivo comum. Geralmente, indivíduos de espécies diferentes não se cruzam, embora, ocasionalmente, sejam produzidos híbridos estéreis entre espécies diferentes. Como exemplo bem conhecido, existe o caso do jumento e da égua, indivíduos de espécies diferentes que podem se cruzar em cativeiro, mas cujos descendentes, o burro e a mula, são estéreis. Entre os vegetais, existem casos em que cruza-

mentos entre plantas de espécies diferentes podem originar híbridos férteis.



Mula: animal estéril resultante do cruzamento entre égua e jumento.

O total de indivíduos que compõem uma espécie pode ser subdividido em grupos denominados **subespécies**, diferentes uma das outras pelo fato de ocuparem áreas distintas. Se, por alguma razão, duas subespécies ficarem impedidas de trocarem genes, a tendência é que as diferenças entre elas se acentuem com o passar do tempo e que passem a constituir novas espécies.



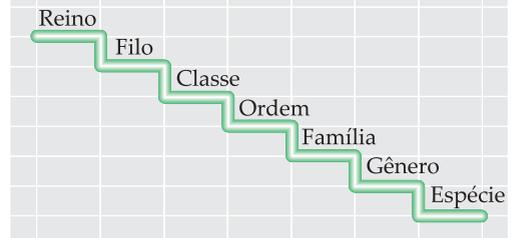
Burro – Híbrido estéril

Entre o nível de espécie e o nível de reino, Lineu e outros taxonomistas acrescentaram várias categorias. Assim, duas ou mais espécies que tenham um certo número de caracteres comuns constituem um **gênero**.

Por sua vez, gêneros com caracteres comuns formam uma **família**; as famílias são reunidas em **ordens**; as ordens, em **classes**; as classes, em **filos**. Todos os filos semelhantes constituem um **reino**. Conforme se avança de espécie para reino, ou seja, da menor categoria para a maior categoria, passando pelos vários níveis intermediários, a diversidade entre os seres vai aumentando, e, em contrapartida, a quantidade de semelhanças entre eles vai diminuindo.

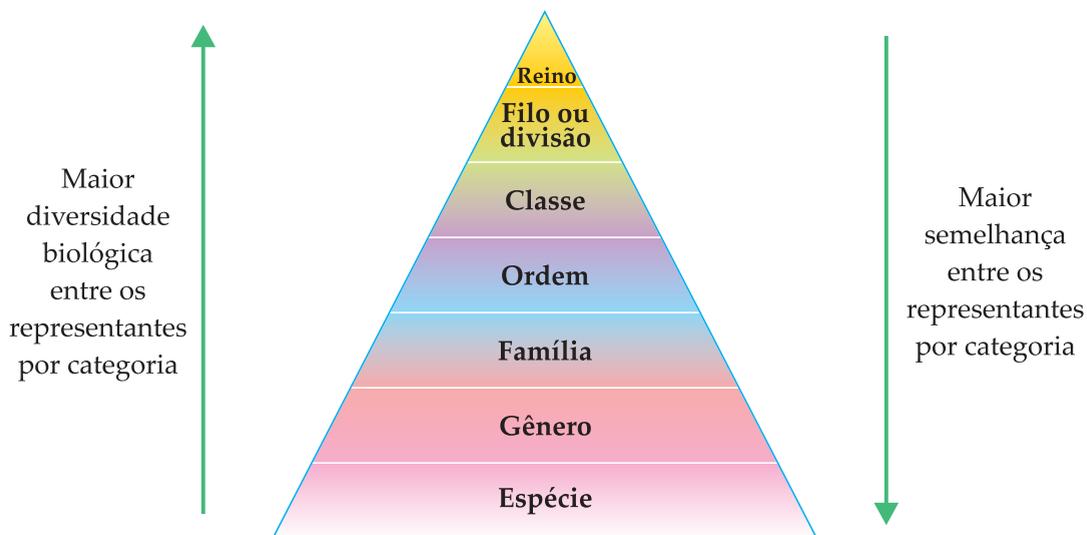
As categorias taxonômicas fundamentais podem ser subdividas ou reunidas em várias outras, como os subgêneros e as superfamílias.

As sete categorias taxonômicas fundamentais



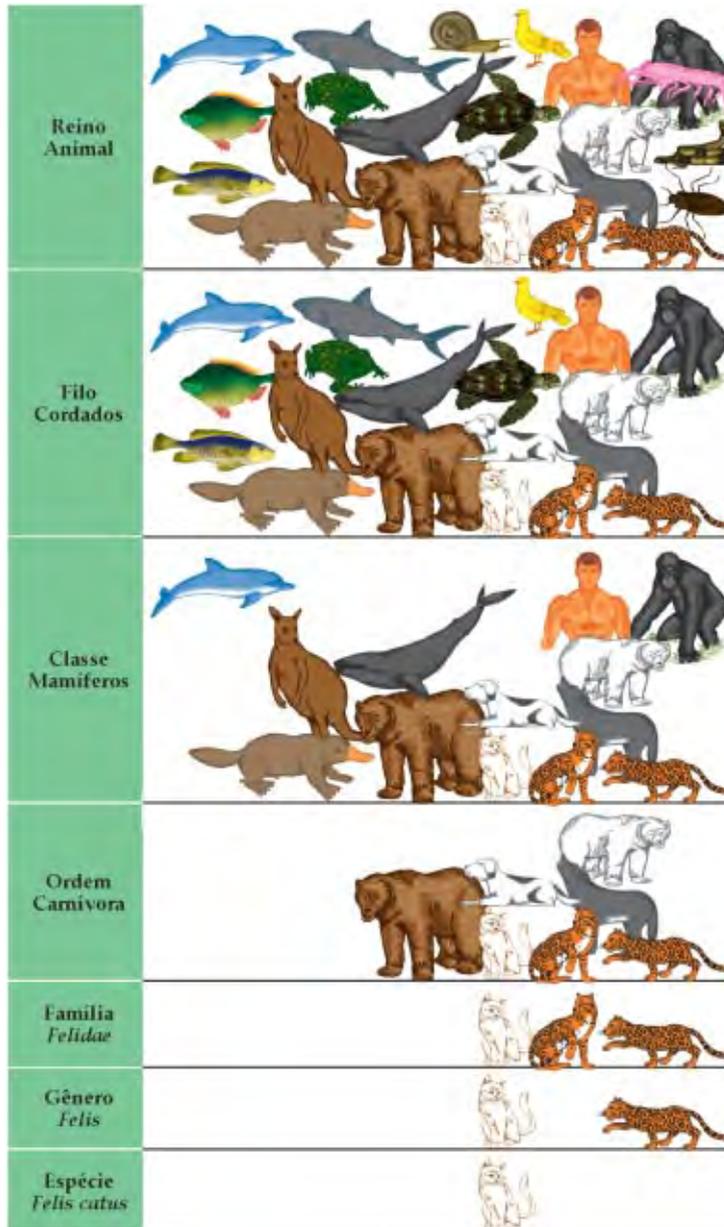
A tabela abaixo mostra a classificação de alguns seres vivos bem conhecidos, considerando-se as sete categorias taxonômicas fundamentais.

	HOMEM	BARATA	MILHO
REINO	Metazoa	Metazoa	Metaphyta
Filo	Chordata	Arthropoda	Trachaeophyta
Classe	Mammalia	Insecta	Angiospermae
Ordem	Primata	Orthoptera	Graminales
Família	Hominidae	Blattidae	Graminaceae
Gênero	<i>Homo</i>	<i>Periplaneta</i>	<i>Zea</i>
Espécie	<i>Homo sapiens</i>	<i>Periplaneta americana</i>	<i>Zea mays</i>



A figura acima mostra que a categoria de classificação denominada reino é a mais abrangente, a que reúne maior diversidade biológica, e a categoria espécie é onde existe maior especificidade de caracteres, reunindo organismos semelhantes com capacidade reprodutiva dentro de uma única espécie.

A seguir, representamos a classificação biológica da espécie *Felis catus*, desde a categoria reino até a categoria espécie.



Observe o diagrama que mostra a classificação do gato doméstico, *Felis catus*, procedendo da categoria mais geral (reino) para a mais restrita (espécie). Animais representativos são mostrados em cada nível, e, quando um animal é eliminado de um grupo, isso indica que ele pertence a uma categoria diferente. Por exemplo, o tigre, o urso e o gato pertencem à ordem **Carnívora**, mas o gato pertence à família *Felidae*. Assim, o cão e o urso são eliminados quando atingimos o grupo que representa a família *Felidae*.



4. Nomenclatura Binomial

Os primeiros zoólogos elaboravam classificações com uma nomenclatura particular, para uso próprio. Dessa forma, um mesmo ser vivo, estudado por vários cientistas, poderia receber inúmeros nomes distintos, dentro de um mesmo país ou entre países diferentes, em razão das diferenças de idioma. O cão doméstico, por exemplo, é conhecido por mais de 800 nomes diferentes no mundo todo: *dog* (inglês), *chien* (francês), *cane* (italiano), *perro* (espanhol), *inu* (japonês), etc. O uso de nomes populares ou vulgares, como também são conhecidos, provoca inúmeras confusões, que podem comprometer inclusive a correta identificação do organismo. Por exemplo: o peixe-boi, na verdade, é um mamífero, enquanto o cavalo-marinho é um peixe.

Para acabar com a confusão resultante dessa situação, foi adotada para os seres vivos uma nomenclatura única universal, fundamentada em regras internacionais, adotadas a partir de 1901, com base nos trabalhos feitos por Lineu no século XVIII. As principais regras são as seguintes:

- 1) Os nomes científicos devem ser escritos em latim e com destaque. O destaque pode ser o itálico, o negrito ou sublinhado.

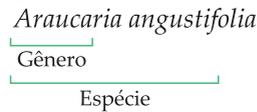
Cão - *Canis familiaris*
Canis familiaris
Canis familiaris

Homem - *Homo sapiens*
Homo sapiens
Homo sapiens

A escrita em latim evita variação do nome científico das espécies, pois o latim é uma língua "morta", isto é, não é mais utilizada e, portanto, não há mudanças em seu modo de escrever.

- 2) A nomenclatura é binomial, ou seja, todo ser vivo deve ter o seu nome científico com pelo menos duas palavras: a primeira para o gênero e a segunda para a espécie. No

exemplo da *Araucaria angustifolia* (pinheiro-do-paraná), *Araucaria* é o nome do gênero e o conjunto dos dois nomes (*Araucaria angustifolia*) designa a espécie. É errado utilizar o segundo nome isoladamente.

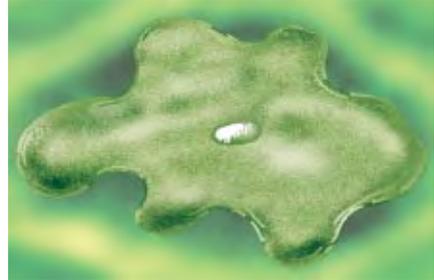


- 3) O nome do gênero é um substantivo e deve ser escrito com inicial maiúscula, enquanto o nome da espécie é um adjetivo e deve ser escrito com inicial minúscula. Exemplo: *Felis catus* (gato).
- 4) Quando existe subespécie, o nome que a designa deve ser escrito depois do nome da espécie, sempre com inicial minúscula. Exemplo: *Rhea americana alba* (ema branca).
- 5) Quando existe subgênero, o nome que o designa deve ser escrito depois do nome do gênero, entre parênteses e com inicial maiúscula. Exemplo: *Anopheles (Nyssorhinchus) darlingi* (**mosquito-prego**, transmissor da malária).
- 6) Em trabalhos científicos, depois do nome do animal, coloca-se o nome do autor que o descreveu. Quaisquer outras indicações, como o ano em que o animal foi descrito, podem se escritas na seqüência, após uma vírgula. Exemplo: bactéria causadora da sífilis = *Treponema pallidum* Schaudinn & Hoffmann, 1905.
- 7) O nome da família é feito pela adição da terminação -IDAE ao radical correspondente ao nome do gênero-tipo (aquele mais característico da família). Para subfamília a terminação usada é -INAE e para superfamília é -OIDEA. Exemplos: cão = gênero *Canis*, família **Canidae**; cascavel = gênero *Crotalus*, subfamília **Crotalinae**; lombriga = gênero *Ascaris*, superfamília **Ascaroidea**. Entre vegetais, no entanto, os nomes das famílias costumam apresentar a terminação -ACEAE. Exemplos: palmeira e coqueiro = família **Palmaeae**; alho e cebola = família **Liliaceae**.

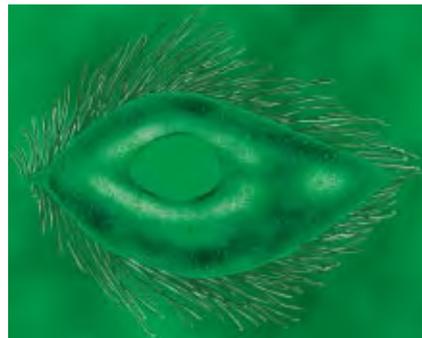
Capítulo 03. Protozoários

1. Apresentação

Os primeiros animais a habitarem a Terra praticamente não deixaram restos ou vestígios que permitissem a identificação de sua forma. Entretanto, existem hoje certos seres que, segundo se acredita, seriam semelhantes àqueles primeiros animais da Terra. Tais organismos são os **protozoários** (do grego *protos* = primeiro; *zoon* = animal). Constituem um grupo heterogêneo de cerca de 50 000 espécies de organismos unicelulares eucarióticos. Por serem móveis e **heterótrofos**, este conjunto de organismos tradicionalmente é estudado dentro da Zoologia, embora não possam ser considerados animais. Os sistemas de classificação geralmente os consideram membros do reino Protista. O grupo dos protozoários chama a atenção pela enorme diversidade de formas que apresenta, com ampla variação em termos de complexidade estrutural e adaptação para inúmeros tipos de condições ambientais. Vivem preferencialmente em lugares úmidos, seja no mar, na água doce ou no solo. Muitos são de vida livre, como o *Paramecium*, um dos protozoários mais comuns em água doce; outros são **sésseis**, como o *Vorticella*, que se fixa a um substrato por uma espécie de pedúnculo. Existem os **comensais**, que se associam a outros organismos, sem prejudicá-los, como a *Entamoeba coli*, que vive no intestino humano; existem também os protozoários **mutualistas**, que se associam a outros organismos, beneficiando-os, como o *Trichonympha*, que digere a celulose da madeira no intestino do cupim; e há protozoários parasitas, que se associam a outros organismos, prejudicando-os, como a *Entamoeba histolytica*, que vive no intestino humano e pode provocar distúrbios intestinais. *Plasmodium sp* que provoca a malária e o *Trypanosoma cruzi* que provoca a doença de Chagas.



Ameba



Trichonympha sp



Paramécio



Trypanosoma cruzi



Embora a maioria dos protozoários viva de forma isolada, existem muitas formas coloniais, algumas das quais atingiram alto grau de interdependência celular de tal forma que se aproximam estruturalmente de um verdadeiro nível celular.

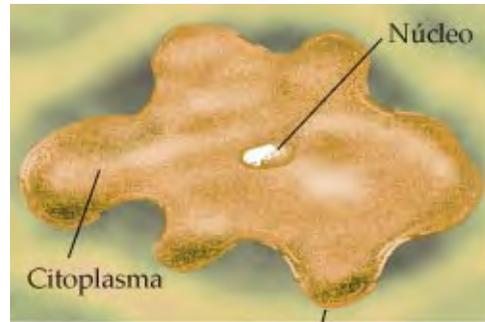
Os protozoários são formas microscópicas, unicelulares, que só podem ser estudadas em detalhes na sua estrutura celular com o auxílio de um microscópio.

2. Características Gerais

A única característica comum a todos os protozoários é o nível unicelular de organização. Um protozoário pode ser comparado estruturalmente com uma célula de um organismo pluricelular. Fisiologicamente, no entanto, a célula do protozoário é um organismo completo que realiza todas as funções essenciais à vida, pois são, na maioria das vezes, auto-suficientes. Por isso, contém todas as organelas celulares típicas e realiza todos os processos celulares fundamentais, além de executar todas as funções encontradas em um organismo multicelular, o que a torna uma estrutura extremamente complexa. Um *Paramecium*, por exemplo, é muito mais complexo em termos morfofisiológicos do que qualquer célula do corpo humano.

Talvez o melhor modelo para se estudar o grupo dos protozoários seja a **ameba**. A espécie mais comum é *Amoeba proteus*, encontrada em água doce limpa, onde haja vegetação verde movimentando-se sobre substratos variados. Existem também espécies marinhas e algumas parasitas. Apesar de sua aparente simplicidade, a ameba pode

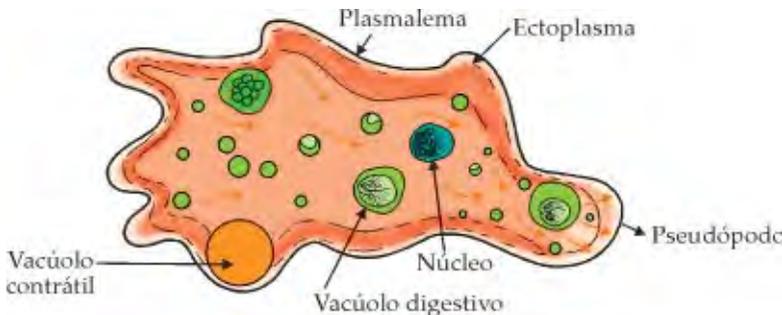
locomover-se, capturar, digerir e assimilar alimento, eliminar resíduos não aproveitáveis, respirar, secretar e excretar substâncias, crescer e reproduzir-se. É um organismo incolor, gelatinoso, com até cerca de meio milímetro de comprimento, e que não exhibe uma forma constante.



Membrana celular

A ameba vista ao microscópio

Como qualquer célula, as amebas, bem como todos os outros protozoários, são constituídas por envoltório, citoplasma e núcleo. O envoltório é a estrutura que reveste a célula, estando representado por uma membrana celular lipoproteica, embora algumas células apresentem carapaças minerais protetoras. O citoplasma pode se apresentar diferenciado em duas regiões: uma mais externa, de constituição gelatinosa, chamada **ectoplasma**; outra mais interna, de constituição mais fluida, denominada **endoplasma**. Dentro do endoplasma fica o núcleo, que não é muito visível no organismo vivo. Em alguns protozoários existem dois núcleos: um **macronúcleo** maior que controla funções vegetativas e um **micronúcleo** menor que comanda os processos reprodutivos.



Os protozoários exibem diferentes modos de nutrição. São organismos heterótrofos que podem ser de vida livre, como a ameba, obtendo alimento por meio da **fagocitose**, ou podem ser parasitas, como o tripanossoma e o plasmódio que retiram nutrientes do corpo do hospedeiro, podendo ainda ser sapróvoros, nutrindo-se de matéria orgânica morta em decomposição.



Processo de fagocitose numa ameba

A digestão é intracelular e ocorre no interior de **vacúolos digestivos** que contêm enzimas sintetizadas pela célula. Após a absorção de partículas digeridas, os resíduos são eliminados para o meio externo.

Quanto à respiração, as trocas gasosas se processam por simples difusão através da membrana celular. Existem protozoários **aeróbios** e **anaeróbios**, e as amebas fazem parte do primeiro grupo. A excreção também é feita por difusão por meio da membrana celular, sendo a amônia o principal resíduo metabólico. Já o controle osmótico, que determina a quantidade de água presente na célula, é feito através de uma organela denominada **vacúolo pulsátil** ou **contrátil**, que age como uma bomba de remoção do excesso de água do citoplasma. Os vacúolos pulsáteis são esféricos, contraem-se periodicamente para eliminar seu conteúdo e geralmente são encontrados em protozoários de água doce, pois os marinhos, vivendo em um meio altamen-

te concentrado, tendem ao equilíbrio osmótico com seu ambiente.



Paramécio – protozoário de água doce

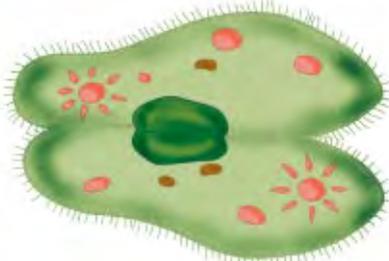
A reprodução assexuada é a mais comum e também a única encontrada em certas formas. Destaca-se a cissiparidade ou fissão binária, quando uma célula se divide em outras duas, ocorrendo com frequência nas amebas. Quanto à reprodução sexuada, é mais rara e pode envolver a diferenciação do próprio organismo em gameta. Esta, aliás, é a única forma de reprodução sexuada encontrada nas amebas. Entretanto, o processo mais conhecido não envolve gametas e chama-se **conjugação**, sendo restrito a outros grupos de protozoários.



Reprodução assexuada em ameba – divisão binária



Em algumas formas, a reprodução é feita no interior de **cistos** produzidos pelo organismo. Estes podem ter também um papel de proteger a célula de adversidades ambientais. O encistamento, na verdade, está presente no ciclo de vida de grande número de protozoários, entre os quais certas amebas parasitas. Consiste da secreção de um envoltório espesso ao redor da célula, que pode protegê-la do dessecamento ou de baixas temperaturas, e dentro do qual o organismo sobrevive gastando um mínimo de energia.



Conjugação em paramécio



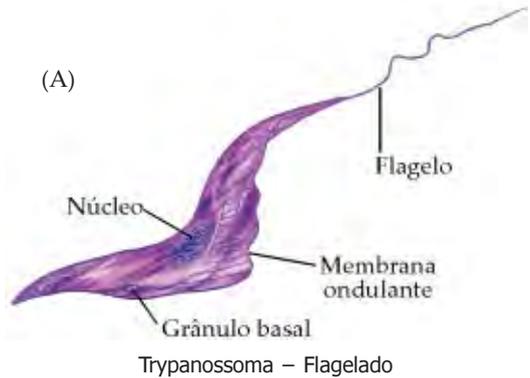
Encistamento em ameba

3. Classificação

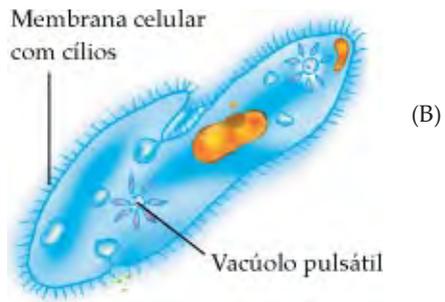
É comum classificar os protozoários em quatro grupos menores, sendo usado como critério principal de classificação o tipo de locomoção:

- os protozoários com movimento flagelar formam o grupo dos flagelados ou mastigóforos (do grego, *mastix* = chicote; *phoros* = portador);
- aqueles que se movimentam por meio de pseudópodos formam o grupo dos rizópodos ou sarcodinos (do grego, *sarcodes* = carnoso);
- os que têm movimento ciliar pertencem ao grupo dos ciliados (do latim, *cilium* = cílio);
- finalmente, os que não se movimentam

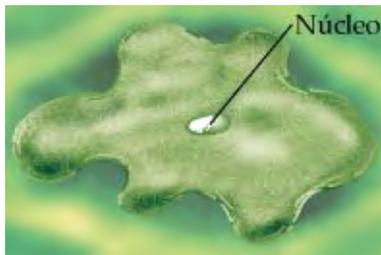
durante boa parte da vida e são todos parasitas formam o grupo dos esporozoários (do grego, *spora* = semente).



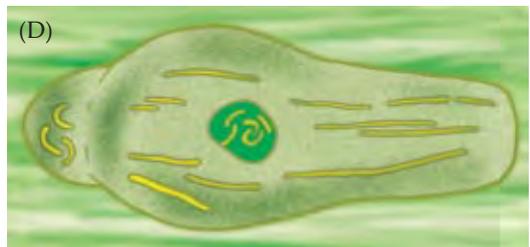
Trypanossoma – Flagelado



Paramécio – Ciliado



Ameba – Sarcodino

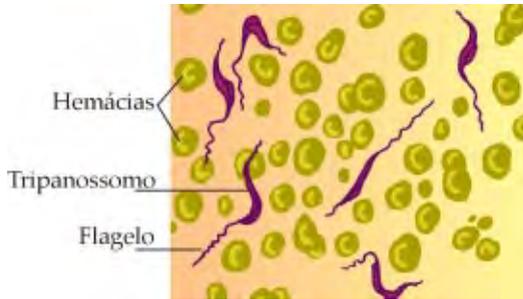


Gregarina – Esporozoário

Classificação dos protozoários: A) Flagelados, B) Ciliados, C) Sarcodinos, D) Esporozoários.

3.1. Flagelados

São os protozoários que possuem como estruturas locomotoras filamentos alongados denominados **flagelos**. Muitos mantêm associações com outros organismos, inclusive de parasitismo, como *Leishmania*, *Trypanosoma*, *Giardia* e *Trichomonas*, que são parasitas humanos.



Trypanosoma na circulação

O flagelo, estrutura de locomoção, está normalmente voltado para a extremidade anterior da célula e consiste de um filamento longo formado por microtúbulos proteicos, envolvido por uma bainha que é contínua com a membrana celular. Origina-se sempre de um corpúsculo basal, de estrutura semelhante à de um centríolo. Em *Trypanosoma*, além do flagelo, existe uma membrana ondulante que auxilia a locomoção. *Trichonympha* possui milhares de flagelos e tem uma organização muito complexa. Habita o intestino de cupins e tem participação na digestão da madeira ingerida por estes insetos. A madeira ingerida pelo cupim é assimilada pelo protozoário e os produtos da digestão são também utilizados pelo inseto. A reprodução dos flagelados geralmente ocorre através de cissiparidade, com fissão longitudinal da célula.



Trypanosoma cruzi

3.2. Sarcodinos ou Rizópodes

São os protozoários cuja locomoção é feita por meio de projeções celulares denominadas **pseudópodos**, também utilizadas para a captura de alimento no processo de fagocitose. Assimétricos, ou seja, sem forma constante, ou mesmo esféricos, os sarcodinos formam um grupo muito diversificado, existindo formas marinhas, como os foraminíferos dotados de carapaça, e formas comuns de água doce, como os heliozoários, cuja célula lembra um pequeno sol. As amebas, que são os sarcodinos mais conhecidos, podem ser nuas ou providas de uma carapaça. As amebas nuas não têm forma fixa; sua célula se modifica constantemente conforme os pseudópodos são formados. Já as amebas com carapaça ou tecamebas, mais frequentes em água doce, possuem um envoltório rígido protetor dentro do qual a célula fica contida. A carapaça pode ser secretada pelo citoplasma ou composta por materiais aglutinados na célula, sendo sempre dotada de abertura por onde os pseudópodos são emitidos. Aliás, algo que chama a atenção entre os sarcodinos é que este é um grupo de protozoários que apresenta abundante registro fóssil, devido à existência de carapaças rígidas em vários de seus representantes.

A formação dos pseudópodos está relacionada com alterações na estrutura citoplasmática, sobretudo a interconversão entre o endoplasma fluido e o ectoplasma gelatinoso. Como consequência de algum tipo de estímulo, o ectoplasma, em um ponto determinado da superfície celular, transforma-se em endoplasma e a pressão interna provoca um fluxo citoplasmático nesta região, dando origem ao pseudópodo. Depois que ele foi distendido, o endoplasma de sua extremidade é reconvertido em ectoplasma, prendendo a célula ao substrato. Do lado oposto, ao mesmo tempo, o ectoplasma é convertido em endoplasma para que o movimento possa ser completado. A ameba, desta maneira, consegue se deslocar num pequeno espaço, como se tivesse dado um passo; daí o significado do termo pseudópodos – "falsos pés".



Movimento amebóide. Representação esquemática da locomoção de uma célula por meio da emissão de pseudópodos, que também podem ser usados para captura de alimento.

Existem algumas espécies de amebas parasitas. Entretanto, há várias espécies de vida livre, que se alimentam de pequenos organismos, como bactérias, algas e outros protozoários. Os pseudópodos também são usados na captação do alimento, no processo conhecido como fagocitose. Englobam o alimento e o incluem na

célula em uma pequena vesícula que, depois de receber as enzimas digestivas, pode ser denominada vacúolo digestivo. Muitas vezes, ao se observar uma ameba ao microscópio, percebe-se a presa capturada ainda em agitação no interior do vacúolo digestivo, enquanto sofre a ação enzimática que terminará por matá-la.



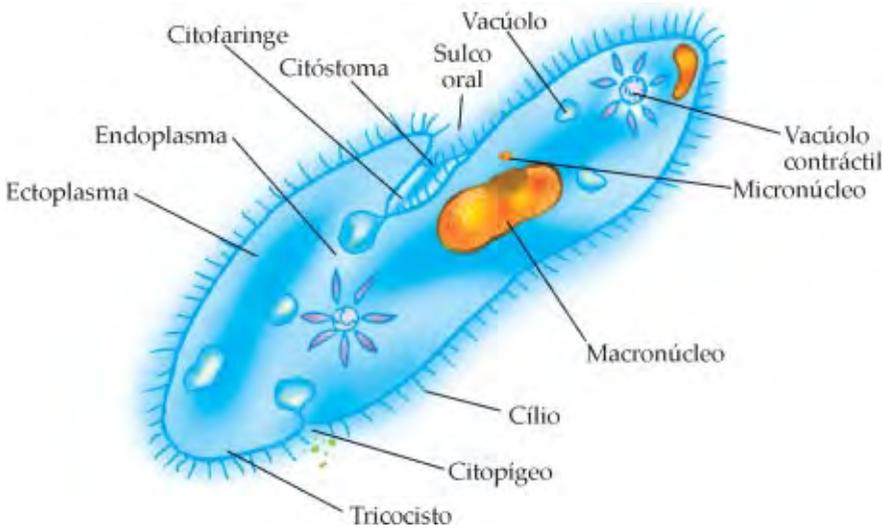
Diversas etapas do englobamento de uma partícula alimentar por uma ameba (fenômeno da fagocitose).

3.3. Ciliados

Este é o maior e mais homogêneo grupo de protozoários. Sua locomoção é feita através de **cílios**, estruturas de origem e composição semelhantes às de flagelos; porém, costumam ser menores e mais numerosos que eles. São raras as espécies parasitas e quase todos os representantes do grupo são de vida livre, existindo tanto em água doce como no mar.

Paramecium é talvez o ciliado mais conhecido pela facilidade com que é cultivado em laboratórios. Este organismo de água doce movimenta-se rapidamente utilizando os batimentos ciliares, descrevendo um movimento de rotação em torno de seu próprio eixo. Ao contrário da ameba, tem forma constante. É um organismo hete-

rótrofo, sendo o alimento trazido para a célula graças aos batimentos de um conjunto de cílios posicionados em uma depressão da superfície celular denominada **sulco oral**. Este leva a uma abertura celular, o **citóstoma**, por onde o alimento penetra na célula. O citóstoma desemboca em um canal de passagem, a **citofaringe**, que se aprofunda na célula até o **endoplasma**. Dela se destacam vesículas contendo o alimento e que, recebendo enzimas digestivas secretadas pela célula, formam os vacúolos digestivos. Estes são movimentados pelo citoplasma, permitindo uma assimilação uniforme das partículas digeridas. Os resíduos são eliminados por uma pequena abertura da superfície celular denominada **citopígeo**.

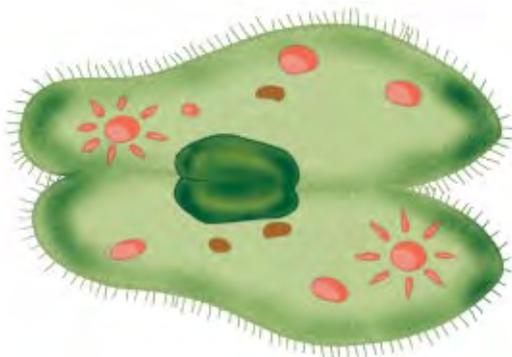


Organização celular do paramecio

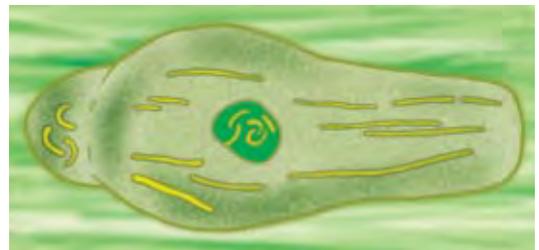
Os vacúolos pulsáteis, de posição fixa, fazem o balanço hídrico da célula, sendo dois, um em cada extremidade do organismo. A reprodução mais comum é por cissiparidade, mas a conjugação eventualmente acontece em certas espécies. Neste caso, dois protozoários estabelecem entre si uma comunicação citoplasmática e trocam os respectivos materiais genéticos micronucleares. Fusão entre os materiais trocados e aqueles que permaneceram estacionários em cada célula, além de várias divisões celulares de cada um dos envolvidos, completam o processo em que, de cada par de conjugantes, resulta um total de oito células-filhas.

3.4. Esporozoários

Estes protozoários se caracterizam pela ausência de qualquer estrutura locomotora. Além disso, todos os membros do grupo são parasitas. Suas células têm forma arredondada ou alongada, com um núcleo e sem muitas organelas. Os alimentos são absorvidos diretamente do hospedeiro. A reprodução é feita por fissão múltipla ou esquizogonia, processo em que a célula torna-se multinucleada por mitoses sucessivas e então o citoplasma divide-se. Entretanto, pode ocorrer fase sexuada no ciclo de vida, com a diferenciação das células em gametas e posterior fusão, num processo denominado gamogonia. Os maiores destaques neste grupo são as gregarinas, que são parasitas de invertebrados, como insetos e anelídeos; *Toxoplasma*, que pode atingir tecidos diversos no homem; e *Plasmodium*, o causador da malária.



Paramecios em conjugação



Gregarina



4. Protozoários Parasitas

As **Protozoonoses** são as doenças causadas por protozoários, isto é, o agente etiológico é um protozoário parasita.

As protozoonoses mais comuns são doença de Chagas, malária, amebíase, úlcera de Bauru, toxoplasmose, leishmaniose, giardíase e tricomoníase.

Estas doenças podem ser caracterizadas pelos seguintes aspectos:

- Agente etiológico – Agente causador da doença.
- Vetor – Agente transmissor da doença, podendo ser um ser vivo (inseto) ou água e alimentos contaminados.
- Hospedeiros – Indivíduos que alojam o parasita.
- Sintomas – Reações do organismo à presença do parasita.
- Profilaxia – Medidas para prevenção da doença.

4.1. Doença de Chagas

Moléstia diretamente ligada às condições socioeconômicas humanas, constituindo-se em um dos mais sérios problemas médicos brasileiros. Estima-se que nosso país tenha hoje cerca de 8 milhões de chagásicos, principalmente na zona rural. São pessoas que provavelmente terão sobrevida reduzida, pois muitos doentes falecem em torno de 30 ou 40 anos de idade. A doença começou a ser pesquisada no início do século XX pelo brasileiro Carlos Chagas, que também descobriu e descreveu seu causador, seus transmissores e reservatórios naturais e ainda parte da sintomatologia.

I. Agente Etiológico

O protozoário causador da doença de Chagas é o flagelado *Trypanosoma cruzi*. Seu nome, dado por Carlos Chagas, é uma homenagem prestada ao médico dr. Oswaldo Cruz.

II. Vetor

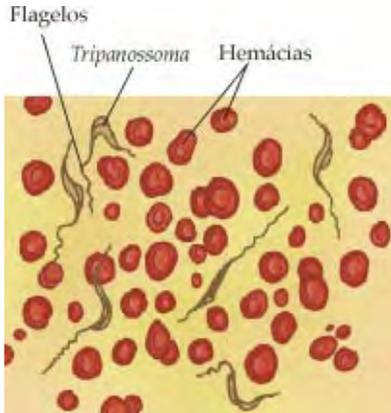
O protozoário é transmitido ao homem por um inseto **hematófago** conhecido popularmente como **barbeiro** ou **chupança**, que são nomes populares dados a uma série de diferentes gêneros de insetos, dos quais o mais conhecido é o *Triatoma*. Este, tempos atrás, era habitante de matas no interior ainda não colonizado e sugava o sangue de animais silvestres como o tatu, o gambá e a cutia. Com o desbravamento do interior do País, matas foram destruídas e o homem começou a construir precárias habitações de sapé e pau-a-pique, em cujas paredes, cheias de frestas, os insetos passaram a fazer seus ninhos. Sua fonte de alimento também se alterou e ele passou a utilizar o sangue de animais domésticos, como o cão e o gato, além, é claro, do próprio homem, iniciando sua contaminação. Assim nasceu a doença de Chagas humana. De hábitos noturnos, os barbeiros hoje distribuem-se principalmente pelos Estados do nordeste e centro-oeste do País, além do interior de Minas Gerais. Não são comuns no Estado de São Paulo devido às bem sucedidas campanhas de erradicação.



O barbeiro é transmissor da doença de Chagas.

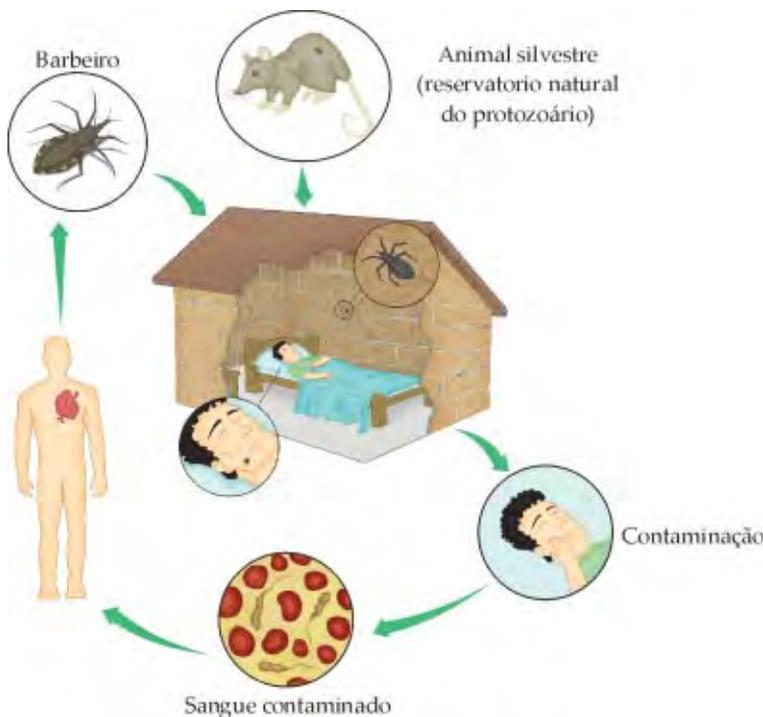
III. Local de Ação

No organismo humano, o *Trypanosoma cruzi* pode ser encontrado no **sangue** circulante, em sua forma tradicional alongada e dotada de flagelo livre, e nos tecidos **muscular** (sobretudo cardíaco) e **nervoso**, em que se apresenta com forma esférica e sem flagelo livre. No inseto, formas do protozoário são encontradas sobretudo no **intestino**.



IV. Ciclo Biológico

Quando o barbeiro, no seu hábito hematófago, ingere o sangue de uma pessoa doente ou de um animal que seja reservatório natural do *Trypanosoma cruzi*, as formas parasitárias se desenvolvem em seu tubo digestivo até atingirem a porção posterior do intestino. Normalmente, um barbeiro torna-se transmissor do protozoário cerca de 20 dias após adquiri-lo via alimentação, podendo permanecer assim por toda a vida, que dura aproximadamente um ano. Ao sugar o sangue de uma pessoa sadia, o inseto deposita suas fezes na pele lesada e os protozoários alcançam a corrente sanguínea. Podem atingir diferentes tecidos corporais, nos quais se reproduzem, rompem as células e retornam à corrente sanguínea, alcançando novos tecidos. Dez a quinze dias após a contaminação, a doença atinge sua fase mais aguda e o número de parasitas no sangue torna-se tão alto que pode levar o indivíduo à morte. Se a quantidade de protozoários diminuir por ação do **sistema imunológico**, o doente entra na fase crônica e nela pode permanecer por muitos anos.



V. Transmissão

A forma comum de **transmissão** da doença de Chagas é pela penetração do protozoário, presente nas **fezes** do barbeiro, quando existem lesões na pele da pessoa. Entretanto, outras formas de transmissão já foram constatadas. Em regiões onde a incidência da moléstia é alta, transfusões utilizando sangue de doadores contaminados são freqüentes e vários casos da doença foram registrados com essa origem. A transmissão congênita, ou seja, da mãe doente para o feto através da placenta também pode ocorrer, podendo provocar aborto ou morte da criança. O parasita também já foi encontrado no leite materno e pode contaminar os bebês em fase de amamentação, se houver lesões em sua boca ou no tubo digestivo.

VI. Sintomas

A contaminação pelo protozoário se caracteriza por manifestações típicas nas regiões do corpo por onde houve a entrada do parasita. O **chagoma** é uma inflamação que surge no local da pele por onde o *Trypanosoma cruzi* penetrou, enquanto o **sinal de Romanã** resulta de infecção do globo ocular, com grande inchaço das pálpebras. Aliás, na fase aguda que se segue à contaminação, reações inflamatórias são comuns devido à multiplicação intracelular do parasita, o que provoca mobilização do sistema imunológico. Pode se seguir um período de latência de duração variável (10 a 20 anos), sem grandes manifestações, e o chagásico entra na fase crônica, quando começam a surgir os problemas cardíacos e intestinais. Insuficiência cardíaca, cardiomegalia (dilatação do coração), problemas na formação e condução dos estímulos cardíacos, megaesofagia (dilatação da parede do esôfago) e megacolia (dilatação da parede intestinal) são os aspectos mais freqüentes, que podem levar à morte.



Coração Chagásico



Coração Normal

VII. Profilaxia

A transmissão da doença de Chagas está intimamente ligada às péssimas condições habitacionais em que vive boa parcela de nossa população, sobretudo no meio rural. A melhoria das habitações, **com a construção de casas de alvenaria** ou a reforma das casas já existentes, com o preenchimento das frestas com reboque, seriam medidas fundamentais. **O combate ao barbeiro**, com campanhas de erradicação como as realizadas no Estado de São Paulo, que reduziram grandemente o número de casos da doença por esta via de transmissão, seria outra medida importante. **A utilização de telas nas janelas e redes**

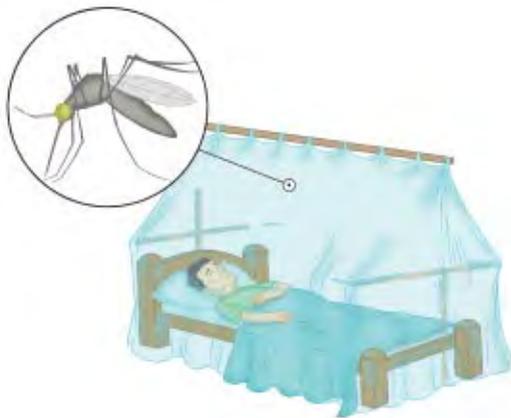
de filó sobre as camas são paliativos que podem ser adotados enquanto não se consegue a erradicação definitiva do inseto. Estuda-se o combate ao barbeiro através de uma técnica de **controle biológico** que consiste na utilização de um fungo parasita ou de um pequeno inseto cujas larvas destroem os ovos do barbeiro. **O controle das doações de sangue** em hospitais e bancos de sangue é decisivo para prevenir a contaminação por uma via que ganhou importância nos últimos anos. A doença de Chagas não tem cura e seu tratamento ainda é ineficaz, reforçando a necessidade de medidas **profiláticas** adequadas.



Combate ao barbeiro



Telas em janelas



Redes de filó



Cuidado nas transfusões sanguíneas



4.2. Malária

A malária, também conhecida como **maleita**, **sezão**, **impaludismo**, **febre palustre** ou **febre intermitente**, é parasitose que grande dano causou a milhões de pessoas das áreas tropicais do planeta. Já conhecida desde a Grécia antiga, a malária recebeu este nome porque acreditava-se que sua transmissão seria feita por meio de ar contaminado (malária ou mal ar). A participação de mosquitos transmissores só foi esclarecida no final do século passado. É doença endêmica em vários países, inclusive no Brasil, onde se constitui em sério problema em algumas regiões e um desafio para os nossos governantes.

I. Agente Etiológico

A malária é causada por esporozoários do gênero *Plasmodium*. Existem cerca de 50 espécies que utilizam o mosquito e um vertebrado, geralmente ave, como hospedeiros. Destas, apenas quatro espécies têm o homem como hospedeiro vertebrado e causam a malária humana. Três ocorrem no Brasil: *P. vivax*, *P. malariae* e *P. falciparum*. A quarta espécie é *P. ovale*, que só é encontrada na África.

II. Vetor

A transmissão da malária é feita por meio da atividade hematófaga do mosquito do gênero *Anopheles*, conhecido popularmente como **mosquito-prego**, pelo fato de se posicionar perpendicularmente à superfície da qual sugará sangue. No Brasil, a espécie mais importante é *Anopheles darlingi* e, curiosamente, apenas as fêmeas são capazes de fazer a transmissão, uma vez que os machos têm hábito alimentar frugívoro. A atividade hematófaga ocorre sobretudo ao amanhecer e ao anoitecer e as larvas proliferam em ambientes de água parada, como lagos e represas. Sabe-se hoje que os mosquitos que apresentam formas do *Plasmodium* nas glândulas salivares conseguem sugar um menor volume sanguíneo que os mosquitos normais; por isso, repetem os ataques aos hospedeiros várias vezes, aumentando a chance de transmissão.

III. Local de Ação

Durante seu ciclo evolutivo, o *Plasmodium* pode se apresentar sob várias formas diferentes. No organismo humano é encontrado no sangue circulante, dentro de **hemácias** (glóbulos vermelhos) e na **região hepática**. Das várias formas exibidas pelo parasita, duas merecem destaque: o **esporozoíto** é a forma existente nas glândulas salivares do mosquito e que é inoculada no homem, tendo um aspecto alongado, com um núcleo central; já o **merozoíto** é a forma encontrada em células hepáticas e no interior das hemácias, sendo ovalado.

IV. Ciclo Biológico

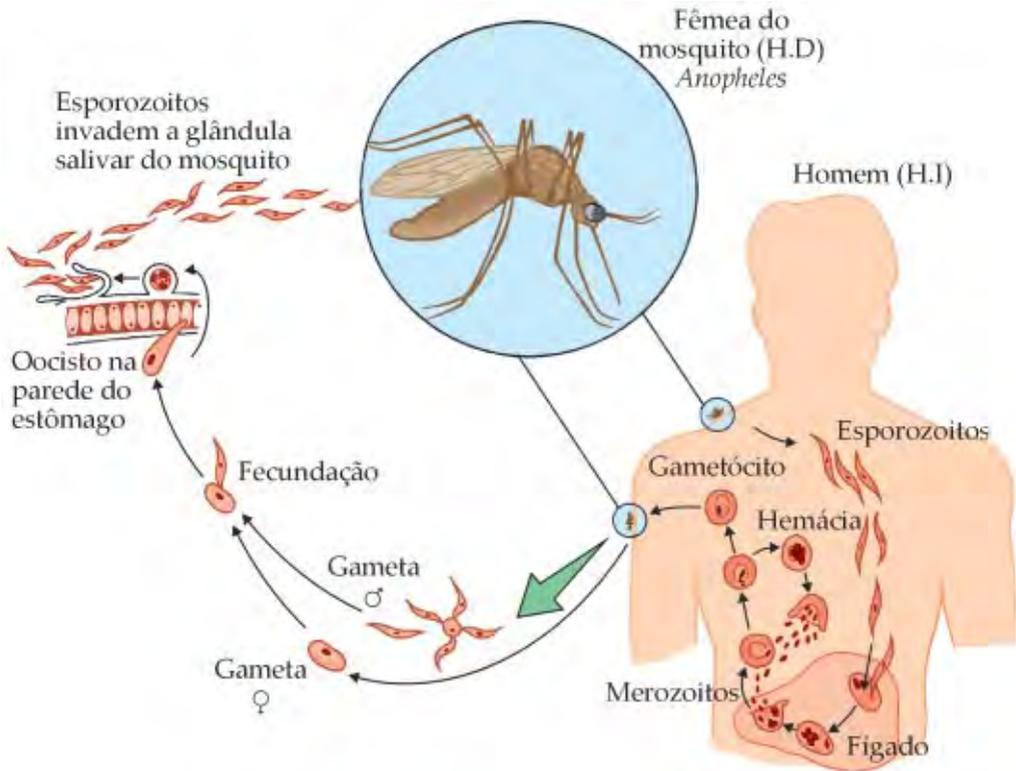
Pode-se dizer que o parasita é heteroxeno, pois seu ciclo necessita de dois hospedeiros: o homem e o mosquito. O **homem** é o **hospedeiro intermediário**, no qual o *Plasmodium* realiza apenas reprodução assexuada, enquanto o **mosquito** é o **hospedeiro definitivo**, pois a fase sexuada da vida do protozoário ocorre no seu corpo.

Quando uma pessoa entra em área onde a malária é comum, fatalmente acaba sendo vítima da ação hematófaga das fêmeas do mosquito *Anopheles*. De forma geral, o ciclo começa quando os esporozoítos entram na corrente sanguínea humana com a saliva do mosquito. Vão para o fígado e invadem as células hepáticas, nas quais desenvolvem estágios amebóides. Cada parasita sofre fissão múltipla ou esquizogonia, produzindo milhares de merozoítos, que são liberados para o sangue e invadem as hemácias. Reproduzem-se novamente por fissão múltipla e causam ruptura ou lise celular, sendo liberados para invadir novas hemácias, nas quais repetirão o procedimento. Alguns merozoítos, entretanto, podem, dentro de certas hemácias, sofrer um processo de diferenciação celular e originar células denominadas **gametócitos**, que são precursoras de gametas. Os gametócitos são liberados para o sangue circulante e podem ser ingeridos por um mosquito quando este sugar o sangue do doente.

Na sua atividade hematófaga, o mosquito

pode ingerir também merozoítos e outras formas sangüneas do parasita, mas somente os gametócitos se desenvolverão no inseto, já que as outras formas degeneram e morrem. No tubo digestivo do mosquito, os gametócitos, já diferenciados em gametas, fundem-se e formam zigotos, que se fixam na

parede gástrica, desenvolvem-se em cistos e liberam milhares de esporozoítos, os quais se alojarão nas **glândulas salivares**. O mosquito pode, pela saliva, introduzir os esporozoítos em outro indivíduo ao picá-lo.



Ciclo vital de *Plasmodium vivax*, mostrando as várias formas do protozoário no organismo do mosquito e no homem.

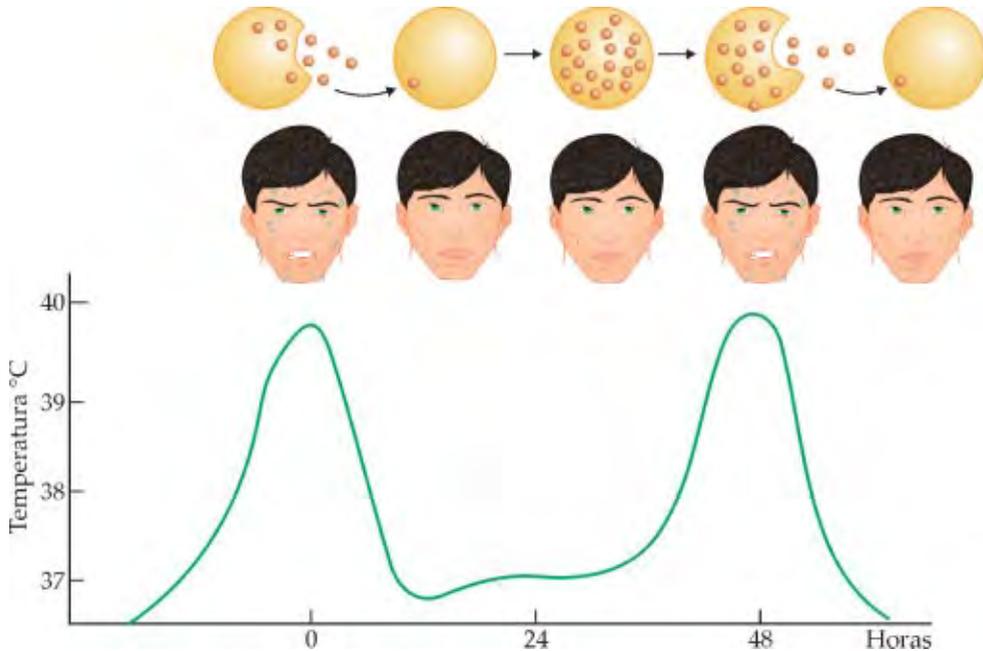
V. Tipos de Malária

A característica sintomatológica mais marcante da malária é a ocorrência de **calafrios e acessos febris a intervalos regulares**, cuja duração depende da espécie de *Plasmodium* que está provocando a doença. Percebe-se que tais sintomas coincidem com a ruptura das hemácias do doente pelos merozoítos e que o intervalo entre eles representa justamente o tempo necessário para que os merozoítos invadam novas hemácias e provoquem lise também nelas. A espécie

Plasmodium vivax é a causadora da malária **terça benigna**, sendo que os sintomas se repetem a cada **48 horas**; *Plasmodium falciparum* é causador da malária **terça maligna**, também com ciclo de **48 horas**; *Plasmodium malariae* provoca malária **quarta benigna**, com intervalo de **72 horas** entre os sintomas. A distinção entre malária benigna e maligna está no fato de que a segunda frequentemente conduz à morte, o que raramente ocorre com a primeira, embora cause séria debilidade orgânica.



A chamada malária maligna destrói maior número de hemácias a cada reprodução dos merozoítos, além de provocar sua aglutinação dentro dos vasos sanguíneos, podendo comprometer o fluxo de sangue em órgãos importantes e, conseqüentemente, levar à morte.



A variação da temperatura corporal num indivíduo afetado com malária (febre terçã).

VI. Sintomas

Os sintomas típicos da malária, como já vimos, são os calafrios e acessos febris intermitentes, com intervalos variáveis, conforme a espécie de parasita considerada. Além disso, é comum a ocorrência de **anemia**, pois o número de hemácias destruídas é muito grande, levando à perda da hemoglobina (o pigmento responsável pelo transporte do oxigênio pelo organismo e que está dentro das hemácias), causando sérios problemas para a manutenção da fisiologia normal. **Problemas hepáticos** são comuns, pois parte das células do fígado também é destruída pelo parasita, levando ao aumento de volume do órgão. Deve-se ressaltar que há resposta do sistema imunológico à ação do parasita, existindo casos em que a pessoa adquire imunidade para a doença. Ocorrem também casos de recaída, em que a pessoa, depois de parecer curada, volta a manifestar os sintomas.

VII. Profilaxia

Hoje, no Brasil, a malária está mais concentrada na região Norte, sobretudo na Amazônia, e em parte da região Centro-Oeste, além de áreas esparsas do Nordeste e Sudeste. As medidas profiláticas consistem basicamente em: tratar o homem doente (eliminando a fonte de infecção e reservatório), proteger o homem sadio (desenvolvimento de vacina, telas nas janelas) e combater o mosquito (fases larval e adulta).

Existem hoje vários medicamentos, alguns dos quais à base de quinino, que não conseguem destruir as formas parasitárias alojadas no fígado, o que proporciona recaídas. Medicamentos associados podem ser utilizados, conseguindo-se excelentes resultados, sobretudo quando o tratamento é feito precocemente. Pessoas que vivem em áreas onde é comum a doença costumam tomar pequenas

doses de certas drogas como daraprin ou cloroquina como prevenção. Desenvolvem-se pesquisas no sentido de se obter uma vacina contra a moléstia.

A drenagem de água parada, assim como a colocação de petróleo ou venenos, pode matar as larvas do mosquito-prego, reduzindo

as possibilidades de contaminação. O uso de inseticidas nas casas pode fazer o mesmo com os insetos adultos. Técnicas de controle biológico são também empregadas, entre elas a colocação de peixes como o guaru-guaru (*Gambusia affinis*) nas águas para comer larvas e pupas de mosquitos.



Telas nas janelas – Profilaxia para malária

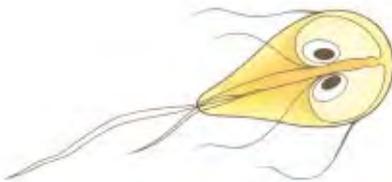


Controle biológico – Profilaxia para malária



Inseticida – Profilaxia para malária

4.3. Giardíase



É causada pelo flagelado *Giardia lamblia*, possivelmente o primeiro protozoário intestinal a ser conhecido. Em sua forma adulta, apresenta um formato de pêra e quatro pares de flagelos. Pode também ser encontrado na forma de **cisto**, sendo então ovalado. A via normal de infecção é através da ingestão de cistos, geralmente na água e nos alimentos contaminados. O desencistamento inicia-se no estômago e é com-

pletado no **intestino**, onde o parasita adulto se fixa. É comum a adesão das formas adultas à superfície exterior das células duodenais. No intestino, ocorrem a reprodução e os novos encistamentos quando as formas adultas se desprendem da mucosa intestinal, sendo então liberadas para o meio exterior, onde poderão contaminar novas pessoas.

Geralmente a giardíase é assintomática e muitas vezes crônica. Há casos, entretanto, em que certos sintomas podem ser percebidos, como: dores abdominais, irritabilidade, falta de apetite, náusea e vômitos, além de diarreia e má absorção de nutrientes pela mucosa intestinal, que poderiam ser provocados pelo recobrimento desta pelos protozoários ou pela liberação de alguma toxina por parte deles.



É uma moléstia encontrada no mundo todo e mais freqüente em crianças devido à falta de hábitos higiênicos, o que torna muito comum a auto-infecção (crianças brincando no chão contaminado com fezes de outras crianças e levando a mão à boca se infectam com facilidade). Nos adultos, a infecção parece conferir certa resistência a novas infecções. Deve-se ressaltar a grande resistência das formas císticas às condições ambientais: o cisto suporta até dois meses no meio externo, é resistente ao processo de cloração da água (embora não resista à fervura) e pode sobreviver muito tempo embaixo das unhas.

Como medidas profiláticas, destacam-se: tratamento dos doentes, o que tem sido feito com grande eficiência com drogas apropriadas; higiene pessoal; tratamento da água e cuidados com os alimentos, sobretudo com as verduras que serão ingeridas cruas.

4.4. Leishmaniose

Este termo reúne uma série de protozoonoses que têm como agentes etiológicos flagelados do gênero *Leishmania*. São transmitidos ao homem pela picada de mosquitos hematófagos dos gêneros *Phlebotomus* e *Lutzomyia*, conhecidos popularmente como **mosquitos-palha**. Pode se manifestar de diferentes maneiras, dependendo da espécie infectante, mas, geralmente, provoca degeneração tecidual dos órgãos atingidos. São descritos três tipos importantes de leishmaniose:

I. Leishmaniose Tegumentar Americana

Acredita-se que seja uma doença típica das Américas, sendo encontrada desde o sul dos Estados Unidos até a Argentina e já era bem conhecida em São Paulo no início do século XX, quando recebeu o nome de **Úlcera de Bauru**, por ser esta a área com maior incidência da moléstia. Geralmente está associada a áreas florestais recentes ou antigas. O agente etiológico mais comum é *Leishmania braziliensis* e o inseto vetor pertence ao gênero *Lutzomyia*.

O parasita habita os **monócitos** e **macrófagos** que formam o sistema monocítico

fagocitário cutâneo em regiões como pernas, braços e rosto. A característica marcante da doença, no entanto, é a ocorrência de sérias lesões na região facial (boca e nariz, podendo estender-se até a faringe). Inicialmente, ocorre edema na cartilagem nasal, provocando corrimento (coriza) e, algum tempo depois, o aparecimento de úlcera, promovendo grande inchaço (é o chamado "nariz-de-anta"). Pode, depois, haver o comprometimento de todo o nariz, lábio superior, palato e faringe, deixando o local seriamente mutilado e dificultando a respiração e a fala.



Há vários medicamentos que podem ser utilizados no tratamento desta moléstia. Entretanto, seu uso só é eficaz quando a doença é identificada precocemente, além do fato de serem necessários tratamentos repetidos e de existirem sérios efeitos colaterais. Há vacina e muitos estudos são feitos ainda hoje na tentativa de aperfeiçoá-la. O combate ao mosquito vetor é muito importante como medida profilática. É um inseto de hábito noturno e que voa muito pouco. Assim, em áreas de derrubada de matas, é conveniente a instalação de pessoas a uma distância mínima de 500 metros da mata.

II. Leishmaniose Cutânea

Também conhecida como **botão do Oriente**, é uma doença benigna restrita à Europa e à Ásia. Seu agente etiológico é *Leishmania tropica* e o vetor é o mosquito *Phlebotomus papatasi*. Caracteriza-se por lesões exclusivamente cutâneas e no local da picada do inseto. O paciente normalmente cura-se espontaneamente e não adquire a moléstia outra vez.

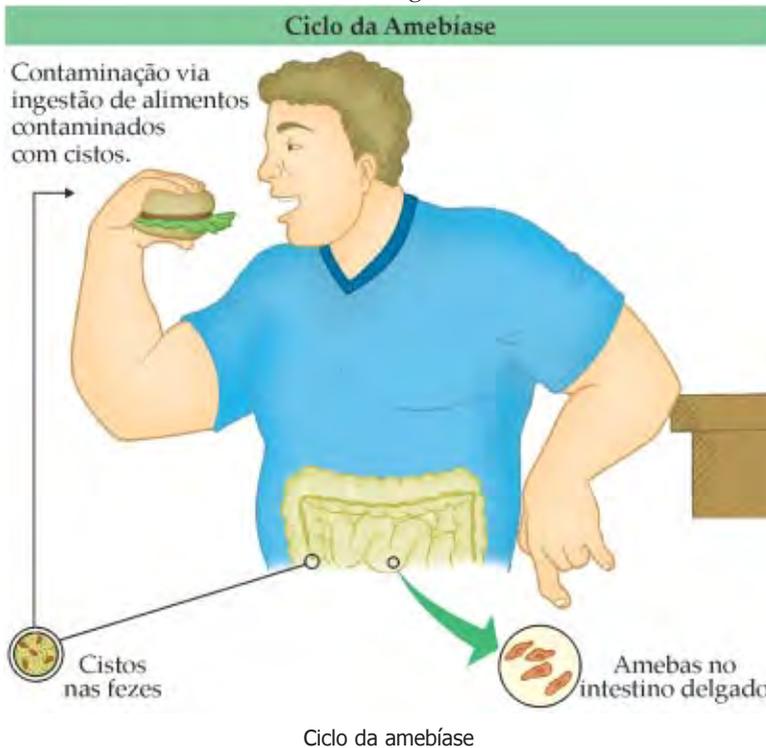
4.5. Amebíase

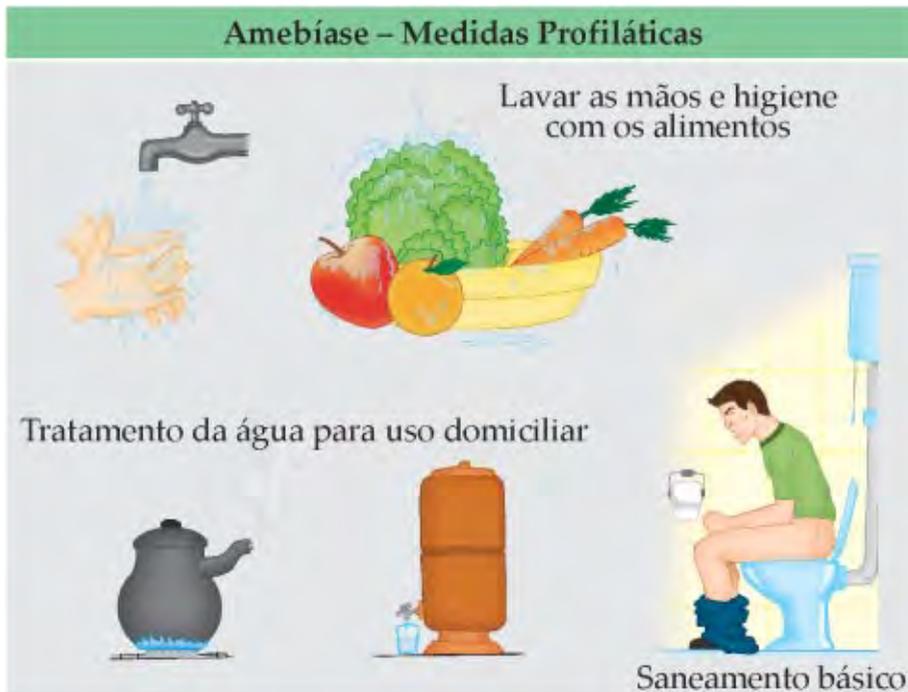
Também conhecida como **disenteria amebiana**, é moléstia de ocorrência comum no homem, causada pelo sarcodino *Entamoeba histolytica*. As formas adultas habitam principalmente a **luz intestinal**, mas, devido ao fato de provocarem ulcerações e rupturas da mucosa do intestino, podem atingir outros locais e ser encontradas em lesões hepáticas, pulmonares, cerebrais ou cutâneas. A dispersão a partir do hospedeiro é feita na forma cística. A pessoa se infecta ao ingerir os **cistos** contidos na água e em alimentos contaminados. Passando pelo estômago e intestino delgado, o cisto tem o envoltório digerido e abre-se, liberando uma pequena ameba, que se reproduz assexuadamente, produzindo oito formas adultas, que migram para o intestino grosso. Algumas formas permanecem na luz intestinal e encistam, são liberadas com as fezes e podem infectar um novo hospedeiro. Outras formas invadem a mucosa e provocam lesões. Isso freqüentemente acarreta o sintoma carac-

terístico da doença, que é a eliminação de fezes acompanhadas de muito sangue (diarréia mucosanguinolenta).

Em muitos casos, ocorre o rompimento da parede intestinal e as amebas, por meio da corrente sangüínea, acabam por atingir o fígado, no qual provocam sérios danos (uma espécie de hepatite), além de outros órgãos. Alguns pacientes são "portadores assintomáticos", ou seja, são hospedeiros das amebas, possuem algumas úlceras intestinais, não apresentam sintomas, mas eliminam grande quantidade de cistos, sendo transmissores freqüentes.

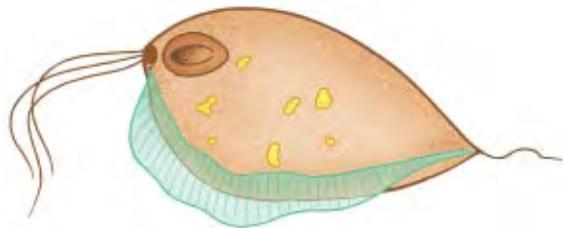
Como medidas profiláticas devem-se destacar: o tratamento dos doentes, relativamente simples quando ocorrem apenas lesões intestinais, mas muito difícil em caso de lesões hepáticas, pulmonares ou cutâneas; educação sanitária, com extensão da rede sanitária e tratamento de esgoto; higiene alimentar, tomando-se todos os cuidados com a água e as verduras. A amebíase está intimamente vinculada a regiões onde o saneamento básico é deficiente.





4.6. Tricomoníase

Também chamada **tricomonose**, é causada pelo flagelado *Trichomonas vaginalis*, que vive no **sistema urogenital** masculino e feminino. A transmissão usual é através do **contato sexual**. Geralmente causa inflamações sérias na mulher e atinge sobretudo a região vaginal. No homem permanece assintomático e vive principalmente na uretra peniana. Há tratamento através de diversos medicamentos e a profilaxia consta basicamente de higiene pessoal e cuidados na prática sexual, devendo as relações ser evitadas em caso de doença de um dos parceiros.



Trichomonas vaginalis, protozoário flagelado causador da tricomoníase.

4.7. Toxoplasmose

É uma grave doença causada pelo esporozoário *Toxoplasma gondii*. O gato é o hospedeiro definitivo, enquanto o homem e outros animais são hospedeiros intermediários. A transmissão usualmente acontece por **via oral** quando se ingerem as formas infectantes. Ocorre também **transmissão congênita** (através da placenta) durante a gravidez, desde que a mãe esteja na fase aguda da doença. A toxoplasmose congênita ou pré-natal pode provocar aborto, parto prematuro ou sérias anomalias na criança, com possibilidade de ocorrência de **natimortos**. A toxoplasmose pós-natal raramente provoca a morte, mas pode levar a manifestações graves, como comprometimento ganglionar, lesões oculares ou cutâneas e distúrbios nervosos.

Embora ainda não exista uma droga eficaz contra a toxoplasmose, os doentes podem ser tratados com associações de medicamentos. Higiene alimentar e cuidados com os animais de criação, sobretudo gatos, evitando contato com as fezes, pois as formas sexuadas vivem no seu epitélio intestinal, são as medidas profiláticas mais importantes.





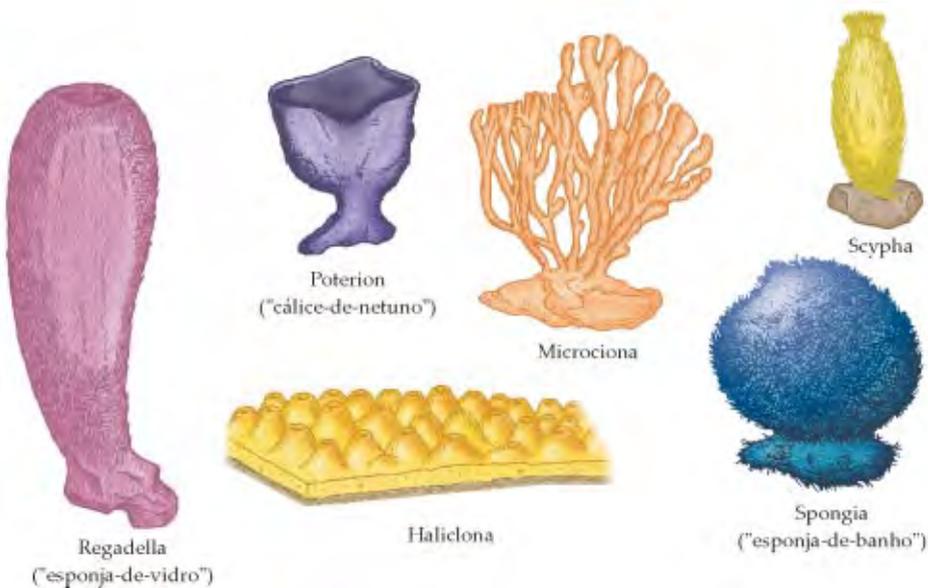
Capítulo 04. Invertebrados: Grupos Mais Simples

1. Esponjas

1.1. Apresentação

As **esponjas**, também conhecidas como **poríferos**, formam o filo *Porifera* (do latim *porus* = poro; *ferre* = portador) e são animais de organização simples. Todos os membros do grupo vivem fixos a um substrato e são praticamente imóveis, o que fez com que, durante muito tempo, fossem considerados plantas. Sua natureza animal só foi reconhecida em 1765, quando foram observadas correntes internas de água no seu organismo.

Nas 10 mil espécies diferentes de esponjas existem representantes com formatos diversos e tamanho que varia entre 1 mm e 2 m de diâmetro. Muitas são coloridas de cinzento ou pardo, outras são vermelhas, alaranjadas ou azuis. Podem viver isoladas, mas existem inúmeras espécies que formam colônias com grande número de indivíduos. São quase todas marinhas, existindo somente duas famílias de água doce, vivendo em profundidades diversas.



Filo *Porifera*: Alguns tipos de esponjas

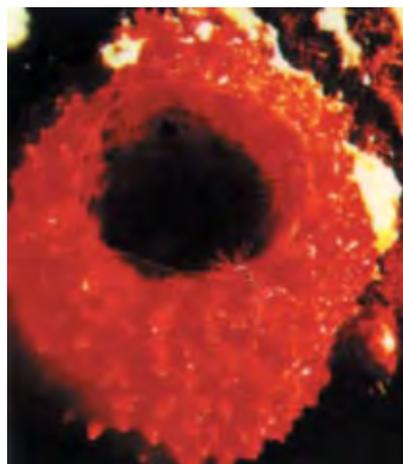
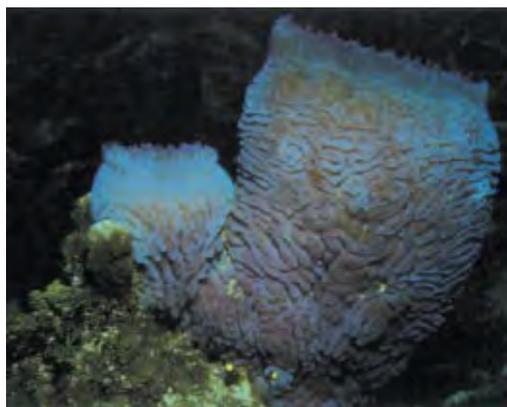
Algumas espécies de esponjas ficaram muito conhecidas pela sua aplicabilidade econômica, pois seus delicados esqueletos, formados por uma substância proteica elástica, permitem sua utilização como esponjas-de-banho. É por isso que o termo esponja se

aplica a todo o grupo, embora nem todas possam ser utilizadas para o banho, devido ao esqueleto fortalecido e pontiagudo que muitos representantes possuem.

1.2. Características Gerais e Organização

O corpo da esponja frequentemente se assemelha a um pequeno vaso ou barril fixo ao substrato. O termo "porífero" refere-se ao fato de todos os membros deste grupo apresentarem o corpo dotado de **poros**, minúsculos orifícios por onde ocorre a passagem de água. Entretanto, o que mais chama a atenção nestes animais é sua organização em torno de um sistema de canais para a circulação de água, o que está diretamente relacionado com o fato de serem indivíduos *sésseis*. A incapacidade de deslocamento foi compensada com a construção do organismo, segundo um arranjo ou **simetria radial**, onde as estruturas corporais estão organizadas em torno do eixo central do animal. É como se o animal, incapaz de explorar o ambiente por ser *sésseis*, trouxesse o ambiente até ele, o que se constata pelo grande volume de água que passa diariamente pelo corpo da esponja, ajudando na sua sobrevivência. Muitas formas, entretanto, são **assimétricas**, não revelando qualquer padrão de organização.

cidade de deslocamento foi compensada com a construção do organismo, segundo um arranjo ou **simetria radial**, onde as estruturas corporais estão organizadas em torno do eixo central do animal. É como se o animal, incapaz de explorar o ambiente por ser *sésseis*, trouxesse o ambiente até ele, o que se constata pelo grande volume de água que passa diariamente pelo corpo da esponja, ajudando na sua sobrevivência. Muitas formas, entretanto, são **assimétricas**, não revelando qualquer padrão de organização.



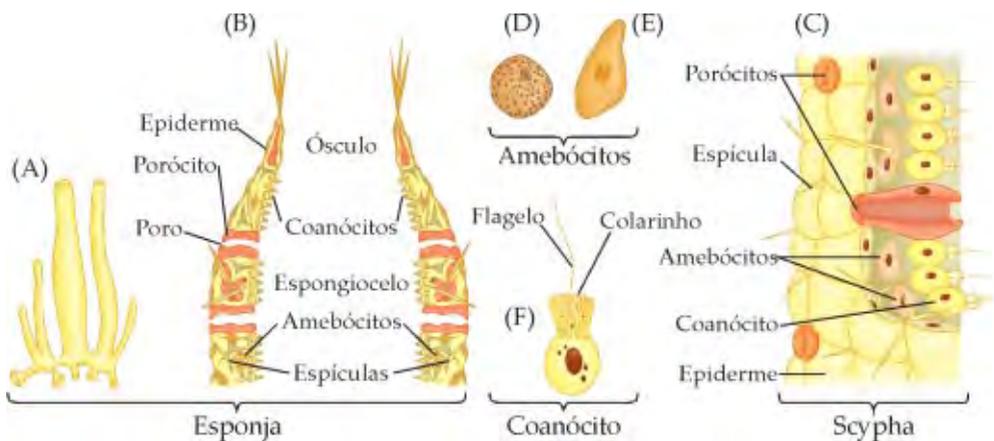
A diversidade das esponjas

A superfície corporal das esponjas é perfurada por muitas aberturas minúsculas, os poros, que, nos indivíduos de estrutura mais simplificada, abrem-se diretamente para uma cavidade interna denominada **átrio** ou espongiocelo. Naqueles animais de estrutura mais complexa, os poros abrem-se para um intrincado sistema de canais e/ou câmaras que ocupam a parede do corpo, neste caso mais espessa, e que desembocam no átrio central. O átrio sempre se abre para o exterior, através de um grande orifício situado na parte superior do corpo e que é chamado **ósculo**. Uma corrente de água passa continuamente pelos poros e pelo sistema de canais até atingir o átrio e ser eliminada através do ósculo.

A parede corporal dos poríferos tem espessura que varia de acordo com o grupo considerado. Nas esponjas mais simples, é relativamente fina e tem sua superfície externa formada por células achatadas denominadas **pinacócitos**. Os poros são formados a partir de um tipo especial de célula, com a forma de um tubo perfurado, que se estende desde o exterior até o átrio e que se chama **porócito**. Sua perfuração ou cavidade interna forma o poro ou óstio, por onde a água penetra no corpo do animal. Abaixo dessa superfície externa, existe uma matriz proteica de consistência gelatinosa denominada **mesênquima**, onde se no-

tam muitas **células amebóides** e elementos de sustentação. Algumas das células amebóides, também chamadas **amebócitos**, são participantes dos processos digestivos do animal por terem capacidade fagocitária, enquanto outras são totipotentes, ou seja, são capazes de formar outros tipos de células necessárias ao organismo. Quanto aos elementos de sustentação, formam uma espécie de esqueleto que, na maioria das esponjas, é composto por estruturas enrijecidas formadas por amebócitos especiais e que são denominadas **espículas**. Apresentando formas variáveis, as espículas são importantes elementos de identificação e classificação dos poríferos, podendo ser constituídas de materiais como calcário (carbonato de cálcio) ou sílica (dióxido de silício). Algumas formas, como as esponjas-de-banho, não possuem espículas como elementos esqueléticos, mas sim uma rede de delicadas fibras proteicas, as **fibras de espongina**, que formam uma rede espalhada por todo o mesênquima. Há esponjas que apresentam uma mescla de espículas e fibras de espongina como material de sustentação.

Revestindo o átrio, no interior do corpo da esponja, há uma camada de células flageladas denominadas **coanócitos**, responsáveis pelo movimento da água e também pela obtenção de alimento.



Estrutura de esponjas simples. A) Leucosolenia, uma colônia pequena. B) Leucosolenia, seção ampliada da parte superior do corpo. C) Scypha, indivíduo total com parte da parede do corpo retirada. D, E e F representam os diversos tipos celulares.

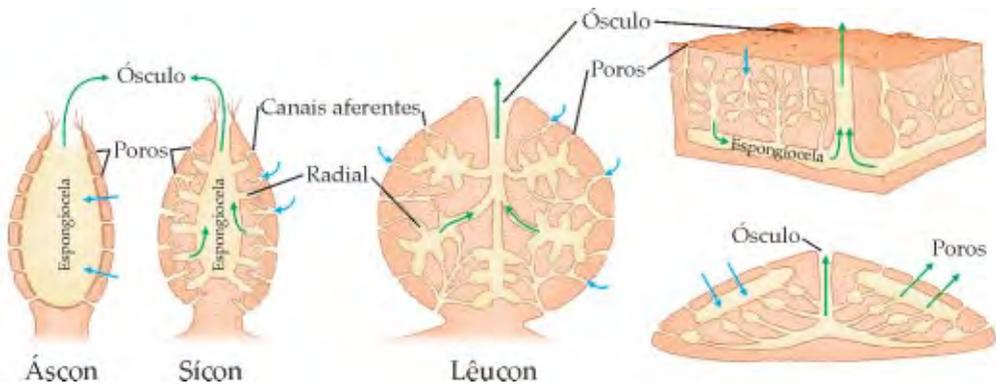
1.3. Tipos Estruturais

As esponjas mais simples, como aquela descrita no item anterior, apresentam a parede do corpo relativamente fina e átrio volumoso. Recebem a denominação de **asconóides** e se caracterizam por um fluxo de água lento no interior do corpo, já que o átrio conterá água demais para que possa ser levada rapidamente para fora através do ósculo.

As esponjas mais complexas resolveram, durante a evolução, o problema do fluxo de água e da área de superfície, através de dobramento da parede do corpo e redução do átrio. As dobras aumentam a superfície da camada de coanócitos e a redução do átrio diminui o volume de água, que assim circula de maneira mais rápida e eficiente. As esponjas em que as dobras da parede do corpo ain-

da não são tão significativas denominam-se **siconóides**. Nelas os coanócitos ficam situados não na parede do átrio, mas em canais localizados no interior da parede corporal chamados canais radiais.

O mais alto grau de dobramento da parede do corpo é encontrado nas esponjas **leuconóides**, onde os canais radiais se expandiram de modo a formar pequenas câmaras flageladas esféricas, sendo que o átrio praticamente desaparece. De forma geral, as esponjas asconóides são de pequeno porte, devido ao limitado número de coanócitos que forram seu átrio, enquanto as esponjas siconóides e leuconóides possuem tamanhos mais avantajados, graças ao maior número de coanócitos e à circulação mais eficiente de água que as dobras da parede do corpo possibilitam.

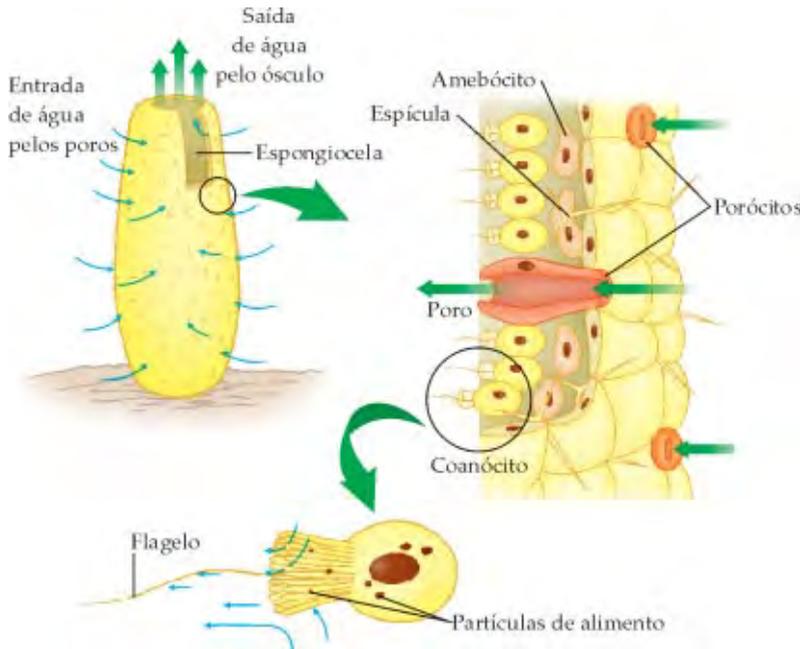


Três tipos de estruturas de esponjas. Os coanócitos são mostrados em cor escura. As setas mais claras indicam a circulação de água, enquanto as setas mais escuras mostram a saída de materiais pelo ósculo.

14. Funcionamento

O funcionamento orgânico das esponjas depende fundamentalmente da água que passa pelo seu corpo, trazendo partículas alimentares e oxigênio e retirando excretas e gás carbônico. As correntes de água são criadas pelos batimentos flagelares dos coanócitos, que também são os responsáveis pela filtração das partículas alimentares, através da fina membrana que forma seu colarinho. As

partículas são fagocitadas pelo corpo celular do coanócito e a digestão, exclusivamente intracelular, é realizada pelos próprios coanócitos. É por esta razão que as esponjas são conhecidas como animais **filtradores**. Calcula-se que, em uma esponja de apenas 10 cm de altura, passem diariamente 95 litros de água através do corpo.



Organização das esponjas

As trocas gasosas e a eliminação dos excretas ou resíduos metabólicos são feitas por simples difusão entre água e células. A água também desempenha o papel de líquido circulatório, uma vez que estes animais não apresentam sangue. Os amebócitos, livres no mesênquima, estão relacionados com a formação das espículas e auxiliam na distribuição de substâncias pelo organismo. Não há sistema nervoso, sendo que as células respondem aos estímulos individualmente, existindo apenas reações localizadas.

2. Celenterados

2.1. Apresentação

Os **celenterados**, também chamados **cnidários**, constituem o filo *Cnidaria* (do grego *knide* = urtiga), com cerca de 10 mil espécies e grau de organização superior ao dos poríferos, pelo fato de apresentarem tecidos verdadeiros, formados por células diferenciadas, e por terem, como cavidade interna principal, uma cavidade digestiva. Por isso, são considerados

os primeiros metazoários. Constituem um grupo de organismos aquáticos, geralmente marinhos, em geral muito bonitos, com cores e formas bastante variáveis. Muitos formam colônias contendo grande quantidade de indivíduos. Compreendem formas móveis, livre-natantes, e também imóveis, o que fez com que alguns autores, no passado, considerassem os celenterados como "animais-plantas" ou zoófitos. Sua natureza animal só foi realmente estabelecida no século XVIII. Existem formas microscópicas, como os pólipos formadores de corais, e outras gigantescas, como a medusa *Cyanea artica*, cujos tentáculos podem atingir até 10 m de comprimento. O grupo merece destaque pela grande diversidade de formas que apresenta. Entre elas estão as formas coloniais *Obelia sp.*, por exemplo, uma colônia formada por inúmeros organismos fixos, que, durante seu desenvolvimento, passam por um estágio livre-natante, enquanto *Physalia pelagica*, ou caravela, é uma colônia flutuante com vários tipos de indivíduos adaptados a diferentes funções, como flutuação, nutrição, defesa e reprodução.



Nas praias, os banhistas devem ser cautelosos, pelo fato de o revestimento corporal dos celenterados apresentarem células que, quando tocadas, provocam fortes queimaduras. Um dos celenterados mais conhecidos é *Aurelia aurita*, mais conhecida como água-viva, comum em águas costeiras e cujo nome é devido ao fato de aproximadamente 95% de seu peso corporal ser formado por água. *Chironex fleckeri*, ou vespa-marinha, encontrada em fundos arenosos nos mares da região australiana, pode ser considerada o animal venenoso mais perigoso do mar, pois o contato com suas células urticantes pode matar um homem em apenas três minutos. Muito conhecidas são também as anêmonas, que podem se prender a rochas e ao fundo arenoso e alimentam-se de pequenos animais. Os corais são cnidários coloniais, alguns formando os famosos recifes. Neste caso, os organismos crescem uns sobre os outros e os mais antigos, que são a base do agrupamento, têm seu suporte calcário preservado após a morte, formando grandes barreiras em certas regiões marinhas. A Grande Barreira de Recifes é o mais extenso dos recifes de coral do mundo, estendendo-se por mais de 1600 km ao longo da costa nordeste da Austrália.

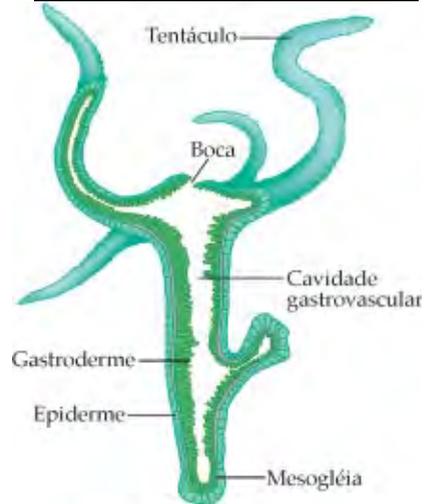
2.2. Características Gerais

Embora a diversidade de formas seja uma marca característica do grupo dos cnidários, podemos tomar como modelo de celenterado para a descrição estrutural do grupo a conhecida **hidra**, animal encontrado em ambientes de água doce e limpa, como lagoas, lagos, tanques ou mesmo em riachos de correnteza mais lenta, onde se fixa a talos ou fo-

lhas de vegetais submersos. O corpo da hidra é cilíndrico e pode chegar a mais de 1 cm de comprimento, tendo aspecto de coluna e apresentando duas extremidades: a superior ou oral, na qual está a boca, e a inferior ou aboral, na qual um disco basal fixa o animal ao substrato.



(A)

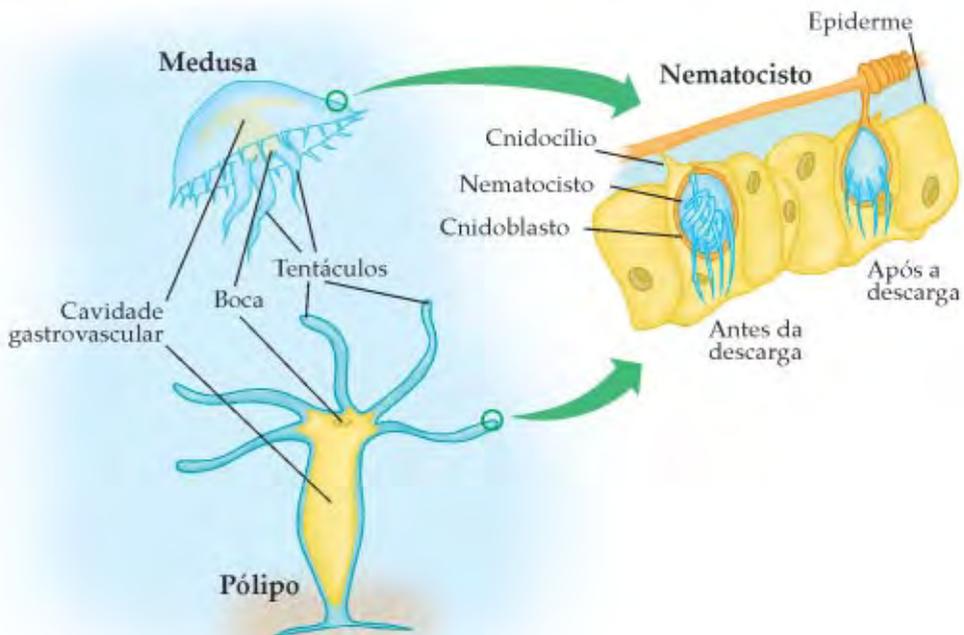


(B)

A – Hidra
B – Corte longitudinal do corpo de uma hidra

I. Cnidoblastos

O termo cnidário está associado ao nome de uma planta, a urtiga, conhecida por liberar, através de pêlos secretores das folhas, uma substância que irrita a pele de organismos que tenham contato com ela. Esta característica também está presente na hidra e nos diversos tipos de celenterados, cujo revestimento externo possui células capazes de liberar uma substância irritante ou urticante, que pode provocar terríveis queimaduras em outros animais e até mesmo no homem. Estas células, conhecidas como cnidoblastos, são típicas dos componentes deste grupo. São conhecidos vários casos de banhistas que sofreram queimaduras muito sérias devido à ação de celenterados que se aproximam das praias, como as caravelas, as águas-vivas e as vespas-marinhas, já citadas. Tais células, para o cnidário, servem para a defesa e captura de alimento e contrastam com a aparente fragilidade que os membros do grupo exibem. Os cnidoblastos também são chamados cnidócitos e contêm o aparelho urticante característico dos cnidários, o **nematocisto**. Cada nematocisto é uma cápsula esférica existente dentro do cnidoblasto, preenchida por um líquido e dotada de um filamento enrolado que pode ser evertido para auxiliar na captura de uma presa ou na defesa. Na superfície livre do cnidoblasto, em contato com a água, existe um pequeno prolongamento da parede da cápsula, o cnidocílio, que funciona como um gatilho. Ao lado desse gatilho há uma tampa que trabalha como válvula. Quando um corpo estranho toca no cnidocílio, a válvula se abre, entra água na cápsula e o filamento é rapidamente desenrolado, embebido em um líquido de ação tóxica violenta que paralisa a presa ou agressor de pequeno porte. Os cnidoblastos formam verdadeiras baterias nos tentáculos do animal. São descartados após o uso e repostos graças às diferenciações das células intersticiais.



Cnidoblastos de hidra: células urticantes contendo nematocistos.

II. Cavidade Digestiva

O termo celenterado (do grego *coilos* = oco; *enteron* = intestino) refere-se ao fato de que estes animais possuem uma cavidade no interior do corpo, denominada **cavidade gastrovascular** ou digestiva, na qual ocorre digestão extracelular, permitindo a utilização de alimento com uma variação de tamanho muito maior do que aquela que é possível para protozoários e esponjas. Tal cavidade, que se comunica com as cavidades mais finas dos tentáculos, apresenta uma única abertura para o exterior, que é a boca.

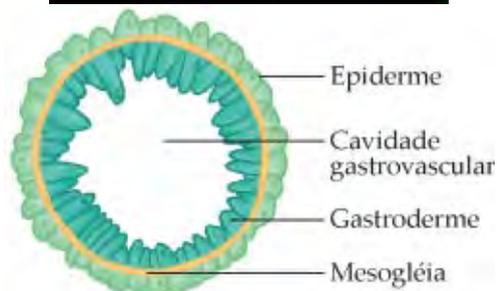
III. Tentáculos

Outra característica comum aos celenterados é a existência dos **tentáculos**, apêndices alongados normalmente encontrados ao redor da boca e que são utilizados para a manipulação do alimento. Além disso, como é ao longo da epiderme dos tentáculos que se concentra a grande maioria dos cnidoblastos, são úteis na defesa do animal e na captura de presas.

IV. Simetria Radial

Normalmente é exibida nos celenterados adultos. Nesse tipo de simetria, as partes do corpo estão dispostas em torno de um eixo central, como os raios da roda de uma bicicleta se posicionam em torno de seu eixo. Caracteriza tanto as formas móveis como as sésseis.

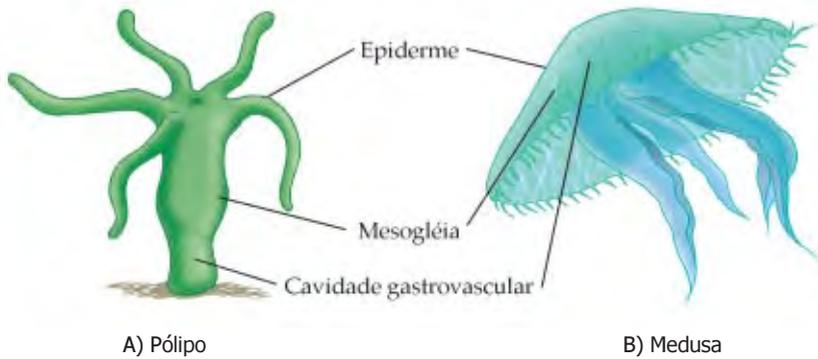
A parede corporal da hidra compreende apenas duas camadas de células: a **epiderme**, mais externa, com função protetora e sensitiva; e a **gastroderme**, mais interna e mais espessa, revestindo a cavidade gastrovascular, atuando principalmente na digestão. Entre as duas há uma fina **mesoglêia** acelular, secretada pelas duas camadas e que fornece um suporte para o corpo e os tentáculos. Nas medusas, como a água-viva, esta mesoglêia é bem mais espessa e pode conter fibras musculares úteis na locomoção, uma vez que são formas livre-natantes. Alguns tipos celulares característicos são encontrados na epiderme e na gastroderme da hidra, embora possam também aparecer em outros celenterados.



Estrutura da parede do corpo da hidra. A camada externa de células (epiderme) tem função protetora, enquanto a camada interna (gastroderme) reveste a cavidade digestiva.

2.3. Tipos Estruturais

Um celenterado pode ser encontrado na natureza sob duas formas diferentes no aspecto externo, mas essencialmente semelhantes quanto à sua estrutura interna. A forma polipóide ou simplesmente pólipó é cilíndrica e tem uma extremidade fixa ao substrato e outra livre, e na qual está a boca, circundada por tentáculos, sendo geralmente sésseis. A forma medusóide ou medusa tem o corpo gelatinoso, semelhante a um guarda-chuva invertido, com a boca voltada para baixo e cercada de tentáculos, os quais, dando o aspecto de uma cabeleira revolta, permitiram a associação com a mitológica figura da medusa. Esta é móvel e se desloca ativamente. Tanto o pólipó como a medusa apresentam, apesar das diferenças externas, uma estrutura interna semelhante, com a presença, em ambos, da cavidade gastrovascular abrindo-se para o exterior através da boca e paredes corporais virtualmente iguais, mas com diferenças de espessura.



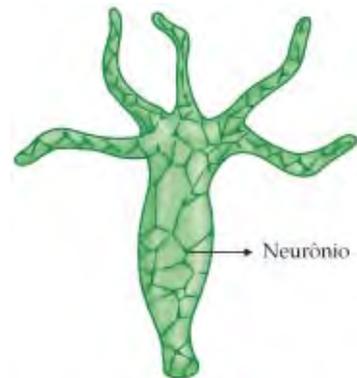
2.4. Organização

Os celenterados são em geral carnívoros. A hidra alimenta-se de pequenos crustáceos e larvas de insetos, enquanto a água-viva pode capturar pequenos peixes, que também se constituem no principal alimento das anêmonas, ao lado de moluscos e outros invertebrados. A presa é paralisada graças à ação dos cnidoblastos, manipulada pelos tentáculos e colocada na boca, por onde chega à cavidade gastrovascular. Enzimas secretadas pelas células glandulares da gastroderme encarregam-se da digestão extracelular. O processo continua no interior das células epitélio-digestivas, nas quais é feita a digestão intracelular, sendo que os produtos da digestão passam para outras células por difusão. Os materiais não digeríveis são eliminados através da boca por contração do corpo.

Trocas gasosas são feitas por difusão direta entre células e água através de qualquer ponto da superfície corporal. Também não há órgãos excretores e a eliminação dos resíduos metabólicos também ocorre por difusão direta com a água.

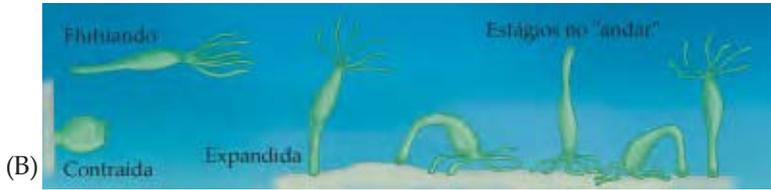
O sistema nervoso é primitivo, constituindo-se de uma rede irregular de células nervosas localizada abaixo da epiderme, embora alguns cnidários possam apresentar uma rede nervosa gastrodérmica. De forma geral, as células sensitivas recebem estímulos, as células nervosas conduzem impulsos e as fibras contráteis reagem a eles, o que confere ao animal uma certa capacidade reflexa, ou seja, podem reagir de forma coordenada aos estímulos que recebem. Entretanto, não há um sistema nervoso central. Em medusas são encontrados estatocistos, estruturas que dão ao animal noção de posição dentro da água e facilitam a manutenção do equilíbrio.

Embora os pólipos sejam normalmente sésseis, a hidra pode se locomover através de movimentos que lembram uma "cambalhota". Para isso, dobra o corpo, fixa os tentáculos ao substrato através dos nematocistos, ergue o disco basal e muda-o para outra posição, retomando sua postura habitual. Pode também flutuar, despreendendo o disco basal, que secreta uma bolha gasosa capaz de levar o animal à superfície. Já as medusas têm locomoção ativa, movendo-se graças às fibras contráteis e à mesogléia fortalecida que permitem uma natação delicada. Através de eliminação de água a alta pressão (jatopropulsão) pela parede do corpo, podem ganhar um satisfatório impulso inicial.





(A)



(B)

Locomoção em celenterados: A) A movimentação de medusas se faz por contrações do corpo e expulsão de jatos de água, o que produz deslocamento do animal. B) Hidras podem nadar, deslizar sobre a base e até executar cambalhotas.

3. Os Platelminhos

3.1. Apresentação

Os platelmintos são os primeiros animais da escala zoológica a apresentarem simetria bilateral com um formato corporal tal que só podem ser divididos imaginariamente em duas metades iguais. A **simetria bilateral** está relacionada diretamente com a capacidade de movimentação do animal. A parte do corpo que primeiro entra em contato com o ambiente (**extremidade anterior**) contém a maioria dos órgãos sensoriais e difere da extremidade oposta (**posterior**). Os platelmintos formam o mais primitivo de todos os filos bilaterais, representando uma transição para a estrutura complexa dos animais superiores que também são bilateralmente simétricos.

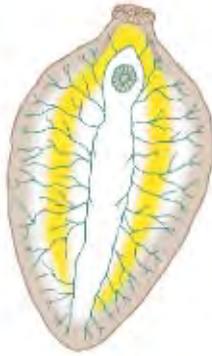
O filo Platyhelminthes (do grego, *platy* = achatado; *helminthes* = verme) contém os animais conhecidos como **vermes achatados** por terem o corpo mole e fino. Aliás, o termo "verme" é empregado popularmente para designar os animais desprovidos de patas e que apresentam o corpo alongado. No caso

dos platelmintos, a essas características soma-se o fato de o corpo lembrar uma fita, pois é achatado no sentido dorso-ventral. Os representantes de vida livre podem ser encontrados na água doce ou salgada ou mesmo em lugares úmidos na terra. Há muitos representantes parasitas, encontrados aderidos à superfície exterior do corpo do hospedeiro (ectoparasitas) ou habitando o interior de seu organismo (endoparasitas). Muitos são causadores de sérias doenças ao homem, como o *Schistosoma*, causador da esquistossomose ou barriga-d'água e *Taenia* ou solitária, que provoca a teníase.

Entre os platelmintos de vida livre, a grande maioria vive no mar. Entre os organismos de água doce e terrestres há representantes grandes e de cores brilhantes. São conhecidos popularmente como planárias, com destaque para a aquática *Dugesia* e a terrestre *Geoplana*.



Planária



Fasciola



Tênia

Representantes dos platelmintos

3.2. Características Gerais

Como exemplo de platelminto podemos escolher a **planária**, organismo de vida livre que tem esse nome pelo fato de apresentar o corpo plano ou achatado. As planárias são encontradas geralmente em água doce, vivendo no fundo de lagoas ou riachos, sob pedras, folhas e galhos. Apresentam tamanho reduzido, raramente ultrapassando 2 cm de comprimento e 5 mm de largura. Entretanto, as planárias terrestres são os gigantes entre os platelmintos, podendo chegar a mais de 60 cm de comprimento. As características descritas a seguir existem na planária e em todos os platelmintos de vida livre. As formas parasitas algumas vezes exibem grandes mudanças devido ao peculiar modo de vida que adotaram no curso de sua evolução.

I. Simetria Bilateral

Este é o primeiro filo a apresentar esta característica na escala zoológica. Devido à simetria bilateral, define-se no corpo da planária uma extremidade anterior (voltada para a frente) e outra posterior (voltada para trás), assim como uma face dorsal (oposta ao substrato) e outra ventral (em contato com o substrato). A extremidade **anterior** é mais larga e tem forma triangular, lembrando uma pequena cabeça, enquanto a extremidade

posterior é afilada. A **face dorsal** é mais pigmentada que a **ventral**. Esta pode ser reconhecida por duas aberturas: a **boca**, situada no meio do corpo, a partir da qual pode ser estendida a **faringe** musculosa, chamada **probóscide**, que é usada na obtenção de alimento; e o **poro genital**, usado na reprodução, que fica atrás da boca.



II. Cefalização

É a concentração dos centros nervosos e das principais estruturas sensitivas na região anterior do corpo, sendo os platelmintos os primeiros animais a exibi-la na escala evolutiva. Isso facilita a exploração do ambiente durante o deslocamento do animal. Percebe-se com facilidade, na região cefálica, expansões laterais, as **aurículas**, que estão relacionadas com a sensibilidade. Dorsalmente há um par de **ocelos**, estruturas sensitivas que não devem ser confundidas com olhos, pois não formam imagens.

III. Revestimento do Corpo

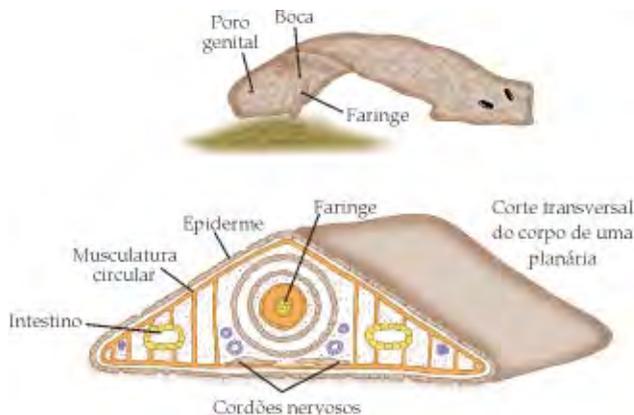
A planária é revestida externamente por uma camada de células que forma a **epiderme**. Essas células epidérmicas estão apoiadas na membrana basal e funcionam como um esqueleto elástico e flexível. A epiderme ventral é rica em **cílios** e no interior do corpo há **glândulas** que secretam uma espécie de **muco** útil no deslizamento e locomoção.

IV. Mesoderme

No embrião desenvolve-se uma terceira camada de células; além da ectoderme e da endoderme, surge a **mesoderme**, responsável por originar uma série de órgãos, o que explica a maior complexidade estrutural dos

platelmintos em relação aos celenterados. É a mesoderme que origina o **sistema muscular** do animal, com fibras contráteis que podem estar orientadas no sentido do comprimento do corpo, formando a **musculatura longitudinal** ou orientadas circularmente, formando a **musculatura circular**. Assim, o animal pode alongar-se, encurtar-se ou voltar-se para qualquer direção, conforme os estímulos que recebe. A mesoderme também forma o **mesênquima**, um tecido esponjoso constituído por células indiferenciadas, com grande capacidade de regeneração, que preenche o interior do corpo, não havendo uma cavidade interna.

V. Sistema digestivo, excretor e reprodutor



A planária de água doce é carnívora e se alimenta por meio da faringe ou probóscide, que é extensível. Os ocelos são sensíveis à luz.

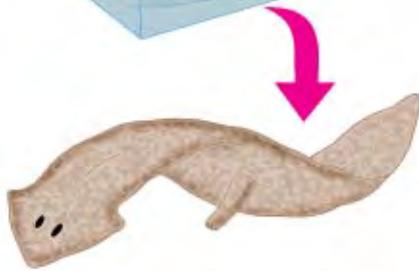
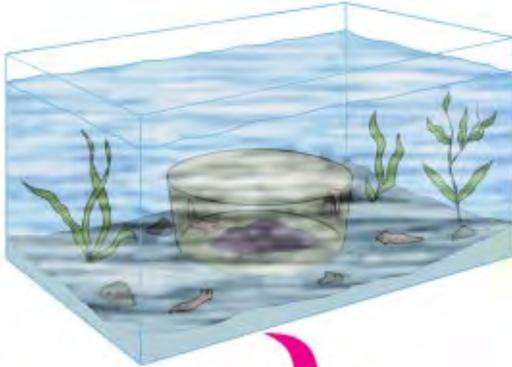
3.3. Organização e Funcionamento

As planárias são carnívoras e alimentam-se de pequenos animais, vivos ou mortos. Aliás, o método mais simples de coletá-las é colocar pequenos pedaços de carne dentro d'água, a partir dos quais difundem-se sucos que logo atraem grande número delas. A faringe ou probóscide é projetada sobre o alimento a partir da boca ventral e suga-o em pequenos pedaços por ação muscular. Neste

momento já se inicia a trituração ou digestão mecânica do alimento. Após a faringe há o **intestino** ramificado, com dois ramos posteriores e um anterior. **Células glandulares** da parede intestinal produzem enzimas que realizam a digestão extracelular. As partículas menores de alimento são englobadas por outras células do epitélio intestinal e ocorre a digestão intracelular. Mesênquima e tecidos



absorvem diretamente os produtos da digestão. Como não existe ânus, a eliminação dos resíduos ocorre pela própria boca. As planárias podem suportar bastante tempo sem alimento. Podem até mesmo, em casos extremos, utilizar parte do intestino, todo o mesênquima e o sistema reprodutor como fonte nutritiva, reduzindo o volume do corpo a 1/300 do original.



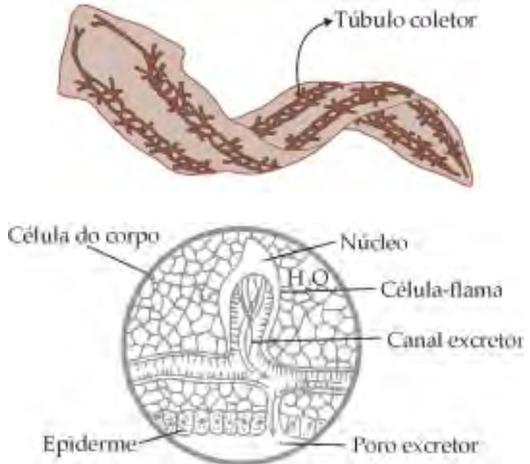
As trocas gasosas ocorrem por difusão direta através da epiderme, não existindo órgãos respiratórios. Os gases difundem-se diretamente de célula a célula, não havendo líquido circulatório.



A planária e as trocas gasosas.

Os resíduos nitrogenados, na forma de amônia, deixam o organismo por simples difusão através da superfície do corpo. Um sistema formado por uma série de pequenas células chamadas solenócitos ou células-flama é o respon-

sável por realizar a regulação osmótica, recolhendo o excesso de água diretamente dos tecidos do corpo e eliminando-o por um sistema de dutos que se abrem através de poros dorsais.



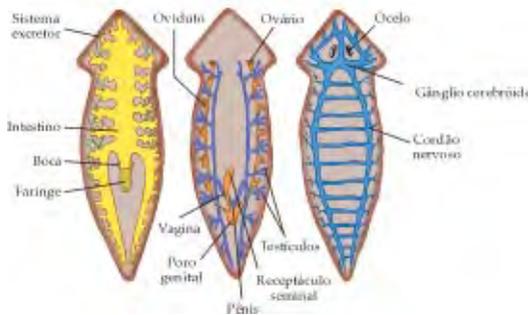
O sistema excretor da planária

O sistema excretor dos platelmintos apresenta dois ou mais túbulos coletores ramificados que percorrem longitudinalmente o corpo. Na planária, abrem-se na superfície do corpo por meio de pequenos poros. As unidades excretoras são as células-flama, dentro das quais o movimento de um tufo de cílios lembra uma chama. Água e excretas provenientes dos tecidos são enviados para os túbulos pelos movimentos ciliares, deixando o corpo pelos poros excretores.

Apesar de freqüentemente aquáticas, as planárias não têm capacidade de nadar. A locomoção é feita por deslizamento sobre o substrato, com a extremidade anterior indo ligeiramente levantada à frente. Os batimentos dos cílios ventrais sobre uma camada de muco são os responsáveis por estes movimentos. A ação muscular é útil em movimentos de virada ou torção da cabeça que possibilitam exploração ambiental.

Como é característico dos invertebrados, as planárias apresentam um sistema nervoso situado ventralmente. Têm o formato semelhante ao de uma escada de cordas. Os centros nervosos estão representados por um par de gânglios cerebrais, localizados na região anterior, nos quais partem dois cordões ner-

vosos longitudinais em direção à região posterior, interligados por nervos menores. Acima dos gânglios cerebrais, na superfície dorsal, ficam os ocelos, que são estruturas fotorreceptoras, pois percebem variações da intensidade luminosa, permitindo a orientação do animal em seu hábitat. Nas aurículas existem quimiorreceptores correspondentes aos sentidos de gustação e olfato. Os platelmintos são os primeiros animais a possuir centros nervosos, com ações mais coordenadas com respostas mais elaboradas aos estímulos.



Os sistemas excretor, digestivo, reprodutor e nervoso da planária.

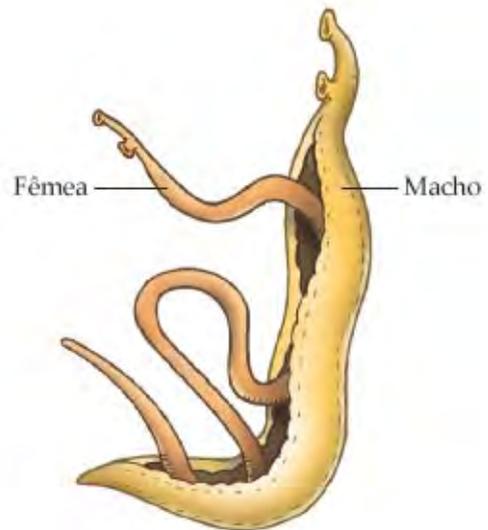
4. Platelmintos Parasitas

4.1. Esquistossomose

Também conhecida como **bilharziose** ou **barriga-d'água**, é muito comum em certas áreas do país, que têm características de endemia. Hoje, a maior frequência de esquistossomose no Brasil está localizada em estados da região Nordeste e áreas de Minas Gerais e Espírito Santo. Entretanto, a possibilidade de expansão das áreas **endêmicas** é grande devido a uma série de fatores: freqüentes migrações populacionais inter-regionais, ocupação de áreas sem estudo prévio das condições de salubridade, crescimento populacional não acompanhado de expansão dos serviços de tratamento de água e esgoto, falta de educação sanitária para as populações humanas. Percebe-se, portanto, que é uma doença dependente das condições socioeconômicas humanas.

I. Agente etiológico

O causador da esquistossomose é o platelminto *Schistosoma mansoni*, verme **heteroxeno** e de **infestação ativa**, pois suas larvas penetram ativamente pela pele humana. Os adultos são **dióicos**, com claro **dimorfismo sexual**: o macho, medindo cerca de um centímetro de comprimento, tem o corpo alongado, com duas ventosas de fixação na região anterior e um **canal ginecóforo** que se projeta para a região posterior e que, na verdade, é um enrolamento do verme sobre si mesmo, para abrigar a fêmea e fecundá-la. A fêmea tem cerca de 1,5 cm, corpo também alongado e uma ventosa na extremidade anterior.



Casal de *Schistosoma mansoni*

II. Vektor

Os **hospedeiros intermediários** e, ao mesmo tempo, transmissores da esquistossomose, são **caramujos** da família dos planorbídeos, comum em ambientes de água doce, parada ou de pouca correnteza, como lagos, lagoas e riachos. Pertencem ao gênero *Biomphalaria*, com destaque para a espécie *B. glabrata*.

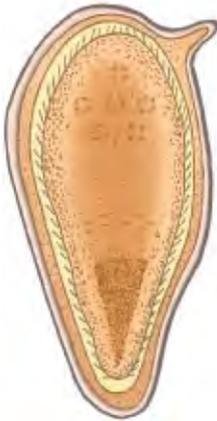


III. Local de ação

No homem, os vermes adultos vivem no **sistema porta hepático**, um conjunto de vasos sanguíneos que irrigam a região do fígado. A ação estende-se aos vasos da **parede intestinal**, onde é feita a postura dos ovos.

IV. O ciclo biológico

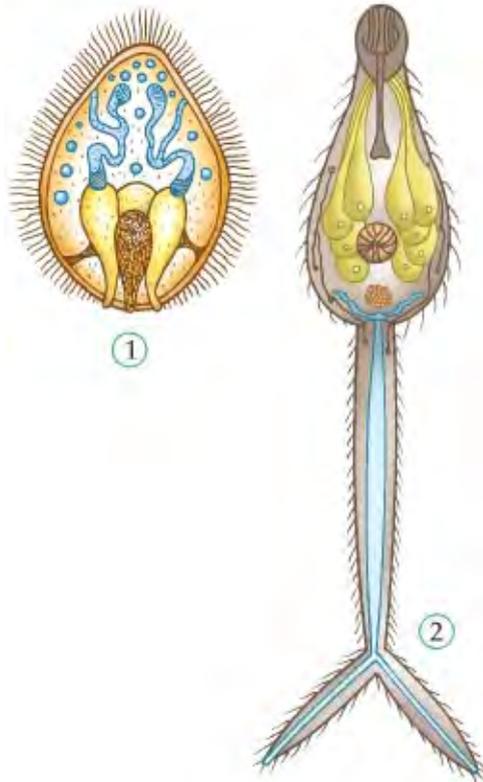
O verme vive cerca de 5 anos, em média, durante os quais as fêmeas fecundadas realizam a postura dos ovos em vasos da parede intestinal e alguns dos ovos atingem a luz do intestino, empurrados pela grande pressão do fluido circulatório, que é interrompido por eles, ou mesmo devido à ação de enzimas digestivas secretadas no interior dos próprios ovos.



Ovo de *Schistosoma mansoni*, dotado de uma espicula lateral

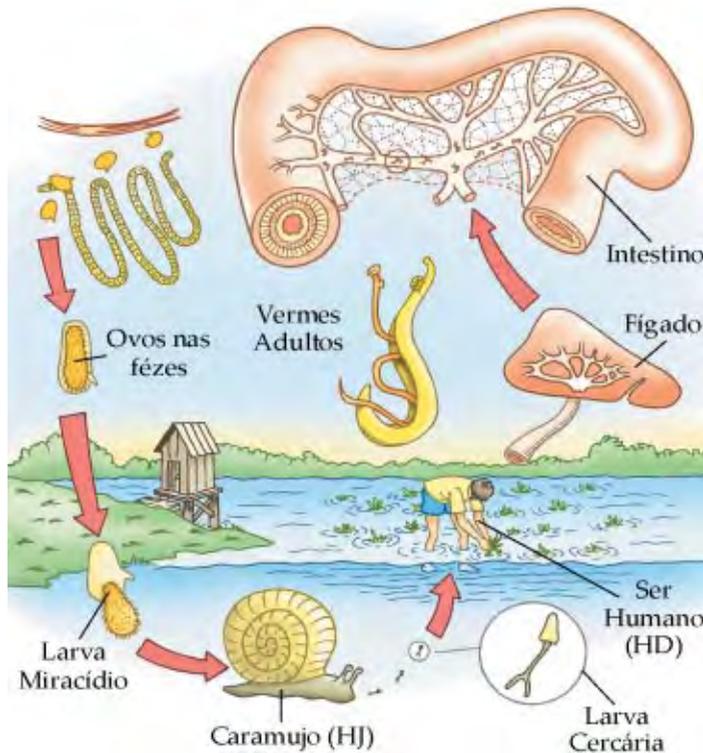
Os ovos que atingem a luz intestinal são eliminados juntamente com o bolo fecal e acabam por alcançar a água, onde se abrem, liberando larvas denominadas **miracídios**. Estes têm um formato oval e são ciliados. Nadam ativamente à procura dos caramujos que lhes servem de hospedeiros e morrem em aproximadamente oito horas se não encontrá-los. Os miracídios que encontram os caramujos penetram pelas partes moles, perdem os cílios e transformam-se em **esporocistos**, em cujo interior existem células reprodutivas que se

desenvolverão em formas larvais chamadas **cercárias**. A partir de um único miracídio, podem ser reproduzidas mais de 100 mil cercárias, dotadas de uma espécie de cauda bifurcada.



Schistosoma mansoni:
1 – miracídio e 2 – cercária.

Cerca de um mês após a penetração do miracídio no caramujo, as primeiras cercárias são eliminadas. Vivem dois dias, no máximo, e nadam ativamente. Ao entrarem em contato com a pele humana, as cercárias se fixam entre os folículos pilosos, rompem a pele e penetram no corpo, perdendo a cauda durante o processo. Migram pelo tecido subcutâneo, atingem os vasos sanguíneos e alojam-se no sistema porta hepático, onde atingem a maturidade.



V. Sintomas

Quando as cercárias penetram pela pele humana causam uma espécie de dermatite, que começa com forte coceira seguida de inflamação local. Por isso, as lagoas onde a transmissão do verme acontece são popularmente conhecidas como **lagoas de coceira**. A obstrução de vasos sanguíneos hepáticos causa dificuldades para a irrigação normal de áreas do fígado, podendo provocar necroses. Os vermes adultos debilitam o doente por consumirem elevados teores de ferro e glicose devido ao seu alto metabolismo. O rompimento da parede intestinal por grande número de ovos provoca hemorragias, enquanto que os ovos que não provocam o rompimento causam inflamações. Frequentemente a doença evolui para uma forma crônica com a manifestação mais evidente que é a **ascite** ou **barriga-d'água**, uma grande dilatação abdominal devido ao acúmulo de água nos tecidos, além de dilatação de fígado e baço.

VI. Profilaxia

Como medidas profiláticas mais importantes podem ser citadas:

- tratamento dos doentes com medicamentos específicos, de modo a eliminar os focos de dispersão dos ovos.
- medidas de saneamento básico, com a instalação de fossas e rede de esgotos, na tentativa de evitar que fezes contaminadas atinjam diretamente a água;
- combate aos caramujos com o uso de venenos e, o mais indicado, por meio de técnicas de controle biológico, por exemplo, o uso de peixes que comem ovos e filhotes;
- educação sanitária, com informações às populações sobre a importância da utilização de fossas e sanitários;
- higiene pessoal, evitando-se, sobretudo, o contato com ambientes aquáticos onde existam caramujos e, conseqüentemente, chances de contaminação.

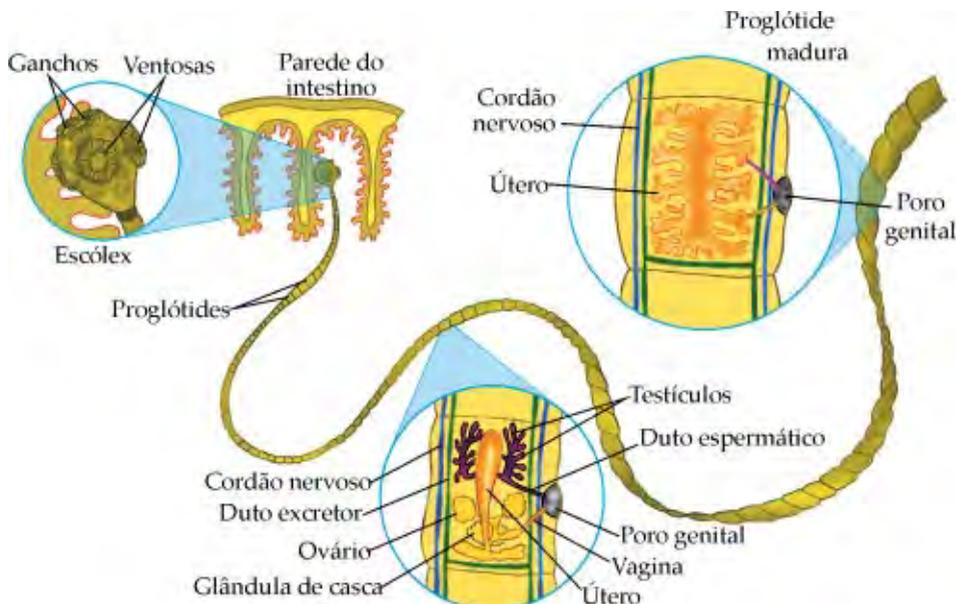
4.2. Teníase e Cisticercose

São duas moléstias distintas causadas pelo mesmo verme, mas em estágios diferentes da vida. Conhecidas desde épocas remotas, pensou-se durante muito tempo que fossem provocadas por fenômenos ou espécies diferentes. Estão disseminadas por todo o mundo, inclusive no Brasil, onde atingem muitas pessoas.

I. Agente etiológico

Os vermes causadores da teníase são os platelmintos *Taenia solium* e *Taenia saginata*, ambos **heteroxenos** e de **infestação passiva**. Apenas a primeira causa cisticercose humana. As **tênias** são também conhecidas como **solitárias**, indicando que existe apenas um indivíduo por hospedeiro. Na verdade, as pessoas podem ser infestadas por mais de uma tênia da mesma espécie. Estes vermes são hermafroditas, reproduzindo-se sexuadamente por autofecundação e, portanto, não necessitando de outro parceiro.

O corpo das tênias é longo e achatado. Na região anterior existe uma cabeça ou **escólex** com quatro ventosas fixadoras e, apenas em *T. solium*, um rostro com ganchos. Abaixo do escólex está o pescoço ou **colo**, região de contínua divisão celular e que promove o crescimento do verme. O corpo é formado pela união de anéis denominados **proglótides**, cujo número pode variar entre 800 e 1000, levando a um tamanho de 3 metros em *T. solium* e 8 metros em *T. saginata*, embora formas maiores já tenham sido encontradas. Não há um tubo digestivo unificado no animal, sendo que cada proglótide recebe seu alimento por difusão. Cada anel também apresenta aparelhos reprodutores masculino e feminino completos. As proglótides mais próximas do escólex são chamadas de jovens e são imaturas sexualmente; já as mais distantes são maduras e estão aptas para a fecundação. As proglótides grávidas são aquelas que já foram fecundadas e estão repletas de ovos.



Taenia solium, a tênia do porco, com detalhes que mostram o escólex e regiões corporais.

II. Vetor

O **porco** é o hospedeiro intermediário da *T. solium*, enquanto o **boi** é hospedeiro intermediário da *T. saginata*. As carnes de porco ou de boi contaminadas pelas respectivas larvas são as transmissoras da teníase. A cisticercose só chega ao homem pela ingestão de ovos da *T. solium* contidos em água ou verduras.

III. Local de ação

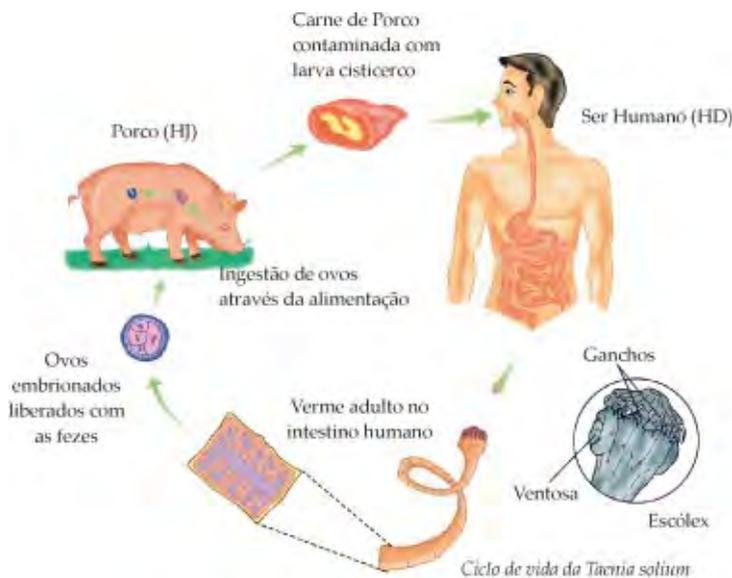
Os vermes adultos vivem no **intestino delgado** do homem, enquanto as larvas, que são causadoras da cisticercose, são encontradas no tecido muscular, cerebral e no olho de suínos e bovinos. As larvas de *T. solium* acidentalmente atingem o homem e o cão.

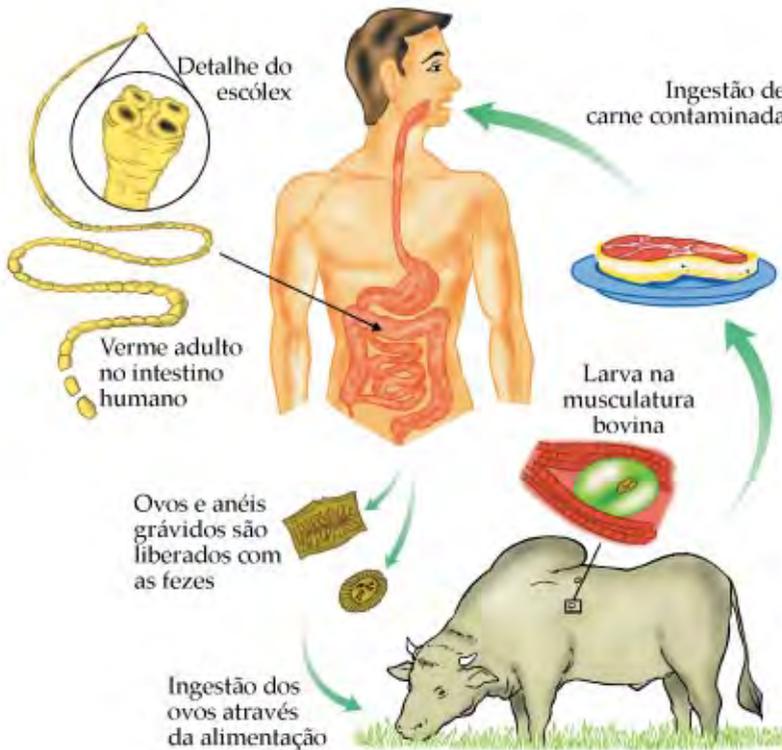
IV. Ciclo biológico

O homem doente elimina as proglótides grávidas cheias de ovos para o meio exterior por meio das fezes. Após seu rompimento, os ovos são liberados para o solo e água, sendo ingeridos por um hospedeiro intermediário próprio (porco ou boi, dependendo da espécie). No intestino do animal, os ovos se abrem, liberando pequenas larvas que penetram na mucosa intestinal, atingem o sistema circulatório e se deslocam para outras regiões,

sobretudo músculos. Ali se encistam, originando os **cisticercos**, formas larvais imóveis que podem atingir até doze milímetros de comprimento após quatro meses de infestação. O homem ingere os cisticercos ao comer a carne contaminada de porco ou de boi crua ou malcozida. Por ação dos sucos digestivos, o cisticerco deixa a forma encistada no intestino humano e everte-se, formando um pequeno escólex que se prende à mucosa do intestino delgado e cresce, produzindo uma tênia adulta. A *T. solium* vive cerca de 3 anos no hospedeiro e a *T. saginata* aproximadamente 10 anos, ambas desprendendo proglótides grávidas durante sua vida. Como o colo produz novas proglótides, o tamanho do animal se mantém constante.

O homem pode ingerir os ovos da solitária contidos em água não tratada e verduras mal lavadas. Se forem da espécie *T. solium*, tais ovos abrem-se no intestino e as larvas migram para tecidos moles, como pele, olhos e principalmente **cérebro**, onde se encistam dando origem aos cisticercos. Alojando-se no tecido cerebral, podem causar uma séria moléstia conhecida como **neurocisticercose** ou **cisticercose cerebral**. Neste caso, o homem fez o papel de **hospedeiro intermediário**.





Ciclo de vida da *Taenia saginata*

V. Sintomas

Quando a solitária parasita a região intestinal do homem por longo tempo, pode provocar alergia tóxica por causa de substâncias excretadas, hemorragias pela fixação na mucosa e destruição do epitélio intestinal. O parasita compete com o hospedeiro pelo alimento que chega ao intestino, levando a uma necessidade crescente de ingerir mais comida, mas sem aumento de peso. Náuseas, vômitos e dores abdominais podem ocorrer também.

A neurocisticercose apresenta manifestações muito mais graves, causando inflamações no tecido nervoso. Após cerca de seis meses da infestação, o cisticercos morre e calcifica-se. Os sintomas podem então evoluir para dores de cabeça, convulsões e alucinações. Há casos de cisticercose no coração, provocando alterações no ritmo desse órgão; ocular, podendo levar à perda da visão; e muscular, causando dores localizadas.

VI. Profilaxia

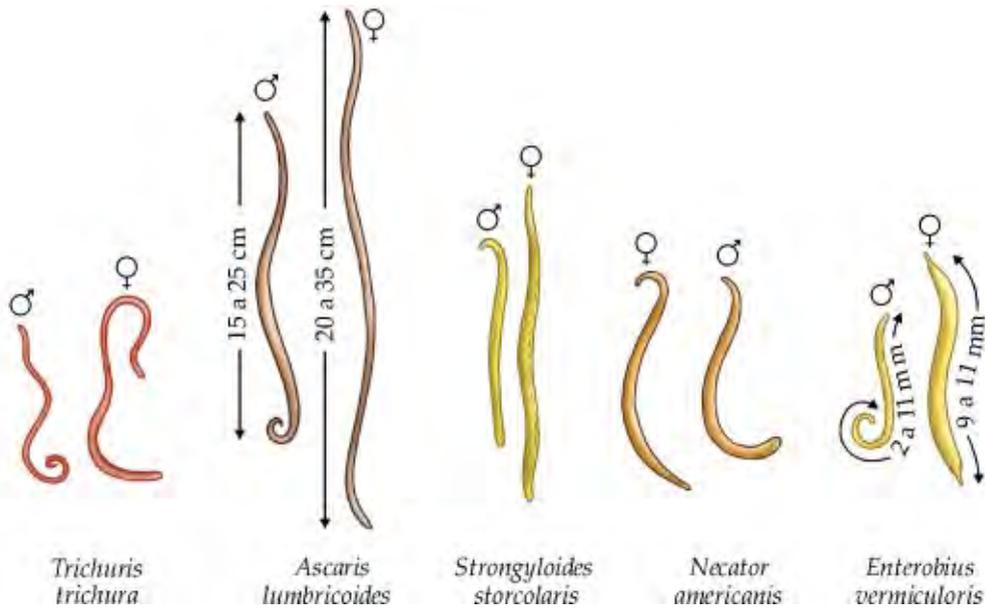
Contribuem para a redução da incidência de teníase e cisticercose medidas como:

- tratamento dos doentes, de modo a evitar a disseminação dos ovos;
- melhoria nas condições de saneamento básico, com extensão da rede sanitária, pois as fezes humanas contaminadas carregam os ovos para a água;
- cuidados maiores na criação de animais, cuja água deve ser tratada;
- evitar o consumo de carne malcozida e de água não-tratada ou verduras mal lavadas, reduzindo as chances de se adquirir teníase e cisticercose, respectivamente.

5. Nematelmintos

5.1. Apresentação

O filo Nematelminthes (do grego, *nematos* = fio; *helminthes* = verme) é formado por uma grande variedade de animais de corpo alongado e cilíndrico e, por isso, conhecidos como **vermes cilíndricos**. Podem ter vida livre, sendo geralmente diminutos e até microscópicos ou ser parasitas, podendo alcançar vários centímetros de comprimento.



Alguns autores preferem chamá-los de **asquelmintos**. Deve-se tomar muito cuidado com o uso deste termo, que, segundo a tendência mais moderna da classificação biológica, designa uma série de filis com certas características comuns, um dos quais é o filo *Nematelminthes*. Além dele, formam também o grupo dos asquelmintos outros filis compostos por animais não muito conhecidos, tais como Rotifera, *Nematomorpha*, *Gastrotricha*, *Kinorhyncha* e *Acanthocephala*. Dentre todos esses filis, o maior, com cerca de 10 mil espécies descritas, e o que mais interesse desperta é realmente o filo *Nematelminthes*, pois muitos de seus representantes são parasitas, infestando safras de produtos alimentícios, animais domésticos e o próprio homem. Assim, podemos tomar os nematelmintos como mo-

delo para o estudo dos asquelmintos, mas tendo sempre em mente que são designações diferentes.

Os nematelmintos de vida livre são encontrados no mar, na água doce e no solo, existindo desde as regiões polares até as tropicais, em todos os tipos de ambientes, incluindo desertos, fontes termais, montanhas e grandes profundidades oceânicas. As formas parasitas atacam virtualmente todos os grupos vegetais e animais. Os parasitas de plantas podem viver em raízes, sementes e frutos, produzindo ovos dos quais saem larvas que se alimentam dos tecidos da planta. Muitas vezes formam-se, na região da planta atacada pelo verme, nódulos protetores chamados **galhas**. Os parasitas de animais podem



provocar doenças que freqüentemente debilitam o hospedeiro e, eventualmente, podem matá-lo. Alguns dos grandes problemas de saúde pública que afligem a população brasileira são causados por eles.



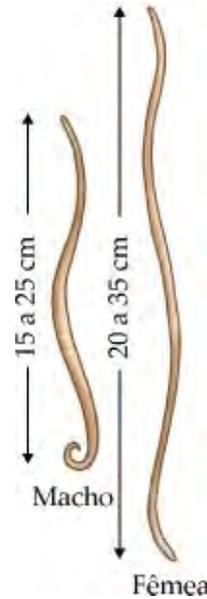
Galhas no caule produzidas por nematódeos em plantas.

Dentre os nematelmintos, os representantes mais conhecidos do grupo são a lombriga, o ancilostoma e o oxiúros, parasitas intestinais humanos, além das filárias, causadoras da elefantíase.

5.2. Características Gerais

Os nematelmintos mais conhecidos são, sem dúvida, as lombrigas (*Ascaris lumbricoides*), parasitas do homem e também de outros animais, como o porco. Estruturalmente são seres muito simples, com o corpo alongado (pode chegar a mais de 30 cm de comprimento), delgado, cilíndrico e afilado nas extremidades. São organismos dióicos e exibem dimorfismo sexual, ou seja, é fácil, somente pela aparência externa, distinguir o macho da fêmea. O primeiro tem a extremidade posterior recurvada e espículas peniais, úteis no momento da cópula, em torno do ânus.

A segunda tem formato retilíneo, com um poro genital ventral no meio do corpo, e, geralmente, é maior que o macho.

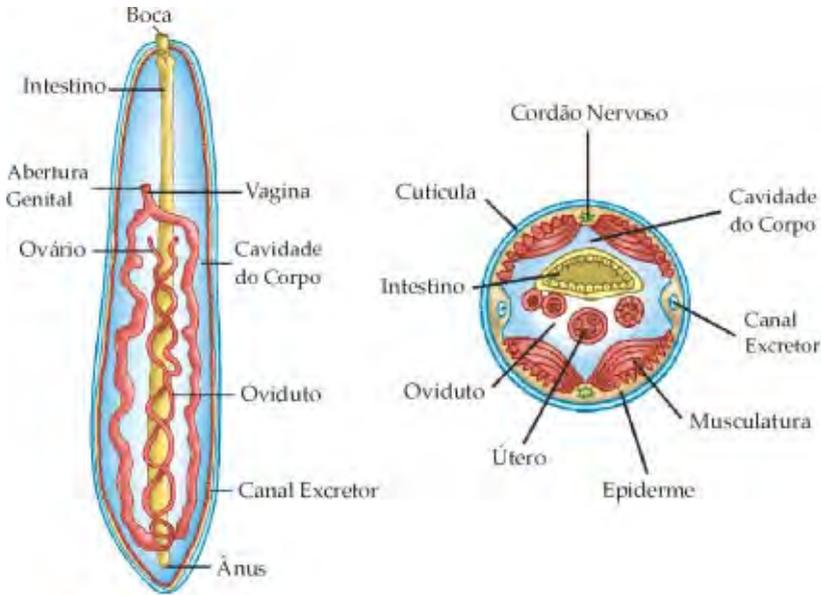


Algumas características diferenciam as lombrigas e os nematelmintos em geral dos platelmintos, o outro grupo de vermes:

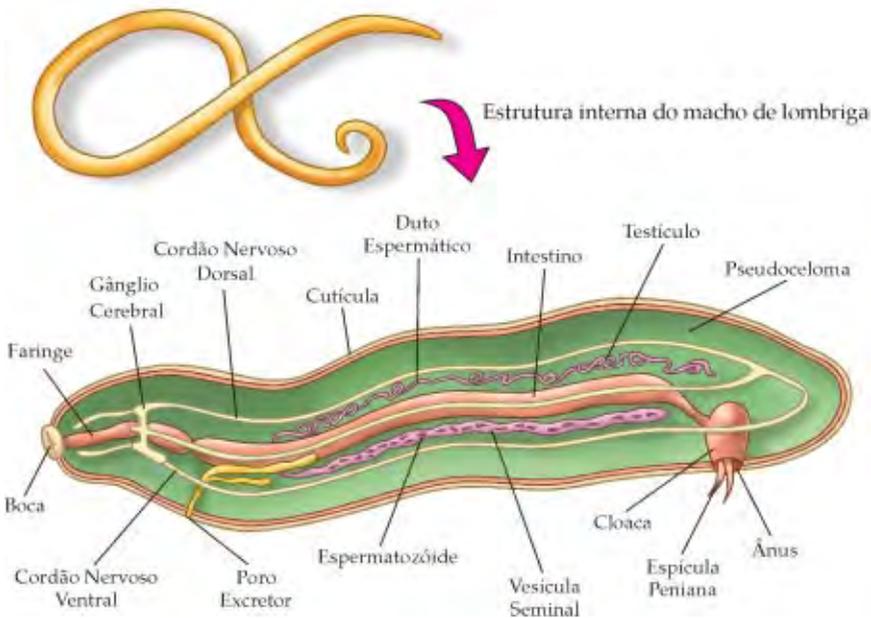
- epiderme **sincicial**, isto é, constituída por uma massa protoplasmática multinucleada, sem membranas celulares (sincício), e responsável pela produção da **cutícula** mais externa, acelular, lisa e dura, que serve como proteção.
- inexistência de cílios e ventosas.
- músculos exclusivamente **longitudinais**, paralelos ao eixo do corpo, reduzindo a capacidade de locomoção nos seres de vida livre, que executam movimentos mais limitados.
- tubo digestivo **completo**, ou seja, dotado de duas aberturas: a **boca** abre-se na extremidade anterior, entre 3 lábios, enquanto o **ânus** é uma fenda posterior subterminal (localizada pouco antes da extremidade), em posição ventral. Aliás, são os asquelmintos os primeiros animais da escala zoológica a exhibir ânus.

- existência de uma cavidade interna onde os órgãos ficam alojados, sobretudo o aparelho reprodutor, que tem a aparência de uma série de fios muito finos. São também os primeiros animais a apresentar esta característica. A organização do animal lembra um tubo dentro de outro tubo:

o interno seria o sistema digestivo e o externo, a parede do corpo. O espaço entre os dois seria a cavidade do corpo, preenchida por um líquido que auxilia na remoção de elementos tóxicos e na circulação de alimentos e gases.



Estrutura interna de uma fêmea de lombriga





Muitos nematelmintos de vida livre são carnívoros, alimentando-se de pequenos animais, incluindo outros nematelmintos. Alguns são fitófagos, ingerindo algas e seivas de plantas. Podem apresentar placas cortantes na boca e secretar enzimas no tubo digestivo. Os parasitas, como a lombriga, podem receber alimento já semi-digerido no tubo digestivo do hospedeiro.

Não há órgãos respiratórios nem sistema circulatório. Os animais de vida livre usam oxigênio, obtendo-o por difusão direta, e os parasitas são anaeróbicos e fazem fermentação. Gases respiratórios e partículas alimentares podem ser distribuídos com o auxílio do líquido que preenche a cavidade corporal.

As células lançam seus resíduos e excretas na cavidade corporal, de onde são retirados por três canais excretores arranjados de tal maneira que formam um "H" (dois canais laterais conectados através de um canal transversal) e eliminados por um poro excretor ventral situado próximo à boca. O sistema nervoso é constituído por um anel de células nervosas em torno do esôfago associado a dois cordões nervosos longitudinais (dorsal e ventral) e alguns nervos menores.

Em relação à reprodução, os nematelmintos são dióicos e apresentam aparelho reprodutor bem organizado. Nas lombrigas, durante a cópula, o macho se enrola em torno da fêmea, prendendo-se a ela com o auxílio das **espículas peniais**. São então conectadas as aberturas genitais (ânus do macho e poro genital da fêmea), ocorrendo a transferência de espermatozoides. A fecundação, portanto, é **interna**. Os ovos ficam alojados no útero da fêmea e possuem casca dura. O desenvolvimento é indireto, com a existência de larvas **rabditóides** e **filarióides**.

6. Nematelmintos Parasitas

6.1. Ascariíase

Verminose comum em países do Terceiro Mundo, incluindo o Brasil, pois está totalmente vinculada a condições precárias de higiene e saneamento básico.

I. Agente etiológico

O causador da ascariíase é o verme nematelminto *Ascaris lumbricoides*, conhecido popularmente como **lombriga**. São **monoxenos** e de **infestação passiva**, tais vermes são dióicos e têm claro dimorfismo sexual. O macho tem de 20 a 30 cm de comprimento e corpo alongado, recurvado na extremidade posterior. A fêmea é maior (30 a 40 cm de comprimento) e mais grossa, tendo o corpo retilíneo.

II. Vetor

Não há hospedeiro intermediário. A contaminação acontece pela ingestão de água e verduras contaminadas por **ovos** do verme.

III. Local de ação

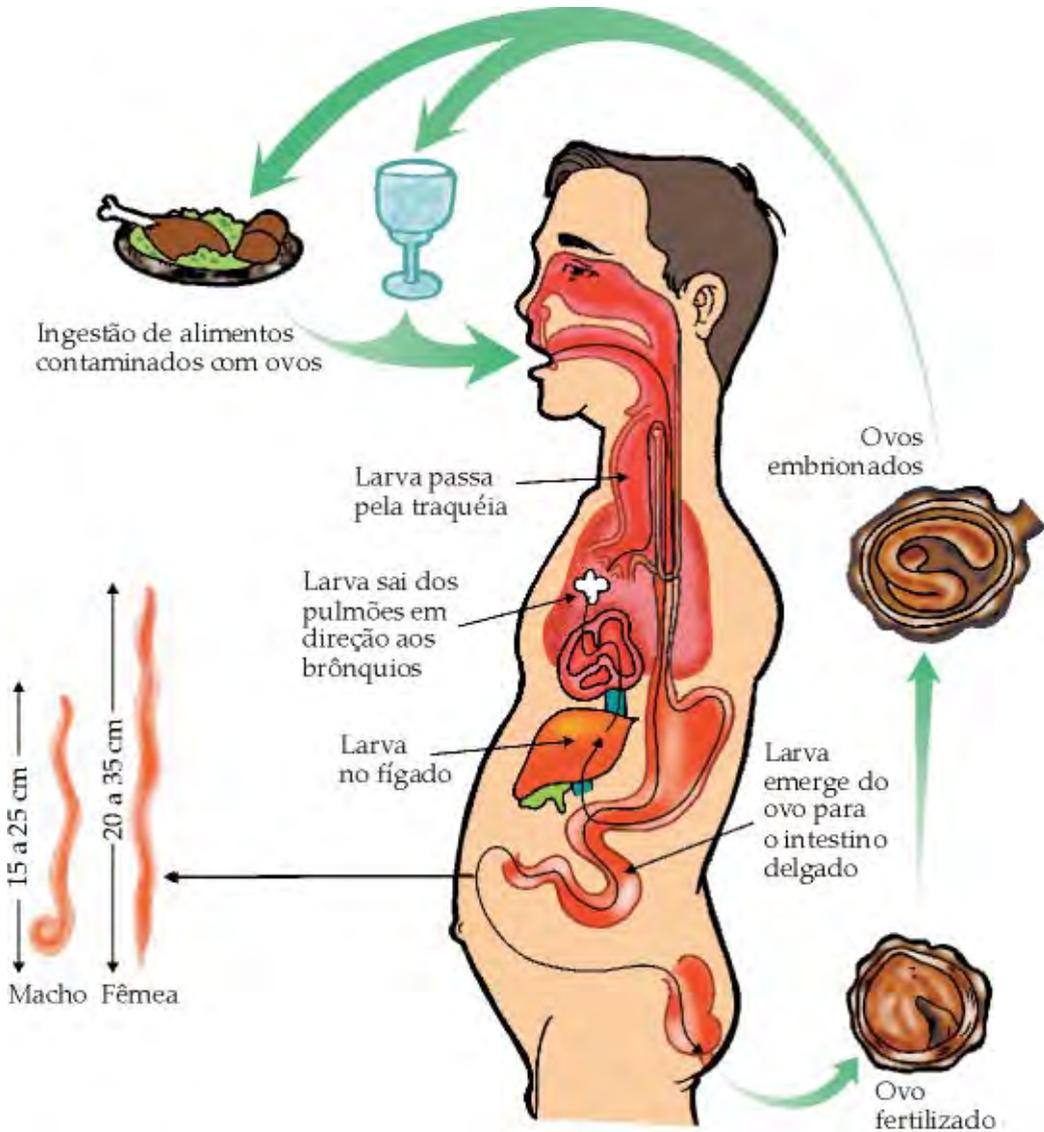
Os vermes adultos habitam o **intestino delgado** humano, podendo ficar aderidos à mucosa ou migrar pela luz intestinal. Durante o desenvolvimento, as formas larvais podem passar por vários órgãos antes de se estabelecerem definitivamente no intestino.

IV. Ciclo biológico

No intestino do doente, os vermes adultos se acasalam e a fêmea é capaz de colocar cerca de 200 mil ovos por dia, que chegam ao meio exterior com as fezes. Sob condições ambientais adequadas, os embriões se desenvolvem em 15 dias e depois evoluem para formas larvais denominadas **rabditóides**, que podem permanecer dentro dos ovos por vários meses, até que eles sejam ingeridos pelo hospedeiro. Neste momento, atravessam o trato digestivo do hospedeiro e eclodem no intestino delgado. As larvas liberadas atravessam a parede intestinal, entram na circulação linfática e atingem o fígado cerca de um dia após a infestação. Por meio de vasos sanguíneos são levadas para o coração cerca de 3 dias depois. Mais 2 dias e migram para os pulmões, onde rompem os capilares e caem nos alvéolos, su-

bindo pelas vias aéreas e chegando à faringe. Com a tosse podem ser expelidas ou deglutidas, atravessando o estômago sem sofrer danos e fixando-se no intestino delgado. São decorridos cerca de 30 dias da infestação e, durante o trajeto, as larvas rabditóides sofrem várias mudanças e se transformam, aos poucos, em jovens adultos. Em 60 dias alcançam a maturidade

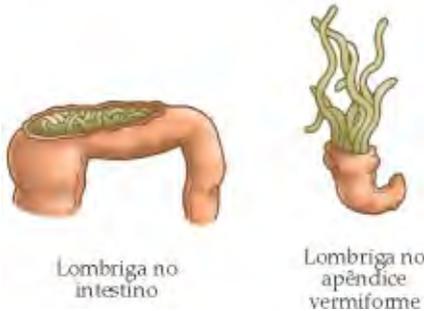
sexual e já podem ser encontrados ovos nas fezes do hospedeiro. O verme pode viver no organismo por mais de um ano. A esse deslocamento do verme pelo organismo do hospedeiro dá-se o nome de **circuito hepático-cárdio-pulmonar** ou **ciclo de Looss**, em homenagem ao seu descobridor.



Ciclo de *Ascaris lumbricoides*.

V. Sintomas

As larvas podem provocar lesões hepáticas ou pulmonares, com focos hemorrágicos e de necrose. A gravidade da doença depende da quantidade de vermes que estão infestando a pessoa. Nas infestações maciças, que são aquelas com mais de 100 vermes, pode ocorrer enfraquecimento orgânico, pois os vermes consomem muita proteína, carboidrato, lipídio e vitaminas do hospedeiro, além de obstrução intestinal, pois os vermes podem enovelar-se na luz do intestino e no apêndice vermiforme. Intoxicações e reações alérgicas, provocadas pelo sistema imunológico do hospedeiro, podem também ocorrer.



VI. Profilaxia

As medidas de controle da doença incluem o tratamento do doente com medicamentos específicos e cuidados especiais na alimentação; saneamento básico, com a construção de sanitários e fossas, extensão e tratamento de esgoto e de água; educação sanitária e informação à população mais carente; higiene pessoal e alimentar, com cuidados especialmente com água e verduras.

6.2. Ancilostomotose

Esta verminose, que também é conhecida como **amarelão** ou opilação, tem maior frequência em regiões quentes e úmidas e, no Brasil, atinge muitas pessoas na zona rural e áreas urbanas de grande concentração populacional, onde as condições de saneamento básico são precárias, como as favelas. Provoca grande enfraquecimento orgânico e é frequentemente associada, de maneira errônea, à preguiça, por deixar o doente sem disposição para o trabalho. Monteiro

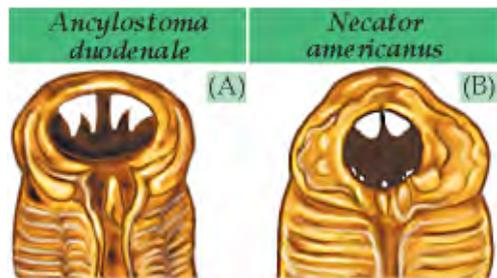
Lobato representou tal característica em seu famoso personagem Jeca Tatu, criado como modelo do habitante do interior pobre do país, e explicou: "O Jeca não é assim; ele está assim".



Jeca Tatu – contaminado pelo verme do amarelão

I. Agente etiológico

Dois vermes nematelmintos são os responsáveis por causar o amarelão: *Necator americanus* e *Ancylostoma duodenale*, sendo que no Brasil o primeiro é mais frequente. Ambos são **monoxenos** e de **infestação ativa**. Dióicos, macho e fêmea apresentam aspecto cilíndrico, com cerca de 1 cm de comprimento e características que definem um dimorfismo sexual. A distinção entre as duas espécies é feita principalmente pela estrutura bucal, pois existem placas cortantes em *Necator* e uma série de dentes pontiagudos em *Ancylostoma*.



Regiões bucais dos vermes: em A, de *Ancylostoma duodenale* e, em B, de *Necator americanus*.

II. Vetor

Não há hospedeiro intermediário e a transmissão é feita de uma pessoa para a outra através das **fezes** humanas contaminadas com as larvas dos vermes depositadas em solo preferencialmente arenoso e úmido. Verifica-se que a transmissão é facilitada quando as condições de saneamento básico da população são precárias: inexistência de sanitários e de sistema de esgoto, com as pessoas defecando no solo.

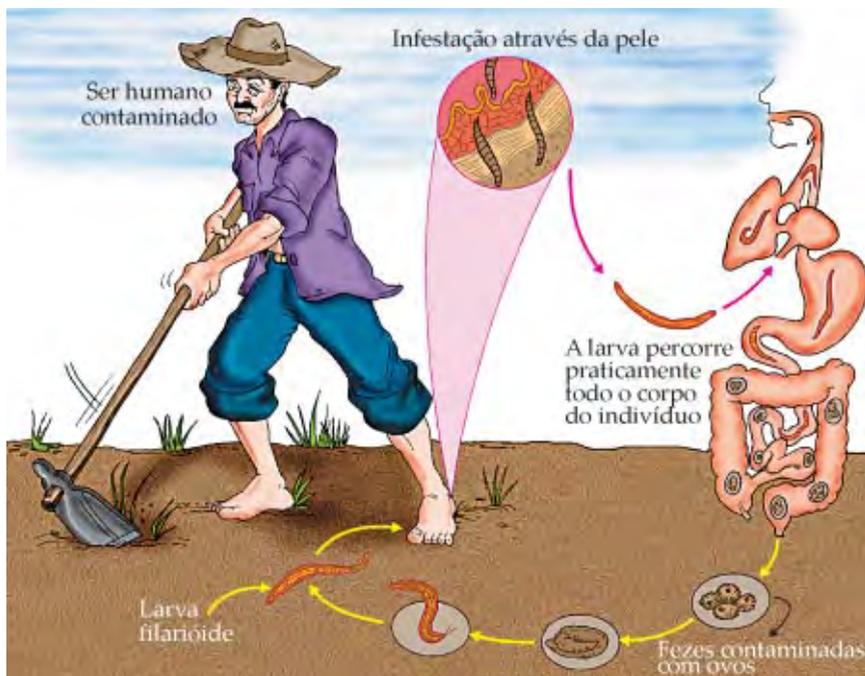
III. Local de ação

Os vermes adultos são encontrados no **intestino delgado** firmemente aderidos à mucosa intestinal na qual, através das estruturas cortantes situadas na cavidade bucal, produzem perfurações e sugam o sangue que escorre dos ferimentos. São, portanto, vermes **hematófagos**. As larvas, durante o seu desenvolvimento no hospedeiro, passam por uma série de órgãos.

IV. Ciclo biológico

Os acontecimentos que descreveremos valem para as duas espécies de vermes causadores do amarelo. Os adultos se acasalam no intestino do hospedeiro e as fêmeas fazem a

postura de grande número de ovos, que atingem o exterior com as fezes. Chegam ao solo em regiões de saneamento básico deficiente e, em seu interior, ocorre o desenvolvimento embrionário. Quando ocorre a eclosão, é liberada uma pequena larva chamada **filarióide**. Esta movimenta-se no solo úmido à procura de um hospedeiro e, entrando em contato com a pele, geralmente quando a pessoa anda descalça, penetra ativamente em seu corpo com o auxílio de enzimas digestivas. Acredita-se que, sob condições ideais, a larva filarióide possa sobreviver no solo por até dois meses. Após cerca de 20 minutos, as larvas atingem capilares sanguíneos e, levadas pelo sistema circulatório, chegam aos pulmões, onde rompem os alvéolos, sobem pelas vias aéreas e atingem a faringe. Podem ser expelidas em acessos de tosse ou deglutidas. Nesse caso, atingem o duodeno, já na forma adulta, pois, durante o trajeto pelo organismo do hospedeiro, desenvolvem-se, sofrendo várias mudanças. Desde a penetração das larvas até o início de postura pelos vermes adultos, que se estabelecem no intestino, decorrem cerca de dois meses.



Ciclo de vida do *Ancylostoma duodenale*



V. Sintomas

Os principais problemas do hospedeiro serão no intestino. A ação do verme, rompendo a mucosa intestinal, provoca ulcerações acompanhadas de sangramento. Perde-se muito sangue, não apenas dessa maneira, mas pela própria sucção pelo verme, causando perda de hemoglobina e ferro, o que deixa o doente **anêmico** e fraco, pois suas células deixarão de receber o oxigênio normalmente. Crianças podem ter problemas de desenvolvimento físico e mental, com diminuição da estatura e da capacidade de aprendizagem. Nesse caso é comum ocorrer a **geofagia**, ou seja, o doente começa a comer terra, numa atitude impulsiva motivada pela carência de ferro no organismo. A presença das larvas na região pulmonar pode causar hemorragias e facilitar o estabelecimento de pneumonia.

VI. Profilaxia

As medidas profiláticas devem incluir:

- o tratamento das pessoas doentes com o uso de medicamentos específicos e uma dieta apropriada que reponha o ferro perdido, impedindo que continuem funcionando como centros de disseminação dos ovos;
- saneamento básico, com extensão da rede de esgoto e construção de sanitários e fossas;
- educação sanitária, informando-se a população, sobretudo as crianças, sobre a necessidade de utilização de sanitários e os problemas da defecação direta no solo;
- higiene pessoal, sobretudo andando calçado em áreas onde as chances de contaminação existam.

6.3. Enterobíase ou Oxiurose

A enterobíase também é conhecida por oxiurose, verminose provocada pelo nematelminto *Enterobius vermicularis*, conhecido popularmente como oxiúros.

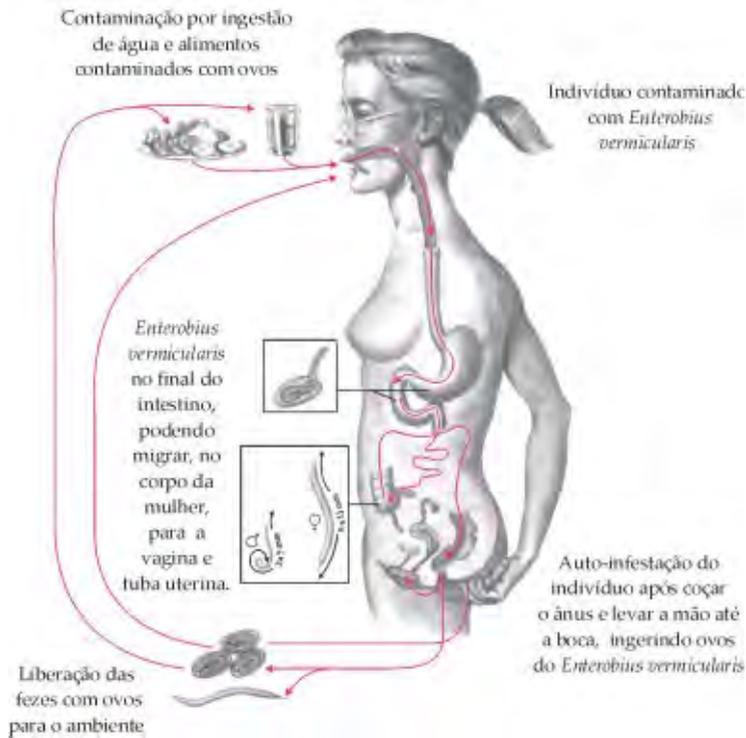
Em relação ao seu ciclo de vida, é um parasita monoxeno e de infestação passiva, sendo transmitido pela ingestão de água e alimentos contaminados com ovos do verme.

Pode ocorrer também a autocontaminação quando o indivíduo, ao coçar o ânus, leva a mão à boca. Essa situação é mais comum em crianças do que em adultos, mas ocorrendo, os ovos são transportados da região anal para a boca e, em seguida para o intestino, no qual eclode uma larva, que torna a doença crônica.

Os vermes adultos vivem no intestino e na região cecal do hospedeiro.

O sintoma típico dessa doença é o prurido (coceira) anal, provocado por uma forte irritação, devido à presença dos ovos do parasita nessa região. Os distúrbios intestinais também ocorrem.

Como medidas de profilaxia, podemos citar o tratamento dos doentes, a higiene pessoal e com os alimentos, medidas de saneamento básico e trocas periódicas das roupas íntimas e de cama.



6.4. Filariose

Conhecida popularmente como **elefantíase**, é uma verminose originária da África, tendo seu causador vindo para cá com o tráfico de escravos e conseguido se adaptar devido à existência de um bom hospedeiro intermediário e excelentes condições ambientais. O verme causador da elefantíase é *Wuchereria bancrofti*, dióico, **heteroxeno** e de **infestação ativa**. Seu hospedeiro intermediário e também vetor é o mosquito hematófago *Culex fatigans*. A maior incidência da moléstia no país é encontrada hoje em áreas da região Nordeste e Norte. Os vermes habitam o **sistema linfático** humano, sobretudo nas regiões abdominal e pélvica, pernas e escroto. A obstrução dos vasos linfáticos pelos vermes adultos provoca problemas na drenagem de

linfa nos tecidos adjacentes, criando grandes edemas que, com o passar do tempo, deformam completamente o órgão afetado. Após o acasalamento, as fêmeas liberam ovos dos quais se desenvolvem pequenas larvas, as **microfilárias**. Essas migram para a circulação sanguínea e podem ser ingeridas por um mosquito que esteja realizando atividade hematófaga. No mosquito, as larvas rompem a parede do estômago e migram para o aparelho bucal. Não chegam a ser inoculadas no homem, mas apenas aproveitam o momento em que o mosquito está sugando o sangue da pessoa, para deixar o aparelho bucal e penetrar pela pele sã ou lesada. Atingem o sistema linfático, no qual evoluem para a forma adulta e, cerca de um ano depois, produzem as primeiras microfilárias.



Inflamações podem ocorrer nos vasos e gânglios linfáticos devido à ação irritativa dos vermes ou de produtos por eles liberados. O tratamento dos doentes é feito com medicamentos que agem mais eficientemente contra as microfilárias do que nos vermes adultos. Os edemas podem ser reduzidos, mas, em alguns casos, a cirurgia plástica é necessária (mamas, escroto). O controle do inseto é difícil e deve incluir a eliminação dos criadouros das larvas (água parada) e uso de inseticidas contra os adultos.



Vítima de elefantíase



6.5. Outros Nematelmintos

O grupo dos vermes cilíndricos inclui uma série de outros representantes parasitas. Podem ser destacados:

- *Ancylostoma braziliensis* é parasita intestinal de cães e gatos e, quando eventualmente atinge o homem não completa seu ciclo, realizando migrações cutâneas. Os animais defecam no chão e os ovos eliminados eclodem, liberando larvas que podem penetrar ativamente pela pele humana. Tais larvas são chamadas **migrans** porque percorrem a hipoderme, formando um rastro sinuoso e causando forte irritação e prurido. Isso é o que o povo habitualmente chama de **bicho geográfico**. A transmissão é feita usualmente em praias e parques infantis onde exista areia úmida freqüentada por animais.
- *Strongyloides stercoralis* é parasita intestinal, sendo encontradas no corpo humano apenas as fêmeas, que são partenogenéticas. Os machos são de vida livre. A infestação é ativa, feita através das larvas. Não há hospedeiro intermediário. O ciclo biológico é semelhante ao dos vermes do amarelão, com passagem larval por coração e pulmões antes do estabelecimento final no intestino. A **estrongiloidíase**, como é chamada a doença que o verme provoca, produz distúrbios cutâneos, pulmonar e intestinal.
- *Trichuris trichiura* é o causador da **tricocefalíase**, moléstia intestinal. Monoxeno, infestação passiva, é transmitido por água e alimentos contaminados por ovos. Causa distúrbios intestinais.
- *Trichinella spiralis* é um verme pequeno, heteroxeno e de infestação passiva, habitante do intestino delgado humano. As larvas produzidas diretamente pelas fêmeas, após a cópula, perfuram a parede intestinal e, através do sistema circulatório, atingem os músculos, nos quais se encistam. O organismo reage produzindo um fibrosamento que envolve a larva.

Após um ano, ela pode ser calcificada. A contaminação é feita pela ingestão de carne de porco malcozida contendo os cistos. Inflamações e fortes dores musculares compõem o quadro sintomatológico.

- *Onchocerca volvulus* é um verme heteroxeno que vive enovelado em nódulos subcutâneos de localização variável (cabeça, nádegas, tronco). Em cada nódulo há um casal, sendo a fêmea muito longa (40 cm de comprimento) e o macho bem menor (apenas 3 cm). O hospedeiro intermediário é o mosquito do gênero *Simulium*, o popular **borrachudo**. A infestação é passiva, sendo o verme, no estágio larval, inoculado na pessoa. Dermatites e lesões oculares são as manifestações mais freqüentes da doença, que é conhecida como **oncocercose**.

7. Anelídeos

7.1. Apresentação

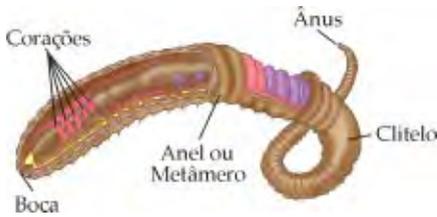
O filo *Annelida* (do latim, *annelus* = pequeno anel) é composto por cerca de 9.000 espécies, que têm em comum o fato de apresentar o corpo cilíndrico, alongado e subdividido em segmentos com o formato de **anéis**. Tal segmentação também é constatada internamente, incluindo músculos, nervos e estruturas circulatórias, excretoras e reprodutoras.

Entre os anelídeos, encontramos as **minhocas** e as **sanguessugas**, além de grande número de espécies marinhas e de água doce. Existem minhocas, como a brasileira *Rhinodrilus fafneri*, de Minas Gerais e, a australiana *Megascolides australis*, que superam 2 metros de comprimento e 2,5 cm de diâmetro. A maioria das minhocas, entretanto, mede apenas alguns centímetros de comprimento. Entre os representantes marinhos destacam-se os **poliquetas**, com tamanhos variáveis, existindo desde formas diminutas até seres, como *Eunice gigantea*, que atingem 3 metros de comprimento. As sanguessugas geralmente são pequenas, variando seu tamanho entre 10 e 200 mm.



7.2. Características Gerais

O modelo para o estudo dos anelídeos será a minhoca, talvez o mais conhecido entre todos os representantes do grupo. *Lumbricus terrestris* e *Pheretima hawayana* são duas espécies comuns. Caracterizam-se, como todos os anelídeos, por um arranjo estrutural segmentado, sistemas de órgãos mais avançados para a manutenção da vida e uma ampla cavidade no corpo, na qual tais órgãos ficam alojados.



I. Celoma

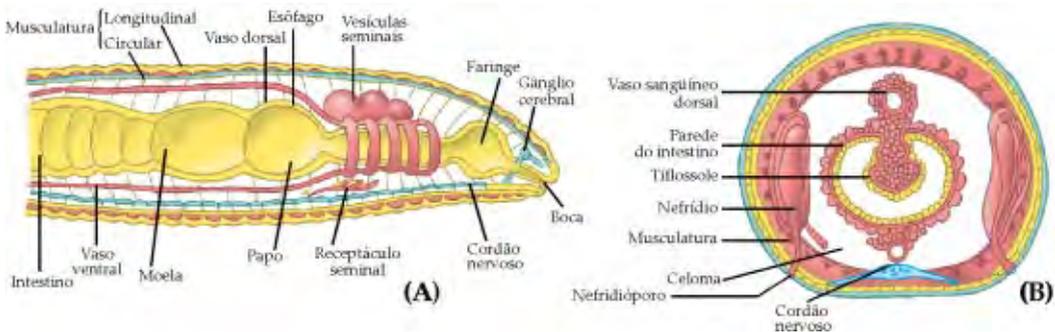
É o nome dado à cavidade geral do corpo dos anelídeos (do grego *cele* = cavidade), diferindo da cavidade endocorpórea dos nematelmintos por ser totalmente revestida pela mesoderme. Trata-se de um espaço amplo dentro do corpo, no qual os sistemas de órgãos ficam alojados. Os anelídeos são animais de corpo mole, nos quais o grande celoma é preenchido por um líquido e funciona como um esqueleto hidrostático que serve de apoio para a ação muscular, compensando a ausência de esqueleto rígido. Em outras palavras, a minhoca e os outros anelídeos funcionam como um sistema hidráulico.

II. Metameria

Também chamada **segmentação**, é a divisão linear do corpo em porções iguais denominadas **segmentos** ou **metâmeros**. Os anelídeos são os primeiros seres da escala evolutiva animal a apresentar esta característica, que também é encontrada em artrópodes e cordados, mas não de forma tão evidente. A metameria estende-se aos músculos da parede do corpo e a vários sistemas de órgãos. Isso acontece porque a cavidade celomática é compartimentalizada através de septos transversais em cada segmento. Isso permite que diferentes movimentos musculares possam ser feitos simultaneamente em diferentes regiões do corpo, o que é particularmente vantajoso para um animal alongado ao locomover-se através de uma galeria ou substrato mole, sobretudo no caso das minhocas, que são animais cavadores.

III. Cerdas

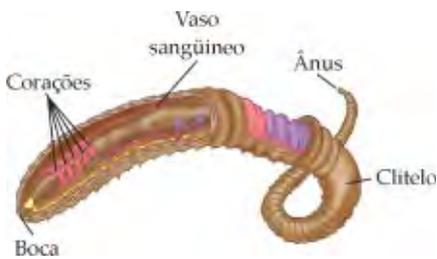
São pequenos filamentos quitinosos existentes em todos os segmentos do corpo da minhoca, com exceção do primeiro e do último. As minhocas apresentam quatro pares de cerdas por segmento, número que nos poliquetas é bem maior. As sanguessugas não possuem cerdas. As cerdas podem ser movimentadas em qualquer direção e estendidas ou retraídas por ação muscular, servindo como instrumentos de fixação quando o animal está em uma galeria ou movimentando-se sobre o solo. Em uma minhoca, as cerdas podem ser percebidas passando-se os dedos da região posterior para a anterior.



A) Porção do corpo de uma minhoca, mostrando região anterior do corpo.
B) Corte transversal num metâmero do corpo.

7.3. Organização e Funcionamento

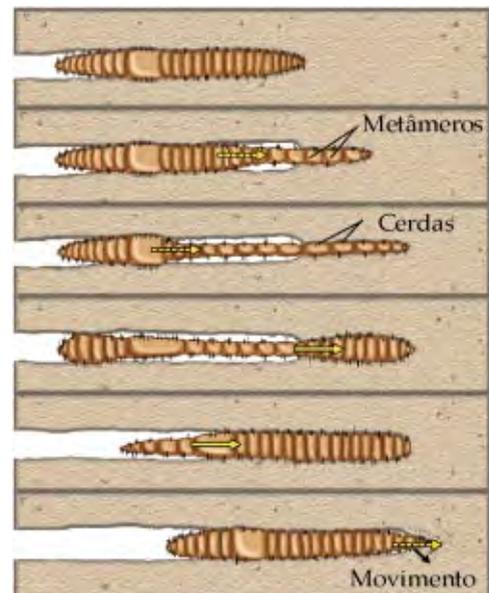
O corpo da minhoca é longo e cilíndrico, levemente afilado nas extremidades, com a face dorsal um pouco mais escura que a ventral. Um animal adulto apresenta, em média, 150 segmentos anelares. Não há cabeça diferenciada. A boca abre-se na extremidade anterior, e é recoberta por uma estrutura carnosa chamada **prostômio**, enquanto o ânus é uma fenda posterior. Os segmentos são contados a partir da extremidade anterior; assim, a boca está no primeiro segmento, e o ânus no último segmento. Nos oligoquetas em geral, alguns segmentos adjacentes ficam espessados e dilatados por glândulas responsáveis pela secreção do material que forma os casulos, nos quais os ovos se abrigam. Esta região glandular é chamada **clitelo** e cobre parcial ou totalmente os segmentos, formando uma faixa mais clara ao redor do corpo. A posição do clitelo é variável, mas, normalmente, fica situada na metade anterior do animal, envolvendo cerca de 10 segmentos. Os poros excretores e as aberturas reprodutivas são diminutos orifícios encontrados na superfície corporal.



A parede do corpo é composta por uma **cutícula** fina secretada pela epiderme uniestratificada subjacente, na qual se encontram numerosas glândulas produtoras de um **muco** lubrificante, além de muitas células sensitivas. Abaixo da epiderme, há uma fina camada de **músculos circulares** e, outra mais espessa, de **músculos longitudinais**. Essas camadas trabalham de forma antagônica: a contração da musculatura longitudinal encurta o corpo do animal ao mesmo tempo em que aumenta seu diâmetro, enquanto a con-

tração da musculatura circular produz o efeito oposto, isto é, o animal estica e seu diâmetro é reduzido. Enquanto uma camada se contrai, a outra relaxa. É assim que a minhoca executa o característico movimento de rastejamento e pode realizar a atividade de escavação de galerias. Oscilações de pressão do líquido celomático e o trabalho de apoio das cerdas colaboram para a execução dos movimentos.

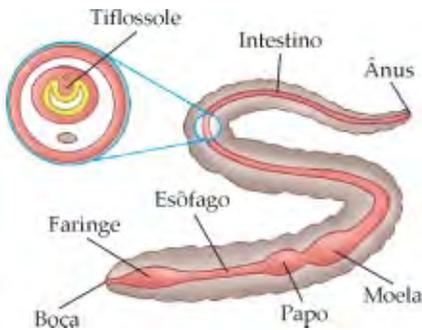
O corpo da minhoca consiste basicamente de dois tubos concêntricos: a parede do corpo externa e o tubo digestivo retilíneo interno. O espaço entre eles é a cavidade do corpo ou **celoma**, preenchido por um líquido e compartimentalizado por uma série de septos transversais. Na maioria das minhocas, cada compartimento celomático comunica-se com o meio externo por meio de um poro dorsal, pelo qual pode sair fluido celomático, ajudando a manter o tegumento úmido. Algumas minhocas de grande porte são capazes de esguichar este líquido a vários centímetros de distância, quando perturbadas.



Esquema simplificado do movimento de uma minhoca. Depende da movimentação das cerdas e das contrações alternadas das musculaturas circular e longitudinal.



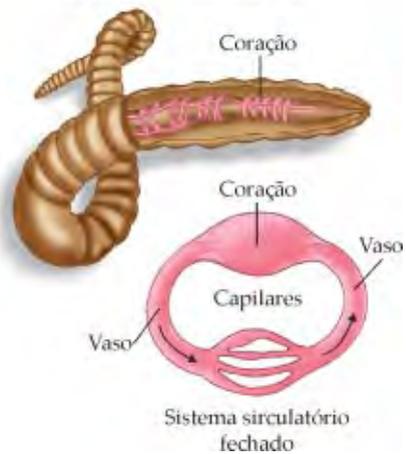
As minhocas são saprófagas e alimentam-se de matéria orgânica morta, sobretudo vegetal. Além de consumir a matéria em decomposição na superfície do solo, podem arrastar folhas para o interior de suas galerias. Também usam o material orgânico do solo, que é ingerido durante a escavação. O tubo digestivo é completo e mostra grande especialização nas suas diversas partes componentes. O alimento é umedecido por secreções na cavidade bucal e empurrado para dentro com o auxílio dos músculos da parede da faringe, que atua como uma bomba sugadora. Passa pelo esôfago, que está ligado a **glândulas calcíferas**, produtoras de carbonato de cálcio, que neutralizam a acidez do alimento. É então armazenado temporariamente no **papo** e depois passado para a **moela** de paredes musculares, na qual é triturado com a ajuda de grãos de areia. Vai para o intestino, no qual sofre digestão enzimática ao nível extracelular. Expansões laterais, os **cecos intestinais**, e uma dobra interna, a **tiflossole**, contribuem para ampliar a superfície de digestão e absorção dos alimentos. Os resíduos são eliminados pelo ânus.



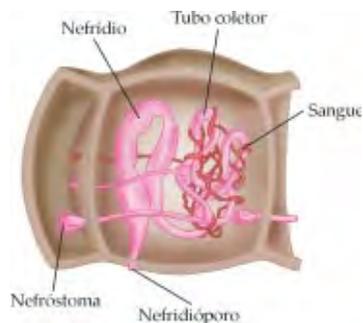
Nas minhocas não há sistema respiratório organizado, sendo as trocas gasosas executadas pelos capilares sanguíneos que existem na epiderme úmida. Entre os poliquetas, são comuns estruturas filamentosas chamadas **brânquias**, altamente vascularizadas e que realizam trocas gasosas diretamente com a água.

Os anelídeos são os primeiros animais da escala zoológica a apresentar um sistema circulatório. O sangue é vermelho graças à presença de hemoglobina, que não está contida em glóbulos vermelhos. Circula todo o tempo no interior de vasos distribuídos pelo corpo do animal, o que caracteriza um sistema circulatório **fechado**. Vasos contráteis especiais, localizados na região anterior do corpo, são os responsáveis pela propulsão do sangue, fazendo o papel do coração.

A circulação na minhoca



O sistema excretor é constituído de um par de **nefrídios** por segmento do corpo. Cada nefrídio é uma espécie de bomba adaptada a retirar excretas do celoma e dos vasos sanguíneos que o cercam e eliminá-los para fora do corpo pelos poros excretores ventrais, na forma de uma espécie de urina, rica em amônia e uréia, mantendo a estabilidade química do organismo.



O sistema nervoso é igualmente segmentado, sendo formado por um par de **gânglios cerebrais** situado acima da faringe. Dele parte um cordão nervoso ventral que se estende até a extremidade posterior. Em cada segmento, projetam-se do cordão nervoso dois gânglios menores. Vários prolongamentos nervosos alcançam todas as regiões do corpo. Células sensitivas epidérmicas percebem estímulos mecânicos e luminosos, além de detectarem níveis de umidade. A segmentação do sistema nervoso permite que um fragmento da minhoca, separado do restante do corpo, continue a se mover, embora sua orientação quanto a estímulos ambientais, como a luminosidade, fique prejudicada, pois depende da ação coordenadora dos gânglios cerebrais.



7.4. A formação do Húmus

As minhocas vivem em solo úmido, no interior de túneis e galerias subterrâneas. São muito sensíveis à luz, e possuem hábitos noturnos: durante o dia permanecem nas tocas e à noite saem, quando, então, podem se acasalar. Ao cavar suas galerias, engolem parte da terra que contém detritos e avançam aprofundando-se no solo. Para que as galerias não sejam obstruídas, as fezes são colocadas na superfície, onde formam pequenos montes de terra. Algumas espécies produzem excrementos de tamanho enorme, como os de *Hyperiodrilus africanus*, semelhantes a uma torre, que pode atingir 8 cm de altura e 2 cm de diâmetro. Os sistemas de galerias, a matéria vegetal que levam para dentro da terra e as fezes depositadas na superfície são muito úteis ao solo, pois permitem maior arejamento e facilitam a penetração de água, possibilitando maior desenvolvimento das raízes e o crescimento das plantas. O material vegetal digerido subterraneamente fornece mais matéria orgânica ao solo, adubando-o e aumentando sua fertilidade. Ao enterrar os detritos e depositar as fezes na superfície, revolvendo o solo, as minhocas contribuem para a formação do **húmus**, a camada de matéria orgânica que recobre a terra. Por isso se diz que solo rico em minhocas geralmente é solo fértil.



Capítulo 05. Invertebrados: Grupos mais Complexos

1. Moluscos

1.1. Apresentação

O filo *Mollusca* (do latim *mollis* = mole) é um dos grupos animais mais interessantes, incluindo os **caramujos**, as **ostras**, as **lulas** e os **polvos**. As coleções de conchas representam um passatempo apreciado desde o século XVIII, e, devido ao fato de conter espécies coletados por todo o mundo, sem dúvida contribuíram para um maior conhecimento desses organismos. É o segundo maior filo animal em número de espécies, abaixo apenas dos artrópodes. Mais de 100 mil espécies vivas já foram descritas e conhecem-se pelo menos outras 35 mil espécies fossilizadas. Aliás, sua história geológica está bem determinada pelo fato de que seus componentes geralmente são dotados de uma concha mineral com boas chances de preservação após a morte.

Os moluscos formam um conjunto bastante heterogêneo. Estão adaptados a inúmeros habitats. Geralmente, são de vida livre e a maioria dos membros do grupo é marinha, embora muitas espécies tenham se adaptado aos ambientes de água doce e terrestre. Muitos movem-se lentamente e em associação com algum substrato. Alguns vivem fixos a madeira ou rochas. Há, no entanto, organismos de natação mais rápida e ágil, como polvos e lulas.

Apresentam grande importância econômica: mariscos, lulas e *escargots*, entre outros, por serem usados como alimento pelo homem. Algumas espécies de ostras são importantes economicamente pelo fato de produzir pérolas. Podem também ser prejudiciais: certos caramujos e lesmas são pragas agrícolas porque se alimentam de plantas cultivadas; alguns caramujos também são hospedeiros intermediários de vermes. Além disso, as larvas de certos moluscos desenvolvem-se em brânquias de peixes, parasitando-os, o que pode provocar perdas na piscicultura.

1.2. Organização do Corpo

A diversidade dos moluscos é notável. Entretanto, todos os membros do filo apresentam o mesmo plano fundamental de organização: possuem o **corpo mole**, com cabeça, pé e massa visceral. Exibem **simetria bilateral** e **não são segmentados**. Podem apresentar ou não uma **concha**.

I. Cabeça

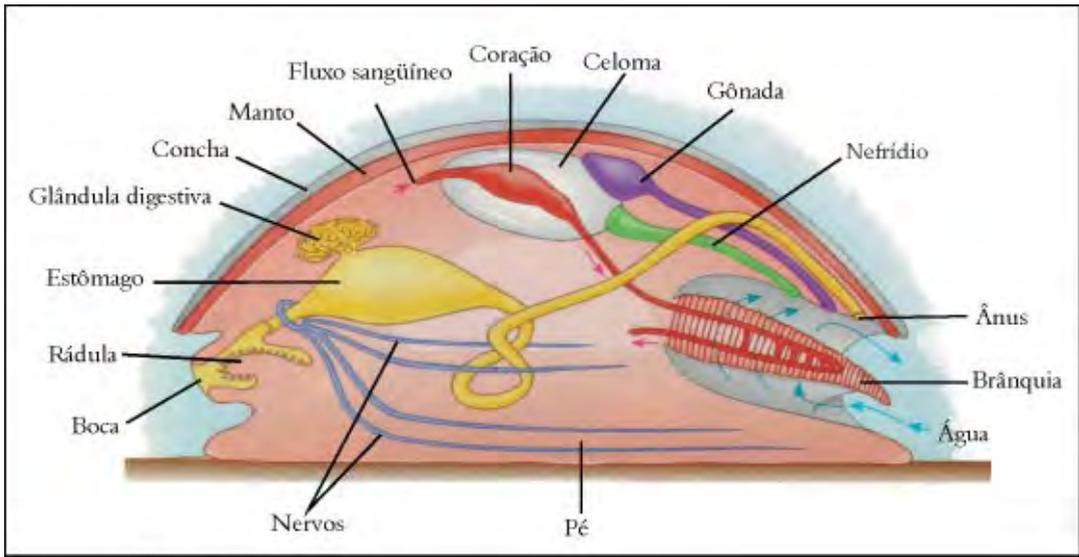
Situada na região anterior do corpo, contém a abertura bucal e os órgãos sensoriais, que, em certos organismos, são muito complexos, como é o caso dos olhos de polvos e lulas. Em alguns animais, simplesmente não existe, como em ostras e mexilhões.

II. Pé

Corresponde ao órgão motor; é musculoso e fica situado ventralmente. Pode apresentar modificações, nas diversas formas, para cavar, rastejar, nadar ou capturar alimento.

III. Massa visceral

É o conjunto de órgãos digestivos, excretores e reprodutores, situando-se internamente junto à face dorsal do corpo. Está circundada parcial ou totalmente por uma formação carnosa denominada **manto**. Entre o manto e a massa visceral existe a **cavidade do manto** ou **paleal**, preenchida por água nos animais aquáticos e, por ar, nos terrestres. Na cavidade do manto estão os órgãos respiratórios.



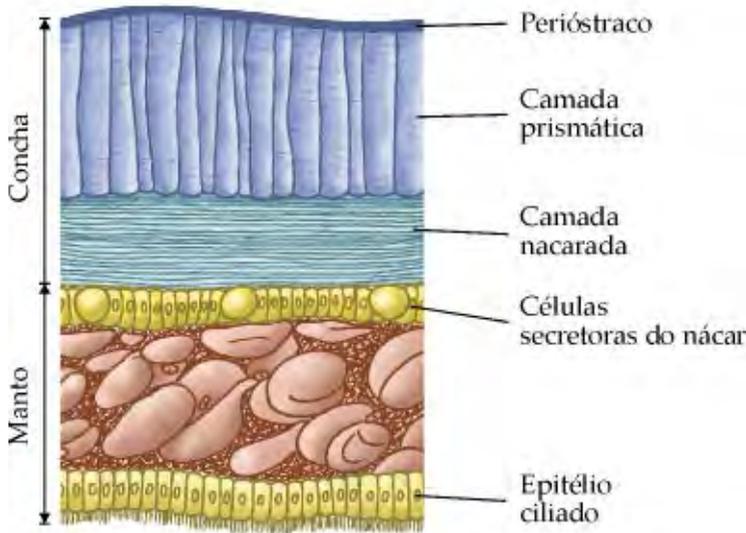
Um ancestral hipotético dos moluscos

Muitos autores imaginam como seria o molusco hipotético, a partir do qual se teriam diferenciado as formas modernas. Observe a existência da cabeça e do pé (fundidos), do manto e da concha.

IV. Concha

Em grande parte dos moluscos, o manto secreta uma **concha** calcária, responsável pela proteção do corpo. Algumas formas, entretanto, não possuem concha, como polvos e lesmas, enquanto outras passaram a tê-la reduzida e interna, como as lulas. A concha dos moluscos é composta por uma camada proteica mais externa chamada **perióstraco**, freqüentemente colorida; uma **camada prismática** mediana, com células impregnadas de cristais de carbonato de cálcio; e a **camada nacarada** mais interna, também calcária e, geralmente, mais lisa e brilhante. As células da borda do manto secretam a camada prismática, enquanto as células da superfície produzem a camada nacarada. Isso faz com que a concha cresça simultaneamente em diâmetro e espessura.

Em cada tipo de molusco, existem adaptações ao seu hábitat específico e que estão relacionadas com as estruturas descritas. Por exemplo, o caramujo é um molusco terrestre que explora continuamente o ambiente à procura de alimento e, por isso, tem a cabeça onde estão os órgãos sensoriais e, o pé, responsável pela locomoção, bem desenvolvido, assim como uma massa visceral reduzida. Já o mexilhão é um molusco aquático, fixo, que não explora seu ambiente em busca de alimento. Filtra alimento da água, possuindo cabeça e pé reduzidos, além de uma massa visceral que ocupa a maior parte do corpo.



Secção transversal através da concha e do manto de um mexilhão de água doce. Observe as camadas da concha.

1.3. Funcionamento

Devido à enorme diversidade dos moluscos, não há um representante que reúna todas as características próprias dos animais do filo. Assim, para que possamos entender a organização corporal desses animais, tomaremos por base um molusco hipotético e, em seguida, analisaremos as particularidades de cada grupo separadamente.

O tubo digestivo é completo, com a abertura bucal situada na cabeça e o ânus abrindo-se na cavidade do manto. Na boca, está posicionada a **rádula**, uma estrutura típica dos moluscos. É uma "língua" denteada, composta por tecido cartilaginoso, que opera por meio de movimentos rítmicos para trás e para a frente (como uma lambida), raspando algas e outros alimentos e empurrando-os na direção do trato digestivo. Assim, a rádula é útil na obtenção e trituração do alimento. O **estômago** surge de uma porção alargada do tubo digestivo e é envolvido por uma **glândula digestiva**, à qual se liga por canalículos.

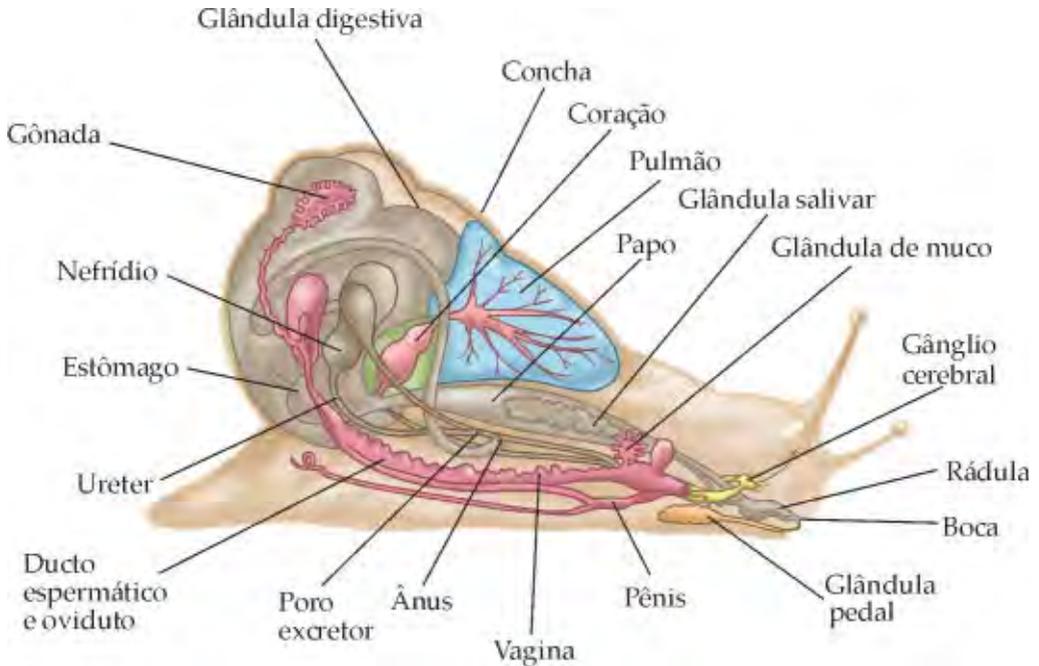
As secreções dessa glândula realizam a digestão extracelular na cavidade estomacal e as partículas digeridas são absorvidas por células do trato digestivo, de onde passam para a corrente sanguínea.

O sistema circulatório é geralmente **aberto**, pois o sangue deixa os vasos e desemboca em cavidades do corpo, banhando todos os órgãos. O sangue é vermelho, contém hemoglobina e é impulsionado para todo o corpo por um **coração** musculoso, situado dorsalmente no interior de uma **cavidade pericárdica**.

Ao se deslocar em direção ao coração, o sangue passa por um conjunto de pregas filamentosas pendentes na cavidade do manto. Ali, os vasos se ramificam e o sangue passa a circular em contato muito próximo com o meio externo, geralmente representado pela água. Neste momento, ocorrem as trocas gasosas: o gás carbônico é eliminado para o meio externo e o oxigênio é captado pelo sangue e depois distribuído para as células.

Essas pregas da superfície corporal são as **brânquias**, os órgãos respiratórios do animal. Auxiliam a propulsão da água na cavidade do manto graças aos batimentos dos numerosos cílios que as recobrem.

Quando circula entre os tecidos, o sangue recebe os resíduos tóxicos do metabolismo celular e os carrega até o coração, no qual se difundem para a cavidade pericárdica. Um conjunto de **nefrídios** drena os excretas para a cavidade do manto, do qual podem ser facilmente enviados para o meio externo.



Anatomia interna de um caracol

O sistema nervoso é composto por um conjunto de **gânglios** pares situados em diferentes posições. Os gânglios cerebrais estão situados na cabeça e são os centros nervosos. A eles estão subordinados os demais gânglios, distribuídos por várias partes do corpo do animal.

A cavidade do manto tem importância fundamental na vida do molusco. Nela estão situadas as brânquias, além das aberturas digestivas, excretoras e reprodutoras. Na

maioria dos moluscos, é preenchida permanentemente por água, que nela circula graças a movimentos musculares do manto e aos batimentos dos cílios que recobrem sua superfície interna. A água entra e sai continuamente através de dobras do manto chamadas **sifões**: pelo **sifão inalante** a água entra e pelo **sifão exalante** ela sai. A circulação da água garante a respiração, a excreção e, em alguns casos, até a alimentação do animal.

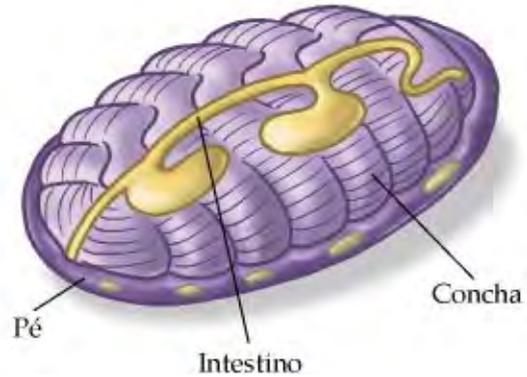


1.4. Classificação

A. Classe *Polyplacophora* ("muitas placas")

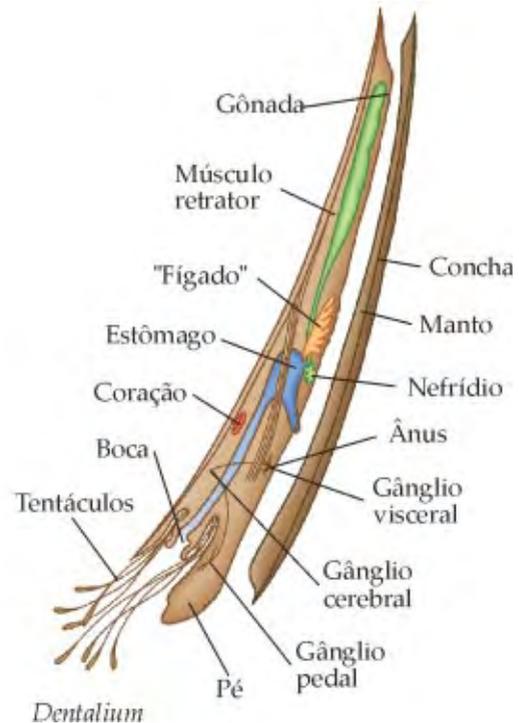


Chiton



A superfície dorsal desses moluscos apresenta uma armadura calcária composta por placas parcialmente sobrepostas. Um representante é o quíton. São todos marinhos.

II. Classe *Scaphopoda* ("pé em forma de canoa")



Pequenos animais dotados de uma concha cônica e alongada. São marinhos e vivem parcialmente enterrados na areia. Conhecidos, em geral, por dentálios.

III. Classe Gastropoda (“Estômago nos pés”)

Corresponde ao maior grupo de moluscos marinhos, de água doce e de ambientes terrestres. A concha, quando presente, tem formato helicoidal. São exemplos: o caramujo de jardim, a lesma, o caracol, entre outros.



Caracol

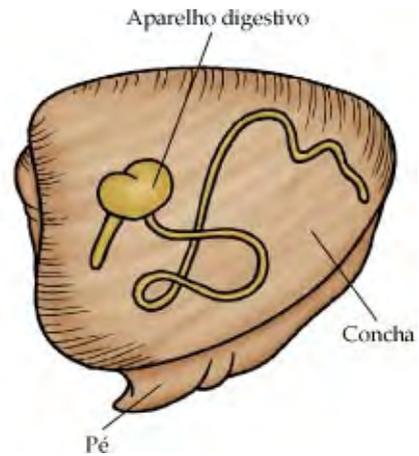
IV. Classe Bivalvia (duas metades de concha)

Também são encontrados em água doce ou salgada. Sua concha possui duas partes que encerram completamente o corpo do animal. Essas duas partes são unidas pelo potente **músculo adutor**, capaz de fechá-las rápida e vigorosamente. Os exemplos mais familiares são as ostras, os mexilhões e os mariscos. Esses moluscos apresentam as brânquias recobertas por uma camada de muco; ao passar pelas brânquias, partículas alimentares ficam aderidas ao muco e são levadas para a boca.

São os bivalvos os responsáveis pela produção das pérolas de valor comercial, embora qualquer molusco dotado de concha possa fabricá-las. As pérolas são formadas pela deposição de uma substância chamada nácar, concêntrica ao redor de uma partícula estranha que penetra entre o manto e a concha.



Pecten

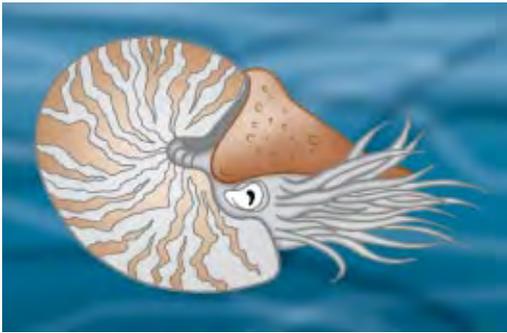


V. Classe Cephalopoda (“pés na cabeça”)

Moluscos desprovidos de concha externa, que apresentam uma estrutura interna e uma morfologia bastante diferente dos demais. São o polvo, a lula, o náutilo e o calamar, animais exclusivamente marinhos. O pé dos cefalópodes é dividido em tentáculos.



Polvo



Náutilo

1.5. Reprodução

A reprodução dos moluscos é sexuada e, na maioria dos representantes do grupo, a fecundação é interna e cruzada. O caramujo-de-jardim, por exemplo, é monóico. Na cópula, dois indivíduos aproximam-se e encostam seus **poros genitais**, pelos quais se fecundam reciprocamente. Os ovos desenvolvem-se e, ao eclodirem, liberam novos indivíduos sem passagem por fase larval (desenvolvimento direto).



Larva trocófora

Nas formas aquáticas, há espécies monóicas e espécies dióicas (como o mexilhão).

A forma mais comum de desenvolvimento é o indireto. Os estágios larvais mais conhecidos dos moluscos são a véliger e a trocófora.

2. Artrópodes

2.1. Apresentação

Aranhas, escorpiões, carrapatos, caranguejos, camarões, moscas, borboletas, baratas e centopéias são alguns dos animais mais comuns do planeta. Formam o filo *Arthropoda* (do grego *arthros* = articulação; *podos* = pé), de estreita relação com o homem. Se o número de espécies pudesse ser usado como indicador de sucesso de um grupo animal, os artrópodes poderiam ser considerados os dominadores do mundo, pois superam em diversidade todos os outros grupos animais reunidos. É, portanto, o maior dos grupos zoológicos, tanto em diversidade de formas como em número de indivíduos. Contém a grande maioria dos animais conhecidos, compreendendo cerca de 1 milhão de espécies já descritas, mas há estimativas que propõem um total de 10 milhões de espécies.

A enorme variedade permite a sobrevivência dos artrópodes em todos os ambientes. É praticamente impossível encontrar um local não habitado por pelo menos um artrópode. Para que se tenha idéia da diversidade de habitats que apresentam, pode-se dizer que foram encontrados artrópodes em montanhas, em altitudes superiores a 6 000 metros, assim como em profundidades oceânicas de mais de 9 500 metros. Há formas adaptadas para a vida no ar, na terra, no solo e em água doce ou salgada. O grupo inclui os insetos, únicos invertebrados voadores.

Entre os artrópodes, há espécies parasitas de plantas e de animais, que causam ou transmitem doenças. Vários tipos de insetos exibem organizações sociais, com divisão de trabalho entre os diversos componentes. Alguns são importantes economicamente: caranguejos, camarões e lagostas, por exemplo, servem de alimento ao homem; as abelhas apresentam uma série de utilidades, com destaque para a produção do mel; as larvas da

mariposa *Bombyx mori* (o bicho-da-seda) produzem casulos de seda durante seu desenvolvimento, que são utilizados na indústria têxtil. Muitos apresentam grande importância ecológica, como os microcrustáceos, principais herbívoros marinhos e participantes destacados das cadeias alimentares, que sustentam animais maiores, além de insetos e aranhas, que servem de alimento para muitos vertebrados terrestres.

Quanto ao tamanho, existem crustáceos, insetos e carrapatos com menos de 1 milímetro de comprimento. Por outro lado, conhecem-se formas fósseis com 3 metros de comprimento e, entre os organismos viventes, há um caranguejo japonês, *Macrocheira kaempferi*, que, com suas patas delgadas, alcança uma envergadura de 4 metros. Há lagostas no oceano Atlântico que chegam a 60 cm de comprimento e 15 quilos de peso. Entretanto, são exceções, pois, de uma forma geral, o tamanho dos artrópodes é limitado pelas características de seu organismo.

2.2. Características Gerais

Apesar da enorme diversidade de formas que este filo apresenta, existem algumas características que são comuns a todos os seus membros:

- o corpo é sempre revestido por um **exoesqueleto** endurecido contendo quitina (um polissacarídeo), que é trocado periodicamente, permitindo o crescimento do animal;
- são **segmentados**, mas a metameria é mais evidente na fase embrionária, pois no adulto há tendência à fusão de segmentos, originando partes definidas do corpo, como cabeça, tórax e abdome (entretanto, a segmentação do adulto aparece claramente nos apêndices, na musculatura e no sistema nervoso);

- apresentam **patas** e outros **apêndices articulados** (daí o nome do filo), formados por vários segmentos ou artículos, unidos por juntas móveis, facilitando bastante a locomoção;
- são dotados de **simetria bilateral**, adaptativa para animais que exploram seu ambiente;
- possuem uma cavidade corpórea, o **celoma**, mas, ao contrário do observado em anelídeos, extremamente **reduzido**;
- apresentam, em sua maioria, **alto grau de concentração e desenvolvimento do sistema nervoso central** e dos órgãos sensitivos, o que permitiu, em alguns grupos, a existência de padrões de comportamento complexos, inclusive organizações sociais.

O registro fóssil do grupo é bastante amplo, mas não apresenta formas que unam os vários tipos de artrópodes, o que dificulta o estabelecimento da origem e da evolução do filo. Entretanto, a maioria dos cientistas concorda que há ligações entre artrópodes e anelídeos, possivelmente tendo existido um ancestral comum aos dois grupos. Isso é reforçado pelo fato de que existem muitas identidades, como a existência de segmentação, a presença da cutícula secretada pela epiderme e as semelhanças nos sistemas digestivo e nervoso.

2.3. Classificação

A classificação dos artrópodes reflete a grande diversidade do filo. Isso a torna bastante complexa, envolvendo inúmeros grupos e subgrupos taxonômicos. O que veremos a seguir é uma simplificação desta classificação, na qual os artrópodes atuais podem ser divididos em:

I. Classe *Arachnida*

Os **aracnídeos** possuem quatro pares de patas e uma clara divisão corporal em cefalotórax e abdome. São desprovidos de antenas e dotados de quelíceras, apêndices anteriores em forma de presas. Seus representantes mais destacados são: escorpiões, aranhas, carrapatos e ácaros.



II. Classe Crustacea

Os **crustáceos** têm o corpo dividido em cefalotórax e abdome, dois pares de antenas e número variável de patas. São os siris, caranguejos, lagostas e camarões, entre outros.



Filo *artropoda* classe *crustacea* – camarão

III. Classe Insecta

Os insetos têm o corpo dividido em cabeça, tórax e abdome. Apresentam um par de antenas e três pares de patas. Podem ter asas, sendo os únicos invertebrados capazes de voar. Representam cerca de 90% de todos os artrópodes (aproximadamente 900 mil espécies). Entre os representantes mais conhecidos podem ser citados os gafanhotos, os besouros, as abelhas e as borboletas.

IV. Classe Chilopoda

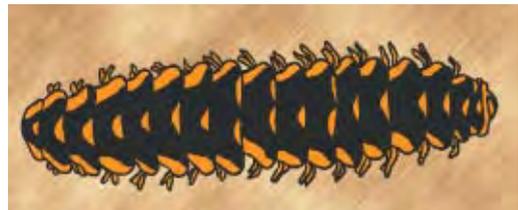
Os **quilópodos** possuem o corpo alongado, com um par de patas por segmento e um par de antenas na cabeça. São as lacraias e centopéias.



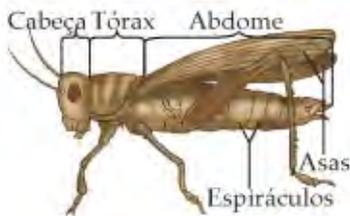
Filo *artropoda* classe *aracnida* – aranha

V. Classe Diplopoda

Os **diplópodos** também apresentam o corpo alongado, mas com dois pares de patas por segmento. Também possuem um par de antenas. São os piolhos-de-cobra.



Filo *artropoda* classe *diplopoda* – piolho-de-cobra



Filo *artropoda* classe *insecta* – gafanhoto



Filo *artropoda* classe *quilopoda* – centopéia

	Insetos	Aracnídeos	Crustáceos	Quilópodos	Diplópodos
Divisão do Corpo	Cabeça, tórax abdome	Cefalotórax abdome	Cefalotórax abdome	Cabeça segmentos	Cabeça segmentos
Asas	Ausente, 1 par, 2 pares	---	---	---	---
Patas	3 pares	4 pares	Variável	1 par por segmento	2 pares por segmentos
Antenas	1 par	---	2 pares	1 par	1 par
Habitat	Principalmente terrestre	Principalmente terrestre	Marinho, água doce, terrestre	Terrestre	Terrestre
Respiração	Traqueal	Filotraqueal	Branquial	Traqueal	Traqueal
Excreção	Túbulos de Malpighi	Glândulas coxais	Glândulas verdes	Túbulos de Malpighi	Túbulos de Malpighi
Exemplos	Barata Mosca Besouro Borboleta	Aranha Escorpião Ácaro Carrapato	Camarão Siri Carangueijo Lagosta Tatuzinho-de-jardim	Lacraia Centopéia	Piolho de cobra

2.4. Exoesqueleto e Crescimento

A existência de um esqueleto externo duro formado por um polissacarídeo denominado **quitina** é uma das razões do sucesso alcançado pelos artrópodes. Ao contrário da cutícula fina e flexível dos anelídeos, os artrópodes possuem o exoesqueleto composto por uma cutícula grossa, responsável pela rigidez do corpo. Sua porção externa é impermeável, sendo composta de proteínas e cera. A porção interna, mais espessa, é formada por camadas de quitina e contém ainda pigmentos e carbonato de cálcio. É totalmente acelular e secretado pela epiderme subjacente, estando ligado a ela.

A quitina que compõe o exoesqueleto é um material extraordinário. Pode constituir uma verdadeira armadura, como ocorre em crustáceos (nos quais o exoesqueleto é impregnado com grande quantidade de sais de cálcio), mas se mantém fina e flexível nas juntas e articulações, facilitando os movimentos. Como a quitina é rígida e impermeável, proporciona sustentação, proteção mecânica e atua contra a desidratação, o que representa uma importante

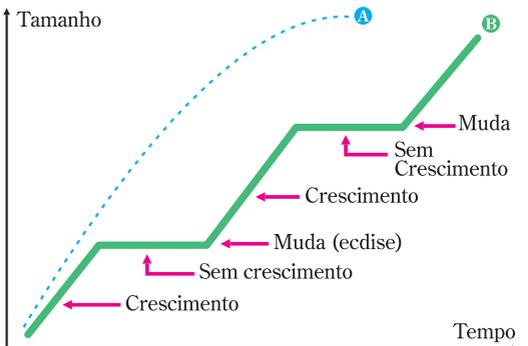
adaptação à vida em meio terrestre. A quitina também é componente das peças bucais, das asas, de partes de vários órgãos sensoriais e até mesmo da lente do olho do artrópode.

Entretanto, o exoesqueleto é inflexível, constituído por material não-vivo, e reveste completamente todo o corpo. Isso limita o crescimento do animal. Para que um artrópode possa crescer, o esqueleto antigo deve ser periodicamente eliminado e substituído por outro mais novo e maior. A eliminação do velho esqueleto e a formação de um novo é conhecida como muda ou ecdise. Neste processo, o animal secreta uma nova cutícula, bastante mole, e, depois de romper a velha cutícula através de uma fenda, sai de dentro dela. Enquanto a nova cutícula estiver mole e expansível, o animal cresce bombeando ar ou água para seu interior. Quando finalmente a cutícula endurece, ar ou água são substituídos por um real crescimento de tecidos. A muda é perigosa, pois o animal que acabou de realizá-la torna-se vulnerável a predadores e também à perda de água, no caso dos animais terrestres. Assim, muitos artrópodos buscam refúgio até que a nova cutícula tenha endurecido.



A muda ou ecdise num inseto

O período entre duas mudas sucessivas é conhecido como **intermuda**, durante o qual o crescimento do animal é muito lento, feito às custas de proteínas e outros compostos orgânicos sintetizados, repondo os fluidos absorvidos após a ecdise. O grande aumento de tamanho e de peso ocorre no período imediatamente seguinte à muda, quando a cutícula mole pode ainda ser distendida. Assim, o crescimento dos artrópodos tem uma certa continuidade, embora com variações de intensidade. A duração das intermudas torna-se maior à medida que o animal envelhece. Alguns artrópodos, como as lagostas e a maioria dos caranguejos, continuam sofrendo mudas durante toda a vida. Outros, como os insetos e as aranhas, cessam as mudas quando atingem a maturidade sexual. A muda é controlada por hormônios, como a **ecdisona**, secretados por glândulas especiais, atuando diretamente sobre as células epidérmicas. Há inclusive hormônios encarregados de regular a produção de ecdisona.

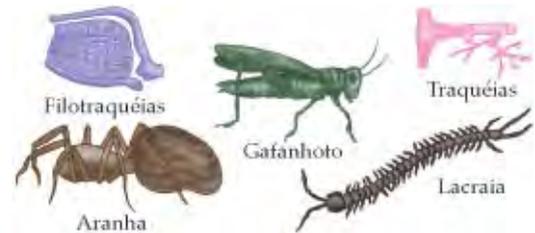


A – curva de crescimento contínuo – animal não-artrópode
 B – curva de crescimento de um artrópode

2.5. Funcionamento

Os artrópodos têm tubo digestivo completo, com boca e ânus. A origem da boca é o orifício embrionário primitivo (blastóporo) o que dá a eles a classificação de protostômios, como os anelídeos e os moluscos.

As estruturas de respiração são diversificadas e refletem a diversidade de habitats ocupados pelos artrópodos. Podem ser especializadas para realizar trocas gasosas com a água (brânquias) ou com o ar (pulmões foliáceos ou traquéias).



Estruturas respiratórias nos artrópodos

O sistema circulatório de todos os artrópodos é do tipo aberto. O sangue circula sob baixa pressão e com fluxo lento, passando por cavidades, as **hemocelas**. Uma diferença importante entre o sangue dos artrópodos e o dos vertebrados é que, nesses últimos, há grande quantidade de células (glóbulos brancos e vermelhos), enquanto nos artrópodos essa quantidade é muito reduzida. Esse sangue de baixa celularidade é conhecido pelo nome de **hemolinfa**.

Nos crustáceos e nos aracnídeos, artrópodos que empregam o sangue como veículo de distribuição de gases respiratórios (oxigênio e gás carbônico), o sangue contém o pigmento respiratório **hemocianina**, substância que guarda semelhança com a hemoglobina encontrada em anelídeos e nos vertebrados. Insetos, quilópodos e diplópodos não possuem pigmentos respiratórios, uma vez que a chegada de oxigênio aos tecidos não se dá através do sangue, mas por um sistema de canais chamados traquéias.

Também há diversidade de estruturas de excreção; entre os artrópodos terrestres, são comuns os **túbulos de Malpighi**, que se diferenciam dos nefrídeos por não lançarem os resíduos metabólicos na superfície externa do

corpo, mas no interior do intestino. De acordo com o ambiente ocupado por cada grupo, o seu principal resíduo metabólico pode ser a **amônia** (crustáceos), o **ácido úrico** (insetos, diplópodos e quilópodos) ou a **guanina** (aracnídeos). A eliminação de ácido úrico ou de guanina são as mais adequadas para a vida terrestre, pois são produtos pouco tóxicos e que exigem pouca diluição, representando uma boa estratégia de economia de água.

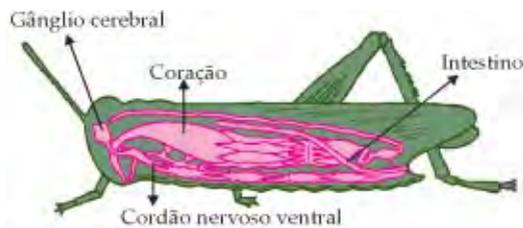


Estrutura de excreção nos insetos

O sistema nervoso é ganglionar, apresentando um grau de concentração de estruturas nervosas na cabeça maior que os invertebrados estudados anteriormente (exceto os moluscos cefalópodos). Essa tendência evolutiva de concentração das principais estruturas nervosas na região anterior do corpo é conhecida por **cefalização** e alcança o seu auge nos vertebrados.

Apesar disso, a presença de gânglios nervosos nos segmentos dá a eles uma certa autonomia: um artrópodo pode executar algumas atividades, até mesmo andar, depois de ter sido decapitado.

As estruturas sensoriais dos artrópodos são eficientes e diversificadas. Há sensores químicos capazes de reconhecer a presença de alimentos ou de inimigos naturais; há receptores de paladar, como aqueles localizados nas patas das moscas; há sensores posturais semelhantes aos encontrados nos demais invertebrados (os **estatocistos**); receptores auditivos, receptores luminosos, etc.



O sistema nervoso de um inseto

2.6. Reprodução

Os artrópodos são dióicos. Nas formas terrestres, a fecundação é interna; nas aquáticas geralmente é externa; em muitos deles, há passagem por um ou mais estágios larvais. A chegada ao estágio adulto ou imago se dá por meio de uma ou mais metamorfoses.

Entre os artrópodos é comum a oviparidade com a postura de um grande número de ovos.

Entre os insetos pode ocorrer, por exemplo, a partenogênese, que é o desenvolvimento do óvulo sem a ocorrência da fecundação, como nas abelhas, onde o óvulo desenvolvido dá origem ao zangão.

Enquanto aranhas e escorpiões possuem o desenvolvimento direto, sem estágio larval, é comum o desenvolvimento indireto entre os insetos com estágios de larvas, pupas e ninfas. O processo reprodutivo dos insetos, aracnídeos e crustáceos serão estudadas nos módulos seguintes.

3. Artrópodes: Insetos

3.1. Apresentação

Baratas, gafanhotos, besouros, borboletas, moscas, formigas, piolhos e muitos outros animais semelhantes formam o grupo dos insetos (do latim *insecta* = seccionado), totalizando mais de 900 mil espécies. É o maior grupo de animais do planeta, vivendo em praticamente todos os habitats, com exceção das regiões mais profundas no mar. São os únicos invertebrados capazes de voar, o que facilita a procura de alimento ou melhores condições ambientais; além disso, o vôo possibilita o encontro de parceiros para acasalamento e a fuga de predadores. Acredita-se que os insetos tenham sido os primeiros animais voadores existentes na Terra.



Filo arthropoda: insetos

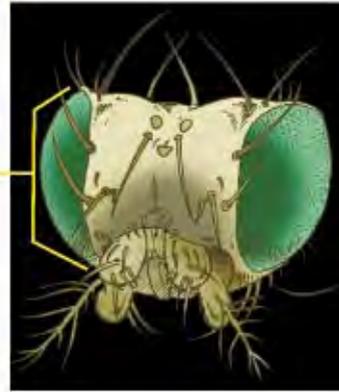
A importância ecológica dos insetos é notável. Cerca de dois terços das plantas fanerógamas, ou seja, plantas que possuem flores, dependem dos insetos, sobretudo abelhas, vespas, borboletas, mariposas e moscas, para a sua polinização. Também são importantes para a espécie humana. Mosquitos, piolhos, pulgas e percevejos, entre outros, são hematófagos e podem parasitar diretamente o homem. Podem também servir como vetores de doenças que atingem o homem e os animais domésticos. Por exemplo: malária, elefantíase e febre amarela são transmitidas por mosquitos; tifo é transmitido por piolhos; peste bubônica é transmitida por pulgas. Os insetos podem ainda ser pragas vegetais, quando se alimentam de partes variadas das plantas, reduzindo a produção agrícola e afetando o abastecimento de populações humanas. A Entomologia (do grego *entomon* = inseto) é uma área especializada da Zoologia que cuida do estudo dos insetos.

3.2. Organização e Funcionamento

Os insetos podem ser diferenciados dos demais artrópodes pelo fato de apresentarem **três pares de patas** e, geralmente, **dois pares de asas**. Possuem **um único par de antenas** na cabeça e seu corpo divide-se em três partes, **cabeça**, **tórax** e **abdome**. Em geral, têm tamanho reduzido, variando de 2 a 40 milímetros de comprimento, embora algumas formas ocasionalmente possam ser maiores.

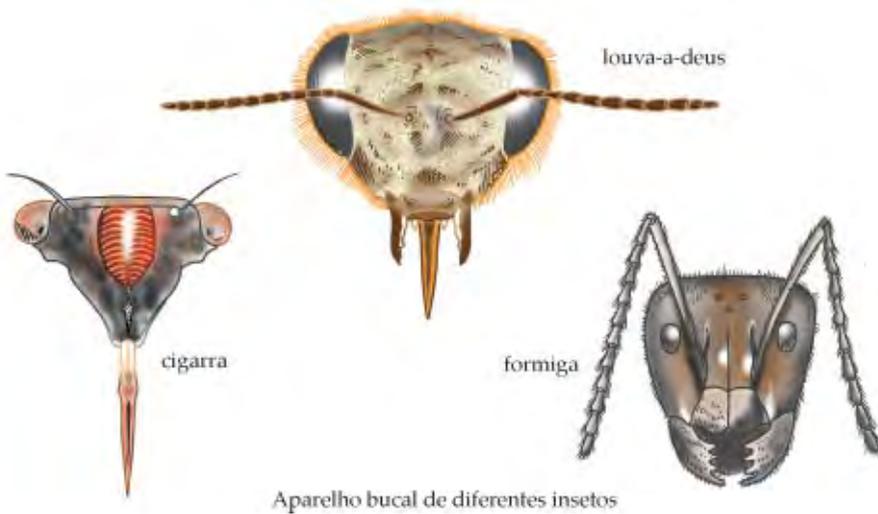
A cabeça contém um par de **antenas** articuladas, dois **olhos compostos** laterais não-pedunculados e, dependendo do animal, três **ocelos**, que funcionam na percepção de variações luminosas (não formam imagens).

olho composto



Olhos compostos dos insetos

Também na cabeça ficam situadas as **peças bucais**, geralmente dirigidas para baixo e adaptadas a diferentes formas de obtenção do alimento. Assim, por exemplo, gafanhotos e baratas possuem mandíbulas cortantes que caracterizam um aparelho bucal do tipo mastigador, adaptado a rasgar, cortar e moer. Barbeiros e pernilongos, por outro lado, têm mandíbulas e maxilas alongadas e perfurantes, permitindo uma atividade hematófaga. O mesmo ocorre em cigarras e pulgões, que sugam seivas de plantas. Em borboletas, existe um canal alongado, a **espirotromba**, usado na sucção do néctar das flores. Em muitas formigas o aparelho bucal é cortador.

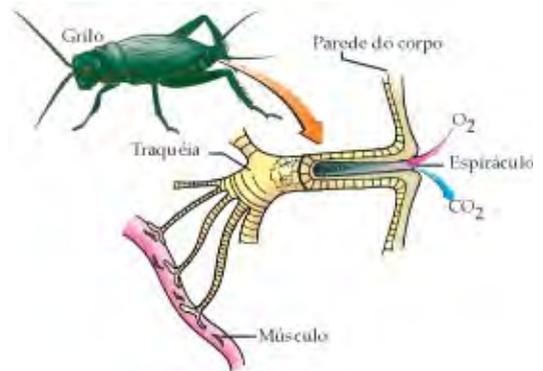


Aparelho bucal de diferentes insetos

O tórax apresenta três segmentos; cada um contém um par de **patas** articuladas e os dois últimos, na maioria das espécies, apresentam um par de **asas** cada um. As patas geralmente estão adaptadas para andar ou correr, embora, dependendo do modo de vida do animal, possam estar modificadas para pular, nadar, cavar ou agarrar presas. As asas também apresentam diferentes estruturas. Na maioria dos insetos, entre os quais as libélulas e as abelhas, as asas são finas e membranosas. Entretanto, o par anterior de asas dos gafanhotos, por exemplo, é mais espesso e pigmentado e apenas as asas posteriores são membranosas. Já nos besouros, o par anterior é de asas rígidas e pesadas, conhecidas como **élitros**, servindo como placas protetoras. Apenas o par posterior, de asas membranosas, é efetivamente usado no voo.

No abdome, geralmente, encontram-se os **estigmas**, por onde o ar penetra no sistema respiratório traqueal. Gafanhotos apresentam, no primeiro segmento abdominal, um par de **tímpanos**, membranas que captam vibrações sonoras e as transmitem a fibras sensitivas situadas dentro do corpo. Em alguns animais, os órgãos timpânicos ficam situados nas patas. Nas fêmeas de muitas espécies existe o **ovipositor**, estrutura terminal

utilizada na postura de ovos. Os únicos apêndices abdominais são os **cercos** sensoriais existentes no último segmento.



Respiração traqueal nos insetos

As asas representam uma característica marcante dos insetos. A grande maioria tem dois pares, sendo chamados **tetrápteros**, mas existem também os **dípteros**, como moscas e mosquitos, e ainda os **ápteros**, como as traças-dos-livros e certos parasitas, entre os quais piolhos e pulgas, que obviamente não voam. Nos dípteros, existe apenas o par anterior de asas, estando o par posterior transformado em **halteres** ou **balancins**, que servem como "lemes", esta-



bilizando e direcionando o vôo. Entre as formigas e os cupins, apenas os indivíduos reprodutores apresentam asas, enquanto os demais não as possuem.

Nos insetos, as asas são projeções do revestimento corporal, diferentemente do que ocorre em aves e morcegos, nos quais são membros modificados. São formadas pela cutícula, espessada em muitos pontos, constituindo as **nervuras**. Estas, além de formarem um suporte esquelético para a asa, abrem-se no corpo e contêm hemolinfa. As nervuras maiores contêm também traquéias e ramificações nervosas.

Os insetos são os únicos animais voadores pecilotérmicos, ou seja, sua temperatura corporal varia de acordo com a temperatura ambiental. Dessa forma, quando em temperatura baixa e, conseqüentemente, com taxa metabólica reduzida, os insetos têm a mobilidade limitada. É interessante observar que, em dias frios, certas borboletas realizam uma espécie de aquecimento, permanecendo sobre uma superfície e agitando as asas até que seja atingida uma temperatura corporal suficiente para permitir a quantidade de batimentos necessária ao vôo.

Aproximadamente metade das espécies conhecidas de insetos é fitófaga, alimentando-se de tecidos ou seivas de plantas. Cupins vivem às custas de madeira e dependem de enzimas fornecidas por protozoários existentes em seu tubo digestivo para realizarem a digestão. Formigas se alimentam de fungos que cultivam em câmaras especiais dos formigueiros. Muitos besouros e larvas de moscas são saprófagos, alimentando-se de animais mortos. Existem ainda predadores que capturam e devoram outros animais, incluindo outros insetos, como o louva-a-deus.

3.3. Reprodução

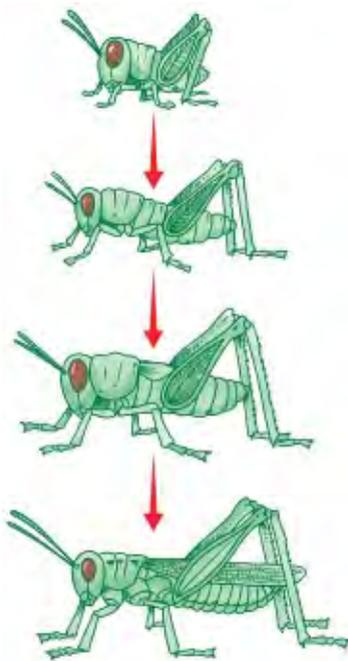
Com relação à reprodução, os insetos sempre apresentam **fecundação interna**. O pênis do macho é extensível ou eversível, dependendo da espécie, e introduz espermatóforos

na abertura genital feminino. Em cada acasalamento, uma grande quantidade de espermatozoides é transferida para a fêmea, fertilizando muitos óvulos. Muitos insetos acasalam-se uma única vez durante a vida e, na maioria das formas, o número de acasalamentos é pequeno. A maioria das espécies é **ovípara**. Os ovos são depositados por um ovipositor abdominal em locais que dependerão do modo de vida do adulto. Algumas vespas e moscas põem os ovos em tecidos de plantas, levando a um intumescimento do vegetal conhecido como **galha**, que protege os ovos em desenvolvimento e cujos tecidos servem de alimento para as larvas.

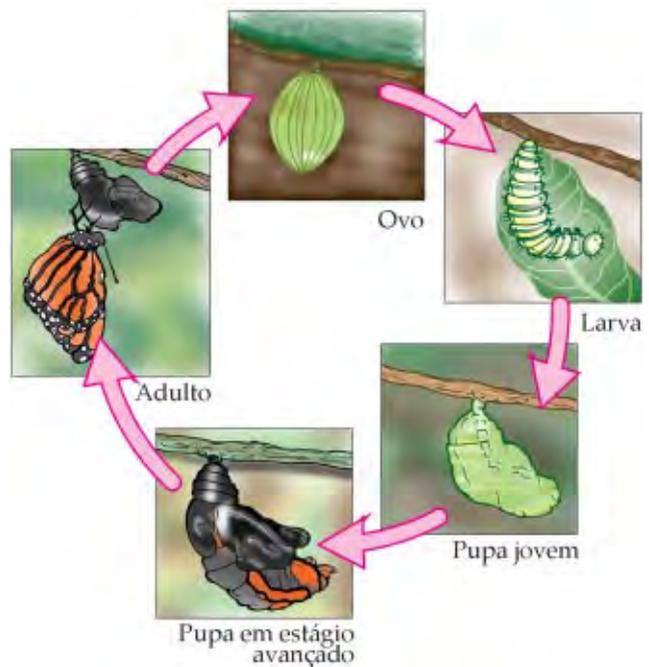
Partenogênese, ou seja, desenvolvimento de óvulos sem fecundação, ocorre em abelhas, vespas, formigas e pulgões. **Pedogênese**, ou partenogênese larval, ocorre em certos tipos de moscas. **Poliembrionia**, formando simultaneamente vários indivíduos iguais, acontece em certas vespas parasitas. *Litomastix*, por exemplo, é uma delicada vespa que deposita alguns ovos no corpo de uma lagarta grande de outra espécie. De cada ovo surgem, por poliembrionia, várias larvas, totalizando milhares, que se desenvolverão, devorando completamente o corpo da lagarta.

Quanto ao desenvolvimento, os insetos dividem-se em três grupos:

- os **ametábolos** são os que têm desenvolvimento direto, ou seja, sem metamorfose: do ovo eclode um jovem que, através de mudas, atingirá a fase adulta. Este é o caso das traças-dos-livros.
- os **hemimetábolos** têm desenvolvimento indireto e realizam **metamorfose parcial** ou **incompleta**. Neste caso, eclode do ovo uma pequena **ninfa**, semelhante, em linhas gerais, ao adulto. Durante as mudas, a ninfa sofrerá algumas alterações estruturais, desenvolvendo as asas e mudando de coloração, até atingir a forma adulta ou **imago**. Isso ocorre com baratas, gafanhotos, cupins e cigarras, entre outros.



Desenvolvimento do gafanhoto, um inseto hemimetábolo. Os três estágios iniciais são ninfas e o último é o adulto.



Ciclo de vida da borboleta – inseto holometábolo

- Os **holometábolos** têm desenvolvimento indireto e **metamorfose total ou completa**. São exemplos as moscas, as borboletas, as abelhas e os besouros. Do ovo, eclode uma pequena **larva** vermiforme, segmentada, sem asas ou olhos. É um estágio em que a alimentação é prioritária, embora o alimento e as peças bucais da larva possam ser bem diferentes do adulto. Em borboletas, por exemplo, a lagarta tem peças bucais mastigadoras e o adulto tem peças bucais sugadoras. Algumas mudanças ocorrem durante o crescimento. No final do período larval, o animal cessa sua atividade e não se alimenta. É o estágio de **pupa**, no qual o inseto vive em locais protetores, como no chão, num casulo ou em tecidos vegetais. Mudanças radicais ocorrem neste estágio, de forma que poucas estruturas larvais permanecem. Da fase pupal, emerge o adulto ou **imago**.

4. Artrópodes : Crustáceos

4.1. Apresentação

Neste grupo estão caranguejos, siris, camarões, lagostas, cracas e outros. A maioria das mais de 30 mil espécies conhecidas é marinha, mas existem os que vivem em água doce e até alguns, como o tatuzinho-de-jardim, que habitam a terra úmida. Os microcrustáceos, que vivem na superfície dos ambientes aquáticos, ocupam uma posição importante nas cadeias alimentares. Geralmente são de vida livre. As cracas são sésseis e existem espécies que vivem associadas a animais aquáticos, como o paguro que vive em associação de **cooperação** como a anêmona-do-mar. Os crustáceos formam a classe de artrópodes que domina os ambientes aquáticos. Embora apresentem menor número de espécies que o grupo dos insetos, são mais variados na morfologia e nos habitats ocupados.

4.2. Organização e Funcionamento



Filo Artropoda: crustacea (camarão)

A grande diferença entre os crustáceos e os demais artrópodes é a existência de **dois pares de antenas**. O corpo tem uma segmentação evidente, sendo menor o número de segmentos nas formas mais complexas, nas quais há uma tendência ao agrupamento de segmentos adjacentes. Geralmente há três partes: cabeça, tórax e abdome, mas, em muitos representantes, a cabeça e o tórax aparecem fundidos, formando um cefalotórax. A cabeça é a parte mais uniforme, com cinco segmentos: os dois anteriores apresentam as **antenas**; o terceiro, as **mandíbulas** e os dois posteriores, as **maxilas**, que servem para manipular o alimento. No tórax e no abdome, o número de segmentos varia de acordo com o tipo de crustáceo. O número de apêndices é variado e estão especializados em diferentes funções, como captura e manipulação de alimento e locomoção. A cutícula é bem mais endurecida que nos outros artrópodes, pois é reforçada pela deposição de carbonato de cálcio.

O **camarão** é um crustáceo muito conhecido, encontrado sobretudo nos mares, embora existam alguns representantes em água doce, como os **pítus**. Geralmente são habitantes do fundo e nadam constantemente. O comprimento do corpo varia de acordo com a espécie. O cefalotórax anterior é rígido e coberto por uma **carapaça** que recobre o dorso e as laterais.

Muitos apêndices no cefalotórax e no abdome relacionam-se com a defesa, a captura de alimento, a locomoção e a reprodução, permitindo melhor exploração do ambiente.

Os camarões podem alimentar-se de detritos encontrados nos ambientes aquáticos em que vivem, ou de pequenos animais do zooplâncton, sobretudo outros pequenos crustáceos chamados **copépodes**, que capturam. Com exceção das cracas e dos tatuzinhos-de-jardim, os crustáceos são dióicos. Existem técnicas de corte variadas. Em caranguejos, por exemplo, os machos de muitas espécies usam suas grandes pinças para atrair as fêmeas. Rituais de combate podem ser realizados entre machos, com a pinça sendo usada como escudo. As cores variadas e sinais acústicos também servem de atrativo para fêmeas de várias espécies. A fecundação é interna, com certos apêndices funcionando como órgãos copuladores e transferindo espermatóforos para a fêmea. Os ovos são frequentemente incubados. O desenvolvimento é indireto, com a eclosão de uma larva **náuplio** livre-natante, embora, dependendo da espécie, outras formas larvais possam surgir.

O **krill** é um crustáceo de alto mar semelhante a um camarão, medindo cerca de 3 centímetros de comprimento. São animais geralmente filtradores que vivem em grandes grupos, constituindo o principal alimento de muitas espécies de baleias. As baleias azuis podem comer uma tonelada deles em apenas uma refeição, podendo fazer até quatro por dia. Estes animais têm recebido crescente atenção como fonte de alimento humano. Russos e japoneses já realizam a pesca do krill, cuja proteína é extraída e usada para enriquecer outros alimentos.

Os **caranguejos** geralmente não são capazes de nadar. Os **siris**, entretanto, são nadadores ágeis, principalmente por, diferentemente dos caranguejos, apresentarem o último par de patas transformado em uma espécie de remo largo e achatado. O **caranguejo-eremita** ou **paguro** aloja o abdome em conchas vazias

de moluscos gastrópodes, arrastando-as quando se desloca. O abdome está modificado, encaixando-se nas câmaras espiraladas da concha. O **caranguejo-fantasma** é um extraordinário corredor, podendo alcançar velocidade de 1,6 metro por segundo. Quando em velocidade máxima, o corpo fica bem levantado em relação ao substrato, que é tocado por apenas dois ou três pares de patas.



Caranguejo

Siri



Caranguejo-eremita

Muitos caranguejos e camarões diminutos vivem no interior de animais maiores, como esponjas ou holotúrias. Existem camarões que se especializaram em limpar brânquias de peixes, removendo ectoparasitas e detritos, que usam como alimento. As **cracas** formam o único grupo sésil de crustáceos, com exceção das formas parasitas. Vivem fixas a rochas, corais e outros substratos, alojadas em uma rígida carapaça calcária, onde se alimentam filtrando a água e retendo plâncton.

5. Artrópodes: Aracnídeos

5.1. Apresentação

Este é o grupo de aranhas, escorpiões, ácaros e carrapatos, entre outros. De acordo com o registro fóssil, as formas primitivas

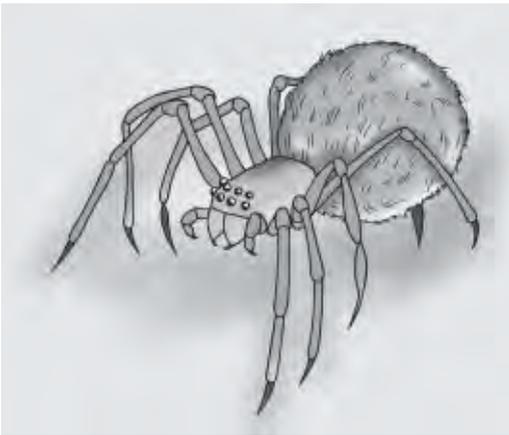
eram aquáticas. Os representantes atuais, entretanto, ocupam principalmente o ambiente terrestre, sendo mais comuns em regiões quentes e secas. A grande maioria dos membros do grupo tem tamanho reduzido. As aranhas, por exemplo, costumam medir menos de 25 milímetros de comprimento (as espécies avantajadas são poucas) e muitos ácaros não têm mais que 0,5 milímetro de comprimento. É um grupo que desperta curiosidade e também temor, embora, na maioria das vezes, infundado. Isso ocorre porque alguns membros do grupo apresentam estruturas de inoculação de veneno, utilizado na captura de pequenas presas, sobretudo insetos, o que se constitui em benefício para o homem. Entretanto, algumas aranhas e escorpiões podem eventualmente atacar o homem, causando problemas sérios com seu veneno potente. Existem ácaros que atacam plantas, prejudicando a agricultura, além de parasitarem o homem ou transmitir-lhe doenças. Chama muito a atenção o fato de aranhas e outros aracnídeos produzirem, em glândulas especiais, fios de seda que são usados para a construção de ninhos e abrigos, como as conhecidas **teias**.

5.2. Organização e Funcionamento

As aranhas vivem em habitats variados e são os aracnídeos mais abundantes, com cerca de 32 mil espécies descritas. Variam em tamanho desde espécies diminutas, com menos de 0,5 milímetro de comprimento até as grandes tarântulas e caranguejeiras, que, só no corpo, descontando-se as patas, chegam a 9 centímetros de comprimento. Seu corpo consiste de um **cefalotórax** (cabeça fundida ao tórax), coberto dorsalmente por uma carapaça sólida, e um **abdome**, unidos por um **pedículo** delgado. No cefalotórax, geralmente existem oito **olhos simples** na região anterior e pares de apêndices articulados. O par mais anterior é o de quelíceras, usadas na captura de alimento. Cada uma apresenta um acúleo em forma de garra onde se abre o ducto



de uma **glândula de veneno** situada no cefalotórax. O segundo par é o de **pedipalpos**, que são curtos e usados no esmagamento do alimento, mas, em machos, podem atuar como estruturas copulatórias. Servem também como estruturas de percepção tátil. Os quatro pares restantes são **patas** locomotoras. Não há antenas. As aberturas corporais, com exceção da boca, são abdominais e ventrais, com destaque para a **abertura genital**, as **aberturas respiratórias**, as **fiandeiras**, por onde saem os fios de seda para a construção da teia, e o **ânus**.



Aranha

As aranhas são animais de vida livre, solitárias e predadoras. Alimentam-se principalmente de insetos, que podem ser caçados ou aprisionados nas teias. Espécies maiores podem usar pequenos vertebrados como alimento. A presa é segura pelas quelíceras, imobilizada e morta pelo veneno. Há espécies que envolvem a presa em seda antes ou depois de picá-la, de modo a permitir melhor imobilização. Enzimas produzidas no tubo digestivo são introduzidas no corpo da presa, permitindo sua digestão antes da deglutição.

Depois que a presa está reduzida a um material quase líquido, é sugada pela aranha, que não tem mandíbulas e está adaptada somente à ingestão de material liquefeito ou

partículas pequenas. Quando o alimento está disponível, as aranhas comem com frequência, mas em cativeiro podem jejuar durante semanas.

A **seda** é uma secreção protéica, semelhante àquela produzida pelas lagartas, originária das **glândulas sericígenas** abdominais e eliminada pelas aberturas das fiandeiras, solidificando-se em um fio quando em contato com o ar. As teias apresentam formatos que variam de acordo com a espécie e têm múltiplas utilidades. Podem servir como estruturas de dispersão para aranhas jovens, podem conter gotículas pegajosas que permitem a captura de presas, podem funcionar como estruturas de hibernação e acasalamento. Uma função da seda, comum a maioria das aranhas, é o seu uso como fio de guia. Conforme a aranha se move, deixa atrás de si um fio de seda seco, que é fixado, de tempos em tempos ao substrato, com uma secreção adesiva. Este fio atua como um dispositivo de segurança, semelhante ao utilizado pelos alpinistas. Quando se vê uma aranha suspensa no ar, após cair de algum objeto, é devido à contínua retenção do fio de guia.

As aranhas caçadoras são dotadas de patas mais grossas e apresentam olhos muito desenvolvidos. As aranhas papa-moscas saltam sobre a presa graças a uma distensão repentina das patas, tendo antes prendido um fio de guia ao substrato. As chamadas aranhas-de-alçapão constroem buracos revestidos de seda que são cobertos por terra ou musgos. Posicionam-se dentro dos buracos, aguardando a passagem de uma presa sobre a armadilha. Já as teias de captura de presas apresentam formatos muito variados e a aranha percebe a captura quando o toque da presa faz vibrar a teia. As teias são geralmente substituídas todos os dias ou noites. As aranhas tecedoras de teias têm patas mais finas e não possuem boa visão, embora sejam muito sensíveis a vibrações.



Por meio das teias as aranhas podem capturar suas presas.

As trocas gasosas são realizadas pelas **filotraquéias** ou **pulmões foliáceos** que são estruturas exclusivas dos aracnídeos, sempre existindo aos pares. Cada pulmão foliáceo é uma invaginação da parede abdominal ventral, formando uma bolsa onde várias lamelas paralelas (lembrando as folhas de um livro), altamente vascularizadas, realizam as trocas gasosas diretamente com o ar que entra por uma abertura do exoesqueleto. A organização das filotraquéias lembra a das brânquias, com a diferença de que estão adaptadas à respiração aérea.

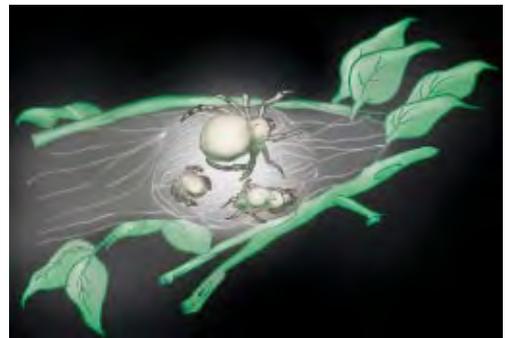


Filotraquéia ou pulmão foliáceo visto em corte.

5.3. Reprodução

As aranhas são animais dióicos e o dimorfismo sexual é comum, sendo as fêmeas maiores que os machos. Em geral, o macho reúne os espermatozoides em pequenas teias que

secreta, formando "pacotes" denominados **espermatóforos**. Os espermatóforos são transferidos à fêmea através dos pedipalpos, que são inseridos em sua abertura genital. Normalmente há uma corte elaborada, que permite o reconhecimento dos parceiros. Isso é extremamente útil para esses animais, que apresentam hábitos predatórios sofisticados. Podem ser usados estímulos químicos e tácteis, mas algumas espécies valem-se de movimentos de dança ou posturas específicas. A fêmea, em algumas espécies, mata e devora o macho após o acasalamento, mas isto não é comum. Há espécies que se acasalam várias vezes durante a vida; outras só realizam o acasalamento uma vez. A fecundação interna é outra adaptação à vida em meio terrestre. Após a postura, os ovos são depositados em um casulo formado por fios de seda. Este casulo ou **ooteca** pode ficar preso à teia ou ser carregado pela fêmea. Não há estágios larvais, ou seja, o desenvolvimento é direto. Existem cuidados com a prole; após a eclosão, os filhotes são protegidos pela mãe, podendo ser carregados sobre o abdome durante os primeiros dias de vida. Existem certas formas que realizam um fenômeno chamado aerostação. Nesse caso, a aranha jovem sobe em ramos de uma árvore ou mesmo na grama, libera um fio de seda e quando o vento é suficiente para arrastar o filamento, a aranha se liberta e é levada pelas correntes de ar. Com isso podem ser carregadas a grandes distâncias, permitindo a dispersão da espécie.



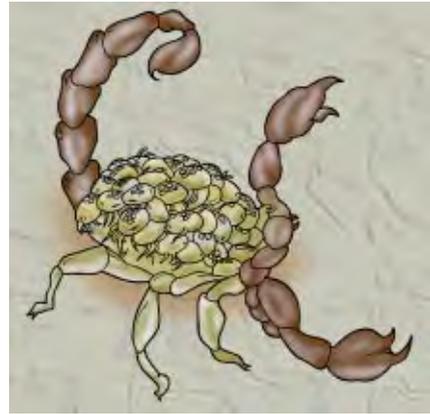
Aranha com ooteca prendendo o fio de guia ao substrato.

5.4. Outros Aracnídeos

Os **escorpiões** são os mais antigos artrópodes terrestres conhecidos, como demonstra o registro fóssil. Apresentam vida noturna e, ao contrário do que se imagina, não se restringem a zonas áridas, sendo que muitas espécies necessitam de ambiente úmido. São aracnídeos grandes, geralmente variando de 3 a 9 centímetros de comprimento, embora o africano *Pandinus* atinja 18 centímetros. Têm o corpo alongado, com o cefalotórax curto e o abdome segmentado terminando em uma projeção, o **pós-abdome**, em cuja extremidade existe um aguilhão venenoso utilizado na captura de presas de maior porte. Os pedipalpos são grandes, terminando em **pinças**, sendo utilizados para captura de presas e defesa. O escorpião eleva o pós-abdome sobre o corpo, dobrando-o para a frente, realizando um movimento de punhalada ao efetuar a picada. Embora tóxico o suficiente para matar muitos invertebrados, o veneno da maioria dos escorpiões não chega a ser fatal para o homem. Apenas algumas espécies apresentam veneno com toxicidade suficiente para matar pessoas, como *Androctonus*, do deserto do Saara, que pode provocar a morte em seis a sete horas. O veneno é neurotóxico, causa fortes dores, pode provocar paralisia dos músculos respiratórios e parada cardíaca.

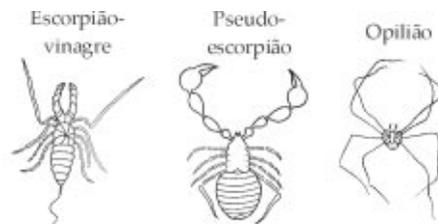
Nos escorpiões, as quelíceras não são venenosas e servem apenas para rasgar a presa durante a alimentação. Ventralmente, no abdome, há um par de **pentas** lamelares, que são exclusivos dos escorpiões e têm função sensitiva. Antes do acasalamento algumas espécies realizam uma dança de cortejamento, na qual o macho fixa um espermatóforo no solo, depois agarra a fêmea com as pinças e a conduz de modo a passar sua abertura genital sobre o esperma. São ovovivíparos ou até mesmo vivíparos, ou seja, os ovos são incubados no aparelho reprodutor feminino. Os filhotes, quando nascem, têm apenas alguns milímetros de comprimento e imediatamente se arrastam sobre o dorso da mãe, vivendo

alguns dias sobre seu abdome. Aos poucos, os filhotes tornam-se independentes, alcançando a idade adulta em cerca de um ano.



Escorpião fêmea com filhotes no dorso.

Os **escorpiões-vinagre** são semelhantes aos escorpiões, mas possuem um delgado pós-abdome sem aguilhão venenoso. No abdome existem glândulas que se abrem próximas do ânus e produzem uma secreção rica em ácido acético, que é eliminada quando o animal é perturbado. Este líquido, com forte odor de vinagre, pode causar queimaduras ao homem. Os **pseudo-escorpiões** são como escorpiões em miniatura, mas não têm o pós-abdome, o aguilhão e os pentes. As glândulas de veneno estão associadas aos pedipalpos. Produzem seda em glândulas próximas das quelíceras. São encontrados no solo, em pedras e sob as cascas das árvores. Embora bastante comuns, são raramente vistos, graças ao seu pequeno tamanho. Os **opiliões** têm o corpo ovalado e patas longas. Embora não apresentem glândulas de veneno, possuem glândulas de "mau cheiro" para defesa.



Alguns tipos de aracnídeos menos conhecidos, em vista ventral.

Os **carrapatos** e **ácaros** são pequenos, muitos chegam a ser microscópicos, e apresentam cefalotórax e abdome fundidos e não-segmentados, cobertos por uma carapaça protetora. Estão distribuídos por todo o planeta, até mesmo em regiões polares, desertos e fontes termais. Acredita-se que a miniaturização tenha sido um fator fundamental no sucesso dos ácaros, permitindo a exploração de habitats não-acessíveis a aracnídeos maiores. Muitos são parasitas e por isso mesmo muito importantes para o homem. Apresentam desenvolvimento indireto, com estágio larval.

Ácaros são comuns em todos os lugares, alimentando-se de material vegetal e animal frescos ou em putrefação, além de seivas de plantas, pele, sangue e outros tecidos de vertebrados terrestres. Carrapatos alimentam-se de sangue de répteis, aves e mamíferos, utilizando suas peças bucais sugadoras. Chegam a expandir o corpo quando repletos de sangue. Os hábitos alimentares são muito variados, mas conservam a característica dos aracnídeos de ingerir líquidos e, no caso de alimentos sólidos, realizar digestão externa que prepara o alimento para a ingestão. Alguns ácaros causam sérios problemas a plantações de algodão e árvores frutíferas, entre outras. Entre os ácaros parasitas do homem, existem os que atingem os folículos pilosos e glândulas sebáceas, como *Demodex folliculorum*, que provoca a formação de cravos, e parasitas cutâneos, como *Sarcoptes scabiei*, o causador da sarna humana. Este forma túneis na epiderme e libera secreções que provocam forte irritação. A deposição contínua de ovos nos túneis garante a perpetuação da infestação. O contato com áreas infestadas da pele pode transmitir o ácaro para outro hospedeiro.

6. Equinodermos

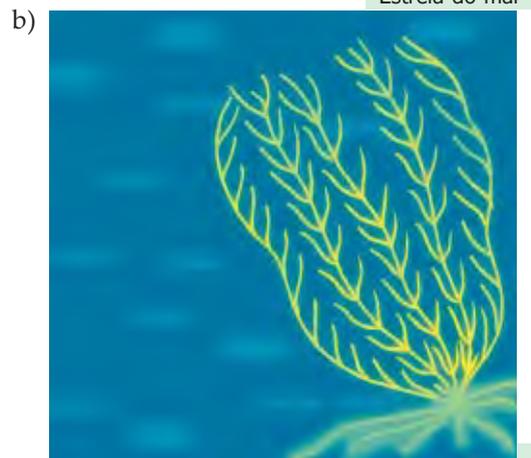
6.1. Apresentação

Os invertebrados marinhos mais conhecidos formam o filo *Echinodermata* (do grego *echinos* = espinho; *derma* = pele). **Ouriços-do-mar**, **bolachas-da-praia**, **holotúrias** e sobre-

tudo **estrelas-do-mar**, freqüentemente consideradas símbolos da vida marinha, são alguns dos representantes desse grupo, que contém cerca de 6 000 espécies. Os equinodermos são exclusivamente marinhos e abundantes em todos os oceanos do mundo. Geralmente têm hábitos **bentônicos**, ou seja, habitam o fundo do mar, fixando-se ou rastejando lentamente sobre o substrato. A maioria dos representantes tem tamanho médio, com alguns centímetros de diâmetro. Formas muito grandes podem eventualmente ocorrer, mas são exceções, como é o caso da estrela-do-mar *Pycnopodia helianthoidis*, com diâmetro de até 80 centímetros, ou alguns ouriços dos mares tropicais, cujos espinhos alcançam 30 centímetros de comprimento. Todos são de vida livre, não havendo representantes parasitas nem coloniais.



Estrela-do-mar



Lírio-do-mar

c)



Pepino-do-mar

Tipos de Equinodermos

- a) estrela-do-mar;
- b) lírio-do-mar;
- c) holotúria ou pepino-do-mar;

6.2. Características Gerais

De modo geral, os equinodermos não apresentam cabeça diferenciada e seu corpo fica disposto ao longo de um eixo oral-aboral. São animais peculiares, nos quais algumas características são marcantes, com destaque para:

I. Simetria

Talvez a característica mais evidente do grupo seja a simetria radial pentâmera, através da qual o corpo pode ser dividido em cinco partes, organizadas em torno de um eixo central. Os adultos apresentam **simetria radial**, enquanto as larvas exibem **simetria bilateral**. Isto sugere que os equinodermos ancestrais também eram bilateralmente simétricos e que a atual condição radial está associada ao modo de vida sedentário ou sésil das formas viventes, como ocorre em outros grupos, entre os quais celenterados e poríferos.

II. Esqueleto

Apresentam um **esqueleto interno**, constituído por placas ou ossículos calcários móveis ou fixos. É comum a presença de espinhos e protuberâncias que deixam a superfície corporal espinhosa ou ondulada, daí o nome do grupo, que significa "pele espinhosa".

III. Sistema ambulacrário

São os únicos animais de simetria radial a apresentar celoma. Este é grande e subdividido internamente, apresentando um sistema de canais e estruturas na superfície do corpo que formam o **sistema ambulacrário**. É um sistema hidrovacular que, primitivamente, funcionava para a coleta e o transporte de alimentos, mas assumiu, em muitos animais, função locomotora e até respiratória.

Os equinodermos constituem um grupo antigo de animais, com um vasto registro fóssil, que, entretanto, não mostra as origens do filo. O estudo embriológico dos representantes vivos demonstra semelhanças com os cordados, grupo em que está situado o homem. Os equinodermos e os cordados são animais com endoesqueleto e **deuterostomia**. Isso explica o fato de, apesar de serem morfologicamente simples, ocuparem posição elevada na escala zoológica.

6.3. Organização e Funcionamento

Embora a diversidade seja uma característica típica dos equinodermos, tomaremos como modelo, para descrever a morfologia do grupo, a estrela-do-mar, o representante mais conhecido do filo. Seu corpo consiste de um disco central de onde geralmente partem cinco braços afilados. A face, que entra em contato com o substrato, é a **superfície oral** ou inferior, onde está a boca. A face oposta é a **superfície aboral** ou superior, onde está o ânus, além de vários espinhos calcários, componentes do esqueleto. Entre os espinhos, projetam-se da superfície do corpo **brânquias dérmicas** ou **pápulas**, pequenas e moles, utilizadas na respiração e na excreção.

Ao redor dos espinhos e entre as pápulas, há **pedicelárias**, pequenos apêndices em forma de pinça, que mantêm a superfície corporal livre de detritos e auxiliam na captura de alimento. Em alguns ouriços-do-mar, as pedicelárias estão associadas a glândulas de veneno.

Revestindo todo o corpo existe uma **epiderme** ciliada. Abaixo da epiderme, situa-se o **endoesqueleto**, de origem mesodérmica, composto por muitos ossículos calcários, pequenos, unidos por tecido conjuntivo e ligados a fibras musculares. Internamente ao esqueleto, está o grande celoma, onde ficam os órgãos internos. É preenchido por um líquido contendo **amebócitos**, células livres relacionadas com a circulação de alimentos, excretas e gases.



A) **Equinodermo** → ouriço-do-mar



Equinodermo → estrela-do-mar



B) **Equinodermo** → Região da boca do ouriço-do-mar (lanterna-de-aristóteles)



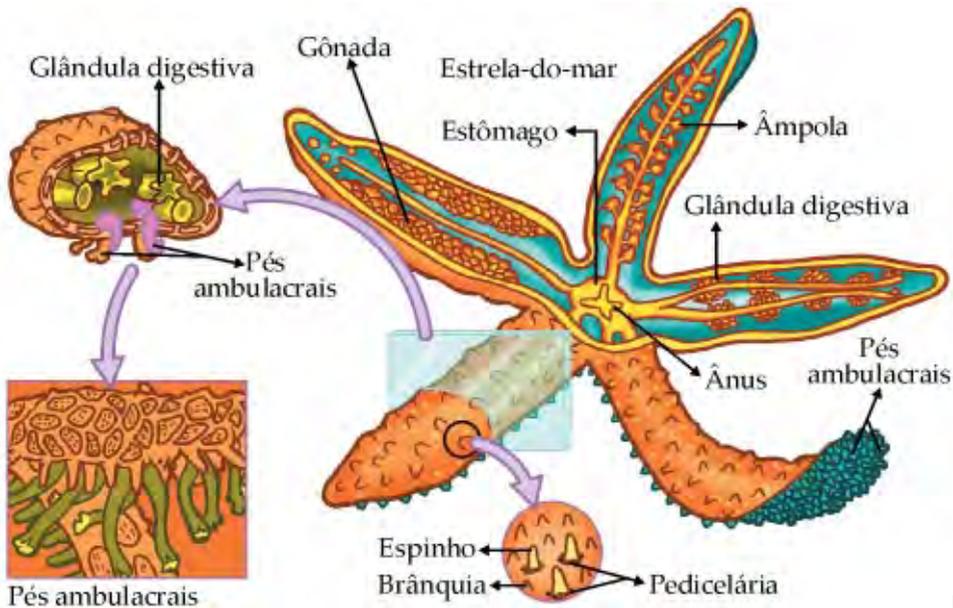
Equinodermo → serpente-do-mar

O **sistema ambulacrário** é uma parte especializada do celoma. É composto por um **canal anelar** em torno da boca, ligado através de um curto **canal pétreo** a uma placa perfurada, o **madreporito**, situada na superfície aboral, ao lado do ânus. Através do madreporito, ocorre a entrada da água do mar no sistema. Do canal anelar, partem cinco **canais radiais**, projetando-se cada qual para um dos braços do animal. Destes, partem canais menores, os **canais laterais**, em



cujas extremidades existem os **pés ambulacrários**, pequenas bolsas de paredes musculares, contendo uma **ventosa** na extremidade externa e uma **ampola** semelhante a um bulbo na extremidade interna (dentro da cavidade do corpo). Quando a ampola se contrai, o líquido é enviado para o pé ambulacrário, que se estende. Quando toca um objeto, os músculos do pé são contraídos e devolvem o líquido para a ampola. A pressão no

pé ambulacrário diminui e causa sua adesão ao objeto. Sua extremidade produz uma secreção que auxilia na aderência. Os pés ambulacrários agem de forma coordenada, servindo para adesão ao substrato, locomoção, captura e manuseio do alimento. Nos ofiúros e nos crinóides, os pés ambulacrários não têm ventosas e não são usados na locomoção, servindo principalmente para capturar alimento.



Estrela-do-mar e o sistema ambulacrário

O tubo digestivo compreende: a **boca**; o **estômago** saculiforme, ligado aos **cecos hepáticos**, que agem como glândulas digestivas; o **intestino** curto e o **ânus**. Alimentam-se de moluscos, crustáceos, poliquetas e outros equinodermos. Interessante é a captura de bivalves: há estrelas que ficam sobre a presa e, quando a concha se abre, inserem dentro dela seu estômago evertido; outras agarram as valvas opostas com os pés ambulacrários e tentam separá-las, quando o estômago evertido é colocado na concha. O estômago secreta muco e os cecos hepáticos produzem enzimas digestivas. Posteriormente, o estômago e o alimento obtido são recolhidos dentro do corpo. Em ofiúros, não existe ânus, sendo as fezes elimi-

nadas pela boca. Em ouriços-do-mar, a boca contém cinco fortes dentes presos a uma estrutura complexa denominada **lanterna-de-aristóteles**, que é utilizada para a raspagem de plantas marinhas e pequenos organismos.

Merece destaque o fato de não apresentarem sistema nervoso centralizado. Na verdade, este é pouco desenvolvido e consta de cordões paralelos aos canais do sistema ambulacrário, que se unem a um anel nervoso que circunda a região bucal. Embora não exista cérebro ou gânglios, há uma certa coordenação de funções. Células sensitivas não especializadas geralmente estão presentes na epiderme.

6.4. Reprodução

Em geral, os equinodermos são **dióicos**, sem órgãos copulatórios ou dimorfismo sexual; óvulos e espermatozóides são lançados na água, sendo a **fecundação externa**. Para assegurar a fecundação, a eliminação de gametas de um animal estimula todos os outros que estão próximos a eliminarem também seus gametas. O desenvolvimento é geralmente **in-direto**. As larvas, bilateralmente simétricas e natantes, são planctônicas e sofrem complexa metamorfose para originar os adultos de simetria radial. As larvas são os principais agentes de dispersão das espécies, uma vez que os adultos são sésseis ou sedentários.

As estrelas-do-mar apresentam grande poder de **regeneração**, o que permite a reconstrução de qualquer parte do braço ou do disco central. Estudos mostram que um animal inteiro pode ser regenerado a partir de um quinto do disco central preso a um braço. Há espécies que realizam um tipo de reprodução assexuada na qual um animal se quebra espontaneamente em duas partes, cada metade regenerando um novo animal inteiro. Em holotúrias, como medida defensiva, pode ocorrer um fenômeno chamado **evisceração**, em que parte do trato digestivo é eliminada quando o animal é irritado ou atacado por algum predador. Em seguida, ocorre a regeneração da parte perdida.

6.5. Classificação dos Equinodermos

O filo equinodermos apresenta cinco grupos principais:

I. Asteróides

São equinodermos de movimentos livres que apresentam o corpo com forma estrelada, composto de braços ou raios que se projetam de um disco central. Contém as cerca de 1 600 espécies descritas de **estrelas-do-mar**, animais encontrados em todo o mundo, que vivem sobre fundos arenosos ou lodosos, rastejando sobre rochas ou conchas. Dotadas de cores brilhantes e variadas, geralmente apresentam cinco braços, embora existam espécies em que esse número é maior.

II. Ofiuróides

Este é o maior grupo de equinodermos, com aproximadamente 2 000 espécies descritas. São os **ofiúros**, abundantes principalmente em substrato mole de águas profundas. Seu corpo é semelhante ao da estrela-do-mar, embora os braços sejam geralmente mais longos e nitidamente separados de um disco central, o que leva alguns autores a chamá-los de **serpentes-do-mar**.

III. Equinóides

São animais de movimentos livres, desprovidos de braços, conhecidos popularmente como **ouriços-do-mar** e **bolachas-da-praia**, existindo cerca de 900 espécies descritas. Os ouriços-do-mar apresentam o corpo coberto de espinhos. Sua forma é circular ou oval e o corpo é geralmente esférico. Vivem em rochas ou no lodo, nas praias e no fundo. As bolachas-da-praia ou corupios têm o corpo achatado no eixo oral-aboral, vivendo enterradas superficialmente na areia.

IV. Holoturóides

São perto de 900 espécies de animais conhecidos como **holotúrias** ou **pepinos-do-mar**. Não apresentam braços, estando ânus e boca em pólos opostos do corpo alongado. O animal toca o substrato com a lateral do corpo e não com a extremidade oral, como é comum em outros equinodermos. Uma coroa de tentáculos retráteis circunda a boca.

V. Crinóides

São considerados os mais antigos e primitivos equinodermos viventes. As formas mais conhecidas são pedunculadas, fixas, conhecidas como **lírios-do-mar**, existindo cerca de 80 espécies descritas. Entretanto, como são habitantes de grandes profundezas oceânicas, é provável que muitas espécies ainda não tenham sido encontradas. Existem também, sobretudo em recifes de corais, certas formas não sésseis, de nado livre, perfazendo cerca de 550 espécies conhecidas.

Capítulo 06. Cordados

1. Apresentação

O filo *Chordata* (do grego *chorda* = cordão) é de especial interesse, porque nele está situado o ser humano e a maioria dos grandes animais existentes na Terra. Sempre foi um grupo muito estudado e, por isso, é provavelmente o filo mais conhecido. Compreende alguns grupos de invertebrados e todos os animais vertebrados. Seus representantes são encontrados em todos os habitats, sejam terrestres, marinhos ou de água doce. Entre os cordados, encontramos dois tipos diferentes de organismos:

- os **cordados inferiores** são marinhos, pequenos e desprovidos de vértebras, sendo também conhecidos como **protocordados**, como é o caso dos anfioxos e ascídias;
- os **vertebrados** são cordados de vida livre, ocupam habitats diversificados e formam o maior grupo, compreendendo os peixes, os anfíbios, os répteis, as aves e os mamíferos.

2. Características Gerais

De forma geral, os cordados são animais de **simetria bilateral**, de grande mobilidade e boa capacidade de exploração ambiental. Sua cavidade corporal ou **celoma** é bem desenvolvida e os cordados são segmentados, pelo menos na fase embrionária. Algumas características, entretanto, chamam a atenção por distinguirem os cordados dos demais grupos de animais:

2.1. Notocorda

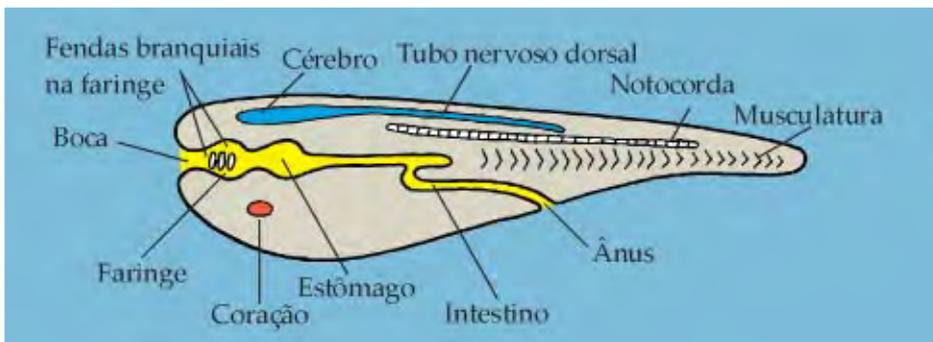
É um bastonete gelatinoso, flexível e resistente, situado dorsalmente. Surge logo acima do intestino embrionário e está presente, ao menos, em parte da vida do animal. Constitui a primeira estrutura de sustentação do corpo de um cordado, servindo ainda como ponto de apoio dos músculos responsáveis pela locomoção. Em protocordados, pode estar presente por toda a vida, mas, em vertebrados, a notocorda é geralmente substituída pela coluna vertebral.

2.2. Tubo nervoso dorsal

É um cordão tubular oco, localizado acima da notocorda. Sua extremidade anterior dilata-se, formando o **encéfalo**, de complexidade variável.

2.3. Fendas faríngeas ou branquiais

São aberturas pares situadas nos lados da faringe embrionária. Em suas margens há filamentos delicados, ricamente vascularizados, que, nos cordados de respiração branquial, estão relacionados com a origem das **brânquias**, nas quais as trocas gasosas ocorrem entre o sangue e a água circulante. Nos cordados de respiração pulmonar, estão presentes apenas no embrião e desaparecem antes do nascimento.



O padrão de organização dos cordados

Acredita-se que os primeiros cordados tenham surgido há uns 600 milhões de anos. Várias teorias foram propostas para explicar esta origem. A mais aceita atualmente é a que relaciona cordados com equinodermos, baseada sobretudo nas grandes semelhanças existentes no desenvolvimento embrionário de ambos.

O filo dos cordados, principalmente se considerarmos os vertebrados, é extraordinariamente bem sucedido e alguns aspectos contribuíram para isso. Um deles é a presença de **endoesqueleto**, protegendo as partes moles e delicadas do corpo e servindo como suporte rígido para o próprio corpo e para a ação muscular. Também é muito importante o **sistema nervoso** altamente **desenvolvido e centralizado**, sendo que os vertebrados apresentam os maiores encéfalos, os mais complexos padrões comportamentais e os mais desenvolvidos órgãos sensitivos, permitindo a adaptação a diversas condições ambientais. Além disso, os cordados possuem **sistema respiratório e circulatório eficientes**, em que há um rápido transporte de sangue e gases, possibilitando movimentos rápidos e portes mais avantajados.

3. Os Protocordados

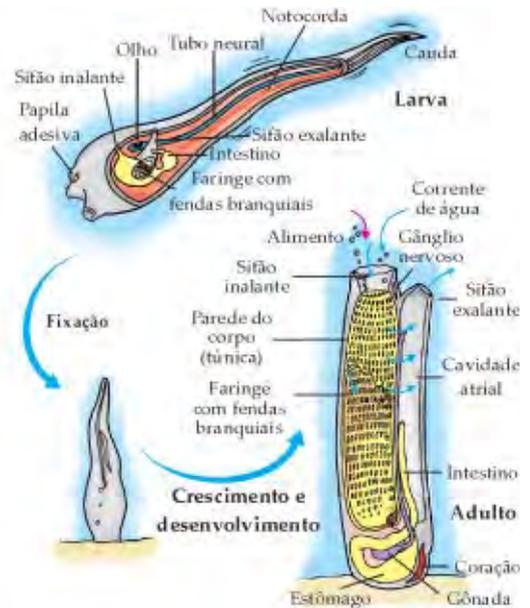
Também chamados "cordados primitivos", os protocordados são animais que apresentam a **notocorda** como única estrutura rígida durante a vida. Neles, a coluna vertebral jamais se forma. Todos são marinhos, alguns bastante disseminados, podendo ocupar habitats diversificados. Compreendem dois subfilos do filo *Chordata*: o subfilo *Urochordata* e o subfilo *Cephalochordata*.

3.1. Urocordados

Também chamados **tunicados**, são organismos sésseis ou flutuantes, que vivem solitários ou formam colônias. Compreendem desde formas microscópicas até seres com cerca de 30 centímetros de diâmetro. Existem aproximadamente 1 300 espécies, que podem exibir cores muito variadas.

Os representantes mais conhecidos deste grupo são as **ascídias**, existentes sobretudo em águas rasas. São cordados muito diferenciados, pois as formas adultas não se parecem com os demais membros do filo. Seu corpo globoso fica preso a rochas ou outros substratos por meio de um pedúnculo basal. A ascídia é envolvida por uma **túnica**, elástica e resistente, feita de tunicina, material muito semelhante à celulose e raro nos animais, contendo vasos sanguíneos. Abre-se para o exterior através de dois **sifões**. São animais filtradores de plâncton, com fendas branquiais na faringe. Pelo **sifão inalante** superior entra água, carregando pequenos organismos e oxigênio. Pelo **sifão exalante** lateral a água sai, levando excretas e também células sexuais. São animais **hermafroditas**.

Apenas as formas larvais apresentam as características dos cordados. São semelhantes a girinos (larvas de anfíbios), livres-natantes e dotadas de uma longa **cauda**, à qual estão restritos o tubo nervoso dorsal e a notocorda. O nome do grupo vem do grego *uro* = cauda. Durante a metamorfose, a larva se fixa a um substrato por meio de secreções adesivas. A cauda, a notocorda e o tubo nervoso são absorvidos e desaparecem.



Fase larval (livre-natante) e adulto (fixo) da ascídia.

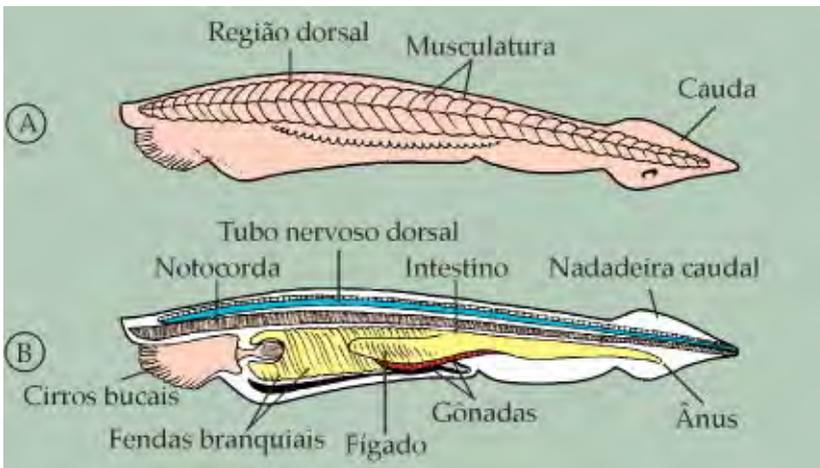
3.2. Cefalocordados

É um pequeno grupo de organismos (cerca de 30 espécies) chamados **anfioxos**, sendo os protocordados os que mais se assemelham aos vertebrados. Têm formato semelhante ao dos peixes, vivem em águas costeiras rasas, com o corpo enterrado na areia, ficando para fora apenas sua extremidade anterior. Podem eventualmente se deslocar, nadando através de rápidos movimentos laterais do corpo.

Os anfioxos têm o corpo delgado, com cerca de 5 a 6 centímetros de comprimento, lateralmente comprimido e afilado nas extremidades, o que origina o seu nome (do grego *amphi* = ambos, *oxus* = ponta). Não possuem cabeça diferenciada. A boca é uma abertura circular na extremidade anterior, circundada por uma série de pequenos tentáculos denominados *cirros*, enquanto o ânus fica situado ventralmente na outra extremidade. A região faringea está situada dentro de uma cavidade chamada **átrio**, que se comunica com

o exterior por um **atrióporo**. Sua segmentação é visível na musculatura em forma de "V" e na distribuição das gônadas. O sangue, desprovido de pigmentos e circulando com baixa pressão, participa sobretudo do transporte alimentar, ocorrendo as trocas gasosas, principalmente através da superfície corporal (respiração cutânea).

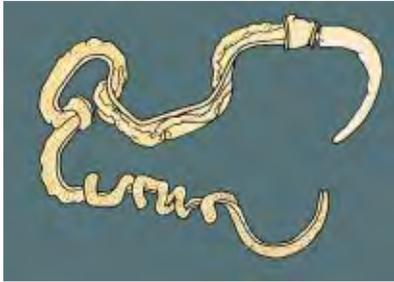
Nestes animais estão presentes as características típicas dos cordados, ou seja: notocorda bem desenvolvida, estendendo-se ao longo de todo o corpo; tubo nervoso dorsal longo sobre a notocorda; fendas branquiais na faringe, em que ocorre a filtração de alimento. Os anfioxos são animais filtradores, sendo que a água entra pela boca, passa pelas fendas faringeanas, circula pelo átrio e sai pelo atrióporo. No assoalho da faringe, há um sulco de células ciliadas e produtoras de muco denominado **endóstilo**, no qual as partículas alimentares em suspensão ficam retidas. São dióicos, fazem fecundação externa e têm desenvolvimento indireto.



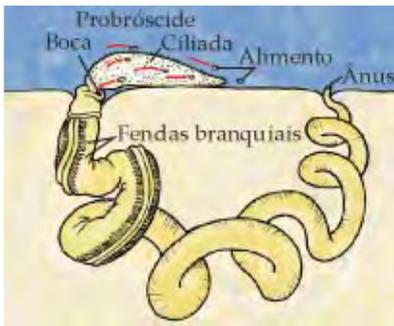
Cefalocordado: Anfioxo – A) Vista externa B) Em corte longitudinal

Um grupo de classificação complicada é o dos **hemicordados**. São animais vermiformes encontrados, geralmente, em fundos marinhos lodosos ou arenosos. O representante mais conhecido é *Balanoglossus*, de corpo mole e alongado (pode ter mais de 1,5 metro de comprimento). Nestes animais há uma estrutura, situada na região anterior do corpo, que foi interpretada inicialmente como uma "notocorda", o que os colocaria dentro do filo *Chordata*. Estu-

dos mais recentes demonstraram que não se trata de notocorda, mas sim de uma extensão da cavidade bucal, hoje denominada **bolso bucal**. Apesar da existência de fendas faríngeas, prefere-se classificar atualmente os hemicordados em um filo à parte.



Hemicordado – Balanoglossus



Esquema da organização de um hemicordado

4. Os Vertebrados

O subfilo *Vertebrata* é o maior e o mais diversificado grupo do filo *Chordata*, sendo constituído por aqueles animais que apresentam uma **coluna vertebral** como suporte axial do corpo. Pode-se dividir o grupo dos vertebrados em:

I. Classe *Cyclostomata*

Agnatas, ou animais sem mandíbula, como as **lampreias**.

II. Classe *Chondrichthyes*

Peixes com esqueleto cartilaginoso, com destaque para **tubarões** e **raias**.

III. Classe *Osteichthyes*

Peixes com esqueleto ósseo, como **lambaris**, **trutas**, **salmões**, **dourados** e **sardinhas**.

IV. Classe *Amphibia*

Anfíbios, representados por **sapos**, **rãs**, **salamandras** e **cobras-cegas**.

V. Classe *Reptilia*

Répteis, que compreendem **tartarugas**, **jacarés**, **cobras** e **lagartos**.

VI. Classe *Aves*

Aves, exemplificadas por **avestruzes**, **gaiotas**, **falcões**, **pingüins**, **araras** e **pássaros** em geral.

VII. Classe *Mammalia*

Mamíferos, tendo como alguns representantes **cangurus**, **elefantes**, **gatos**, **cães**, **cavalos**, **rinocerontes**, **ratos**, **macacos** e o **homem**.

Anfíbios, répteis, aves e mamíferos são frequentemente chamados de **tetrápodes**, ou seja, animais de quatro patas. Apesar da grande diversidade, todos os vertebrados apresentam uma organização corporal semelhante, que pode ser assim descrita:

4.1. Tegumento

O revestimento corporal é formado por uma **epiderme** pluriestratificada e uma **derme** constituída de tecido conjuntivo. Vários tipos de anexos estão presentes, como **penas** (aves), **pêlos** (mamíferos) e **escamas** (peixes e répteis). **Glândulas mucosas** são comuns, sobretudo em espécies aquáticas.

4.2. Esqueleto

É interno e articulado, sustentando e protegendo os órgãos. Pode ser **cartilaginoso** ou **ósseo**. O **crânio** abriga o encéfalo, uma série de **arcos** sustenta a região branquial e a **coluna vertebral** abriga o tubo nervoso dorsal. As **nadadeiras** dos peixes e as **patas** dos tetrápodes também têm suporte esquelético e estão ligadas ao restante do esqueleto.



4.3. Músculos

Podem ser **lisos** ou **estriados**, atuam sobre o esqueleto, movimentando suas partes, e são responsáveis pela locomoção e determinação da forma do corpo.

4.4. Nutrição e digestão

O tubo digestivo é completo e situa-se ventralmente em relação à coluna vertebral. Na boca existe a **língua** e, geralmente, **dentes**. A **faringe** também faz parte do sistema respiratório. **Esôfago** e **estômago** podem se diferenciar, dependendo do animal. Na região posterior, pode existir **cloaca**, câmara onde desembocam intestino, canais urinários e reprodutores. A cloaca está presente em peixes cartilagosos, anfíbios, répteis e aves, enquanto peixes ósseos e mamíferos possuem simplesmente ânus. Glândulas anexas são comuns, como **fígado**, **pâncreas** e **glândulas salivares** (estas apenas nos animais terrestres).

4.5. Respiração

As formas tipicamente aquáticas têm respiração **branquial**, enquanto as formas terrestres respiram por **pulmões**. Entretanto, existem formas aquáticas de respiração pulmonar, assim como certos grupos que apresentam respiração **cutânea**.

4.6. Circulação

O coração é bem desenvolvido, contendo número variável de câmaras e bombeia sangue através de um sistema **fechado** de vasos. Há leucócitos e hemácias, estas contendo **hemoglobina** como pigmento respiratório. Vasos linfáticos estão também presentes.

4.7. Excreção

É feita por rins pares, drenando excretas do celoma, do sangue ou de ambos, de acordo com o tipo de animal. Na fase adulta, peixes dulcícolas excretam **amônia**; peixes marinhos, anfíbios e mamíferos excretam **uréia**; aves e répteis excretam **ácido úrico**.

4.8. Sensibilidade

O sistema nervoso é **dorsal**, compreendendo o **encéfalo** bem desenvolvido e a **medula**, situada dentro da coluna vertebral, além de uma série de nervos espinais e cranianos e um sistema **nervoso** autônomo que regula funções orgânicas involuntárias. Os órgãos sensoriais são múltiplos e especializados sobretudo na visão, audição, olfato e tato.

4.9. Reprodução

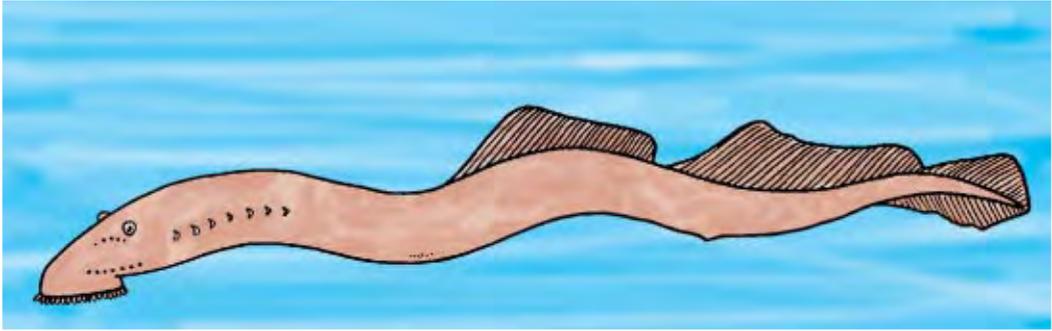
Geralmente são **dióicos**. As estratégias reprodutivas são muito variáveis. Uma série de **anexos embrionários** favorece o desenvolvimento.

4.10. Regulação térmica

Peixes, anfíbios e répteis são **poecilotérmicos**, ou animais de "sangue frio", pois sua temperatura corporal varia de acordo com a temperatura ambiental. Aves e mamíferos são **homeotérmicos**, ou animais de "sangue quente", sendo capazes de regular a própria temperatura, que se mantém constante, apesar das variações externas.

5. Ciclostomos

A classe *Cyclostomata* (do grego *cyklos* = circular, *stoma* = boca) compreende as **lampreias**, encontradas em água doce e salgada, e os **peixes-bruxa** ou **feiticeiras**, exclusivamente marinhos. São cerca de 50 espécies de animais que existem principalmente em águas frias das regiões temperadas do globo. São considerados seres primitivos, dotados de boca circular (daí o nome "ciclóstomo"), desprovida de mandíbula, sendo por isso conhecidos como **agnatas** (do grego *a* = não, *gnathos* = mandíbula). Sua cabeça não é bem diferenciada. A lampreia servirá como modelo para a descrição do grupo.



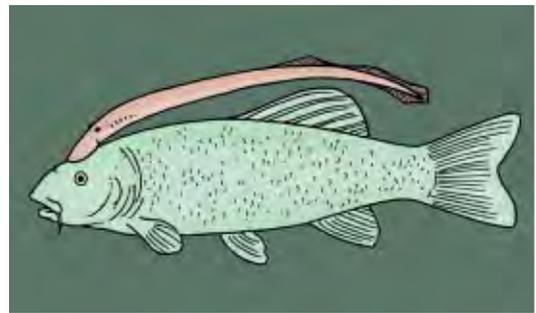
Lampreia: um vertebrado agnata

O corpo da lampreia é cilíndrico e sua cauda é lateralmente comprimida. É dotada de **nadadeiras** medianas na região posterior dorsal e na cauda. Tais nadadeiras são ímpares, ao contrário das nadadeiras pares, geralmente encontradas em peixes. As nadadeiras não têm grande papel na natação, pois o deslocamento geralmente se faz por ondulações do corpo. Na cabeça, há um **funil bucal** ventral, com vários dentes em seu interior e uma língua igualmente denteada; dois grandes olhos laterais sem pálpebras; atrás de cada olho, sete fendas branquiais. O ânus está situado ventralmente na base da cauda e, próximo dele, fica a abertura urogenital. O epitélio é liso, coberto de muco e sem escamas. A notocorda persiste por toda a vida como estrutura esquelética. Entretanto, há também uma estrutura craniana e uma coluna de pequenos arcos vertebrais, ambas cartilaginosas. São dotadas de **linha lateral**, um conjunto de pequenos órgãos ciliados que corre ao longo de cada face lateral do corpo, sensível às vibrações da água.

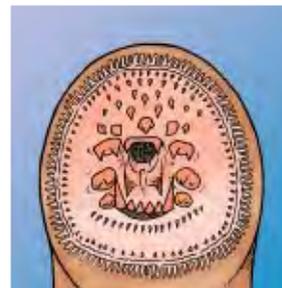
A maioria das espécies sobrevive parasitando peixes, aos quais se prendem por sucção do funil e com o auxílio dos dentes bucais. Os dentes linguais abrem um orifício no corpo do peixe e um anticoagulante é injetado quando o sangue flui para a boca da lampreia. São animais dióicos, fazem fecundação externa e morrem após a desova. O desenvolvimento é indireto. As larvas, chamadas **amocetes**, assemelham-se aos anfioxos e são cegas e sem dentes. Podem persistir por até sete anos, em algumas espécies. Após metamorfose, originam

adultos dotados de visão e boca sugadora.

Muitos ciclóstomos, principalmente os peixes-bruxa, alimentam-se de peixes mortos, sendo importantes necrófagos marinhos. Larvas de lampreia são usadas como iscas na pesca comercial. Lampreias adultas, entretanto, podem causar sérios danos às populações de peixes, prejudicando seriamente a atividade pesqueira. Acredita-se que os primeiros vertebrados, que viveram entre 440 e 540 milhões de anos atrás, eram organismos marinhos com organização corporal semelhante à das lampreias.



Lampreia parasitando um peixe



Região bucal de uma lampreia

6. Peixes Cartilaginosos

A classe *Chondrichthyes* (do grego *chondros* = cartilagem, *ichthys* = peixe) compreende **tubarões**, **raias** e **quimeras**, sendo um grupo antigo e, principalmente, marinho, com cerca de 1 000 espécies. Comparados aos ciclóstomos, apresentam algumas aquisições evolutivas importantes. São dotados de **mandíbula** móvel e denteada, derivada de um dos arcos branquiais (elementos esqueléticos de sustentação das brânquias) que, projetado para a frente, articulou-se com outros elementos do crânio. Também apresentam **nadadeiras pares**, abas móveis que auxiliam a propulsão e a

orientação do corpo na água. Isso permite que se movimentem com maior desenvoltura, o que facilita sua atividade predatória. Além disso, possuem o corpo coberto de **escamas**. São animais geralmente marinhos e de tamanhos variáveis: a maioria dos tubarões não passa de 2,5 metros de comprimento, as raias têm de 30 a 90 centímetros e as quimeras normalmente apresentam menos de 1 metro de comprimento. Entretanto, há variações: **cações** são pequenos tubarões com menos de 90 centímetros, o grande **tubarão-baleia** atinge 18 metros, e a **jamanta** é um tipo de raia que pode atingir 5 metros de comprimento.



Raia

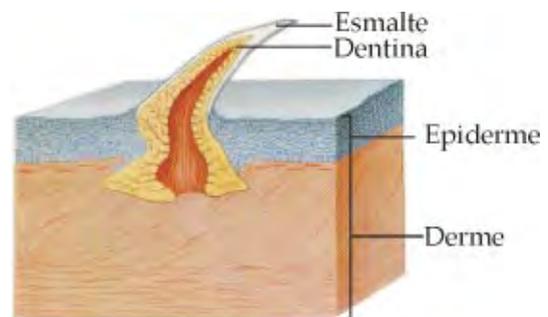


Tubarão

O tubarão servirá como modelo descritivo desse grupo. Sua cabeça termina em uma ponta arredondada e o tronco é fusiforme. Os machos possuem, em posição posterior, um par de **cláspes**, estruturas utilizadas na cópula. A cauda é **heterocerca**, ou seja, apresenta extremidades diferentes. A boca é ventral e situada na cabeça. Os olhos são laterais e não têm pálpebras. Cinco fendas branquiais abrem-se, de cada lado, na região anterior e, uma outra fenda, o **espiráculo**, abre-se atrás de cada olho.

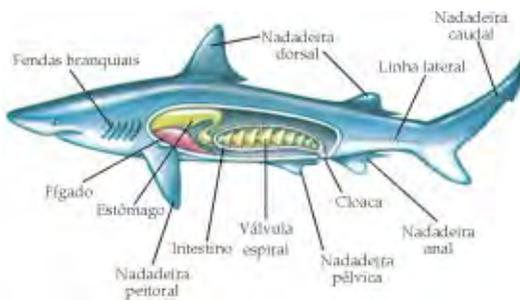
A pele é coberta por pequenas escamas placóides, cada uma com um espinho dirigido para trás, sendo coberta de esmalte e contendo uma placa basal de dentina, o que lhe confere uma estrutura semelhante a um dente.

O **esqueleto** é totalmente **cartilaginoso**, reforçado, em alguns pontos, com depósitos calcários. Os músculos são segmentares e produzem os movimentos necessários à natação.

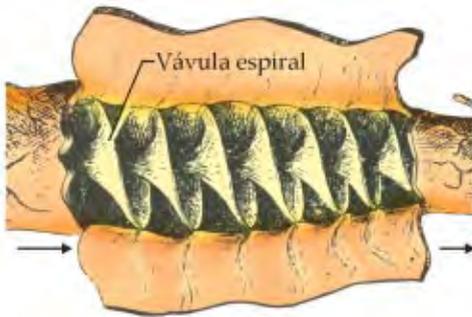


Escama do tubarão de origem dermo-epidérmica (estrutura semelhante ao dente humano).

Os dentes são escamas placóides diferenciadas e ficam implantados na carne e não na mandíbula, como é comum em outros vertebrados. Dispõem-se em fileiras, de tal modo que os dentes funcionais ficam posicionados mais à frente e são substituídos pelos que estão nas fileiras de trás, conforme são perdidos. Dentro do curto intestino, há um septo espiralado, a **válvula espiral**, que amplia a superfície de absorção alimentar. Tal estrutura também é encontrada em lampreias. A **linha lateral** está presente, captando vibrações na água circundante.



Peixe cartilaginoso – tubarão



Intestino do tubarão

São animais dióicos e realizam fecundação interna. Há espécies **ovíparas** (realizam postura de ovos), **ovovivíparas** (os ovos são incubados no organismo materno, nascendo filhotes vivos) e **vivíparas** (não há ovos e o desenvolvimento é totalmente realizado dentro da fêmea). O desenvolvimento é direto.

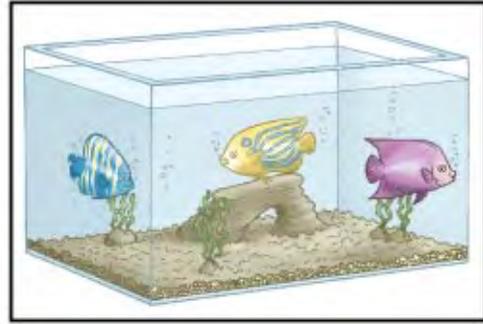
Os tubarões são geralmente **predadores** e alimentam-se no meio de cardumes de peixes. Algumas formas, como os tubarões-baleia, no entanto, alimentam-se de plâncton. As raias co-

mem sobretudo moluscos e crustáceos. Algumas formas atordoam as presas por meio de choques elétricos. Outras apresentam espinhos venenosos, usados como estruturas de defesa.

Alguns tubarões e raias são usados como alimento pelo homem. São muito conhecidos os casos de ataques de tubarões a banhistas e mergulhadores, principalmente em áreas costeiras da Austrália, África, Filipinas, Japão, Estados Unidos e, menos freqüentemente, no Brasil.

7. Peixes Ósseos

A classe *Osteichthyes* (do grego *osteon* = osso, *ichthys* = peixe) é composta pelos peixes mais típicos, os **peixes ósseos**, encontrados em todos os tipos de ambientes aquáticos e muito importantes para a humanidade como fonte de alimento proteico. O grupo compreende aproximadamente 30 mil espécies. Apresentam **esqueleto** predominantemente **ósseo**, escamas finas e flexíveis, mandíbulas complexas e grande diversidade de formas e hábitos. Em geral, têm menos de 1 metro de comprimento, mas há espécies muito grandes, como o **espadarte** de 3,80 metros e o **peixe-lua**, que pode pesar 900 quilos, além de outras muito pequenas, como o **gobião** das Filipinas, o menor peixe do mundo, com apenas 8 milímetros de comprimento. Embora a maioria dos peixes esteja confinada à água, existem alguns, como a **perca trepadora**, que se deslocam em terra e sobem nos galhos mais baixos das árvores. Alguns **peixes dipnóicos** ou pulmonados, que se cobrem de lama em rios secos, podem viver meses sem água. Os **peixes-voadores** planam no ar. Muitos peixes são apreciados como alimento pela sua carne saborosa, mas existem alguns, como o **baiacu**, cuja carne é tóxica e pode determinar a morte.



Os peixes apresentam grande diversidade de formas e cores



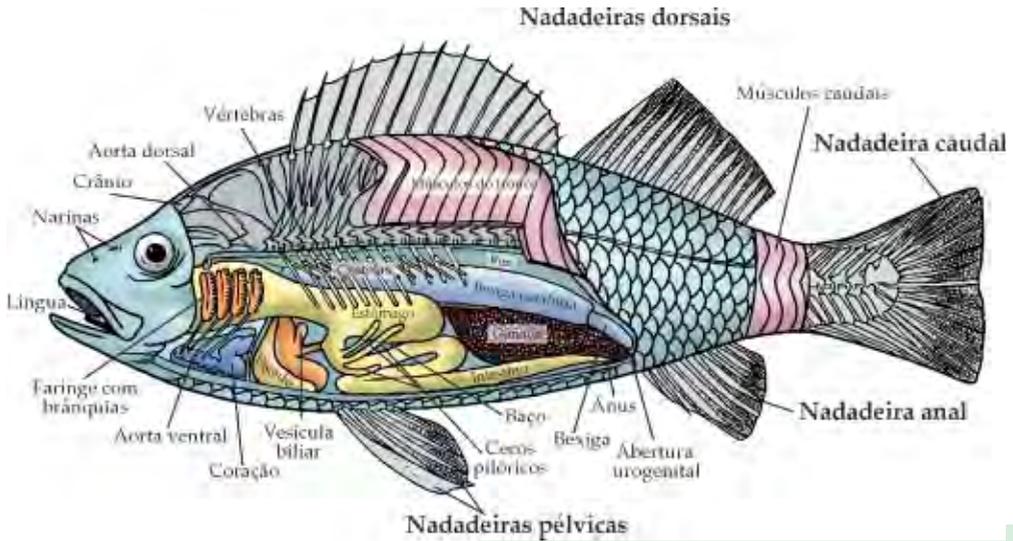
Cavalo-marinho



Peixe-arqueiro: um predador

Em geral, os peixes ósseos apresentam secção transversal oval, sendo mais altos que largos, o que lhes confere maior hidrodinâmica, reduzindo a resistência da água durante a locomoção. A boca é anterior, dotada de dentes finos. Os olhos são laterais e sem pálpebras e, atrás de cada um, há uma placa que cobre as brânquias, o **opérculo**, abaixo do qual há quatro brânquias. A cabeça vai da extremidade anterior até a parte posterior do opérculo, o tronco vai daí até o ânus e o res-

tante é a cauda. As nadadeiras pares são expansões membranosas sustentadas por raios dérmicos, mantendo o equilíbrio e a direção e possibilitando a locomoção. A cauda é geralmente **homocerca** (extremidades iguais) ou **dificerca** (extremidades unidas).



Peixe ósseo: morfologia e detalhe da anatomia interna

O corpo, de formato variável, é coberto por uma epiderme lisa, com muito muco, que facilita a movimentação na água e evita infecções. As escamas ficam imbricadas como telhas em um telhado, sendo recobertas por uma fina camada de pele e aumentando de tamanho conforme o peixe cresce. Os músculos são segmentares e também conhecidos como **miômeros**, existindo entre eles delicados septos de tecido conjuntivo. Quando se cozinha um peixe, os septos se dissolvem e os miômeros se desprendem facilmente.

A **bexiga natatória**, exclusiva dos peixes ósseos, é um grande saco de paredes finas que ocupa a porção dorsal da cavidade corporal. É preenchida por **gases**, como oxigênio, nitrogênio e gás carbônico e atua como **órgão hidrostático**, ajustando a densidade do animal em relação à da água em diferentes profundidades. A secreção ou a absorção dos gases através dos vasos sanguíneos ou glândulas especiais de sua parede permite que o peixe se ajuste lentamente quando passa de uma profundidade para outra, sem precisar nadar para se manter flutuando. Quando um peixe é retirado bruscamente de uma grande profundidade, a maior pressão na bexiga

natatória pode, ao alcançar a superfície, forçar o estômago para fora da boca. Nos peixes pulmonados, a bexiga natatória está ligada à faringe por um ducto e atua como pulmão. A **pirambóia**, existente no norte do Brasil, usa como órgão respiratório em períodos de seca. Quando o nível da água nos rios baixa muito, a pirambóia cava buracos no barro, onde sobrevive durante meses. Nesse período, as trocas gasosas passam a ser realizadas entre o ar e os numerosos vasos sanguíneos da parede da bexiga natatória.



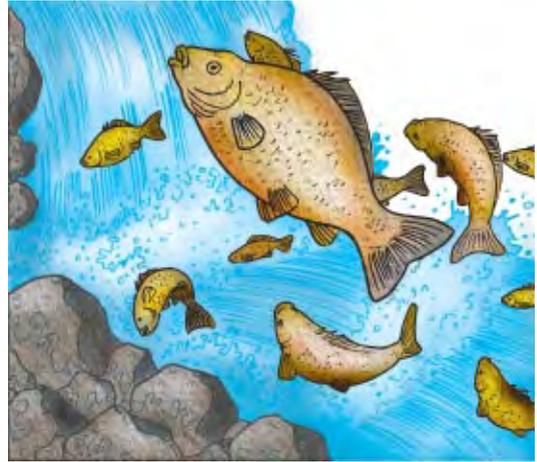
Pirambóia: peixe dipnóico



O sistema da linha lateral está presente, possibilitando a percepção de modificações de pressão e movimentos da correnteza, o que facilita a orientação do animal durante a locomoção e a localização de presas ou predadores. Muitos peixes ósseos apresentam **cromatóforos** na derme, que lhes dão coloração variada e permitem ainda mudanças de cor, úteis para escapar de predadores e também durante a corte, como forma de atrair o sexo oposto. A emissão de sons está relacionada com a reprodução, a alimentação e até a demarcação de território. Pode ocorrer a partir de movimentos das nadadeiras, atrito entre dentes ou vibração das paredes da bexiga natatória por ação de músculos especiais.

O **poraquê** sul-americano e o **bagre** africano são exemplos de **peixes elétricos**, capazes de provocar choques violentos. Seus órgãos elétricos são fibras musculares modificadas que assumem a forma de placas discoidais empilhadas, parecidas com baterias em série e embebidas em uma matriz gelatinosa. Emitem impulsos breves e repentinos várias vezes por segundo, formando um campo elétrico em torno do animal. Há peixes que emitem choques de mais de 500 volts. Além de servir para atordoar presas e assustar predadores, o campo elétrico permite a orientação do animal, que geralmente é sensível a perturbações causadas por obstáculos próximos. Muitos peixes elétricos não têm bons olhos e vivem em águas turvas de pouca visibilidade.

Migrações periódicas, principalmente relacionadas com a reprodução, ocorrem em muitas espécies. O **salmão** desloca-se da água salgada para a água doce, para a desova; a **enguia** de água doce faz o oposto. Muitas espécies de água doce sobem os rios, nadando contra a correnteza, buscando as nascentes, onde a água é mais límpida e oxigenada, para desovar. Este fenômeno, comum em muitos rios brasileiros, recebe o nome de **piracema**.



O fenômeno da piracema

Os peixes ósseos são dióicos e geralmente realizam fecundação externa, embora existam exceções. São principalmente ovíparos, produzindo muitos ovos de uma vez, mas há espécies, como os **guaru-guarus**, que são vivíparas. Algumas formas fazem ninhos para a desova e os ovos e filhotes pequenos podem receber cuidados. O macho do **cavalo-marinho** encarrega-se de incubar os ovos em uma bolsa especial. Os **alevinos** são pequenas larvas comuns em várias espécies, enquanto outras apresentam desenvolvimento direto.

Entre os peixes de grandes profundezas marinhas, onde há total escuridão, são comuns **órgãos bioluminescentes**. Os **peixes-pescadores** de águas profundas apresentam o primeiro raio da nadadeira dorsal projetado para a frente e contendo uma estrutura em forma de isca, dotada de um órgão luminescente. Este atrai vários organismos, que são facilmente capturados pelo peixe. A bioluminescência é produzida em órgãos especiais chamados fotóforos, onde certas reações químicas liberam energia luminosa. Pode também resultar da associação com certas bactérias luminescentes.

8. Anfíbios

8.1. Apresentação

Os **anfíbios** (do grego *amphi* = dual, *bios* = vida) são assim chamados porque, em sua maioria, vivem as fases iniciais do ciclo vital dentro da água e a fase adulta em ambiente terrestre. Como grupo, representam os primeiros vertebrados a viverem em terra. Habitam locais úmidos, a maioria colocando seus ovos em lagoas e córregos, principalmente em áreas tropicais, e não são encontrados no mar. Algumas espécies são arborícolas e podem planar entre as árvores, utilizando seus grandes pés palmados distendidos. Geralmente são predadores de insetos e outros pequenos invertebrados e servem de alimento para vários vertebrados, inclusive o homem. A classe *Amphibia* contém cerca de 3 000 espécies.

8.2. Classificação

I. Ordem Anura

É o maior grupo de anfíbios, pois contém mais de 90% das espécies conhecidas. São animais que possuem cabeça e tronco unidos, formando um corpo grande e achatado, sem pescoço ou cauda. As patas anteriores são curtas e as posteriores, longas. Aqui estão **sapos**, **rãs** e **pererecas**, que geralmente medem de 5 a 13 centímetros de comprimento. Entretanto, há formas maiores, destacando-se a rã gigante africana, *Conraua goliath*, que tem 30 centímetros, medidos da cabeça até a extremidade posterior do corpo.



Sapo



Rã



Perereca

II. Ordem Urodela

Compreende cerca de 200 espécies de animais dotados de cabeça e pescoço distintos, tronco alongado e cauda longa. Os mais conhecidos são as **salamandras**, cujo tamanho varia entre 8 e 20 centímetros de comprimento.



Salamandra

III. Ordem Apoda

Contém aproximadamente 60 espécies, que possuem o corpo alongado mas não têm patas, chamadas **cobras-cegas**. Seu tamanho varia de 10 a 75 centímetros de comprimento.



Cobra-cega (cecília)

8.3. Aspectos Evolutivos

Admite-se que os anfíbios sejam derivados de organismos ancestrais semelhantes a peixes que viveram há uns 400 milhões de anos. A transição da água para a terra envolveu uma série de modificações:

- alteração da forma corporal, adaptada à locomoção em terra, embora ainda conservando a capacidade de nadar;
- desenvolvimento de patas em substituição às nadadeiras pares, típicas de peixes;
- adaptação da pele à função respiratória;
- ênfase na respiração pulmonar, com perda das brânquias no estágio adulto;
- alterações metabólicas que possibilitam a excreção de produtos nitrogenados menos tóxicos;
- mudanças no sistema circulatório, relacionadas com a respiração por pulmões e pela pele;
- presença de órgãos sensitivos que funcionam tanto no ar como na água.

8.4. Organização e Funcionamento

A rã pode ser considerada um anfíbio representativo. É dotada de boca ampla e grandes olhos esféricos, com **pálpebras**. Atrás de cada olho há um **tímpano** achatado. As palmas e solas das patas apresentam saliências **cornificadas** que protegem do atrito com o solo, além de fornecerem tração em superfícies escorregadias.

A pele das rãs é lisa, úmida, glandular e altamente **vascularizada**. Suas glândulas secretam **muco**, mantendo a pele úmida (o que é importante para a **respiração cutânea**) e escorregadia (o que confere proteção contra a predação). Os anfíbios apresentam a pele delgada, são geralmente pequenos e não possuem estruturas protetoras, como espinhos, garras ou dentes afiados. Por outro lado, desenvolveram um sistema de **glândulas cutâneas** que produzem uma secreção venenosa, esbranquiçada, utilizada como defesa contra o ataque de predadores. Geralmente o veneno é liberado por compressão das glândulas pelo próprio predador. Os anfíbios

muito venenosos costumam apresentar coloração de advertência. Nos sapos, as grandes **glândulas paratóides**, situadas de cada lado do pescoço, representam aglomerações de glândulas de veneno. O veneno das rãs da família *Dendrobatidae* afeta as atividades musculares e neurais.



Língua protrábil do sapo

Mudas periódicas ocorrem por ação hormonal. A pele velha é destacada e geralmente ingerida. Em rãs e outros anuros, a pele fica quase totalmente solta da musculatura, o que não acontece em salamandras e cobras-cegas. As cores variam muitos entre as espécies e podem ser modificadas por **cromatóforos**. Os músculos são mais desenvolvidos nas áreas locomotoras, sendo as patas posteriores adaptadas para o salto. Na época reprodutiva, os músculos dos membros anteriores dos machos tornam-se mais volumosos, para facilitar o abraço na fêmea, que precede a liberação de gametas.

Na boca existe uma **língua** musculosa, viscosa e protrábil, que é usada sobretudo na captura de presas. O funcionamento dessa língua só é possível em ambiente terrestre, pois a densidade da água impossibilita seu uso. Quando caçam, rãs e sapos protraem repentina e rapidamente a língua, sempre com a parte posterior para diante. Não há glândulas salivares, mas o alimento é lubrificado por muco secretado na boca. A maioria dos anfíbios possui dentes delicados no maxilar superior e no teto da boca, que são substituídos continuamente. Em sapos, no entanto, eles não existem. Os girinos geralmente capturam algas e

microorganismos suspensos na água através de um mecanismo filtrador situado na faringe. Os anfíbios evitam locais secos e temperaturas extremas. Isso ocorre porque não são capazes de regular a temperatura corporal, além de perderem água facilmente através da pele. Quando as condições ambientais não são favoráveis, o animal sobrevive à custa de reservas energéticas, principalmente glicogênio, armazenado no **figado**, e gorduras, estocadas nos **corpos adiposos**, que são projeções situadas em frente às gônadas. Na época reprodutiva, os machos quase não se alimentam e usam as gorduras dos corpos adiposos para sobreviver.

É marcante nos anfíbios a diversidade de formas de respiração, o que reflete a transição do meio aquático para o terrestre. A vida na terra requer uma série de adaptações, dentre as quais a respiração pulmonar, talvez a mais importante. Em relação aos peixes, observa-se que os anfíbios adultos não apresentam brânquias, ineficazes para a respiração em contato com o ar, além de possuírem pele sem escamas, com abundante secreção dérmica e um sistema circulatório grandemente modificado. Observa-se nos anfíbios uma característica marcante de todos os tetrápodes, que é a **circulação dupla**, com fluxo sanguíneo pulmonar e fluxo sanguíneo sistêmico (corporal).

De modo geral, os órgãos respiratórios sempre apresentam o epitélio úmido e vascularizado. As formas larvais, conhecidas como **girinos** nas rãs e nos sapos, são aquáticas e dotadas de **brânquias** externas. Nas formas adultas, de vida terrestre, há respiração **cutânea**, **pulmonar** e **bucofaringeana**. Em geral, os pulmões são simples e apresentam superfície relativamente pequena. A **bucofaringe** é a mucosa da cavidade bucal, onde pulsações da garganta permitem a movimentação do ar sobre uma área intensamente vascularizada. Há espécies aquáticas em que os pulmões servem como órgãos hidrostáticos, sendo inflados quando os animais flutuam. Algumas salamandras terrestres não têm pulmões, sendo a pele a princi-

pal estrutura respiratória.

Na evolução dos anfíbios foi igualmente importante a mudança no tipo de material nitrogenado a ser excretado. Os peixes antigos, assim como os atuais peixes de água doce e as larvas dos anfíbios, excretavam amônia, substância muito tóxica, mas que pode ser rapidamente eliminada e dissipada quando a água é abundante. A excreção nitrogenada dos anfíbios adultos passou a ser a **uréia**, que é uma substância menos tóxica. Isso possibilitou economia de água, fundamental em meio terrestre.

Podemos observar que os anfíbios apresentam muitas adaptações à vida no ambiente terrestre. Entretanto, tiveram sua expansão para os ambientes quentes e secos limitada por alguns fatores. Entre eles, podemos citar o papel respiratório da pele e sua função na absorção de água, o fato de não produzirem uma urina concentrada e a formação de ovos não resistentes à dessecação. Se a vida em meio terrestre trouxe o problema do dessecação, em compensação permitiu a adaptação a temperaturas maiores, possibilitando uma taxa metabólica mais elevada, o que é considerado vantajoso.

De maneira geral, os olhos ficam posicionados de modo a permitir visão simultânea em todas as direções. Apresentam boa visão, tanto diurna como noturna, têm boa acuidade visual e podem detectar determinadas cores. Glândulas e pálpebras móveis fazem a limpeza e lubrificação dos olhos, prevenindo ressecamento e infecções oculares. Os tímpanos recebem ondas sonoras do ar ou da água. Nas câmaras nasais existem os **órgãos de Jacobson**, que respondem a informações químicas na boca ou no nariz e assim atuam nos sentidos do olfato e do paladar.

8.5. Reprodução

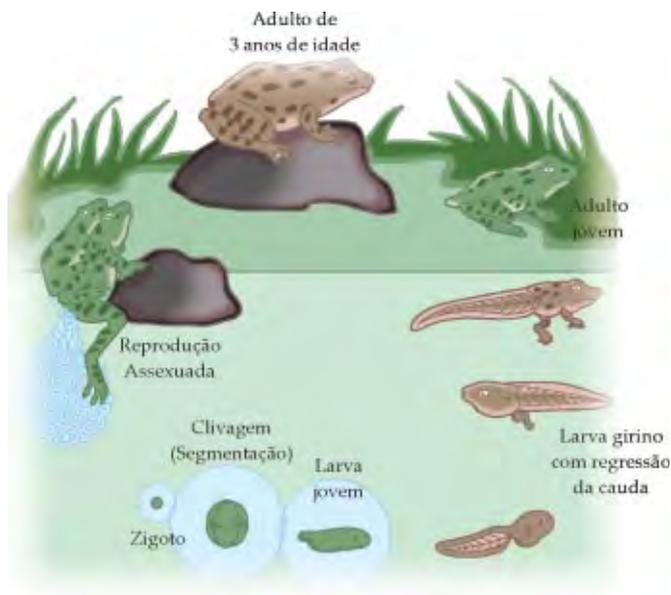
Os anfíbios são dióicos e costumam exibir dimorfismo sexual. Geralmente acasalam-se na água, onde os ovos são depositados. Deles eclodem as larvas aquáticas, que crescem até sofrer a metamorfose para a forma adulta. Entre sapos e rãs, os machos, assim que entram na água, começam a coaxar para atrair as fêmeas.



O som é produzido pela vibração das cordas vocais, situadas na laringe, devido à passagem do ar eliminado violentamente dos pulmões.

Cada fêmea madura que entra na água é agarrada por um macho, que sobe em suas costas, num abraço sexual conhecido como **amplexo**. Enquanto a fêmea elimina os óvulos, o macho descarrega espermatozóides sobre eles, realizando a fecundação externa. Em algumas salamandras, entretanto, pode ocorrer fecundação interna: o macho fixa um espermatóforo no substrato e guia a fêmea sobre ele para que ela o receba em sua cloaca. Os ovos são envolvidos por um material gelatinoso protetor, ficando protegidos de choques, infecções e predadores. Dependendo da espécie, podem ser carregados pelos pais.

O desenvolvimento é freqüentemente indireto. Em sapos e rãs, as larvas são os girinos, dotados de longa cauda, brânquias e desprovidos de patas. A metamorfose é complexa e envolve a perda das brânquias, o fechamento das fendas branquiais e o desenvolvimento dos pulmões. Além disso, surgem a língua protrátil e as patas, e o intestino tem seu comprimento reduzido, uma vez que o hábito alimentar passa de herbívoro para carnívoro. São reabsorvidas a cauda e as nadadeiras medianas e a excreção muda de amônia para uréia. É interessante o que ocorre com certas salamandras, cujas larvas são permanentes, alcançando o tamanho dos adultos e reproduzindo-se sexuadamente, em um fenômeno conhecido como **neotenia**.



Ciclo de vida do sapo.



Amplexo, mostrando a liberação dos gametas.

9. Répteis

9.1. Apresentação

A classe *Reptilia* compreende animais cuja locomoção geralmente envolve rastejamento, daí o nome do grupo (do latim *reptum* = rastejar). São encontrados com maior frequência em regiões tropicais e subtropicais, ocupando grande variedade de habitats. Apresentam muitas diferenças em relação aos anfíbios: seu tegumento é seco e apresenta escamas, relacionando-se com a vida longe da água; as patas são adaptadas à locomoção rápida; há maior separação entre sangue arterial e venoso no coração; o esqueleto é ossificado. O grande avanço dos répteis, no entanto, é a existência de ovos dotados de anexos embrionários, permitindo sua sobrevivência e desenvolvimento em terra.

9.2. Classificação

I. Ordem *Chelonia* (Quelônios)

Contém as tartarugas, geralmente encontradas em ambientes aquáticos, e jabutis, exclusivos de regiões secas. Seu corpo fica em uma espécie de caixa oval, composta por placas ósseas suturadas. A parte dorsal, convexa, é a **carapaça**, e a parte ventral, mais achatada, é o **plastrão**. Vértex torácicas e costelas ficam soldadas com a carapaça. A cabeça, as patas e a cauda podem ser retraídas para dentro da carapaça, como medida de segurança. Não há dentes, mas a mandíbula e a maxila apresentam fortes lâminas cornificadas, usadas para esmagar o alimento, formando um bico semelhante ao de uma ave. Garras córneas nas extremidades dos dedos permitem que se arrastem e cavem. As patas dos jabutis são cilíndricas, enquanto que nas tartarugas parecem-se com remos e são usadas na natação. Existe bexiga urinária e a urina, líquida, contém uréia e ácido úrico. O macho apresenta um pênis erétil na parede da cloaca. Nela, algumas tartarugas possuem sacos de paredes finas, onde ocorrem trocas gasosas quando estão submersas.



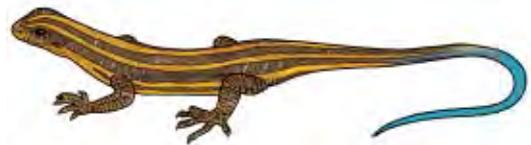
Jabuti

II. Ordem *Squamata* (Escamados)

Embora existam formas aquáticas, geralmente são animais terrestres. Alguns vivem sobre rochas ou árvores, outros enterram-se no solo. Dividem-se em:

* Subordem *Lacertilia*

São os *lagartos*, que apresentam grande diversidade de formas. As patas podem ser longas ou curtas, fortes ou delgadas; em alguns são reduzidas e há até mesmo lagartos ápodos, conhecidos como **cobras-de-vidro**, que vivem no solo e deslocam-se rastejando. A cauda é usada como estrutura de equilíbrio e possui vértebras incompletamente ossificadas. Quando aprisionado, as vértebras se separam e o animal foge, regenerando posteriormente a parte perdida. Na boca há vários dentes e a língua pode ser atirada vários centímetros à frente para capturar insetos com sua ponta recoberta de muco. Há bexiga urinária, mas os excretas são semi-sólidos, saindo da cloaca como um material esbranquiçado misturado com as fezes. O macho tem dois hemipênis situados lateralmente na base da cauda. Na cópula somente um é utilizado, embora ambos possam ser **evertidos**.



Lagarto

* Subordem *Ophidia*

Compreende as **cobras**, que têm corpo alongado e desprovido de extremidades pares, *esterno*, pálpebras, aberturas dos ouvidos e bexiga urinária. Seus dentes ficam inclinados para trás,



prendendo o alimento durante a deglutição. Em cobras *peçonhentas* há um par de dentes ocos especializados na condução do veneno; na naja, esses dentes são fixos, mas nas cascavéis ficam dobrados para trás quando não são usados. A língua, com forma de fita, tem a extremidade bífida e sai da boca, mesmo quando fechada, por uma reentrância da mandíbula. Os **órgãos de Jacobson** são duas pequenas câmaras sensitivas, de função olfativa, que se abrem na boca. Os órgãos internos são alongados, o pulmão esquerdo é geralmente vestigial e os músculos segmentares estendem-se por todo o corpo, permitindo os movimentos sinuosos. Não mastigam o alimento, engolindo-o inteiro. Podem deglutir presas maiores que seu próprio corpo, graças à frouxa e elástica articulação mandibular, ao movimento de alguns ossos, que permitem a grande distensão da boca, e também devido à ausência de esterno. A posição anterior da glote possibilita a respiração mesmo durante a deglutição.



Cobras

III. Ordem *Crocodylia*

Compreende os crocodilos e jacarés, geralmente habitantes de brejos e rios. Seu corpo apresenta cabeça, pescoço, tronco e cauda distintos. As patas são curtas e os dedos terminam em garras córneas. Os grandes olhos possuem pálpebras e uma *membrana nictitante* transparente por baixo delas. Os músculos são variados e permitem a movimentação tanto na terra como na água. A boca tem grande abertura e dentes fortes, usados no ataque e na defesa, podendo torcer pedaços da presa.

A língua achatada não é protrátil e tem uma dobra transversal que, quando comprimida contra o palato, isola a cavidade bucal, permitindo que o animal abra a boca dentro da água sem que esta invada os pulmões.



Jacaré

Crocodilo

9.3. Aspectos Evolutivos

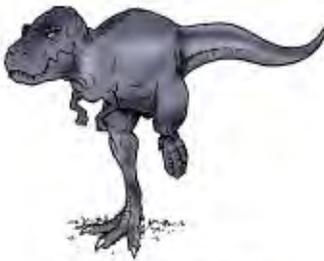
Os répteis tiveram seu apogeu há cerca de 150 milhões de anos, no período jurássico que ficou conhecido como "Idade dos Répteis". Os **dinossauros** eram então os vertebrados dominantes no planeta, ocupavam habitats muito diversificados e seu tamanho variava desde formas minúsculas até seres gigantes. As características adaptativas para a vida na terra, em ambiente seco, possibilitaram a exploração de novos nichos, já que, de uma forma geral, a vida estava ligada diretamente à água. O grupo dos répteis sofreu uma incrível *irradiação*, surgindo formas extremamente variadas. Alguns exemplos podem dar idéia dessa diversidade:

- alguns dinossauros eram enormes, tais como o *Brontosaurus*, animal herbívoro que chegava a pesar mais de 30 toneladas e comia mais de 230 quilos diários de alimento;
- certas formas eram dotadas de uma espécie de armadura defensiva, podendo existir placas ósseas na pele, como no *Stegosaurus*, no qual formavam uma crista dorsal do pescoço ao fim da cauda, ou chifres e espinhos, como no *Triceratops*, animal de enorme crânio, com um bico cortante afiado no maxilar superior, um chifre curto e forte no nariz e um par de chifres apontando para a frente, no alto da cabeça;
- alguns eram de constituição leve, como os pterodáctilos, répteis voadores de cabeça longa, patas anteriores compridas e membranas entre os dedos, os patágios; uma dessas formas, *Pteranodon*, tinha envergadura de 7,6 metros;

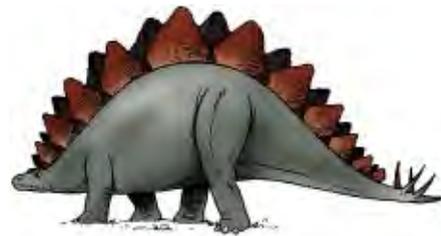
- houve formas adaptadas à vida aquática, como os **ictiossauros** marinhos, de corpo fusiforme e quatro patas em forma de remo, além de uma grande nadadeira caudal.

Existiam dinossauros herbívoros e carnívoros, alguns dos quais vorazes predadores, como o conhecido *Tyrannosaurus*. A maioria das formas era ovípara. Entretanto, apesar de seu enorme tamanho, eram dotados de encéfalos proporcionalmente reduzidos. Há aproximadamente 70 milhões de anos, esses grandes répteis se extinguíram e permaneceram ape-

nas algumas ordens. Seu desaparecimento foi abrupto, em termos geológicos, e várias hipóteses foram criadas na tentativa de explicar esse fato. A mais aceita é a de que um meteoro, chocando-se com a Terra, levantou grande quantidade de partículas sólidas na atmosfera, impedindo a entrada de luz e o aquecimento do planeta. Isso teria provocado sérias mudanças climáticas, com redução da temperatura ou alteração nas condições de umidade, afetando seriamente os habitats dos grandes répteis e impedindo sua sobrevivência.



Tyrannosaurus - 15



Stegosaurus - 6



Pteranodon
envergadura 7,6



Brontosaurus - 23



Triceratops - 6

Répteis extintos restaurados (dinossauros). Os números referem-se ao comprimento total (em metros).



Dentre os répteis vivos, os maiores estão entre as cobras. A **pítton** asiática cresce até 10 metros de comprimento, enquanto a que **sucuri** sul-americana pode chegar a 11 metros. Alguns lagartos podem atingir 3 metros de comprimento e há tartarugas marinhas de 2 metros pesando mais de meia tonelada. Entretanto, répteis muito grandes hoje são exceções e a maioria apresenta tamanho mediano.

Os répteis foram os primeiros vertebrados adaptados à vida em locais secos na terra. As adaptações mais importantes são:

- pele espessa e cornificada, protegendo contra o atrito e o dessecação; ao contrário dos anfíbios, a pele dos répteis não permite trocas gasosas e nem apresenta glândulas epiteliais;
- garras que protegem as extremidades dos dedos e auxiliam na locomoção em superfícies ásperas;
- órgão copulador para transferência direta de espermatozoides para o aparelho reprodutor feminino;
- ovos protegidos: a casca rígida impede a perda de água, enquanto o âmnio, uma câmara interna cheia de líquido, protege o embrião do dessecação e de lesões mecânicas;
- ácido úrico como produto de excreção nitrogenada, que, sendo menos tóxico, permite economia de água ao animal.



Piton

Sucuri

9.4. Organização e Funcionamento

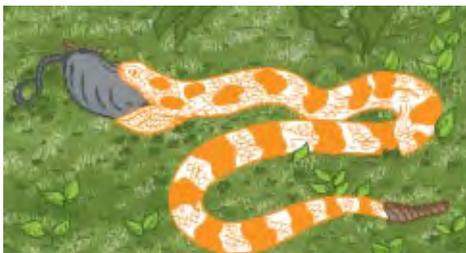
A pele dos répteis não tem glândulas. As células superficiais são cornificadas, formando o revestimento externo, altamente queratinizado. As escamas estão presentes na maior parte do corpo, havendo sulcos de pele mole entre elas. Em sua superfície, pequenas saliências dispersam a luz, reduzindo a penetração da radiação no corpo. Em lagartixas, essas estruturas originam cerdas, que, cobrindo a extremidade inferior dos dedos, ajudam a subir em superfícies verticais e invertidas. Na derme há células pigmentares e algumas espécies possuem **ossos dérmicos**, também chamados **osteodermos**. O tegumento é

resistente e elástico, capaz de grande distensão, possibilitando a uma cobra engolir grandes presas ou a um lagarto que se estufe durante o rito nupcial. A muda da pele ocorre integralmente em cobras, mas nos lagartos é feita em pedaços. Na cascavel, em mudas sucessivas, ocorre a retenção da extremidade cornificada da cauda, originando o **guizo**.

Os desenhos coloridos e brilhantes da pele de lagartos e cobras resultam da presença de **chromatóforos**. Variações de luz ou temperatura induzem mudanças de cor em lagartos, sob controle hormonal ou do sistema nervoso. Isso possibilita *camuflagem*, para escapar ao ataque de predadores, e interfere na tem-

peratura corporal, pois influencia a taxa de absorção e de reflexão de luz pelo tegumento.

Em geral, os répteis são carnívoros, sendo que apenas jabutis, algumas tartarugas e uns poucos lagartos comem vegetais. O hábito carnívoro é muito acentuado entre as cobras, que podem até mesmo comer outras cobras. *Lampropeltis*, por exemplo, alimenta-se de cobras venenosas, inclusive cascavéis, sendo imune ao veneno. Através da visão, os predadores percebem a presa, e geralmente é necessário que ela se movimente para que o ataque seja desferido. Muitas cobras agem por **constricção**, como jibóias e sucuris, que se enrolam rapidamente em torno da presa, matando-a por asfixia. Cobras **peçonhentas** injetam veneno, que causa morte mais rápida.



Cobra capturando uma presa (roedor).

Não há mecanismos fisiológicos de produção de calor e de controle da temperatura corporal, sendo esta mantida às custas de energia captada do meio. Dessa forma, procuram viver em locais de temperatura adequada e podem variar a área exposta ao sol mudando de posição ou alterando levemente o formato do corpo. Nos trópicos, são ativos o ano todo, mas, nas regiões temperadas, somente nos meses mais quentes, permanecendo dormentes na estação fria. Lagartos e cobras escondem-se em fendas do solo, cascavéis vivem em grupos dentro de buracos ou cavernas e tartarugas de água doce vão para o fundo dos lagos.

9.5. Reprodução

A fecundação é interna, sendo a maioria das espécies ovípara. Entretanto, as cascavéis são ovovivíparas e há lagartos vivíparos. Os ovos possuem casca resistente e flexível, que pode

ser reforçada com sais de cálcio. O filhote desenvolve um dente único na extremidade do maxilar superior que é usado para cortar os envoltórios do ovo durante a eclosão. Depois, esse dente cai. O desenvolvimento é direto.

10. Aves

10.1. Apresentação

A classe Aves é um grande e diversificado grupo de vertebrados, facilmente reconhecido por sua estrutura e pelo fato de, tendo geralmente atividade diurna, serem facilmente observáveis. São, juntamente com os mamíferos, os mais recentes vertebrados a surgirem na Terra. Há cerca de 8 700 espécies viventes, que ocupam habitats diversificados, em quase todas as regiões do planeta, do Ártico até a Antártica, nos mares e nos continentes. Albatrozes vivem no mar aberto, exceto em época de postura; gaivotas são encontradas em regiões costeiras; patos habitam pântanos e água doce; cotovias vivem em pradarias; emas são aves corredoras e ocupam áreas abertas. Entretanto, as aves são mais numerosas e diversificadas em regiões tropicais. Muitas espécies têm vida solitária, outras formam bandos. Em geral, não são muito grandes. Exceções são o avestruz africano, que atinge 2 metros de altura e pesa até 130 kg, e o condor americano, com envergadura de 3 metros. Entre as pequenas aves, destaca-se um beija-flor cubano, que tem menos de 6 centímetros de comprimento e pesa apenas cerca de 3 gramas. O grande interesse do homem pelas aves levou à criação da **Ornitologia**, o ramo da Zoologia encarregado do seu estudo.

10.2. Aspectos Evolutivos

As aves diferem dos outros animais pela existência de **penas**, que revestem e isolam o corpo, possibilitando a regulação da temperatura e auxiliando o voo. Acredita-se que seus ancestrais tenham sido répteis delicados, dotados de cauda longa e andar bípede, que corriam rapidamente com as patas posteriores, ficando os membros anteriores erigidos e livres, exatamente na posição em que



as aves atuais apresentam as asas. As penas podem ter surgido como um revestimento isolante e protetor contra variações de temperatura. As primeiras aves devem ter sido apenas planadoras. O vôo surgiu posteriormente, o deslocamento em alta velocidade e a penetração em nichos aéreos permitiram a expansão para áreas de temperaturas distintas e a ocupação de ambientes ainda não explorados por outros animais. Os fósseis de aves são raros, devido à delicadeza de seu esqueleto, o que torna mais difícil a preservação. *Archaeopteryx*, a "**ave-lagarto**", é o fóssil mais antigo, com aproximadamente 150 milhões de anos. Tinha o tamanho de um grande pombo, cabeça pequena, mandíbula com dentes, penas, asas com garras terminais e, provavelmente, só era capaz de planar.



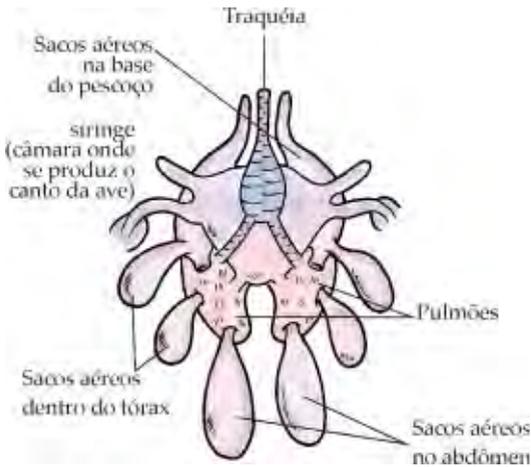
Archaeopteryx, a mais antiga ave conhecida, com cerca de 150 milhões de anos, mostrando caracteres reptilianos, como dentes e cauda longa.

10.3. Organização e Funcionamento

As aves mantêm a temperatura corporal (**homeotermia**), através de mecanismos fisiológicos, em torno de 40 a 42 graus centígrados, apresentando elevada taxa metabólica,

necessária para sua atividade, sobretudo o vôo. A capacidade de voar favorece a procura de alimento, a fuga dos inimigos e permite migrações para outras áreas quando as condições se tornam desfavoráveis. A velocidade de vôo varia de 30 a 80 km/h, embora os falcões, durante um mergulho no ar, possam atingir cerca de 200 km/h. Para voar, uma ave deve preencher certos requisitos, além da homeotermia, tais como a redução do peso e da densidade corporal e estruturas sensíveis e eficientes. Favorecem essa condição:

- o formato aerodinâmico do corpo, que é compacto e rígido, resultado de fusão, perda e reforço dos ossos;
- o posicionamento das patas abaixo do corpo, que podem ser retraídas entre as penas ventrais;
- o esqueleto leve e adaptado à fixação de fortes músculos;
- o aparelho respiratório eficiente, com os pulmões ligados a **sacos aéreos**, distribuídos entre os órgãos, úteis na retenção do ar, permitindo extração de oxigênio mesmo em grandes altitudes, assim como a dissipação do calor gerado pelo elevado metabolismo;
- as características do sistema circulatório, como o coração com quatro câmaras e a completa separação das circulações venosa e arterial;
- a eliminação dos excretas na forma de pequenos corpos esféricos esbranquiçados, compostos de ácido úrico, que ficam misturados com as fezes, evitando a formação de grande volume de urina líquida;
- a ausência de bexiga urinária, sendo exceção o avestruz;
- o total desenvolvimento dos ovos fora do corpo materno;
- a excelente visão, com grande acuidade visual e rápida acomodação de foco;
- voz e audição elaboradas, associadas com a necessidade de comunicação a grandes distâncias.



Aparelho respiratório de uma ave, mostrando os sacos aéreos.

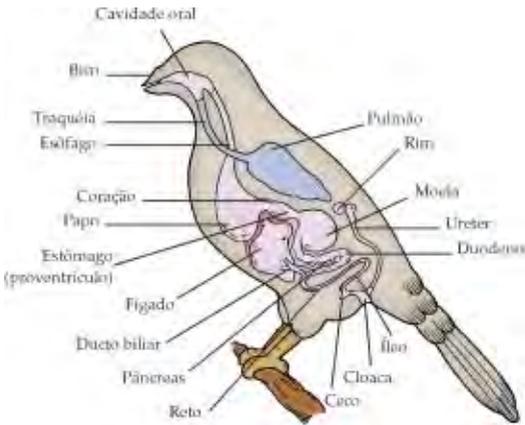
O corpo das aves tem forma e tamanho muito variáveis. A **cabeça** geralmente fica na extremidade de um **pescoço** flexível e é capaz de girar 360 graus em torno de seu eixo. Os membros anteriores são as **asas**, que possuem penas mais longas, denominadas **rêmiges**, próprias para o vôo. Os membros posteriores, as **patas**, têm muitos **músculos** na parte superior, enquanto a porção inferior apresenta **tendões** e é revestida por **escamas** córneas. Na **cauda** curta, abaixo da qual fica o **ânus**, podem existir longas penas, dispostas em leque. No **bico** pontiagudo, de revestimento córneo, há um par de **narinas**. Os **olhos**, grandes e laterais, possuem duas **pálpebras** e uma **membrana nictitante**. Existe uma **abertura auditiva** atrás de cada olho.

A pele, móvel, flexível e de frouxa fixação à musculatura, não tem glândulas, com exceção da **glândula uropigiana**, situada acima da base da cauda, que secreta uma substância oleosa capaz de impermeabilizar as penas e o bico, impedindo que este fique quebradiço.

O esqueleto das aves, sobretudo as que voam, é leve e delicado, formado por alguns **ossos pneumáticos**, que contêm cavidades

aéreas, reduzindo o peso, e alguns reforços ósseos que lhes conferem resistência. O osso do peito, chamado **esterno**, é dotado de uma **quilha** ou **carena** mediana, onde se prendem os grandes **músculos peitorais**, empregados no vôo (a "carne branca" do frango e do peru). As clavículas são soldadas, formando a **fúrcula**, mais conhecida como "osso da sorte". A cintura pélvica tem uma grande abertura ventral, que permite a passagem de grandes ovos na fêmea. A locomoção bípede é facilitada pelo grande desenvolvimento da estrutura óssea e muscular das patas, como se verifica facilmente em uma galinha.

As aves apresentam tubo digestivo completo, com uma certa especialização das suas partes componentes. Na ausência de dentes, o bico é utilizado na obtenção de alimento, sendo também empregado no alisamento das penas, na coleta de materiais para a confecção do ninho e na defesa. Seu envoltório cornificado tem crescimento contínuo, o que compensa o desgaste pelo uso. Sua forma varia de acordo com os hábitos alimentares: é delgado e afilado como um par de pinças nos pássaros que capturam insetos em folhagens; em pica-paus é robusto, para cortar madeira e penetrar nas cascas das árvores das quais retiram insetos; em garças tem formato de lança, para capturar peixes; em andorinhas é largo e delicado, permitindo a captura de insetos vivos em pleno vôo; é forte e cônico em aves comedoras de grãos; e afiado e recurvado em aves predadoras, como gaviões e corujas, nos quais é usado para rasgar o alimento. A língua, pequena e pontiaguda, tem revestimento córneo e não é extensível, exceto a de pica-paus, usada para capturar insetos na madeira, e a de beija-flores, que retira néctar das flores. Em pelicanos, o saco encontrado sob o queixo armazena temporariamente os peixes e nele é regurgitado o alimento para os filhotes.



Aparelho digestivo das aves

O alimento é temporariamente armazenado e umedecido no grande papo, situado logo após o esôfago. Em algumas formas, carrega alimento para os filhotes, que captam o material regurgitado ou introduzem a cabeça na garganta dos pais. Em pombos, o epitélio do papo apresenta duas estruturas glandulares, que secretam uma substância nutritiva, o "**leite de pombo**", usado para a alimentação dos filhotes. O estômago compreende o **proventrículo**, responsável pela secreção de sucos digestivos, e a **moela**, câmara de paredes musculares e espessas, onde ocorre a trituração do alimento, com o auxílio de fragmentos de cascalho e outras partículas ingeridas propositalmente, representando, em termos funcionais, o papel de "dentes". A **cloaca**, que se abre para o exterior através do ânus, é a câmara em que se misturam fezes, excretas e elementos sexuais.

Devido à sua intensa atividade, as aves consomem muito alimento de alto valor energético e, como não armazenam muita gordura, não podem sobreviver muito tempo sem se alimentar. Em geral, comem sementes, frutos e vários tipos de animais, como vermes, artrópodos, moluscos e vertebrados. Pelicanos e gaivotas, por exemplo, comem peixes; garças se alimentam de rãs; gaviões comem cobras, lagartos e pequenas aves; corujas caçam roedores e coelhos. Algumas formas apre-

sentam dieta especial, como os urubus, que comem exclusivamente animais mortos ("carniça") e os beija-flores, que, devido ao seu elevadíssimo metabolismo, usam como alimento insetos e o néctar das flores, uma solução fortemente açucarada. Aves marinhas têm glândulas especiais que eliminam o excesso de sais ingeridos, com perda mínima de água.

O sistema nervoso é bem desenvolvido, sendo o encéfalo proporcionalmente maior que o dos répteis. De forma geral, a capacidade gustativa e olfativa é limitada, mas a audição e a visão são muito eficientes. A acomodação visual é muito rápida, permitindo o ajustamento do foco em diferentes distâncias, o que se torna necessário nas repentinas mudanças visuais durante o voo ou na focalização de objetos dentro da água em aves mergulhadoras, como o mergulhão. O giro rápido da cabeça durante o movimento, para a frente e para trás, em aves como as galinhas, relaciona-se com a rápida observação dos arredores, determinando distâncias e percebendo movimentos. Águias, falcões e urubus apresentam grande capacidade de enxergar objetos distantes. Em corujas, a audição aguçada permite localizar pequenos mamíferos na escuridão total.

10.4. Reprodução

Um aspecto impressionante nas aves é a sua **coloração** variadíssima. O colorido dos machos geralmente é mais vivo que o das fêmeas, funcionando como forma de identificação e na defesa do território, estimulando o comportamento sexual da fêmea e ajudando a repelir ataques ao ninho e aos filhotes. A comunicação é realizada através de cantos e gritos. Os **gritos** geralmente são sons simples e breves, relacionados com a interação entre pais e filhotes e à reunião dos membros de um grupo. Os **cantos**, mais complexos, geralmente são emitidos pelos machos e relacionam-se com o comportamento reprodutivo, auxiliando no estabelecimento e na defesa de um território e na atração de parceiras. Algumas formas, como os papagaios, fazem

imitação pelo canto. O órgão do canto é a **siringe** (ausente em urubus e avestruzes), uma câmara de ressonância de complexidade variável, situada na base da traquéia. Pode conter músculos e membranas, que vibram quando o ar passa, produzindo os sons.

As estratégias reprodutivas são muito diversificadas. Cada espécie tem uma época característica para se reproduzir. Ritos nupciais são comuns, freqüentemente realizados em um território anteriormente estabelecido. Segue-se a construção do ninho e o acasalamento. A fecundação é sempre interna, realizando-se a cópula por atrito entre cloacas, uma vez que o pênis só ocorre em poucas formas, como avestruzes, cisnes e patos. Os **ovos** têm muito vitelo e casca calcária dura, necessitando de aquecimento ou incubação para o crescimento do embrião. Filhotes de galinhas e patos eclodem já bem formados e com movimentação ativa. Já os de pássaros e pombos são desprotegidos e necessitam de alimentação e cuidados no ninho. Rapidamente os filhotes aprendem a responder à visão dos pais e aos sons por eles emitidos. O cuidado com a prole é importante, para garantir a continuidade das espécies.



O cuidado das aves com a prole.

As aves são vertebrados com grande capacidade de dispersão através de mecanismos migratórios e a capacidade de vôo.

Apresentam várias adaptações ao vôo, como os membros anteriores transformados em asas com penas, ausência de bexiga urinária, sacos aéreos e ossos pneumáticos, visão e cerebelo bem desenvolvidos, assim como o osso esterno (peitoral) com carena onde a musculatura peitoral está inserida.

As aves corredoras são chamadas de **ratitas**, como a ema e o avestruz, e as aves voadoras são chamadas de **carinatas** como o beija-flor, pardal, águia, falcão, entre muitas outras.

As aves são animais com aparelho digestivo completo com boca e cloaca, sem dentes e bicos adaptados a diferentes tipos de alimentação. Apresentam papo para amolecimento e moela para trituração dos alimentos. Podem ser herbívoras ou carnívoras.

A respiração é pulmonar e o coração apresenta inovação em relação aos grupos anteriores com quatro câmaras, sendo duas aurículas e dois ventrículos totalmente separados, não ocorrendo mistura de sangue arterial e venoso.

Excretam ácido úrico na urina junto com as fezes. As aves apresentam mecanismos de controle de temperatura corporal, sendo chamadas de homeotérmicas.

11. Mamíferos

11.1 Apresentação

A classe *Mammalia* compreende animais denominados **mamíferos**. É um grupo extremamente diversificado, contendo formas como as toupeiras, os morcegos, os roedores (ratos e esquilos), os gatos, as baleias, os cavalos, os primatas (macacos e ser humano) e muitas outras. Todos têm em comum a existência de uma cobertura de **pêlos**, a homeotermia e a presença e o desenvolvimento de **glândulas mamárias** nas fêmeas, cuja secreção, o leite, alimenta os filhotes (daí o termo "mamífero"). Os cuidados com os descendentes são maiores, atingindo o apogeu na espécie humana. São encontrados em todos os ambientes, na terra, na água e no ar. Os menores representantes são certos



musaranhos e camundongos, que têm menos de 5 centímetros de comprimento e pesam apenas alguns gramas. Os maiores são os elefantes, em ambiente terrestre, e as baleias, em ambiente aquático. A baleia-azul é o maior animal conhecido, alcançando 30 metros de comprimento e pesando até 150 toneladas.

11.2. Aspectos Evolutivos

Acredita-se que os mamíferos, assim como as aves, tiveram um ancestral reptiliano. Pelo exame dos fósseis disponíveis, de cerca de 200 milhões de anos, supõe-se que as primeiras formas eram pequenas e ariscas, surgindo mais tarde os tipos modernos. Sua proliferação coincidiu com o desaparecimento dos dinossauros. Algumas características explicam o grande sucesso adaptativo dos mamíferos:

- o eficiente controle da temperatura corporal, facilitado pelo revestimento isolante do corpo, composto por **pêlos** e por uma camada de **gordura** situada no tecido subcutâneo (a camada inferior da pele);
- a separação completa de **sangue venoso** e **arterial** no coração, que permite melhor controle da pressão arterial e uma circulação mais eficiente; isso garante melhor oxigenação dos tecidos e chegada dos alimentos às células com maior rapidez, fator importante para a manutenção de metabolismo elevado;
- o **encéfalo** proporcionalmente maior que o de outros grupos de animais, o que está relacionado com a grande capacidade de ordenação, a aprendizagem e a memória;
- a sensibilidade muito aguçada, com a visão, a audição e, sobretudo, o olfato bastante desenvolvidos, possibilitando a obtenção de muitas informações sobre o ambiente ao seu redor;
- a movimentação eficiente, com pernas e braços localizados embaixo do corpo, garantindo maior sustentação e, ao mesmo tempo, permitindo uma locomoção mais rápida;
- a inexistência de postura de ovos na grande maioria dos representantes, permanecendo os filhotes no aparelho reprodutor da fêmea durante maior tempo, o que dá maior segurança para o embrião durante o desenvolvimento. Se, por um lado, nasce menor número de filhotes em cada gestação, por outro, cada um deles tem maiores chances de sobrevivência.

11.3. Organização e Funcionamento

O **tegumento** dos mamíferos apresenta uma série de **anexos**, dentre os quais os mais importantes são os **pêlos**. Formam uma densa **pelagem** nos animais de áreas frias, mas são finos e curtos em espécies tropicais. Elefante, rinoceronte, hipopótamo e homem têm poucos pêlos. As baleias são praticamente nuas, possuindo algumas poucas **cerdas** sobre os lábios. Carnívoros e roedores têm, sobre o nariz e os olhos, longas **vibrissas** (os "bigodes"), onde a base de cada pêlo é circundada por fibras sensitivas que recebem estímulos tácteis quando o animal se move. O corpo de ouriços e porcos-espinhos é coberto por **espinhos** pontiagudos, que, na verdade, são pêlos modificados. No tatu há uma **armadura** articulada, composta por escudos epidérmicos posicionados sobre placas ósseas, entre as quais existem uns poucos pêlos.

Mudas periódicas substituem gradualmente os pêlos. Seu crescimento ocorre até um certo comprimento e cessa; são exceções o couro cabeludo humano e a crina e a cauda dos cavalos, onde o crescimento é contínuo. Diferenças na pigmentação dos pêlos produzem os vários padrões de cor dos mamíferos. Outros anexos do tegumento são as garras, os cascos, as unhas e os cornos, estruturas que crescem continuamente, compensando o desgaste. Já as galhadas ou chifres, existentes em veados, são formações ósseas trocadas anualmente.

Na pele existem vários tipos de **glândulas**:

- **sebáceas**: produzem uma secreção oleosa, responsável pela lubrificação do pêlo e da pele;
- **odoríferas**: produzem secreções abundantes e malcheirosas, como em cangambás, ou escassas e delicadas, como em esquilos, servindo para marcação de territórios, atração sexual e defesa;
- **sudoríparas**: produzem uma secreção líquida que elimina resíduos do corpo e auxilia a termorregulação;
- **lacrimais**: suas secreções umedecem e limpam a superfície do olho;
- **mamárias**: ocorrem geralmente nas fêmeas e, ativadas por um hormônio no final da gestação, secretam leite durante o início do período de crescimento do filhote, regredindo depois. Em machos de primatas são reduzidas e não-funcionais.

O **esqueleto** é principalmente **ósseo**. As **cartilagens** existem sobre as superfícies articulares e formam os discos intervertebrais. Os ossos cranianos são menos numerosos e maiores que os de répteis e peixes. Uma estrutura óssea separa as passagens nasal e bucal até a garganta, permitindo ao animal respirar enquanto come. Os ossos maxilares estão fundidos em uma mandíbula única, maior e mais potente que a dos répteis. Em relação a outros vertebrados, os músculos são mais desenvolvidos na cabeça, no pescoço e nas patas. Os músculos faciais permitem a "expressão" de estados emocionais. Uma característica exclusiva é a existência do **diafragma**, um músculo transversal que separa a cavidade torácica, com coração e pulmões, da cavidade abdominal, onde estão as demais vísceras. Está relacionado com a **respiração**, uma vez que seu movimento bombeia ar para dentro dos pulmões.

Os **dentes** fixam-se em alvéolos mandibulares e apresentam forma e função relacionadas com o tipo de alimento utilizado.

A dentição inicial ou "de leite" é posteriormente substituída por uma dentição permanente. Em geral, não há cloaca, tendo os aparelhos digestivo, excretor e reprodutor aberturas separadas. Ao contrário dos demais vertebrados, suas **hemácias** são **anucleadas**. No aparelho respiratório, há a **laringe**, contendo cartilagens que circundam as **cordas vocais**, responsáveis pela produção de sons. Estes servem como alerta, intimidam inimigos, reúnem os membros de um grupo nas formas gregárias, atraem parceiros e permitem a localização de pais e filhotes. Os primatas são os mamíferos com "linguagem" mais variada, sendo articulada na espécie humana. Os morcegos emitem sons que, ecoando em objetos próximos, servem para orientá-los no voo, além de ajudar na captura de presas. Os sons produzidos por algumas baleias podem ser detectados a quilômetros de distância.

11.4. Reprodução

A fecundação é interna e os ovos geralmente implantam-se na parede do útero, onde tecidos embrionários e maternos desenvolvem a **placenta**, estrutura que garante o fornecimento de nutrientes e oxigênio e a eliminação de excretas, através da circulação sanguínea materna. Entretanto, o ornitorrinco e a equidna são ovíparos, e os ovos, semelhantes aos dos répteis, são incubados. Os marsupiais, como gambás e cangurus, têm ovos diminutos que permanecem apenas alguns dias no útero. Os fetos imaturos rastejam para fora até uma bolsa situada ventralmente no abdome da fêmea, onde se prendem firmemente às mamas, alimentando-se. Permanecem nessa bolsa, chamada marsúpio, até completarem o desenvolvimento. Em todos os mamíferos, o leite é o único alimento dos filhotes no início da vida. Contém água, gorduras, lactose, albumina e vários sais.



Urso coala



Canguru imaturo



Canguru e seu filhote



Filhote na bolsa marsupial

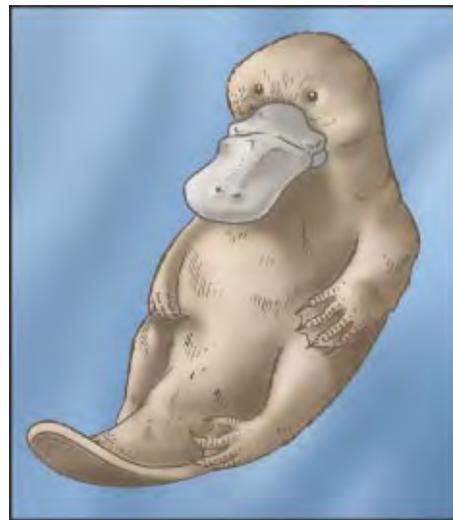
As fêmeas passam por um **ciclo estral** periódico, quando ocorrem modificações celulares no útero e na vagina, além de alterações comportamentais. Este período é conhecido por "cio". O número de filhotes por gestação costuma ser inversamente proporcional ao tamanho. Os grandes mamíferos geralmente produzem um único filhote por ano, mas espécies menores, que têm gestações curtas, com muitos descendentes, podem se reproduzir várias vezes no mesmo ano. Os filhotes de todos os mamíferos recebem cuidados dos pais antes de se tornarem independentes.

11.5. Classificação

I. Mamíferos Prototérios

São os mamíferos ovíparos, conhecidos também como monotremados.

Os dentes existem apenas nos filhotes, tendo os adultos um bico córneo. Há glândulas mamárias, mas não há mamilos e o leite sai como o suor, molhando os pêlos da região peitoral, que são lambidos pelos filhotes. A cloaca está presente, mas não possuem útero nem vagina. São comuns na região australiana. **Ornitorrinco e equidna.**



Ornitorrinco



Equidna (ordem *Monotremata*), um mamífero ovíparo

II. Mamíferos Metatérios

São mamíferos vivíparos.

São os marsupiais, geralmente sem placenta e com marsúpio na fêmea. O útero e a vagina são duplos. Estão restritos à Austrália, com exceção dos gambás americanos. Estão representados por: **canguru**, **coala** e **gambá**.



Mamífero marsupial – canguru com filhote na bolsa marsupial

III. Mamíferos Eutérios ou Placentários

São os mamíferos que possuem placenta. A placenta é um importante anexo embrionário, exclusivo dos mamíferos, que é importante para vários aspectos fisiológicos dos filhotes como: nutrição, trocas gasosas, excreção etc.

Dentro do grupo das placentárias destacam-se várias ordens, exemplificadas a seguir:

Ordem *Insectivora*

São pequenos, têm o focinho longo e fino e dentes afiados. Algumas formas são subterâneas. **Toupeira**, **ouriço**, **musarinho**.

Ordem *Chiroptera*

Os únicos mamíferos com vôo verdadeiro são geralmente pequenos e possuem os membros anteriores com dedos longos, sustentando as delgadas asas membranosas. Predominantemente noturnos, têm hábitos alimentares variados, sendo geralmente frugívoros ou insetívoros. Poucos são hematófagos. **Morcegos**.

Ordem *Primata*

Sua cabeça faz um ângulo reto com o pescoço. Apresentam encéfalo grande e muitas formas têm hábitos sociais. Geralmente apresentam grande habilidade manual, facilitada pela posição do polegar, oponível aos outros dedos. **Lêmure**, **macacos**, **homem**.

Ordem *Edentata*

Seus dentes estão reduzidos ou ausentes. Apresentam garras fortes. **Tamanduá**, **preguiça**, **tatu**.

Ordem *Lagomorpha*

Os grandes dentes incisivos crescem continuamente. **Lebre**, **coelho**.

Ordem *Rodentia*

Geralmente pequenos, também possuem incisivos de crescimento contínuo. Alimentam-se principalmente de folhas, sementes e raízes. **Esquilo**, **marmota**, **castor**, **rato**, **camundongo**, **capivara**.

Ordem *Cetacea*

São aquáticos e têm o corpo fusiforme. Seus membros anteriores estão modificados em nadadeiras e os membros posteriores estão ausentes. A cauda, bem desenvolvida, é usada na natação. A hipoderme, onde a gordura fica armazenada, é espessa. Permanecem submersos por algum tempo sem respirar. Suas narinas estão modificadas em um ou mais espiráculos, no alto da cabeça. **Baleia** e **golfinho**.



Ordem Carnivora

Alguns são de grande porte, sendo dotados de garras afiadas e dentes caninos modificados em presas para rasgar alimento. **Cão, lobo, coiote, raposa, urso, lontra, cangambá, hiena, gato, leão, tigre, onça, puma, lince.**

Ordem Pinnipedia

São marinhos, têm o corpo fusiforme e as patas com forma de remos, usadas na natação. Alguns têm porte avantajado. **Foca, leão-marinho, morsa.**

Ordem Proboscidea

São grandes e pesados, dotados de orelhas largas e achatadas. Possuem a pele grossa (daí o nome "paquiderme"), compensando a carência de pêlos. O nariz e o lábio superior formam uma probóscide ou tromba muscular, longa e flexível. Os incisivos estão modificados em longas presas (o "marfim"). Formam manadas e são herbívoros. **Elefante.**

Ordem Sirenia

Grandes, de corpo fusiforme. As patas anteriores assemelham-se a remos, mas não há patas posteriores de habitat aquático. **Manati ou peixe-boi.**

Ordem Perissodactyla

São animais ungulados, ou seja, dotados de casco, porém com dedos ímpares. Geralmente grandes e de patas longas. **Cavalo, zebra, anta, rinoceronte.**

Ordem Artiodactyla

Também ungulados, mas com dedos pares. Seu tamanho é variado. Muitos têm chifres ou cornos na cabeça. Geralmente sua dentição é reduzida. Inclui os **ruminantes**, geralmente sem os dentes incisivos superiores. **Porco, hipopótamo, camelo, veado, girafa, carneiro, bode, búfalo, boi, antílope.**

O quadro a seguir mostra alguns tipos de mamíferos e suas respectivas ordens.



