

Diversidade Biológica
dos Deuterostomados





Fundação

CECIERJ

Consórcio **cederj**

Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro

Diversidade Biológica dos Deuterostomados

Volume 1 - Módulos 1 e 2
2ª edição – Revisada

Oscar Rocha-Barbosa
Ronaldo Novelli



SECRETARIA DE
CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Ministério
da Educação



Apoio:



Fundação Cecierj / Consórcio Cederj

Rua Visconde de Niterói, 1364 – Mangueira – Rio de Janeiro, RJ – CEP 20943-001

Tel.: (21) 2334-1569 Fax: (21) 2568-0725

Presidente

Masako Oya Masuda

Vice-presidente

Mirian Crapez

Coordenação do Curso de Biologia

UENF - Milton Kanashiro

UFRJ - Ricardo Iglesias Rios

UERJ - Cibele Schwanke

Material Didático

ELABORAÇÃO DE CONTEÚDO

Oscar Rocha-Barbosa

Ronaldo Novelli

COLABORADORES:

Ana Lúcia Rosário Velloso

Mariana Fiuza de Castro Loguercio

Gustavo Aveiro Lins

COORDENAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO INSTRUCIONAL

Cristine Costa Barreto

DESENVOLVIMENTO INSTRUCIONAL E REVISÃO

Anna Maria Osborne

José Meyohas

COORDENAÇÃO DE LINGUAGEM

Maria Angélica Alves

REVISÃO TÉCNICA

Marta Abdala

Departamento de Produção

EDITORA

Tereza Queiroz

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Jane Castellani

COPIDESQUE

Cristina Freixinho

REVISÃO TIPOGRÁFICA

Jane Castellani

Sandra Valéria Oliveira

COORDENAÇÃO DE PRODUÇÃO

Jorge Moura

PROGRAMAÇÃO VISUAL

Sanny Reis

ILUSTRAÇÃO

Jefferson Caçador

Morvan Neto

Sami Souza da Silva

CAPA

Eduardo Bordoni

PRODUÇÃO GRÁFICA

Patricia Seabra

Copyright © 2005, Fundação Cecierj / Consórcio Cederj

Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada, por qualquer meio eletrônico, mecânico, por fotocópia e outros, sem a prévia autorização, por escrito, da Fundação.

R672d

Rocha-Barbosa, Oscar.

Diversidade biológica dos Deuterostomados. v. 1 / Oscar Rocha-Barbosa. – 2.ed. rev. – Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2009.

154p.; 19 x 26,5cm.

ISBN: 85-7648-044-1

1. Echinodermata. 2. Lofoforados. 3. Chaetognata.
4. Hemichordata. 5. Protochordata. I. Novelli, Ronaldo.

II. Título.

CDD: 593

2009/2

Referências Bibliográficas e catalogação na fonte, de acordo com as normas da ABNT.

Governo do Estado do Rio de Janeiro

Governador
Sérgio Cabral Filho

Secretário de Estado de Ciência e Tecnologia
Alexandre Cardoso

Universidades Consorciadas

**UENF - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO**
Reitor: Almy Junior Cordeiro de Carvalho

**UERJ - UNIVERSIDADE DO ESTADO DO
RIO DE JANEIRO**
Reitor: Ricardo Vieiralves

UFF - UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
Reitor: Roberto de Souza Salles

**UFRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO**
Reitor: Aloísio Teixeira

**UFRRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DO RIO DE JANEIRO**
Reitor: Ricardo Motta Miranda

**UNIRIO - UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO
DO RIO DE JANEIRO**
Reitora: Malvina Tania Tuttman

Diversidade Biológica dos Deuterostomados

Volume 1

SUMÁRIO

Módulo 1

- Aula 1** – Características dos Echinodermata. Os Asteroidea e Ophiuroidea ____ **7**
Ronaldo Novelli
- Aula 2** – Classe Echinoidea – Ouriço-do-mar _____ **21**
Ronaldo Novelli
- Aula 3** – Classe Holothuroidea – Pepino-do-mar _____ **31**
Ronaldo Novelli
- Aula 4** – Classe Crinoidea – Lírio-do-mar _____ **37**
Ronaldo Novelli
- Aula 5** – Lofoforados – Parte I – Bryozoa e Entoprocta _____ **43**
Oscar Rocha-Barbosa
- Aula 6** – Lofoforados – Parte II – Phoronida, Brachiopoda e Chaetognata__ **61**
Oscar Rocha-Barbosa
- Aula 7** – Hemichordata – Enteropneusta – Pterobranchia _____ **81**
Oscar Rocha-Barbosa

Módulo 2

- Aula 8** – Protochordata – Parte I – Tunicata – Características gerais _____ **97**
Oscar Rocha-Barbosa
- Aula 9** – Protochordata – Parte II – Tunicata – Ascidiacea _____ **105**
Oscar Rocha-Barbosa
- Aula 10** – Protochordata – Parte III – Tunicata – Thaliacea e Larvacea _____ **119**
Oscar Rocha-Barbosa
- Aula 11** – Protochordata – Parte IV – Cephalochordata _____ **129**
Oscar Rocha-Barbosa
- Gabarito** _____ **141**
- Referências** _____ **153**

Características dos Echinodermata. Os Asterozoa e Ophiurozoa

AULA

1

objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Saber caracterizar e definir o filo Echinodermata.
- Conhecer a morfo-anatomia e os sistemas dos Asterozoa e Ophiurozoa.

Pré-requisito

Disciplina:
Introdução à Zoologia.

INTRODUÇÃO

ORTOGENÉTICO

Relativo a ortogênese, que é a evolução numa linha definida (gr. *Orthós* = direito + *gênesis* = origem).

EMBRIOGÊNESE

Processo de desenvolvimento do embrião (gr. *Émbryon* + *gen* = torna-se).

ONTOGÊNICO

Desenvolvimento do indivíduo, desde o ovo até a forma adulta (gr. *On* = sendo + *gen* = torna-se).

FILOGÊNICO

A história (evolução) de uma espécie ou grupo superior (gr. *Phylon* = raça + *gen* = torna-se).

PENTÂMERA

Os órgãos se colocam em torno de um eixo oral-aboral, como raios da roda de uma bicicleta, que se irradiam em torno do eixo central, dividindo-se em 5 partes iguais.

BILATERAL

Simetria em que os órgãos são colocados aos pares aos lados do plano sagital, sendo este o único plano em que se obtêm as duas metades semelhantes.

Na aula de hoje vamos, primeiramente, definir e caracterizar os equinodermas e depois descreveremos sua morfo-anatomia e seus sistemas.

O táxon Echinodermata vem do latim (*echino* = espinho; *derma* = pele), que significa pele com espinhos. Naturalmente, essa denominação por ser muito antiga, foi usada para os primeiros equinodermas descritos, que foram os ouriços-do-mar. Atualmente, o nome do táxon, embora não adequado, é mantido.

Isso por quê? Porque alguns equinodermas, como estrelas-do-mar, pepinos-do-mar, lírios-do-mar e serpentes-do-mar podem não possuir espinhos em seu corpo.

De todos os representantes do reino animal, são os equinodermas os mais desviados da linha **ORTOGENÉTICA** da evolução. Isto é nítido, quando se estuda suas estruturas corpóreas e as particularidades de seus órgãos. Mesmo sendo tão diferentes de qualquer outro filo animal, alcançaram alto grau de evolução. Pertencem aos equinodermas os ouriços-do-mar, as estrelas-do-mar, os ofiuros (serpentes-do-mar), os pepinos-do-mar e os lírios-do-mar. Cada um, nas próximas aulas, será estudado monograficamente.

Como já foi dito, no passado os zoólogos deram, com exclusividade, o nome Echinodermata aos Echinoidea (animais com espinhos na pele), aos ouriços-do-mar.

Não faz tanto tempo, os zoólogos os situavam entre os Porífera (= Spongiaria) e os Cnidaria (= Coelenterata), em virtude da simetria radial, num grupo que Lineu denominou Zoophyta. A atual posição dos Echinodermata, na escala zoológica, tão próxima à dos Chordata, parece estranha, mas é correta. Através de estudos **EMBRIOGÊNICOS**, **ONTOGÊNICOS** e **FILOGÊNICOS**, sabemos hoje que eles têm mais relação com os Chordata do que com aqueles animais diploblásticos.

Embora, nos adultos, os equinodermas possuam simetria radial, e na maioria das classes, **PENTÂMERA**, a simetria fundamental, ou seja, aquela encontrada nas larvas dos equinodermas, é **BILATERAL**. Então, podemos afirmar: a simetria radial é secundária, sendo esta a transformação que as larvas sofrem até atingirem o estado adulto, para se adaptarem a outro modo de vida, presas ou sobre o substrato.

Uma característica comum a todos os equinodermas, são as placas calcárias, que compõem o seu esqueleto.

Este esqueleto não é uma simples carapaça externa, como aquele dos ouriços-do-mar, pois tem a mesma origem do esqueleto dos Vertebrata, ou seja, são produzidos pela própria mesoderme, portanto de estrutura interna. Por exemplo, jamais podemos comparar a concha dos moluscos, que é um exoesqueleto produzido pelo tegumento externo, denominado manto, com o esqueleto interno e mesodermal dos equinodermas.

Por sua origem mesodermal, os autores chamam ossículos as placas calcárias de todos os Echinodermata.

Os Echinodermata são animais **DEUTEROSTÔMICOS**, sendo justificada sua proximidade aos Chordata pelo fato de também serem igualmente **CELOMADOS** enterocélicos.

Pelos estágios larvais, muitos zoólogos os aproximam dos Hemichordadas – classe Enteropneusta, pois as larvas de ambos se assemelham, por possuírem celoma trisegmentado com poro para o exterior. Na fase adulta, o celoma forma a cavidade perivisceral, o aparelho ambulacral e outros espaços celômicos.

A principal característica, muito peculiar aos Echinodermata, é a presença do aparelho ambulacral. Este é formado por numerosos canais, que tomam a forma vertical, anelar e radial, da qual saem projeções exteriores denominadas pódios, que são sensoriais, locomotores e respiratórios.

Esses canais são originados do celoma verdadeiro.

CARACTERÍSTICAS GERAIS DO FILO

- Simetria geralmente radial (pentaradiada) nos adultos e bilateral nas larvas; três folhetos embrionários (triploblástico); maioria dos órgãos ciliados;
- são animais não segmentados e **ENTEROCÉLICOS**, com um **ENDOMESODERMO** derivado do **ARQUÊNTERON** primitivo;
- endoesqueleto de ossículos calcários recoberto por uma epiderme geralmente ciliada;
- o amplo celoma está subdividido de maneira completa e, durante o desenvolvimento, dá lugar aos sistemas ambulacral e hemal;
- possuem um peculiar sistema hidráulico, o aparelho ambulacral, que é um sistema hidrovacular, derivado do celoma, provido de pés ambulacrais (pódios), que servem para respiração, movimento e percepção sensorial;
- são acéfalos;
- tubo digestivo normalmente completo, alguns sem ânus e intestino (os ofiuróides);
- o sistema circulatório, denominado hemal, é simples, formado basicamente por um anel hemal oral e canais hemais radiais;
- o sistema nervoso é difuso, não centralizado, contendo três anéis, dispostos ao redor do tubo digestivo, de onde se originam nervos periféricos radiais;

DEUTEROSTOMOS

Quer dizer que a boca do animal adulto não foi originada do blastóporo embrionário, mas é nova formação.

CELOMADOS

Com cavidade existente entre as paredes do corpo e os órgãos internos, originada da mesoderme e revestida por peritônio, tecido mesodermal (gr. *Koilos* = cavidade).

ENTEROCÉLICO

Tipo de formação celômica que começa a partir dos blastômeros ligados às paredes do arquêntron que, em forma de saco, alcança as paredes do corpo (gr. *Enteron* = intestino + *Koilos* = cavidade).

ENDOMESODERMO

Termo que designa o terceiro folheto embrionário (*endo* = endoderma + mesodermo)

ARQUÊNTERON

Intestino primitivo (*arque* = primitivo; *enteron* = intestino).

- carecem de órgãos excretores;
- para a respiração, utilizam diferentes estruturas como pápulas, pódios, brânquias;
- são tipicamente animais dióicos, com gonodutos simples;
- desenvolvimento embrionário com segmentação holoblástica radial e uma série de estágios larvários ciliados, cuja metamorfose origina a simetria radial.

CLASSE ASTEROIDEA – ESTRELA-DO-MAR

As conhecidas estrelas-do-mar pertencem à classe Asteroidea. Preferimos utilizar a classificação mais tradicional, seguida por muitos autores, considerando as estrelas-do-mar na classe Asteroidea, e as serpentes-do-mar na classe Ophiuroidea. Alguns autores de livro-texto de Zoologia preferem unir as estrelas-do-mar e as serpentes-do-mar como subclasses distintas dentro de uma classe única, a dos Stelleroidea.

As estrelas-do-mar, apesar das muitas espécies existentes, têm, em sua maioria, cinco braços, obedecendo à simetria radial pentâmera no estado adulto. A estrela-do-mar da espécie *Oreaster reticulatus* é a maior estrela do Brasil, podendo medir cerca de 18cm de raio e 8cm de altura.

O Brasil é muito rico em estrelas-do-mar. As mais comumente encontradas são a estrela-do-mar-cinza (*Enoplopatiria stellifera*), a estrela-do-mar-vermelha (*Echinaster brasiliensis*) e a *Astropecten brasilienses*.

Muito fáceis de ser identificadas são as estrelas-do-mar de nove braços (*Luidia senegalensis*), encontradas em profundidades maiores que 100m, ou mesmo próximas à praia, em certas épocas do ano, no Estado do Rio de Janeiro, no município de Mangaratiba.

Os Asteroidea possuem corpo estelar (Figura 1.1 e 1.2), partindo do disco central braços ou raios, que podem ser cinco, na maioria das vezes, ou seis, nove ou mais de vinte, como na estrela-do-mar da Austrália, *Acanthaster planci*. Nas estrelas-do-mar não há demarcação nítida entre o disco central e os braços, o que as diferencia facilmente das serpentes-do-mar, que possuem nítida demarcação entre o disco central e os braços.

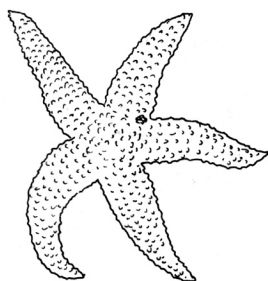


Figura 1.1: Vista dorsal de uma estrela-do-mar.

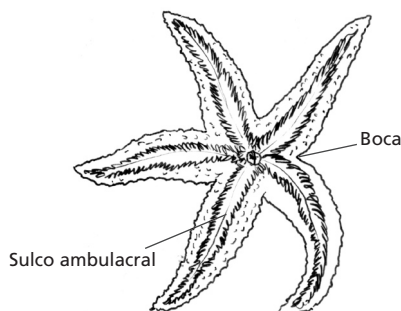


Figura 1.2: Vista ventral de uma estrela-do-mar.

Ao observarmos uma estrela-do-mar viva em um aquário, chamarão a nossa atenção seus movimentos coordenados pelos pequenos e numerosos pódios ou pés **AMBULACRÁRIOS**. Esses estão dispostos aos pares, ventralmente, dentro de sulcos abertos que correm ao longo de cada braço, denominados sulcos ambulacrários.

Uma propriedade das estrelas-do-mar é sua grande capacidade de regeneração. Se ocorrer um traumatismo, só restando o braço, este pode regenerar uma estrela inteira.

AMBULACRÁRIO

Diz respeito a movimento (lat. *ambulacru* = movimento).

SISTEMA GERAL DOS ASTEROIDEA

A) Sustentação

O esqueleto é feito de numerosas peças calcárias denominadas ossículos, devido à sua origem mesodérmica. Estes são dispostos de maneira que formam uma rede ou esqueleto reticular, contido na derme.

Os sulcos ambulacrários são sustentados por vários ossículos colocados no dorso e lateralmente.

Os ossículos unem-se uns aos outros por tecido conectivo e fibras musculares, podendo abrir o sulco para facilitar a expansão dos pódios ou fechá-los para o meio externo, protegendo os pódios delicados.

Por estarem os ossículos unidos a fibras musculares, os braços das estrelas-do-mar, embora de aspecto rígido, devido aos ossículos calcários, apresentam movimentos para cima, para baixo e para os lados. Os pedicelários, estruturas de defesa das estrelas, também ligadas a músculos que se inserem no esqueleto, têm movimentos articulares. Muitas estrelas possuem espinhos.

ESPLANCNOPLEURA

Tecido peritoneal de origem mesodermal, que reveste os órgãos internos, delimitando-os com relação à cavidade celomática.

SOMATOPLEURA

Membrana peritoneal que reveste as paredes do corpo, delimitando as paredes do celoma (gr. *Soma* = corpo + *pleura* = lado).

AXIALMENTE

(lat. *axis* = eixo).

MESENTÉRIOS

Dobra do peritônio que serve para suspender as vísceras (gr. *Mesos* = meio + *enteron* = intestino).

Em corte transversal ao corpo de uma estrela, põe-se a descoberto uma cavidade espaçosa que contorna as vísceras e se alonga por todos os braços: é o celoma. Lembre-se de que o celoma é de origem enterocélica. Os espaços celômicos, entre as paredes **ESPLANCNOPLEURAS** e as **SOMATOPLEURAS**, são preenchidos por líquido, que pouco se diferencia da composição da água do mar, contendo ainda um pouco de material albuminóide.

B) Digestão

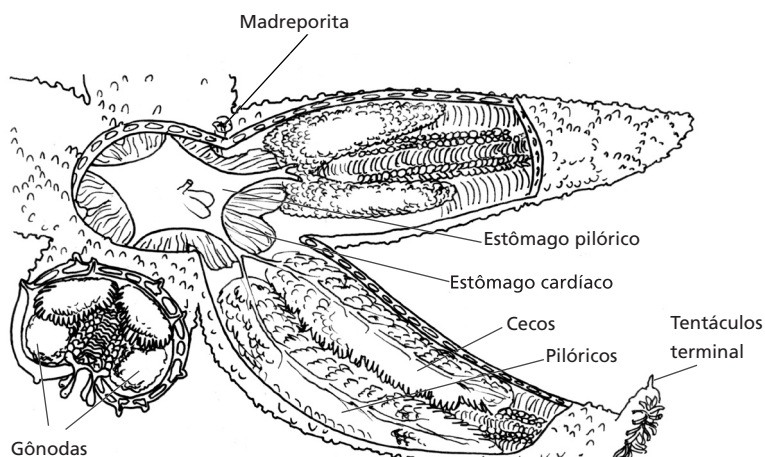
O tubo digestivo inicia-se na boca, situada ventralmente e centralmente, na confluência dos braços. Essa abertura continua **AXIALMENTE** por um esôfago curto e estreito, que se abre num amplo estômago central, formado de duas partes: o estômago propriamente dito, na parte inferior, e o saco pilórico ou estômago pilórico, situado superiormente. O estômago inferior e vesicular apresenta paredes delgadas muito dobradas, suspensas por **MESENTÉRIOS**. Essa parte do estômago, denominada também *estômago cardíaco*, pode ser totalmente evertida em muitas estrelas (**Figura 1.3**).

A porção da extremidade mais superior do estômago, ou saco pilórico, caracteriza-se por ser pentagonal regular, do qual sai um ceco de cada ângulo que, em seguida, se bifurca, acompanhando o comprimento dos braços. As paredes dos cecos pilóricos são angulares e secretam enzimas para a digestão de certos alimentos. O intestino, que segue axialmente ao dorso do estômago, é curto, um pouco sinuoso, e termina no ânus dorsalmente. O ânus, em algumas estrelas, pode ser central (ex. *Echinaster*, *Oreaster*), excêntrico ou ausente.

As estrelas-do-mar são carnívoras, comem desde pequenos crustáceos até moluscos bivalves. É comum engolirem um molusco bivalve com casca e, depois da digestão das partes moles, lançarem pela boca, para o meio externo, a concha vazia, pois o ânus das estrelas é muito pequeno, servindo somente para eliminar restos de excrementos pequenos e líquidos.

Quando uma estrela-do-mar encontra um alimento muito grande, que não pode engolir, everte todo o estômago inferior sobre a presa, envolvendo-a, lançando produtos do estômago e efetuando uma digestão parcial externa. Esse tipo de digestão parcial é comum nas estrelas-do-mar *Enoplopatiria stellifera*.

Figura 1.3: Esquema interno de uma estrela-do-mar.



C) O sistema sangüíneo ou hemal, em preparação anatômica, não é evidente; somente é visível em sucessivos cortes histológicos. Do anel hemal oral ascende um plexo hemal ou órgão axial, ligado a outro anel superior, o anel **HEMAL ABORAL**, que emite ramos para as gônadas. Não existe coração ou qualquer outro órgão pulsador. O sangue circula em função da movimentação do animal. Há um órgão central, o plexo hemal, que alguns autores chamam de “coração”. O sangue contido nos canais hemais é incolor e pode ser chamado *hemolinfa*.

Contornando todo o sistema hemal ou sanguíneo da estrela, existe um sistema, o peri-hemal, que recebeu esse nome por contornar o sistema hemal. Estes canais peri-hemais têm paredes definidas e são celomáticos. Existe um anel peri-hemal oral, logo abaixo do anel hidrovacular, donde partem os canais peri-hemais radiais. Também encontramos um canal anelar peri-hemal interno, em íntimo contato com o canal anelar externo; encontramos também o seio axial, tubular, que engloba o canal de areia e o órgão axial, ligado ao canal peri-hemal interno.

D) O sistema ambulacrário (**Figura 1.4**) inicia-se com uma placa perfurada, situada excentricamente entre dois braços, bem em sua base, denominada *madreporita*. Esta placa é provida de sulcos e saliências que partem radialmente de seu centro. Através de poros, que se encontram no sulco da placa, dá-se a entrada da água no interior do sistema ambulacrário. Segue para o interior da madreporita um canal em sentido vertical, o canal de areia ou pedroso, assim chamado por sua consistência calcária. Paralelamente a este canal, encontra-se o órgão axial ou plexo hemal do sistema sangüíneo.

HEMAL=
de sangue
(gr. *Haema* = sangue)

ABORAL =
posição superior;
oposto à boca
(*ab* = longe +
oral = boca)

Esta estrutura, o canal de areia como o plexo hemal, são envoltos pelo canal peri-hemal ou seio axial. Nos sulcos da placa madreporica existem cílios que, pelo movimento vibrátil, atraem a água para o interior dos poros. A água conflui para o interior do canal pedroso, que é pregueado e tem longos flagelos; esses continuam a impeli-la para o interior do sistema ambulacral. Alguns poros da madreporita comunicam-se com o eixo axial, impelindo a água para o seu interior. O canal pedroso liga-se diretamente com um canal anelar, que circunda a boca. Internamente, o canal anelar possui várias pequenas vesículas denominadas *corpúsculos de Tiedmann*, que alguns estudiosos interpretam como vesículas formadoras de amebócitos; outros, como órgão de excreção interna. O canal anelar apresenta, ainda, em algumas espécies de Asteroidea, as vesículas de Poli, situadas inter-adialmente na parte externa do canal anelar, e de maiores dimensões.

Os mais importantes canais que saem do canal anelar são os cinco radiais, que se dirigem ao longo do comprimento de cada braço, em estreita ligação com o sulco ambulacrário. Os pódios constituem-se em duas fileiras, que acompanham os canais radiais, um em cada lado. Cada par de pódios está ligado ao canal radial por meio de dois canalículos transversos, em posição bilateral. Na parte superior de cada pódio encontra-se uma grande ampola, de paredes finas mas musculosas. Os pódios saem através das malhas do esqueleto para o meio exterior. Na parte terminal do pódio encontra-se uma espécie de ventosa com forte musculatura. O pódio também apresenta músculos longitudinais em todo seu comprimento.

Até agora fizemos uma descrição detalhada do sistema ambulacral. Mas como ele funciona?

A corrente líquida do meio externo é atraída por cílios para dentro da madreporita, vai ao canal pedroso, canal anelar e canais radiais, chegando até as ampolas dos pódios. Daí, por meio de movimentos musculares das ampolas, a água é impelida para os pódios, que então se tornam eretos à força da água. As ventosas dos pódios aderem ao substrato e prendem-se por meio de musculatura concêntrica. A água não retorna, pois existem válvulas nos canalículos laterais que impedem o refluxo. O pódio preso ao substrato fica muito esticado, pela própria pressão da água; então, processa-se fenômeno inverso, ou seja, a musculatura longitudinal do pódio retesa-se e este vai diminuindo de comprimento.

Este movimento do pódio faz com que a estrela possa se deslocar no meio ambiente.

Como muitos pódios efetuam esse movimento em conjunto, a estrela locomove-se, vagarosamente, mas com eficiência. Interessante é que neste sistema aquífero, quase não é necessário entrar água, pois o vai-e-vem da água, por causa dos movimentos da ereção dos pódios e dos movimentos antagônicos das musculaturas das ampolas e pódios, fazem com que a água desça ao pódio e suba às ampolas. O que pode acontecer é perda parcial de água pelas membranas finíssimas dos pódios. Esta água perdida é repostada; parte dela vem da vesícula de Poli, ou mesmo da madreporita, mantendo o sistema estável.

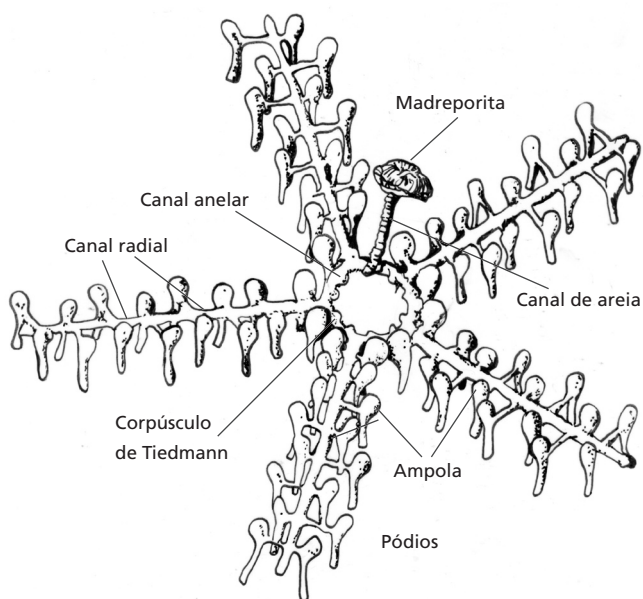


Figura 1.4: Aparelho ambulacral de uma estrela-do-mar.

E) A respiração nos asteróides ocorre através de todas as paredes finas, tais como as pápulas e os pódios, os quais podem ser chamados *brânquias dermais*, que põem em contato o líquido celomático com a água do meio ambiente.

F) Os asteróides não apresentam órgão especializado na função de excreção. Quem faz esta função são os corpúsculos de Tiedmann, através de células chamadas *amebócitos*, que se encontram livremente no líquido celomático. Desta forma, os restos nitrogenados são rigorosamente absorvidos pelos amebócitos, que se dirigem às pápulas (brânquias dermais) e ali se acumulam, forçando sua saída para o meio exterior. Este fenômeno pode ser observado por meio do corante carmim.

G) O principal sistema nervoso ou neural dos asteróides é o epidermal, assim chamado por achar-se embaixo da epiderme. É formado basicamente por um anel nervoso oral que circunda a boca e se distende por meio de cinco cordas nervosas radiais, cada uma num braço, na epiderme do sulco ambulacral. Os nervos radiais terminam no tentáculo terminal do braço, em comunicação com uma mancha ocelar. Existe também um sistema nervoso aboral, que se estende dorsalmente, por baixo do peritônio, dos braços para os músculos; por esta razão, também, são chamados elementos nervosos celômicos.

Os órgãos sensoriais estão inteiramente ligados ao sistema neural, estando principalmente nos discos das ventosas dos pódios. Na extremidade de cada braço, existe também um tentáculo pequeno, chamado tentáculo terminal, que desenvolve funções sensoriais. Na base desses tentáculos, existem manchas ocelares, em geral coloridas de laranja, que são fotorreceptoras.

DIÓICOS =
sexos separados.

H) Quanto à reprodução, os Asteroidea são animais **DIÓICOS**. Em cada braço há um par de gônadas (**Figura 1.3**) semelhantes a cachos. O seu produto sexual é impelido por meio de canalículos, que terminam no disco dorsalmente. Os gametas masculinos e femininos são lançados no meio externo marinho, onde ocorre a fecundação e o desenvolvimento. Os ovos caracterizam-se por sofrerem clivagens iguais e totais e, em poucos dias, desenvolvem-se numa blástula ciliada, que nada no meio marinho mediante movimentos dos cílios. Mede, em diâmetro, cerca de 200 micra.

BIPINÁRIA =
larva pelágica dos Asteroidea, provida de uma faixa ciliada e separada em duas alças e com um grande lobo pré-oral (*bi* = dois + *pinna* = pena)

BRAQUIOLÁRIA =
larva de alguns Asteroidea, que difere da bipinaria pela presença de três papilas adesivas e de uma ventosa no lobo pré-oral (lat. *brachium* = braço)

Processa-se, a seguir, a gastrulação. As células arquênteras dão origem aos primeiros blastômeros mesodermis. Formam-se os celomas que têm origem enterocélica. Como já dito, as estrelas-do-mar são deuterostômias; a boca é uma neoformação, produzida em oposição ao blastóporo, o qual, no adulto, seria a abertura anal. De cada lado, começa a formar três lobos, que caracterizam o estágio larval, denominado **BIPINÁRIA**. Quando a larva atinge cerca de 3mm, e se lobos laterais desenvolvidos servem para a natação, ela se chamará **BRAQUIOLÁRIA**. Quando aumenta de peso não nada mais, e passa a viver no fundo do mar, cerca de dois meses, a partir do ovo. As estrelas sofrem grandes transformações até atingir o estado adulto. O lado esquerdo da larva transforma-se em superfície oral e o lado direito, em superfície aboral.

CLASSE OPHIUROIDEA – SERPENTE-DO-MAR

Introdução

Os representantes desta classe são as serpentes-do-mar (Figuras 1.5, 1.6 e 1.7), que possuem este nome devido aos movimentos de seus braços serem serpentiformes, assemelhando-se aos movimentos das cobras. Facilmente são distintos das estrelas-do-mar, por possuírem um disco central pequeno, quase esférico, do qual partem cinco braços estreitos, longos e de aspecto segmentado. Enquanto nas estrelas-do-mar não há nítidas demarcações entre o disco central e os braços, isso é evidente nas serpentes-do-mar.

Outros caracteres externos não comuns nos *equinodermas* são a madreporita na superfície ventral, a falta de ventosa nos pódios e a ausência de pedicelários.

Os **OPHIUROIDEA** vivem entre as pedras, em águas rasas do fundo marinho, locomovendo-se ativamente para baixo das pedras quando os expomos à luz ambiente, pois preferem a escuridão das tocas e frestas marinhas. Os Ophiuroidea não possuem sulco ambulacral, pois cada braço está completamente contornado por quatro séries de placas, formadas por uma série dorsal, uma ventral e duas laterais. Entre as margens das placas laterais e ventrais encontram-se pequenos poros que deixam sair os pódios chamados, mais corretamente, tentáculos, por desempenharem muito mais funções sensoriais que locomotoras, pois são isentos de ventosas na extremidade. Das placas laterais saem espinhos que variam em número e forma em cada espécie, e que servem para auxiliar a locomoção, como peças em alavancas, embora não sejam móveis como os dos ouriços-do-mar.

OPHIUROIDEA

(*ophi* = cobra; *uro* = cauda; *oidea* = forma). Diz respeito aos movimentos serpentiformes dos braços das serpentes-do-mar.

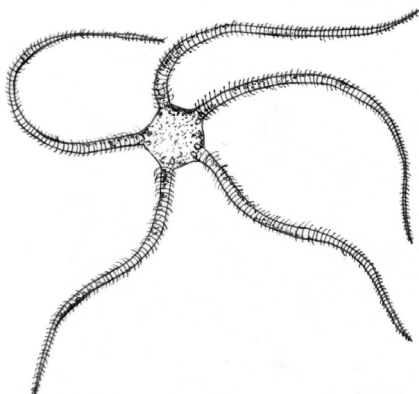


Figura 1.5: Um Ophiuroidea com espinhos curtos.



Figura 1.6: Ophiuroidea (*Ophiotrix*) com espinhos fixos longos.

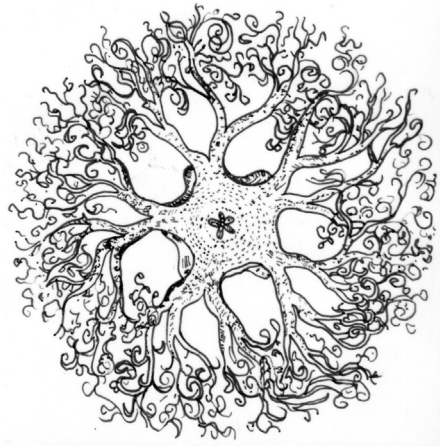


Figura 1.7: Ophiuroidea com braços ramificados (*Astrocyclus sp.*).

O interior de cada braço é ocupado por numerosas placas calcárias denominadas vértebras, assim chamadas por se articularem, uma com a outra, tanto nas partes proximais como nas distais. São quatro faixas musculares longitudinais, que permitem os movimentos dessas vértebras. A boca, situada no centro do disco, está contornada por cinco grupos de placas móveis, que servem de mandíbulas.

Sistema Geral dos Ophiuroidea

A) O sistema digestivo inicia-se pela boca, situada ventralmente; segue-se um estômago achatado, muito espaçoso, que não tem a propriedade de everter-se para o meio exterior, sustentado no celoma por meio de mesentério e termina cegamente, ou seja, não possui ânus; também não possui ramificações para os braços. Podemos resumir, então, que o sistema digestivo dos Ophiuroidea é muito simples, com boca e estômago, faltando esôfago, intestino e ânus. O alimento das serpentes-do-mar consiste em microorganismos, moluscos, algas e outros materiais orgânicos, que podem ser capturados e levados à boca pelos tentáculos que a rodeiam. Os restos alimentares, por não haver ânus, são lançados pela própria boca ao meio exterior.

B) O sistema hidrovacular inicia-se na parte oposta à dos Asteroidea, pois a madreporita está na superfície ventral, ao lado da boca, muito reduzida, apresentando um ou dois poros. Segue-se o canal pedroso, pequeno e muito estreito. Este dirige-se para cima, para o canal anelar, da qual partem cinco canais radiais, que se comunicam diretamente com os pódios. Não há ampolas na parte superior dos pódios nem ventosas em suas partes inferiores; entretanto, válvulas impedem o refluxo da água.

Para tornar eretos os pódios, a água é forçada pelos próprios músculos circulares. Como esta força é pequena, há pouca perda de água, sem necessidade de reposição, por isso serem a madreporita, o canal de areia e demais estruturas tão reduzidos. Como o sistema hidrovacular é somente sensorial, não há necessidade de fortes pressões de água.

C) O sistema hemal é muito reduzido, apresentando também um sistema peri-hemal, que se alonga pelos braços através dos canais radiais.

D) O sistema neural compõe-se de um anel neural que contorna a boca e, em cada saída dos nervos radiais, há um grande gânglio. A corda neural radial segue por entre as vértebras e apresenta em cada espaço, entre duas vértebras, espaçamento ganglionar da corda nervosa. O sistema neural dos Ophiuroidea parece o mais desenvolvido entre os equinodermas, embora não possua manchas oclares nas extremidades dos tentáculos. As funções sensoriais são desempenhadas pelos pódios e pelos tentáculos terminais.

E) A respiração dos Ophiuroidea é desenvolvida nos próprios pódios. Cinco pares de formações **SACIFORMES** colocam-se ventralmente de cada lado, na base do braço. Estas formações, denominadas bursas gênito-branquiais, auxiliam na respiração, mas servem também para o lançamento dos gametas ao meio externo, pois se comunicam com os gonodutos.

F) A reprodução ocorre por fecundação externa, no meio marinho. Após o processo de gastrulação, forma-se uma larva chamada Ophiopluteus, que se caracteriza por possuir braços compridos e ciliados.

Há um alto grau de regeneração entre os Ophiuroidea, podendo um braço regenerar uma serpente completa.

SACIFORMES =
em forma de saco.

RESUMO

Nesta aula, você estudou as características gerais e definições do filo Echinodermata. Você aprendeu que, baseados numa classificação mais didática, podemos separar os equinodermos em cinco classes: classe Asteroidea, que inclui as estrelas-do-mar; classe Ophiuroidea, a das serpentes-do-mar; classe Echinoidea, dos ouriços-do-mar; classe Holothuroidea, dos pepinos-do-mar e classe Crinoidea, dos lírios-do-mar. Você também aprendeu que a simetria fundamental dos equinodermos é a da larva, bilateral, e a simetria secundária, a pentaradiada. Como característica geral de todos os equinodermos são seus esqueletos calcários, podendo ter aspecto de placas ou pequenos ossículos, as vértebras. Vimos que as diferenças entre Asteroidea e Ophiuroidea são nítidas: enquanto as estrelas-do-mar apresentam disco central e braços não demarcados nitidamente, nas serpentes-do-mar ao contrário, esta demarcação é nítida. Também o movimento das estrelas-do-mar é baseado nos pódios, enquanto nas serpentes-do-mar são os braços que se movem. Os sistemas foram descritos e a grande novidade que você, com certeza, observou pela primeira vez no reino animal é a presença de um sistema ambulacrário, responsável pelo movimento dos equinodermos.

EXERCÍCIOS

1. Caracterize os Echinodermata.
2. Diferencie Asteroidea de Ophiuroidea.
3. Descreva o sistema básico ambulacral dos Asteroidea.
4. Descreva o sistema hemal dos Asteroidea.
5. Como é o sistema neural dos Ophiuroidea?

AUTO-AVALIAÇÃO

Pode parecer que esta aula foi muito descritiva e pura “decoreba”. Entretanto, todo conhecimento adquirido, no início, tem uma alta dosagem de “decoreba” de nomes. Imagine se um médico famoso não decorasse os nomes das peças que formam os diversos sistemas do homem. Ele ficaria em péssima situação, quando precisasse pedir a um assistente para cortar a veia cava anterior ou fazer uma incisão no peritônio de um paciente etc. Por isso, você precisa aprender os termos técnicos utilizados por pesquisadores no mundo inteiro.

Se você guardar os sistemas ambulacrários, hemal e neural dos Asteroidea e Ophiuroidea, já deu um grande passo. Responda aos exercícios e avance para a próxima aula.

objetivo

Classe Echinoidea – Ouriço-do-mar

AULA

2

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Entender a morfoanatomia e sistemas dos Echinoidea.

Pré-requisito

Aula 1.

INTRODUÇÃO

ECHINOIDEA

(gr. *Echinos* = espinhos).

PERÍSTOMA

Membrana que envolve a boca dos ouriços-do-mar (gr. *Peri* = envolta + *estoma* = boca)

PERIPROCTO

Membrana que envolve o ânus (gr. *Peri* = envolta + *procto* = ânus).

O conhecido ouriço-do-mar pertence à classe **ECHINOIDEA**, nome dado devido aos espinhos encontrados em seu corpo.

Os ouriços-do-mar mais conhecidos são da ordem Regularia. Sua forma é a de uma esfera ligeiramente achatada, tanto no pólo oral como no aboral. Com consistência rígida, as placas calcárias do endoesqueleto são ligadas, solidamente, umas às outras. Ventralmente, encontra-se uma região mole, o **PERÍSTOMA**, membrana que envolve a boca e, dorsalmente, o **PERIPROCTO**, que contém o ânus.

A carapaça do ouriço-do-mar regular é formada por placas contíguas, dispostas em dez filas duplas, alternando cinco zonas ambulacrárias, isto é, cinco filas duplas de placas perfuradas, por onde passam os pódios, e cinco placas mais largas, compostas por placas não perfuradas, as zonas interambulacrárias.

Cada zona ambulacrária termina na borda do **PERIPROCTO** por uma placa, denominada placa ocelar, e cada zona interambulacrária por uma placa maior, a placa genital. Uma das placas genitais, simultaneamente, aloja a madreporita.

Os corpos dos ouriços-do-mar irregulares são achatados. O periprocto não se posiciona no círculo das placas oclares e genitais, deslocando-se para uma das zonas interambulacrárias (ou interradiais), às vezes deslocadas até as proximidades da boca (por exemplo, na ferradura do mar, *Encope emarginata*).

Tanto as placas ambulacrárias como as interambulacrárias são providas de pequenos tubérculos, sobre os quais se articulam os espinhos, que são móveis em todas as direções, graças a uma musculatura particular (**Figuras 2.1 e 2.2**).

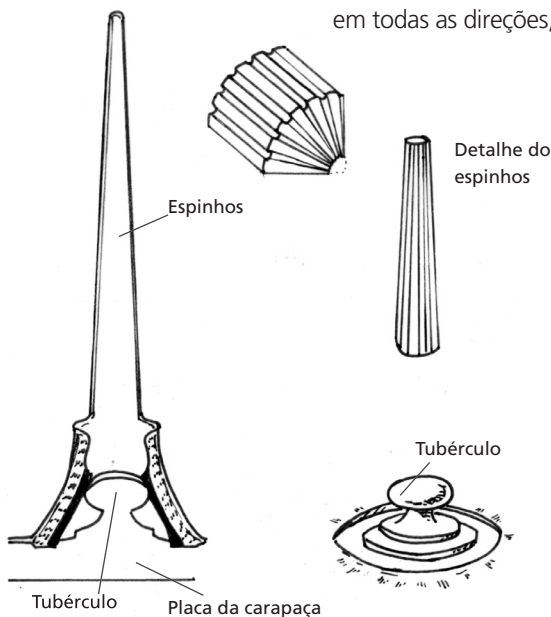


Figura 2.1: Detalhe do espinho de ouriço-do-mar.

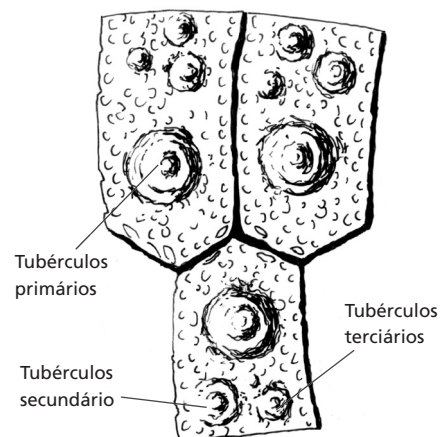


Figura 2.2: Detalhe da carapaça de ouriço-do-mar.

Os pedicelários, que são pequenas estruturas com função de limpeza e proteção, estão geralmente presentes, sendo pedunculados e tendo formas variadas: o trifoliado, que na parte superior tem três peças em folhas; o tridáctilo, que tem, na parte superior, três formações digitiformes; o gemiforme, que, como diz o próprio nome, tem cabeça globular e pode secretar veneno, e o *Ophiocephalus*, nome bem aplicado, pois as peças do ápice do pedicelário têm formações dentiformes nas margens internas e se abrem muito, para se fecharem rapidamente, semelhante à cabeça de cobra.

A boca, em todos os Echinoidea regulares e em alguns irregulares, apresenta cinco dentes, sustentados por um aparelho esquelético muito complexo, composto por 30 peças calcárias, com o qual se relaciona uma musculatura também muito complexa. Todo este conjunto, que será descrito adiante, é conhecido pelo nome de *Lanterna de Aristóteles*.

Morfológicamente, a carapaça de um ouriço-do-mar, com forma globóide, apresenta cinco zonas ou faixas ambulacrárias, onde se localizam os pódios.

Os ouriços não têm sulco ambulacral, pois as placas calcárias são fundidas entre si, não possibilitando nenhuma articulação, como acontece com as estrelas-do-mar.

As cinco zonas interambulacrais localizam-se entre as faixas ambulacrárias e não apresentam os orifícios por onde saem os pódios.

Toda a carapaça, incluindo os espinhos, é de origem mesodérmica e revestida de tegumento. Com o tempo e o uso, o tegumento se desgasta, ficando o espinho sem qualquer proteção epitelial.

Ventralmente, encontramos o perístoma, uma membrana que envolve a boca. Contornando a boca, há pequenos espinhos e dez pódios bucais, que servem para a captura de alimento. Na união do perístoma com as placas calcárias em posição interambulacral, ocorrem numerosas projeções do tegumento destinado à respiração.

SISTEMA GERAL DOS ECHINOIDEA

A) O tubo digestório (Figura 2.3) inicia-se ventralmente na boca, situada no centro da membrana do perístoma. Cinco dentes calcários podem sair pela boca para raspagem do alimento, constituído principalmente de algas marinhas, animais mortos ou pequenos animais escondidos na areia do fundo.

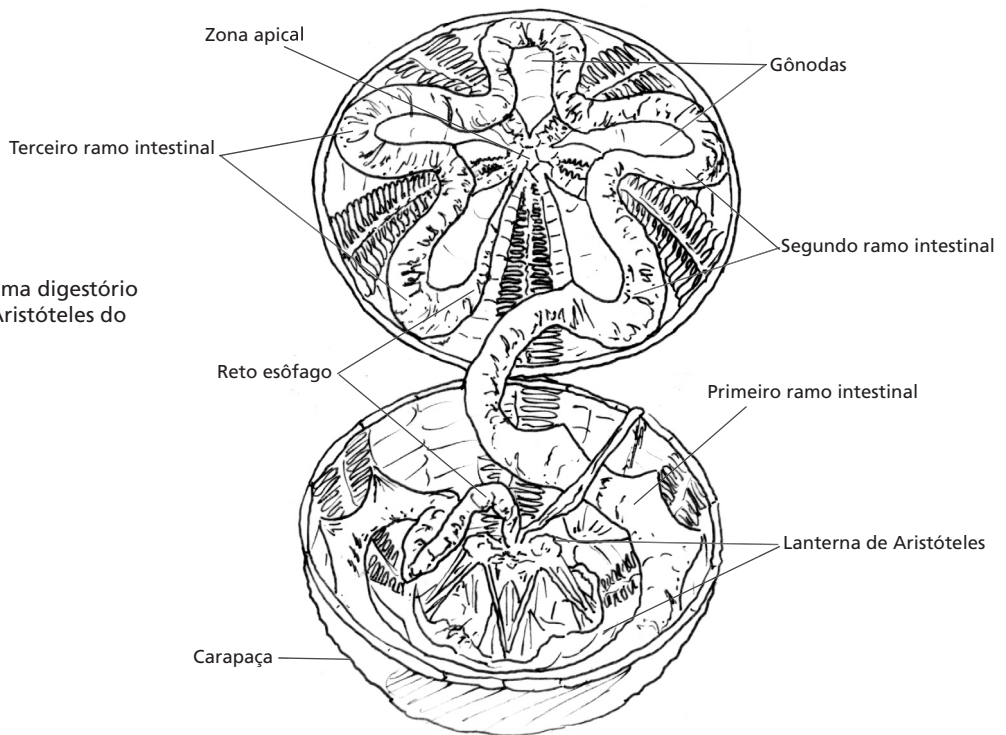


Figura 2.3: Sistema digestório e Lanterna de Aristóteles do ouriço-do-mar.

LANTERNA DE ARISTÓTELES

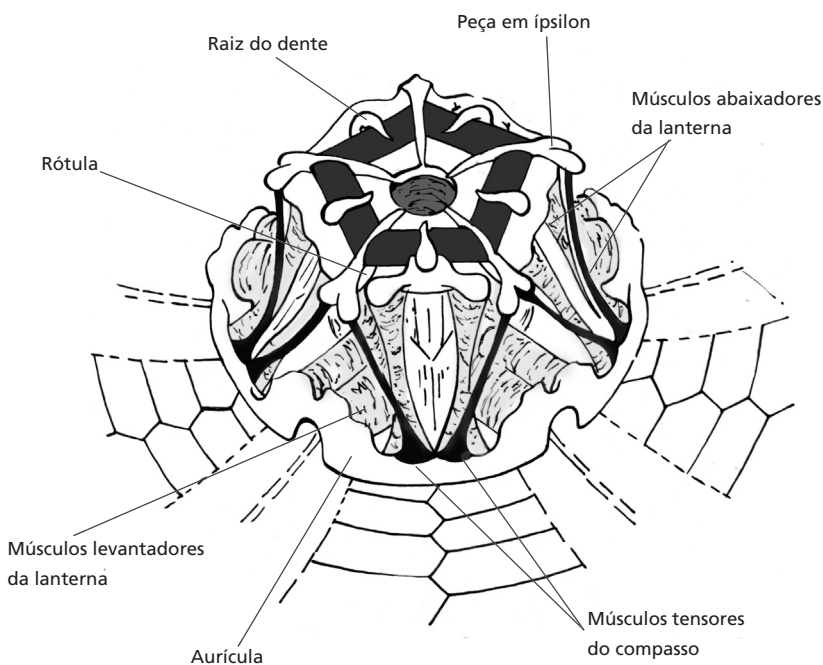
Nome dado pela semelhança do aparelho a uma antiga lanterna.

Para a raspagem do alimento no substrato há um conjunto complexo de peças calcárias, a **LANTERNA DE ARISTÓTELES** (Figura 2.4). Esta é formada por cinco dentes brancos calcários, apresentando suas extremidades livres; a ventral, com forma de um cinzel, e a outra, a dorsal, onde encontramos a raiz com suas partes moles. A raiz é responsável pelo crescimento, pois as pontas dos dentes se gastam com o uso. Os cinco dentes estão inseridos em peças calcárias chamadas pirâmides, devido à sua forma.

Cada pirâmide é composta de duas peças unidas, para permitir a movimentação dos dentes. Superiormente às pirâmides, estão ligadas a um par de ossículos chamadas *epífises*.

As epífises são dez, as quais estão fundidas, formando uma roda na parte superior da lanterna. Dessa roda epifisial partem cinco raios calcários denominados *rótulas*, que se unem medianamente, deixando passagem circular para o esôfago. Em cima de cada rótula, situa-se uma peça fina e bifurcada em Y, denominada *peça em ípsilon*, ou *compasso*. Então, resumindo, a Lanterna de Aristóteles é formada por cinco dentes, cinco pirâmides, cinco pares de epífises, cinco rótulas e cinco peças em ípsilon ou compasso. Contornando a Lanterna de Aristóteles há cinco concavidades, de onde partem cinco saliências, pertencentes às paredes da carapaça, que recebem o nome de aurículas e servem para a implantação de um complexo sistema de músculos, protratores e retratores da lanterna.

Os músculos protratores inserem-se na parte superior das pirâmides e ligam-se às **AURÍCULAS**. Assim, quando se contraem, empurram toda a lanterna para baixo, expondo as extremidades dos dentes quando vistos ventralmente. Os músculos retratores ligam-se à face interna das aurículas e à parte inferior das pirâmides, servindo para retrain a lanterna à sua posição natural. À bifurcação das peças em ípsilon, também ligam-se os músculos retratores. A musculatura das peças em ípsilon está também a serviço da respiração.



AURICULAR
(lat. *auricula* = lobo da orelha)

Figura 2.4: Esquema da Lanterna de Aristóteles, do ouriço-do-mar.

Basicamente, o alimento, depois de raspado e triturado, é carregado para o esôfago, que é alongado verticalmente, em direção ao pólo aboral. Segue um intestino, que se encurva para baixo, fazendo uma volta, acompanhando a linha equatorial do animal e torna, em sentido contrário, fazendo outra volta, para depois subir e terminar no ânus, na superfície aboral, bem próximo da madreporita.

Paralelamente à primeira volta, o intestino apresenta um acessório (o intestino acessório) que começa no esôfago, contém somente água, sem partículas alimentares.

É considerado como auxiliar na respiração ou como intestino reservador de água, evitando que esta dilua os fermentos digestórios. Em toda sua volta, o intestino tem mesentérios especiais, que o suspendem dentro do celoma.

B) A respiração é desenvolvida por diferentes estruturas, como os pódios, e músculos auxiliares da Lanterna de Aristóteles, que, por serem finos, permitem a troca gasosa. Especialmente, na periferia do perístoma ocorrem cinco pares de projeções destinadas às trocas gasosas, denominadas brânquias.

C) O sistema ambulacral (**Figura 2.5**) começa na placa madreporica, situada em uma das placas genitais. Em posição dorsal, a madreporita apresenta-se com sulcos ciliados. Esta liga-se ao interior, no sentido vertical e ventral, ao canal pedroso ou canal de areia, denominação que neste caso não é adequada, pois é, simplesmente, membranoso. Acompanhando paralelamente o canal de areia, estão o seio axial e o órgão axial do sistema hemal.

O canal de areia comunica-se com o canal anelar, situado em cima da Lanterna de Aristóteles. Esse canal anelar também apresenta corpúsculo de Tiedmann, produtor de amebócitos. Desse, partem cinco canais radiais, que se estendem dorsalmente pela Lanterna de Aristóteles, para depois seguir pelas cinco zonas ambulacrárias, em sentido dorsal, até as cinco placas ocelares. O canal radial, na placa ocelar, exterioriza-se em forma de tentáculo terminal sensorial. De ambos os lados dos canais radiais partem numerosos canalículos transversais. Nesses, prolongam-se, superiormente, em forma triangular, as ampolas e, inferiormente, os pódios. Os canalículos transversos não têm válvulas para reter a água nas membranas perfuradas e elásticas que, pelo fechamento das óstias, impedem o refluxo.

Cada pódio é percorrido por dois canalículos; por isso, nas placas ambulacrárias dos ouriços-do-mar existem poros pares. Num dos canalículos, a água desce e, no outro, sobe em ritmo constante, provocado pela ampola e pela musculatura de cada pódio, auxiliado, também, pelo movimento vibrátil dos cílios dos pódios.

A razão do fluxo constante é a troca gasosa efetuada pelos pódios. Alguns pódios destinam-se à locomoção, fixando suas ventosas no substrato e retesando sua musculatura. Com este movimento, os pódios vão conduzindo o ouriço-do-mar por entre as pedras. Outros pódios contornam a boca, para o reconhecimento do alimento; são os pódios bucais.

D) O sistema sanguíneo é formado de um anel hemal oral, que contorna o esôfago por baixo do anel hidrovascular e por cima da Lanterna de Aristóteles. Dele partem cinco canais hemais radiais, que acompanham os canais ambulacrais. Ascendem para o dorso do animal dois canais que acompanham o esôfago bilateralmente, o seio axial e o órgão axial, que se ligam a outro anel: o anel hemal aboral.

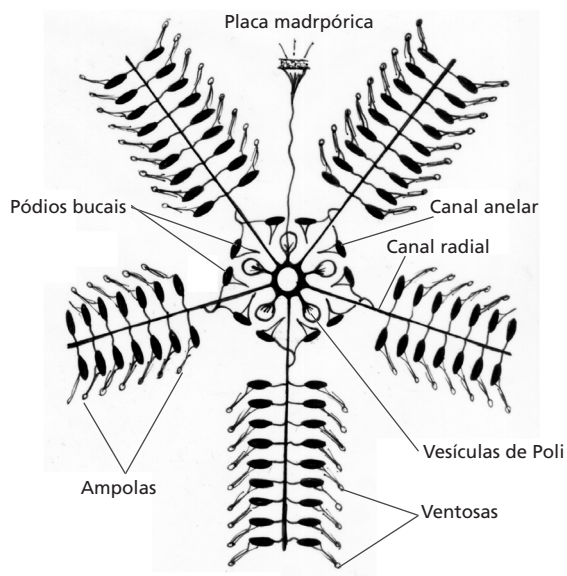


Figura 2.5: Sistema ambulacral do ouriço-do-mar.

E) Para a excreção, não há nenhum sistema próprio. É como nos demais equinodermas, em que ela é desempenhada pelas mesmas células amebócitas, que se movimentam no líquido celomático, absorvendo grande quantidade de restos nitrogenados e alcançando o meio exterior através das finas paredes das brânquias.

F) O sistema nervoso ou neural é similar ao das estrelas-do-mar. É composto por um anel nervoso que contorna a boca e origina cinco cordas neurais radiais, que acompanham os cinco canais hidrovaskulares. Neste percurso, as cordas neurais radiais ramificam-se para os pódios e outros órgãos e terminam inervando o tentáculo terminal e a mancha ocelar. O tentáculo terminal, que é sensorial, exterioriza-se por um poro existente na placa ocelar. Os ocelos estão localizados também nesta placa ocelar e são fotorreceptores. Outra estrutura encontrada nos ouriços-do-mar são os esferídeos, órgãos esferóides imersos em concavidades das placas ambulacrárias e derivados de espinhos reduzidos. Os esferídeos são órgãos de equilíbrio.

G) Quanto à reprodução, os Echinoidea são unissexuados. Apresentam cinco gônadas, que são massas de folículos arredondados presos na parte aboral por meio de mesentérios. Cada gônada dirige-se por canalículos próprios, que se abrem no meio exterior, no dorso do animal, na placa genital. A fecundação nos ouriços-do-mar é externa. A larva eclodida é denominada *echinopluteus*. Esta se caracteriza por possuir braços longos e estreitos.

RESUMO

Nesta aula, você estudou as características gerais e definições da classe Echinoidea. Você aprendeu que os ouriços-do-mar possuem espinhos móveis, enquanto as serpentes-do-mar, estudadas na Aula 1, apresentam espinhos imóveis. Os ouriços apresentam uma larva típica, denominada *echinopluteus*. Você também aprendeu que os ouriços regulares são globosos e os irregulares são achatados dorso-ventralmente.

EXERCÍCIOS

1. Caracterize os Echinoidea.
2. Descreva o sistema digestório dos ouriços-do-mar.
3. Como é o sistema ambulacral dos ouriços-do-mar?
4. Descreva a reprodução dos ouriços-do-mar.

AUTO-AVALIAÇÃO

Continuando a “decoreba” de nomes, é preciso saber se você aprendeu, pelo menos, o que é um pedicelário, um pódio e suas funções, e qual é a diferença entre ouriços regular e irregular. E, novamente, os sistemas únicos dos equinodermos, que são o ambulacral, o neural e o hemal. É só isso.

Classe Holothuroidea – Pepino-do-mar

AULA

3

objetivo

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Compreender a morfoanatomia e sistemas dos Holothuroidea.

Pré-requisitos

Aulas 1 e 2.

INTRODUÇÃO

Os Holothuroidea são conhecidos popularmente como pepinos-do-mar (**Figura 3.1**). Apresentam aspecto vermiforme, em virtude do alongamento do eixo oral-aboral e do corpo mole. São encontrados entre pedras, no fundo do mar, sempre próximos à areia, de onde retiram os microorganismos que lhes servem de alimento. Sua pele é rugosa, de coloração variável, conforme as diferentes espécies. Diferem de outros equinodermas por possuírem um esqueleto vestigial, que consiste em nódulos de carbonato de cálcio embebidos na derme. Não possuem espinhos no corpo, e os pedicelários, que são encontrados em outros equinodermas, estão ausentes.

A espécie mais comum, em águas brasileiras, é a *Ludwigothuria grisea* (= *holothuria*), que atinge cerca de 20cm de comprimento por 4cm de largura. Sua cor é cinza, dorsalmente, e mais clara, ventralmente. A parte clara fica em contato com o substrato e apresenta três zonas radiais ambulacrárias de pódios, denominadas *trivium*. A parte dorsal é livre e apresenta duas fileiras de zonas radiais de pódios. Os pódios da região ventral são ambulatórios, pois possuem ventosas para a locomoção e fixação em pedras, enquanto os dorsais são unicamente sensoriais, pois terminam agudamente.

Outro pepino-do-mar comum em águas limpas do sudeste brasileiro é o *Stichopus badionotus*. Este pepino-do-mar é grande, medindo 30cm de comprimento por 6cm de largura. Sua cabeça é uma mescla de manchas de cor rósea e preta.

Externamente, o pepino-do-mar apresenta, na região anterior oral, dez tentáculos **DENDRÍTICOS**, podendo ser do tipo pinado, conforme a espécie do pepino. Estes são transformações dos pódios que rodeiam a boca. Estão ligados, interiormente, a grandes ampolas e aos canais radiais. As ampolas internas é que respondem pela ereção e retração dos tentáculos.

DENDRÍTICO

– ramificados como ramos (grego: *dendron*, árvore)

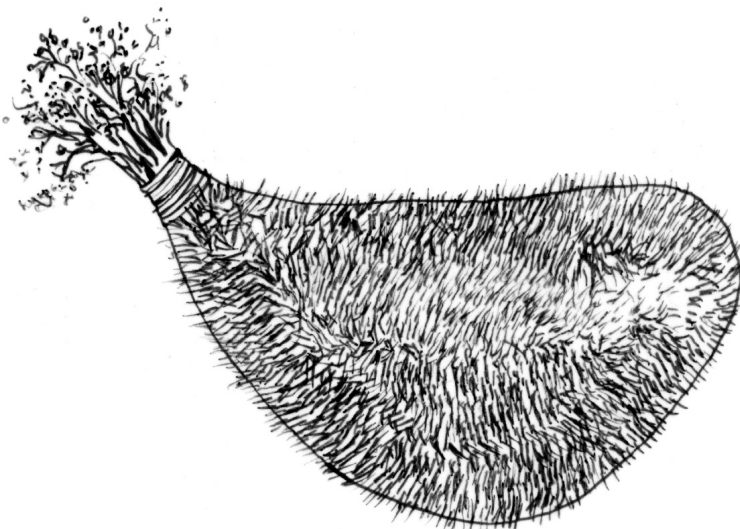


Figura 3.1: Pepino-do-mar, mostrando tentáculos orais e pódios.

SISTEMA GERAL DOS HOLOTHUROIDEA

Sistema Digestivo (Figura 3.2)

A boca, rodeada por tentáculos orais, continua por um esôfago e um intestino dividido em três partes. O primeiro terço intestinal alcança as regiões posteriores do corpo; aí se encurva e se dirige para a frente, em paralelo, alcançando o esôfago. Forma, então, o segundo terço intestinal, que se encurva novamente, seguindo em paralelo até o ápice posterior do corpo, onde se abre em ânus e forma o terceiro terço intestinal. A parte mais anterior do terço intestinal é o esôfago, que continua como estômago não morfológico, mas fisiológico. Existe uma cloaca que é comum à saída do intestino e à árvore respiratória, órgão arborescente destinado à respiração.

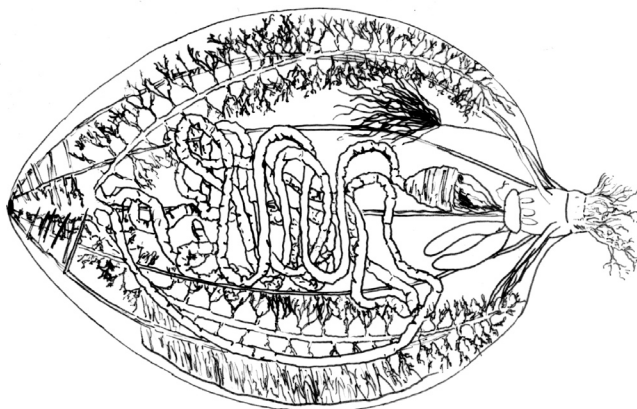


Figura 3.2: Estrutura interna de pepino-do-mar.

Respiração (Figura 3.2)

Dois ramos arborescentes seguem, longitudinalmente, para as posições posteriores do animal, dentro da cavidade celomática, paralelamente ao intestino, sofrendo ramificações numerosas, que terminam cegamente. Este órgão arborescente é denominado árvore respiratória, devido a sua função. Os mais finos ramos desse órgão branquial terminam em ampolas finas que permitem a troca gasosa.

A cloaca possui musculatura apropriada e desenvolve movimentos rítmicos que atraem a água do meio marinho em quantidade suficiente para forçar e tornar tensas as ampolas terminais, provocando a troca gasosa. Em contínuo movimento rítmico, a cloaca impele água para dentro e para fora dos órgãos arborescentes, servindo também para a excreção.

Abrem-se também, na cloaca, os órgãos de Cuvier, que são tubiformes e não se ramificam. Esses secretam uma mucilagem, que intumescce grandemente, em forma filamentar, quando em contato com a água.

Sistema Hemal

O sistema hemal é parecido ao das Echinoidea. É formado por um canal anelar em torno do esôfago, próximo ao anel hidrovacular e ao anel calcário. O anel calcário é um endoesqueleto que serve como sustentáculo das cinco faixas de musculaturas do esôfago e de outros órgãos situados nesta região. Do canal anelar hemal, que contorna o esôfago, saem cinco faixas radiais ambulacrárias. Partem também do anel dois vasos que continuam seguindo paralelamente ao intestino, formando em todo o trajeto uma grande rede de capilares, aproximando-se da árvore respiratória e formando um complexo emaranhado.

O Sistema Ambulacrário ou Hidrovacular (Figura 3.2)

É formado por um anel ambulacrário em volta do esôfago, quer dizer, por baixo da coroa de tentáculos. O que o difere dos outros equinodermas é a grande vesícula de Poli. Do canal anelar ambulacrário partem cinco canais pedrosos ou canais de areia, diferentes dos encontrados nos Echinoidea, não por serem múltiplos (pois pode haver apenas um), mas por terminarem diretamente dentro do celoma. Os canais de areia (um, dois ou mais, dependendo da espécie) nunca alcançam as paredes do corpo. Suas extremidades são providas de muitas perfurações, correspondentes à madreporita encontrada em outros equinodermas.

Do canal anelar saem cinco canais radiais, que se dirigem para a frente, atravessam o anel calcário, para se encurvarem posteriormente e seguirem ao longo das zonas ambulacrais. Os canais radiais ramificam-se, lateralmente, em finos canalículos alternados, ligados às ampolas. As ampolas, por sua vez, pela força muscular, lançam o líquido ao pódio. A placa madreporica é banhada pelo líquido hidrovacular, possibilitando-lhe desempenhar suas funções locomotoras, respiratórias e sensoriais.

Excreção

A excreção é efetuada por intermédio das mesmas células, os amebócitos, como nos demais equinodermas.

Sistema neural

O sistema neural é constituído de um anel nervoso, que contorna a boca, e de cinco nervos radiais que dele partem para as zonas ambulacrárias. Não possui tentáculo terminal nem manchas oclares.

Reprodução

A reprodução do pepino-do-mar é externa. Eles são **DIÓICOS**. As gônadas não se dispõem de maneira pentâmera, como nas demais equinodermas, mas são de um a dois conjuntos de formação tubiformes, situados na parte anterior do animal (**Figura 3.2**). Um tubo genital dirige-se para a região anterior e abre-se, dorsalmente, próximo aos tentáculos bucais. Os Holothuroidea possuem grande capacidade de regeneração. Um pepino-do-mar pode lançar, mecanicamente, parte dos seus órgãos internos, como intestino, árvore respiratória, gônadas, que se regeneram com rapidez.

DIÓICOS

Sexos separados
(grego, *di* = dois;
oikos = casa).

RESUMO

Nesta aula, você estudou as características gerais e definições da classe Holothuroidea. Os sistemas foram descritos e novamente lá estavam os sistemas ambulacrário, o hemal e o neural, com pequenas diferenças para as demais classes. O pepino-do-mar é diferente dos outros equinodermos pelo seu formato, por apresentar tentáculos orais dendríticos e uma característica árvore respiratória.

EXERCÍCIOS

1. Caracterize os Holothuroidea.
2. Descreva o sistema básico ambulacral dos Holothuroidea.
4. Descreva o sistema hemal dos Holothuroidea.
5. Como é o sistema neural dos Holothuroidea?

AUTO-AVALIAÇÃO

Nesta aula, você aprendeu as características morfoanatômicas dos Holothuroidea. Quero lembrar que também é necessário guardar alguns nomes científicos, pelo menos no nível da categoria de classe. Imagine você, um aluno do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, não saber ou poder dizer para seus pais que uma barata é da espécie *Periplaneta americana* e da classe Insecta. Seria o fim, não é? Isso não é uma brincadeira, pois saber alguns nomes científicos é como dar os nomes certos às pessoas certas.

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Compreender a morfoanatomia e os sistemas dos Crinoidea.
- Desenvolver uma experiência a partir do que foi ensinado.

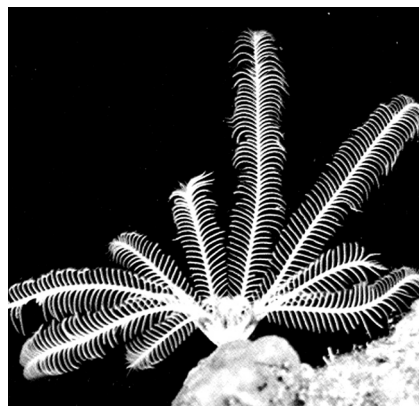
Pré-requisitos

Aulas 1, 2 e 3.

INTRODUÇÃO

Os Crinoidea são conhecidos, popularmente, por lírios-do-mar (**Figura 4.1**). Vivem em maioria, fixos em pedras no fundo marinho por meio de apêndices, denominados *cirros*. Os lírios-do-mar foram abundantes no paleozóico, todos fixos no fundo do mar através de um pedúnculo. São os lírios com pedúnculos.

Figura 4.1: Foto de um lírio-do-mar, preso por cirros.



Tropiometra carinata é uma das espécies comuns do litoral brasileiro. Quando juvenis, vivem fixos no fundo, presos em pedras; na fase adulta, perdem o pedúnculo e, em seu lugar, cresce uma coroa de ganchos, os cirros (**Figura 4.1**), aos quais se prende e se solta, quando precisa. Com o movimento dos braços, em número de cinco pares, pode andar no meio marinho.

CALICIFORME

Em forma de cálice.

PÍNULAS

Projeções laterais em forma de pena.

Basicamente, um lírio-do-mar apresenta um corpo **CALICIFORME**, de onde partem cinco pares de longos braços, muito flexíveis e cheios de **PÍNULAS**. O lírio, quando juvenil, é pedunculado e, quando se desprende, deixa uma visível marca no centro aboral, como um caroço, que é o resto do pedúnculo. Em torno dessa saliência, encontram-se formações calcárias finas, terminadas em ponta aguda: são os cirros, que servem para prender o animal em pedras ou algas.

No lado oposto ao disco, o oral, existe uma membrana flexível, não calcária, em cujo centro se encontra a boca. Da boca partem cinco sulcos que se ramificam em dez, para acompanhar a birramificação dos braços. Estes são os sulcos ambulacrários dos lírios-do-mar. Nos sulcos, encontram-se os pódios, que não apresentam ventosas, e numerosos cílios. Esses últimos, por seus movimentos vibráteis, atraem para a boca o alimento, constituído principalmente de plâncton. O ânus situa-se nesta mesma membrana oral, excentricamente, ou seja, ao lado da boca, em pequena projeção *papiliforme*.

SISTEMA GERAL DOS CRINOIDEA

Sistema digestório

O sistema digestório começa pela boca, que fica na confluência dos braços. Continua pelo esôfago, com forma afunilada e ciliada, alargando-se num amplo e ciliado intestino.

A posição do intestino é horizontal e desce fazendo uma volta completa ao redor do lado interno da parede do cálice. Segue-se o intestino mais fino, que se encurva e se dirige à região oral, terminando ao lado da boca, numa projeção tubular, em cujo ápice se encontra o ânus. O alimento é o zooplâncton. Os microorganismos são atraídos pelas correntes provocadas pelos cílios, que se encontram no meio dos braços, dirigidos até a boca e levados ao intestino pelos próprios cílios gástricos.

Sistema hemal

O sistema hemal é formado por um anel em torno do esôfago. Este se liga ao estômago, aos tubos genitais dos braços, mas não se sabe se existem verdadeiros canais hemais radiais. Os canais hemais devem ser chamados lacunas hemais, pois não têm paredes definidas.

Sistema hidrovascular

O sistema hidrovascular ou aquífero é formado por um anel em torno da boca, de onde partem vários canais pedrosos ou de areia que ficam pendurados no celoma, com o qual têm comunicação direta. Nos crinoidea, os canais de areia não se comunicam com o meio exterior, nem apresentam madreporita, abrindo-se livremente no celoma. Do canal anelar partem, inicialmente, cinco canais radiais ambulacrários, que obedecem às ramificações dos braços, continuando até suas extremidades. No seu trajeto, os canais radiais ambulacrários ramificam-se nas pínulas dos braços e exteriorizam-se em forma de pódios, que terminam em ponta aguda, sem ventosa, sendo considerados tentáculos sensoriais e também auxiliando na respiração.

Como os pódios não apresentam ampolas para impelirem o líquido, essa função é realizada pela própria musculatura existente no anel e nos canais radiais ambulacrários.

Sistema neural

O sistema neural oral apresenta um anel em torno da boca, de onde saem cordas epidermais, que acompanham os ambulacros, emitindo nervos para as pínulas. Ocorre também um sistema neural aboral, oposto ao oral.

Sistema reprodutor

O sistema reprodutor, composto de ovários e testículos, fica nos braços, ramificando-se dentro das pínulas. As células sexuais, quando maduras, são lançadas ao exterior por abertura própria existente ao lado da pínula.

A fecundação é externa. Inicialmente, forma-se uma larva ciliada nadadora e em algumas espécies os ovos ficam presos nas pínulas até eclodirem.

EXEMPLO DE AULA PRÁTICA DE ECHINODERMATA

Prática de Asteroidea

Para estudar a morfologia dos asteroidea, pode-se usar estrelas-do-mar conservadas em álcool. Várias espécies são comuns, sendo bons exemplos a *Enoplopatia stellifera* (estrela-do-mar-cinza) e a *Echinaster brasiliensis* (estrela-do-mar-vermelha), encontradas em todo o Brasil, com frequência no Estado Rio de Janeiro, na praia da Urca e em Cabo Frio, respectivamente.

Facilmente pode-se visualizar boca, sulco ambulacral, pódio, pápulas (se colocar a estrela-do-mar imersa em água), madreporita, ânus, disco central e braços. Muitas vezes, no caso da *Enoplopatiria stellifera*, o estômago cardíaco fica evertido, quando se fixa a estrela em álcool ou formol.

Prática de Echinoidea

Quanto aos Echinoidea, várias espécies são apropriadas para estudos morfoanatômicos. Entre estes estão os ouriços regulares, como o pindá ou ouriço-preto (*Echinometra lucunter*), o ouriço-verde (*Lytechinus variegatus*) e os ouriços irregulares, como a ferradura-do-mar (*Encope emarginata*) e a bolacha-da-praia (*Clypeaster* spp), todos comuns nas praias brasileiras.

Podem ser encontrados em regiões rasas do infralitoral o ouriço-do-mar irregular *Mellita quinquesperforata* e, raramente, o ouriço-do-mar *Cassidulus mitis*.

No caso, em ouriços-do-mar, são visíveis à lupa os espinhos móveis e os tubérculos onde estes se articulam; os pedicelários venenosos (imersão o ouriço-do-mar em água); os pódios com suas ventosas e os pedicelários tridentados, trifoliados e ofiocéfalos. Muito educativo é observar com lupa estereoscópica uma carapaça de ouriço-do-mar verde ou preto, sob luz intensa, de baixo para cima. Deste modo, todas as séries de orifícios, posicionadas em faixas radiais pentâmeras, tornam-se nítidas, como também a madreporita e os cinco orifícios genitais, localizados nas cinco placas genitais. Fazendo-se uma incisão transversal equatorialmente (isto é, em sua região mediana) em um ouriço-do-mar fixado (ideal é usar uma serra tico-tico) e abrindo-o em duas partes, poderão ser vistos, facilmente, boa parte do sistema digestório, as cinco gônadas, mesentérios (alças intestinais), a Lanterna de Aristóteles e suas musculaturas.

Prática de Holothuroidea

Entre os Holothuroidea, são comuns no litoral brasileiro, em águas rasas, presos pelos pódios nas pedras, os pepinos-do-mar *Holothuria* (= *Ludwigothuria*) *grisea*, de dissecação fácil. Externamente, pode-se observar, na região dorsal, o bivium e, na ventral, o trivium. Dependendo da fixação do animal, os tentáculos orais dentríticos poderão ser observados. Na extremidade posterior fica o ânus.

Para observação interna, faz-se uma incisão longitudinal, desde a extremidade anterior até a posterior, passando pelo trivium (face ventral). Poderá, então, ser observada a árvore respiratória, que se divide em dois ramos arborescentes de coloração amarelada.

Também é visível parte do sistema hemal, de cor vermelha, como um emaranhado de pequenos vasos, envolvendo a árvore respiratória.

Uma enorme vesícula de Poli e as ampolas tentaculares são nítidas a olho nu.

Prática de Ophiuroidea e Crinoidea

O lírio-do-mar e a serpente-do-mar são ideais para observação externa. O lírio-do-mar mais comum no sudeste brasileiro é o *Tropiometra carinata*. Neste, podem observar os dez braços, as pínulas, o tubo anal e os cirros ventrais que prendem o animal ao substrato.

Já as serpentes-do-mar, facilmente coletadas embaixo de pedras, em regiões rasas do mar, são visíveis a olho nu: ventralmente, a boca (rodeada de cinco mandíbulas, com denticulos fixos) e cinco pares de orifícios gênito-branquiais. Dorsalmente, não há madreporita nem ânus. A madreporita é ventral, muito reduzida, com poucos furos, e não é facilmente visível. Comum em nosso litoral são os gêneros *Ophioderma* e *Ophiothrix*.

RESUMO

Nesta aula, você estudou as características gerais e definições da classe Crinoidea. Os sistemas foram descritos; novamente lá estavam os sistemas ambulacral, o hemal e o neural, com pequenas diferenças para as demais classes. O lírio-do-mar é diferente dos outros equinodermos pelo seu formato, por apresentar braços em número de dez, cobertos por pínulas. Os lírios apresentam o corpo caliciforme, podendo prender-se ao substrato por cirros ou pedúnculos.

EXERCÍCIOS

1. Caracterize os Crinoidea.
2. Descreva o sistema básico ambulacral dos Crinoidea.
3. Descreva o sistema hemal dos Crinoidea.
4. Como é o sistema neural dos Crinoidea?

AUTO-AVALIAÇÃO

Nesta aula, você aprendeu as características morfoanatômicas dos Crinoidea. Agora, você já domina os nomes científicos no nível de classe e até algumas espécies de equinodermos. Também conhece os detalhes descritivos dos sistemas ambulacrários, hemal e neural dos equinodermos. Parabéns!

Lofoforados – Parte I – Bryozoa e Entoprocta

objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Conhecer a anatomia funcional externa e interna e a biologia dos dois filos de invertebrados aquáticos (**Bryozoa e Entoprocta**).
- Estudar os aspectos ecológicos destes grupos.

INTRODUÇÃO

Os animais sésseis precisam de estruturas especiais para a coleta de alimentos: os cnidas, dos tentáculos dos cnidários (Módulo 1, Aula 5) e os modos de tomada de alimento das esponjas (Módulo 1, Aula 3) e as cracas. O presente módulo introduz quatro grupos de animais com lofóforos. Na forma adulta, todos são sésseis, com cabeças pouco desenvolvidas, tratos digestórios em forma de U e uma cobertura protetora externa que recobre aquilo que, com mais freqüência, é uma colônia de zoóides. Um filo superficialmente semelhante é introduzido, a título de comparação, e as relações dos animais com lofóforos são discutidas.

O QUE É UM LOFÓFORO?

LOFÓFORO

Uma dobra da parede do zoóide com tentáculos ciliados em número que varia de 6 a 30, que circunda a boca.

Um **LOFÓFORO** é uma dobra circular (ou com formato de ferradura) da parede do zoóide que circunda a boca e abriga numerosos tentáculos ciliados, com o ânus no exterior do anel tentacular. Os tentáculos são ocos, cada qual contendo um ramo do celoma derivado da “mesocele”, que é o nome dado à cavidade celômica embrionária intermediária e, como pode ser visto na **Figura 5.1**, é um celoma lofoforal, que repousa em um anel na base do lofóforo e envia uma ramificação para cada um dos tentáculos. Ainda existem mais duas a: “protocele”, um celoma anterior que ocupa o epístomo e a “metacele”, um celoma posterior, que ocupa o tronco e a ampola. Como pode ser notado, no total são três cavidades. Observe, com especial atenção, as estruturas que compõem o corpo de um lofoforado.

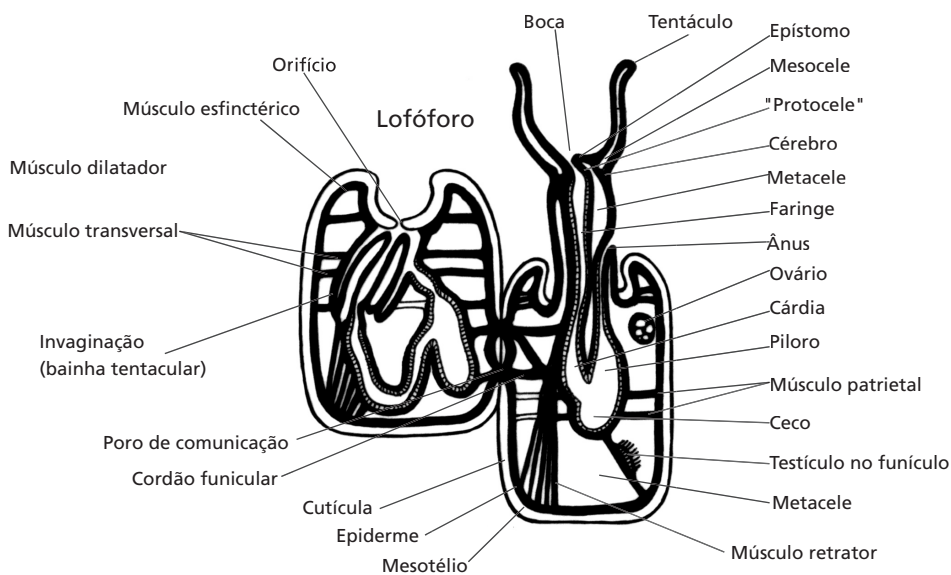


Figura 5.1: Corte diagramático longitudinal, através de dois zoóides de briozoário generalizado.

Apesar de serem seres bem pequenos, têm muitas partes que já foram vistas em outros animais. Por isso, olhe com bastante cuidado e perceba sua distribuição e a função dessas diminutas estruturas. Um fato interessante é que os cílios laterais dos tentáculos carregam água com partículas de alimento para o interior do anel tentacular; os cílios frontais direcionam a água para baixo, ao longo de cada tentáculo, e ela sai pela base, onde o alimento é aprisionado.

QUE ANIMAIS TÊM LOFÓFOROS?

Os três filos usualmente considerados como os invertebrados aquáticos filtradores de material em suspensão, que são, com frequência reunidos como “Lofoforados” são: os **BRYOZOA** (briozoários), os **Phoronida** (foronídeos ou foronidas) e os **Brachiopoda** (braquiópodos). Antigamente, os **Entoprocta** (entoproctos) eram classificados dentro dos briozoários, mas sua condição de animais protostômios acelomados os separam desse filo.

Para reforçar a idéia, nesta aula, você verá que a característica principal dos lofoforados e entoproctos é a presença de um conjunto de tentáculos usados para capturar alimento, chamado **lofóforo**.

Vamos tentar entender melhor esses animais. Os lofoforados são animais celomados que apresentam uma mistura de características de animais protostômios e deuterostômios. **As características de protostômios incluem a derivação da boca a partir do blastóporo** (em briozoários e foronídeos) e a presença de protonefrídios larvais nos foronídeos. **As características deuterostômias incluem a clivagem radial, a formação do ânus a partir do blastóporo** em alguns braquiópodos e o celoma enterocélico, também em braquiópodos. Você observou que tanto as características de protostômios como de deuterostômios foram colocadas em *itálico*. Tal fato foi para lembrá-lo da importância de se ter essa idéia da diferença entre eles, bem clara na sua mente.

Embora existam espécies de vida solitária, a maioria compreende colônias de vários indivíduos (zoóides).

BRYOZOA

Do grego: *bryon*, musgo; *zoon*, animal = animal semelhante a musgo.

FILO BRYOZOA

Esse filo também é conhecido como **Polyzoa** ou **Ectoprocta**; é o maior e mais comum dos filós dos lofoforados, abrangendo cerca de 5.000 espécies atuais e 16.000 espécies fósseis. Devido ao pequeno tamanho corporal, com zoóides de cerca de 0,5mm de comprimento, não são tão conhecidos como os outros grandes grupos de invertebrados.

Classificação

A maioria das 5.000 espécies descritas é marinha. O Filo Bryozoa divide-se em 3 classes: **Phylactolaemata** (de água doce que, embora de distribuição ampla, conta com cerca de 50 espécies), **Gymnolaemata** (quase totalmente marinha, abrangendo a maioria das espécies vivas e muitas espécies fósseis) e **Stenolaemata** (exclusivamente marinha, com algumas espécies atuais e cerca de 500 gêneros fósseis).

Classe	Ordem
Phylactolaemata	Plumatellida
Stenolaemata →	Cyclostomata
Gymnolaemata →	{ Ctenostomata Cheilostomata

Características gerais

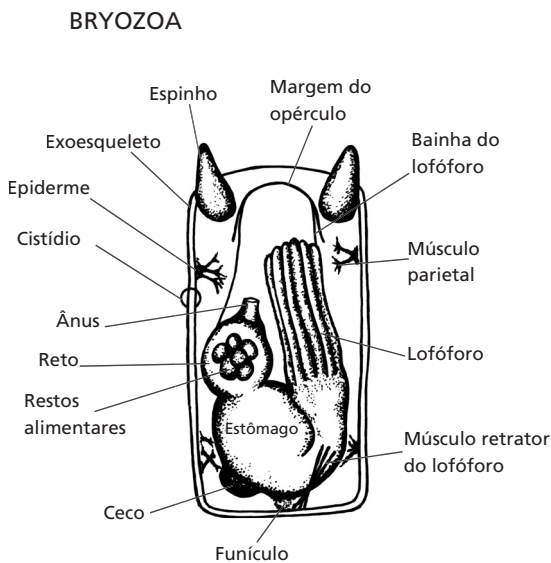


Figura 5.2: Plano básico de um zoóide de uma espécie de briozoário *Chartella papyracea*.

Os briozoários são invertebrados celomados, coloniais, predominantemente marinhos, de águas costeiras, embora algumas espécies tenham sido encontradas em profundidades de até 8.200m.

Morfologia e fisiologia

Formam colônias sésseis compostas de zoóides de aproximadamente 0,5mm de comprimento cada um. Os zoóides são freqüentemente polimórficos e secretam um exoesqueleto rígido, que pode ser quitinoso ou calcificado, com uma abertura especializada para a protrusão do lofóforo (**Figura 5.2**).

Nessa figura, não deixe de reparar as partes que compõem o minúsculo corpo do animal, pois falaremos detalhadamente sobre elas mais adiante.

As colônias podem ser estoloníferas (em forma de estolho), incrustantes ou arborescentes (foliáceas) (Figura 5.3). A aparência da colônia varia desde uma massa gelatinosa até formas coralinas fortemente calcificadas. As colônias arborescentes, levemente calcárias, conferem-lhes o aspecto de musgo, de onde vem o nome briozoário (animal semelhante a musgo).

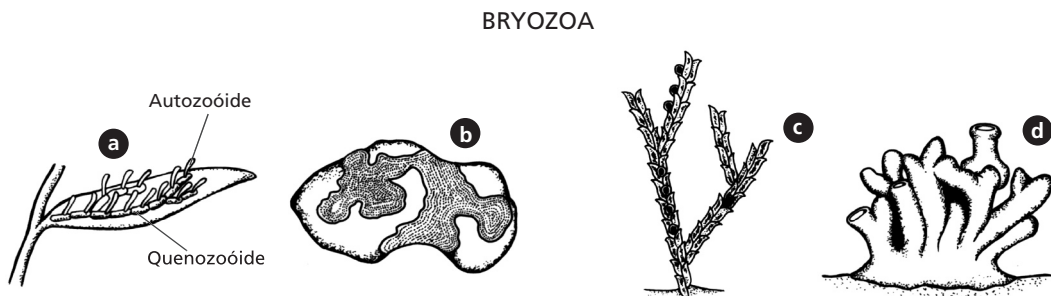


Figura 5.3: Formas de crescimento de diferentes espécies de briozoários; (a) algumas formas são incrustantes lineares sobre talos de algas; (b) outras são incrustantes laminares sobre substrato rochoso; (c) existem aquelas que são arborescentes lineares; (d) e ainda existem algumas outras espécies que são arborescentes laminares.

Na Figura 5.4, observa-se a diversidade de forma desses organismos. Essa variedade na aparência faz com que as colônias, sejam freqüentemente confundidas com algas e hidrozoários.

Existem zoóides especializados em alimentação (**autozoóides**) e outros reduzidos ou modificados para outras funções (**heterozoóides**) (Figura 5.5).

Dentre estes, existem os cenozoóides (que formam discos de fixação, estruturas radiculares e outras partes vegetativas da colônia), os **aviculários** (que atuam na defesa contra pequenos organismos) e os **vibráculos** (usados na limpeza e movimentos) (Figura 5.6).

Os zoóides de uma colônia se conectam por poros que permitem a passagem de fluido celômico, hemolinfa ou outros fluidos de um zoóide para outro.

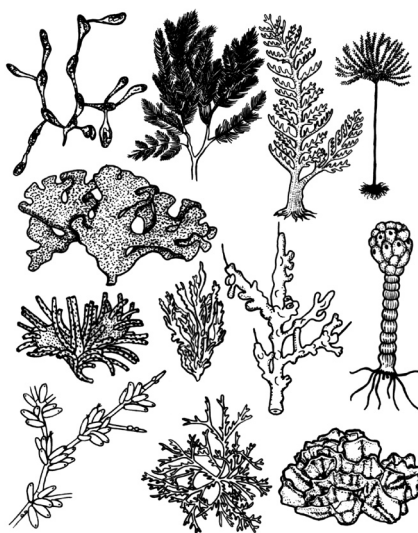


Figura 5.4: Diversidade de formas de colônias de briozoários.

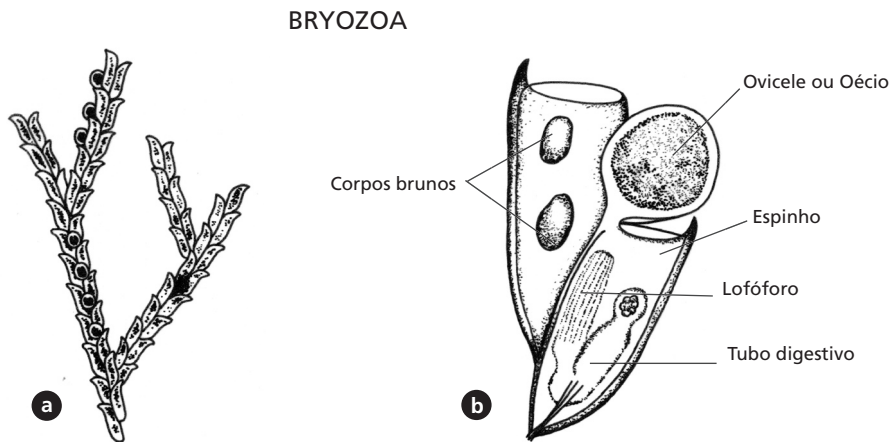


Figura 5.5: Espécie de bryozoário conhecida como *Bugula neritina*; (a) formando colônia; (b) dois zoóides especializados em alimentação – autozoóides, alguns reduzidos ou modificados para outras funções como esse hererozoóide (ovicele ou oécio).

Habitat e hábitos

A maioria é marinha, mas existem briozoários de água doce. As colônias são sésseis.

Relações ecológicas

Com uma grande variedade de formas, as colônias sésseis podem ser estoloníferas arbórescentes, foliáceas, incrustantes ou formadoras de tapetes sobre substrato duro. Fixam-se em rochas, conchas e algas, mas algumas espécies podem viver e deslocar-se sobre o sedimento (Figuras 5.3 e 5.4). Nessas figuras, não deixe de reparar, mais uma vez, a grande variedade de formas de crescimento das colônias de briozoários. Essa riqueza de tamanhos e formas traduz a beleza e o quão curioso é esse filo.

Alimentação

Os briozoários são filtradores micrófagos, ou seja, alimentam-se de organismos muito pequenos, como bactérias, flagelados, diatomáceas, silicoflagelados e cocolitóforos.

No momento da alimentação, o **lofóforo** é levado para fora, através do átrio. Essa coroa de tentáculos é protraída, e a corrente de água que se forma no lofóforo leva as partículas alimentares à boca (Figura 5.1).

No tubo digestório, à boca segue-se a faringe, um estômago grande, que constitui a maior parte do trato digestório em forma de “U”, o reto e o ânus. A digestão é tanto extra quanto intracelular. Os nutrientes são distribuídos para toda a colônia através do funículo (**Figura 5.1**), conjunto de cordões de tecido mesenquimal que conectam os zoóides. Produzem uma excreção de dejetos e células necróticas na forma de uma esfera escura que permanece alojada no celoma, o **corpo marrom (corpos brunos)** (**Figura 5.5**). Algumas espécies mantêm permanentemente o corpo marrom, enquanto outras o expelem na primeira defecação.

Reprodução

Todas as espécies de água doce e a maioria dos briozoários marinhos são hermafroditas.

Antigamente, os entoproctos eram classificados dentro dos briozoários, mas sua condição de animais protostômios acelomados os separam desse filo. Pode ocorrer a produção de óvulos e espermatozóides; contudo, o mais comum é a tendência à **PROTANDRIA**. Embora existam espécies ovíparas, a maioria é incubadora. Algumas espécies incubam seus ovos dentro do celoma, mas, na grande maioria, esta incubação se dá externamente. Muitos queilóstomos incubam seus ovos em uma câmara externa especial chamada oviceélula (ovicele ou oécio) (**Figura 5.5**). Os ovos clivam-se birradialmente e desenvolvem-se, freqüentemente, em uma larva lecitotrófica (com gema). Também ocorre reprodução assexuada por brotamento ou pela liberação de células chamadas estatoblastos, que são semelhantes às gêmulas das esponjas de água doce.

PROTANDRIA

Tipo de hermafroditismo, no qual o indivíduo é primeiro macho e depois se transforma em fêmea.

Respiração

O reduzido tamanho dos briozoários permite que a respiração seja feita por qualquer área em contato com a água, incluindo o lofóforo.

Sistemas circulatório e excretor

O transporte interno de gases, algum alimento e dejetos são propiciados pelo fluido celômico. As trocas gasosas e a eliminação de excretas nitrogenados são feitas pela superfície do lofóforo. Sendo animais de tamanho reduzido, as pequenas distâncias entre tecidos permitem a simples difusão desses produtos no meio interno.

A ausência de nefrídios nos briozoários é incomum e pode não ser atribuída ao pequeno tamanho corporal, pois a grande maioria dos invertebrados de pequeno tamanho (onde se incluem os estágios larvais) tem nefrídios.

Locomoção

Colônias são sésseis, incrustantes ou presas em substratos relativamente firmes, mas algumas espécies podem viver e deslocar-se sobre o sedimento. Uma exceção, o gênero *Cristatella*, de água doce, pode se arrastar lentamente (10 cm/dia^{-1}) por meio de um “pé” muscular, enquanto outro, a espécie marinha *Selenaria maculata* pode andar bastante rapidamente (1 m/h^{-1}), por meio de longas cerdas de seus zoóides denominadas aviculárias. Reveja essa estrutura na **Figura 5.6**.

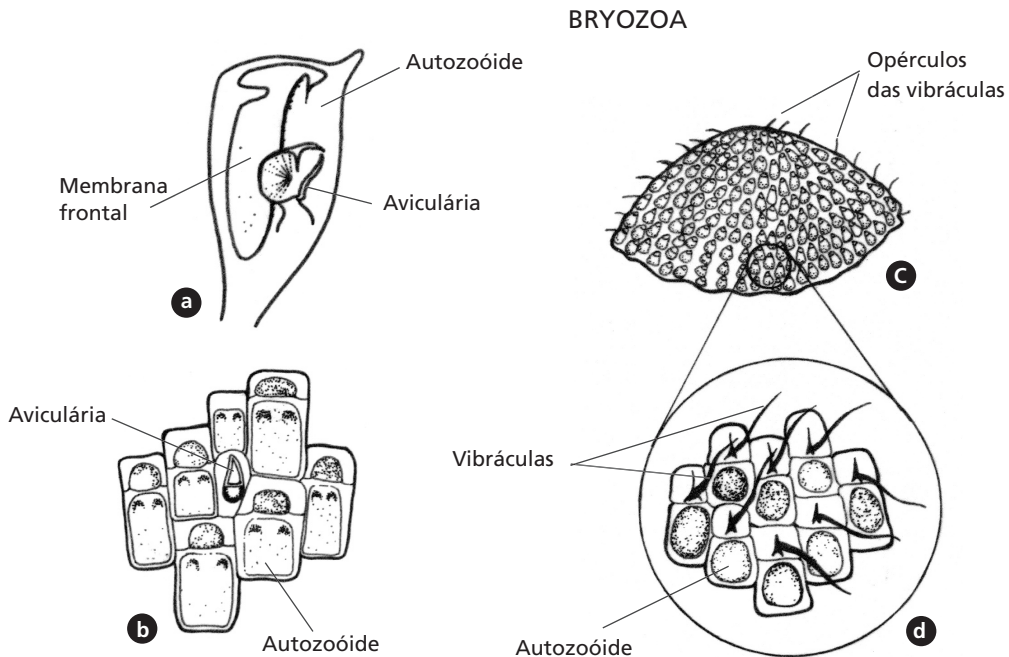


Figura 5.6: Diferentes heterozoóides; (a) a aviculária em *Bugula turrita*; (b) a aviculária em *Schizoporella* sp. (c) uma colônia de *Cupuladria* sp., com vibráculas; (d) um segmento da colônia mostrando, em maior detalhe, as vibráculas.

Defesa

Os zoóides aviculários são geralmente menores que um autozoóide e têm estrutura interna bastante reduzida. Entretanto, o opérculo e seus músculos encontram-se tipicamente bem desenvolvidos e modificados, convertendo a pálpebra em uma poderosa mandíbula móvel. Os aviculários podem ser sésseis ou ter hastes. Quando têm hastes, fazem movimentos repetidos de inclinação da cabeça, e a mandíbula móvel (opérculo) (veja **Figura 5.2** para lembrar essa estrutura) pode ser fechada vigorosamente. Os aviculários são especializados na defesa da colônia contra pequenos organismos, incluindo as larvas em sedimentação de outros animais. Entretanto, os aviculários do gênero *Bugula* (**Figura 5.6**) parecem ser mais importantes na defesa contra grandes animais rastejadores, tais como poliquetas tubícolas e anfípodos, cujos apêndices são capturados pelas mandíbulas do aviculário.

CLASSE PHYLACTOLAEMATA

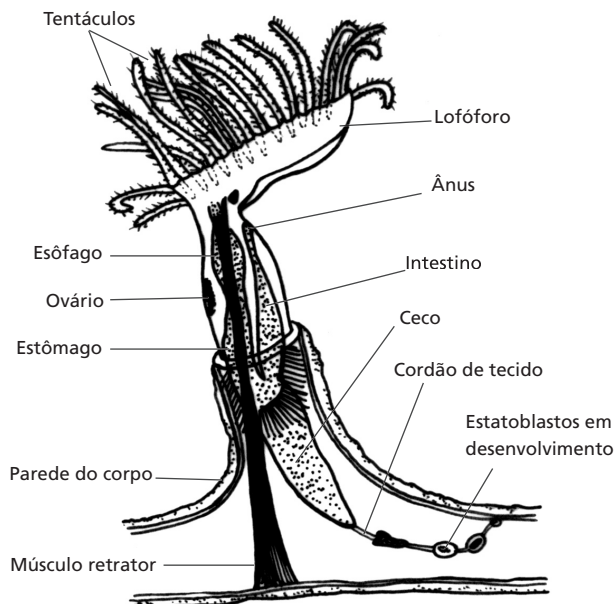
São briozoários relativamente pouco especializados, com zoóides cilíndricos, os quais possuem um lofóforo em forma de ferradura (exceto no gênero *Fredericella*). Esses lofóforos são grandes, com até 120 tentáculos ciliados. O corpo do zoóide conservou a forma tripartite presumida como ancestral, possui uma lâmina de tecido do **PROSSOMO**, o **EPÍSTOMO**, contendo uma protocele hidrostática, recobrimdo a boca, como nos foronos (você irá observar esse aspecto na Aula 6 deste módulo).

As colônias não são polimórficas, isto é, os zoóides são monomórficos (**Figura 5.7**).

Nesses animais, a epiderme secreta uma matriz quitinosa ou gelatinosa que envolve a colônia.

Das quase 50 espécies descritas, todas, numa única ordem, são de água doce.

Figura 5.7: Corte diagramático, visto como que transparente e distendido, da região corpórea de um zoóide de filactolemado.



PROSSOMO

Região anterior do corpo (que inclui a cabeça) daqueles animais nos quais o corpo é visivelmente dividido em duas seções distintas.

EPÍSTOMO

Um lábio oco dorsal que se projeta sobre a boca e é responsável pelo nome dessa Classe, que quer dizer "garganta recoberta".

Desenvolveram mecanismos de dispersão e de adaptação a condições ambientais adversas que incluem estágios dormentes (estatoblastos) (Figura 5.8).

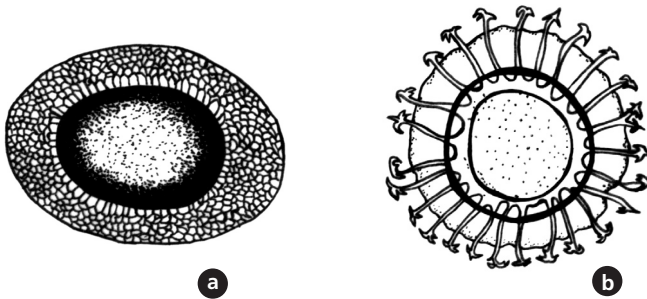


Figura 5.8: Estatoblastos de filactolemado, briozóario de água doce; (a) um estatoblasto flutuante de *Hyalinella punctata*; (b) um estatoblasto com ganchos de *Cristella mucedo*.

CLASSE STENOLAEMATA

São briozóários marinhos que possuem zoóides tubulares, com prossomo ausente e sem musculatura na parede do corpo; encerrados em tubos fortemente calcificados, cobertos externamente por uma camada celular ou por cutícula.

Seus tubos contêm um orifício circular terminal, através do qual o lofóforo é protraído e retraído; uma membrana (e não um opérculo) fecha o orifício quando o lofóforo está retraído (Figura 5.9); possuem

lofóforo circular com cerca de 30 tentáculos. Repare bem nessa figura: músculos ligados na retração e na distensão do lofóforo, um sistema simples mas eficiente.

Apresenta desenvolvimento embrionário peculiar: depois da fertilização, o zigoto se divide e forma uma massa de blastômeros. Essa massa gera, por brotamento, uma série de embriões secundários, os quais podem gerar embriões terciários. Mais de 100 blástulas podem derivar de um único zigoto.

São conhecidas cerca de 900 espécies atuais, todas marinhas, e um número bem maior de espécies fósseis.

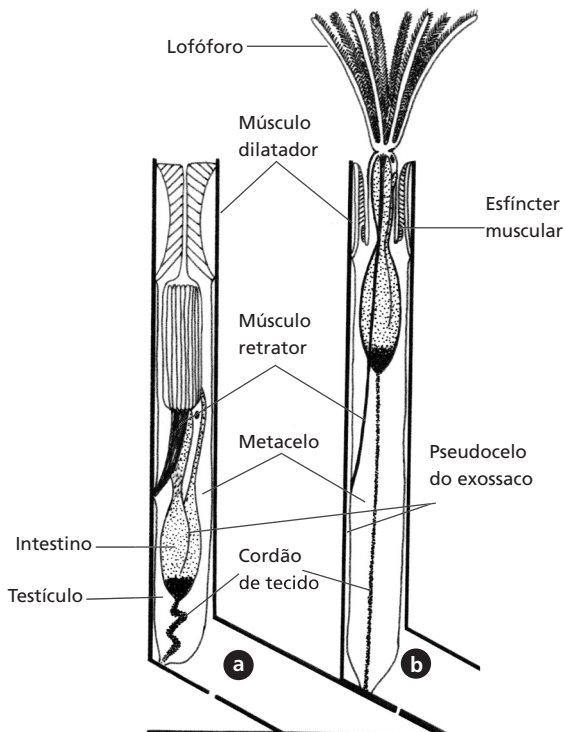


Figura 5.9: Zoóides de *Stenolaemata*: briozóario marinho que possui zoóides tubulares; (a) esses se encontram retraídos; (b) os mesmos, distendidos.

CLASSE GYMNOLAEMATA

O maior, o mais abundante e o mais bem-sucedido grupo de briozoários, com mais de 3.000 espécies descritas, com colônias polimórficas, principalmente marinhas, mas com formas em águas salobra e doce.

Seus zoóides são cilíndricos ou achatados, apresentando lofóforo circular e relativamente pequeno; sem epístomo e sem musculatura na parede do corpo. A protração do lofóforo circular depende da deformação da parede do corpo.

Possuem parede do corpo parcialmente calcificada ou não-calcificada, com orifício de protração/retração do lofóforo fechado por um opérculo, na maioria das espécies.

Dividem-se em duas ordens:

Ordem Ctenostomata

Apresentam zoóides cilíndricos, com paredes do corpo não-calcificadas e opérculo ausente (Figura 5.10). Nessa figura, repare bem o estolão, que é uma extensão radicular do corpo que interconecta os zoóides coloniais.

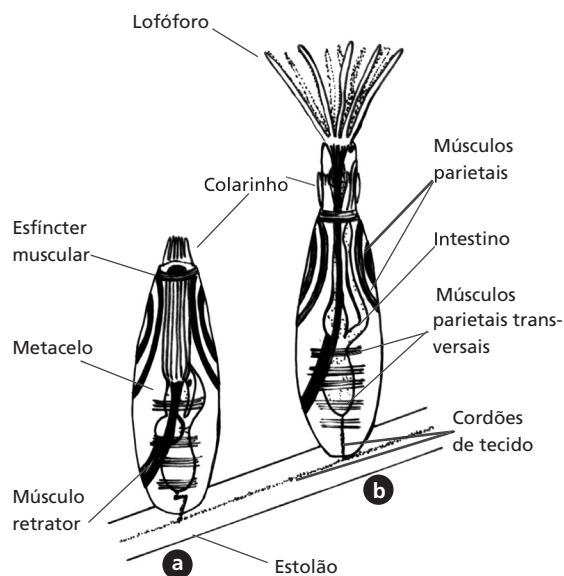


Figura 5.10: Zoóides retraído (a) e distendido (b) sustentados pelo estolão, de Ctenostomata.

Ordem Cheilostomata

Essa ordem de briozoários já apresenta zoóides achatados, em forma de caixa, com paredes calcificadas e um opérculo fechando um orifício frontal, através do qual o lofóforo é protraído/retraído (Figura 5.11).

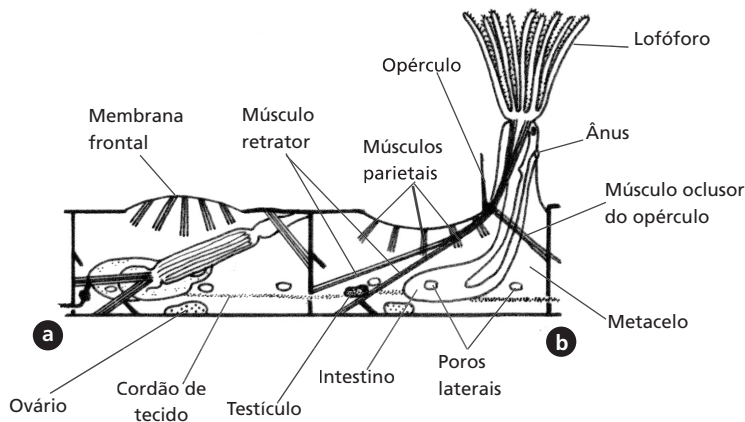


Figura 5.11: Zoóide retraído (a) e distendido (b) de Cheilostomata.

FILO ENTOPROCTA

Características gerais

Pequeno grupo, com cerca de 150 espécies; vive preso a rochas, conchas e estacarias ou são comensais em esponjas, poliquetas, briozoários e outros animais. A maioria é marinha, com algumas espécies de água doce.

Morfologia e fisiologia

Apresentam corpo pequeno (0,5 a 5mm de comprimento) formado por uma estrutura ovóide (cálice) e por uma haste (pedúnculo).

A margem superior do cálice possui uma coroa com cerca de 8 a 36 tentáculos cercando a boca e o ânus (não um lofóforo típico – os tentáculos são retráteis; condição **ENTOPROCTA**). A área envolvida pelos tentáculos é o vestíbulo ou átrio; nele estão a boca em uma extremidade e o ânus na outra. A parede corporal é revestida por cutícula fibrosa e epiderme. São superficialmente semelhantes aos “Ectoproctos” (Briozoários) por serem animais pequenos, sésseis e filtradores, principalmente coloniais e marinhos. No entanto, não apresentam o celoma (acelomados), possuindo muitas células gelatinosas no que poderia ser uma cavidade. Os entoproctos não possuem exoesqueleto.

ENTOPROCTA

Do grego: *entos*, no interior; *proktos*, ânus.

Habitat e hábitos

Todos os animais são predominantemente marinhos (veja detalhes desses animais na Figura 5.12.b), menos as espécies do gênero *Urnatella*, vistas com detalhes na Figura 5.12.a. Vivem aderidos a substratos duros ou sendo comensais de esponjas, poliquetos, briozoários e outros animais marinhos (Figura 5.12.c).

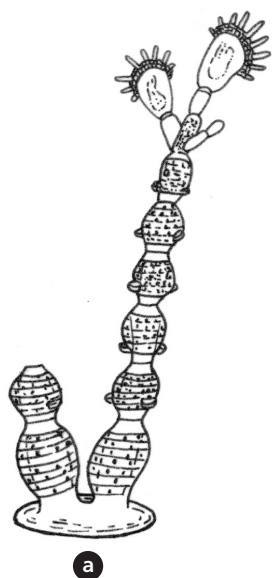
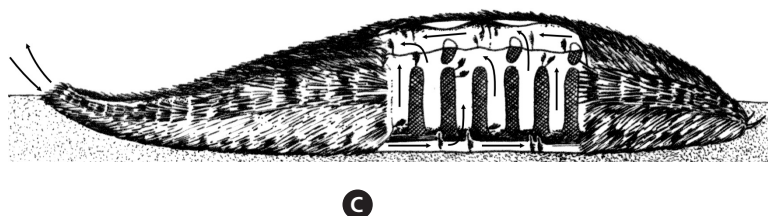
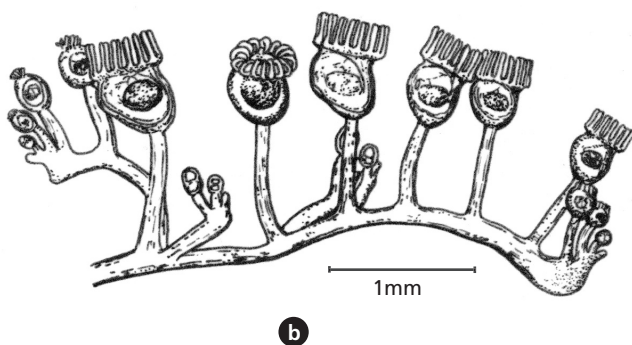


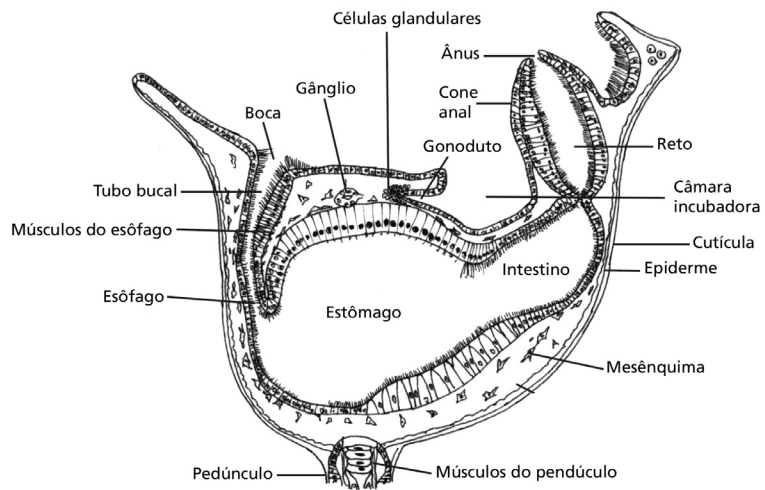
Figura 5.12: (a) Colônia de *Urnatella gracillis*, um entoprocto de água doce; (b) parte de uma colônia de *Pedicellina*, um entoprocto marinho; (c) figura mostrando indivíduos da espécie comensal *Loxosomella fuveli* aderidos aos parapódios e as outras partes do corpo de *Aphrodita* (poliqueto). As correntes de ventilação do verme estão indicadas pelas setas.



Relações ecológicas

Podem ser solitários (por exemplo, os animais do gênero *Loxosoma*) ou coloniais (por exemplo, os indivíduos do gênero *Pedicellina*) (Figura 5.13). Majoritariamente sésseis, similares a Bryozoa (anteriormente eram considerados briozoários, você se lembra?).

Figura 5.13: Secção sagital mediana, do corpo de um animal do gênero *Pedicellina*.



Alimentação

São animais filtradores de partículas em suspensão, consumindo partículas orgânicas e plâncton pequeno. O batimento dos cílios dos tentáculos produz correntes de água que conduzem alimento. Subseqüentemente, a corrente passa para cima e para fora (Figura 5.14), ao contrário do fluxo para baixo, nos briozoários (sistema contra corrente). Os alimentos ficam presos aos cílios e são levados à boca através dos sulcos vestibulares. O tubo digestório é em forma de “U”, com um grande estômago bulboso constituindo a parte principal. Repare bem esses detalhes morfológicos na Figura 5.13, para uma melhor compreensão da anatomia desses animais.

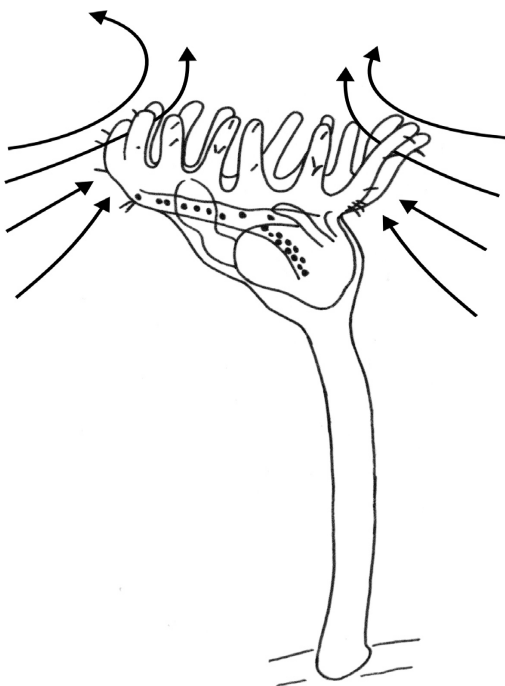


Figura 5.14: Movimento das correntes de água, durante a ação alimentar, no gênero *Loxosoma*.

REPRODUÇÃO

Esses animais podem apresentar reprodução do tipo assexuada, por brotamento ou sexuada (Figuras 5.15 e 5.16). Os espermatozoides são liberados na água, mas a fecundação é quase sempre interna.

Algumas espécies são hermafroditas, com algumas espécies protândricas. O desenvolvimento nesses animais é indireto, via larva trocófora com clivagem espiral (semelhança com Mollusca e Annelida) (diferente de Bryozoa, Phorona e Brachiopoda). Ocasionalmente, a larva não se desenvolve em adulto, mas produz brotos a partir dos quais derivam os adultos (veja detalhes desses brotos na Figura 5.15.a).

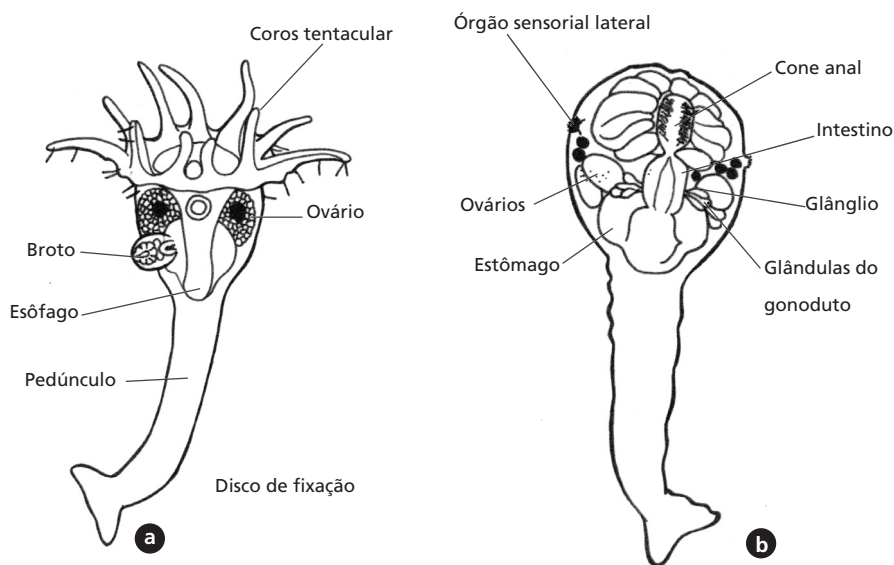


Figura 5.15: Morfologia de um entoprocto solitário marinho, do gênero *Loxosoma*, com o corpo expandido (a) e retraído (b).

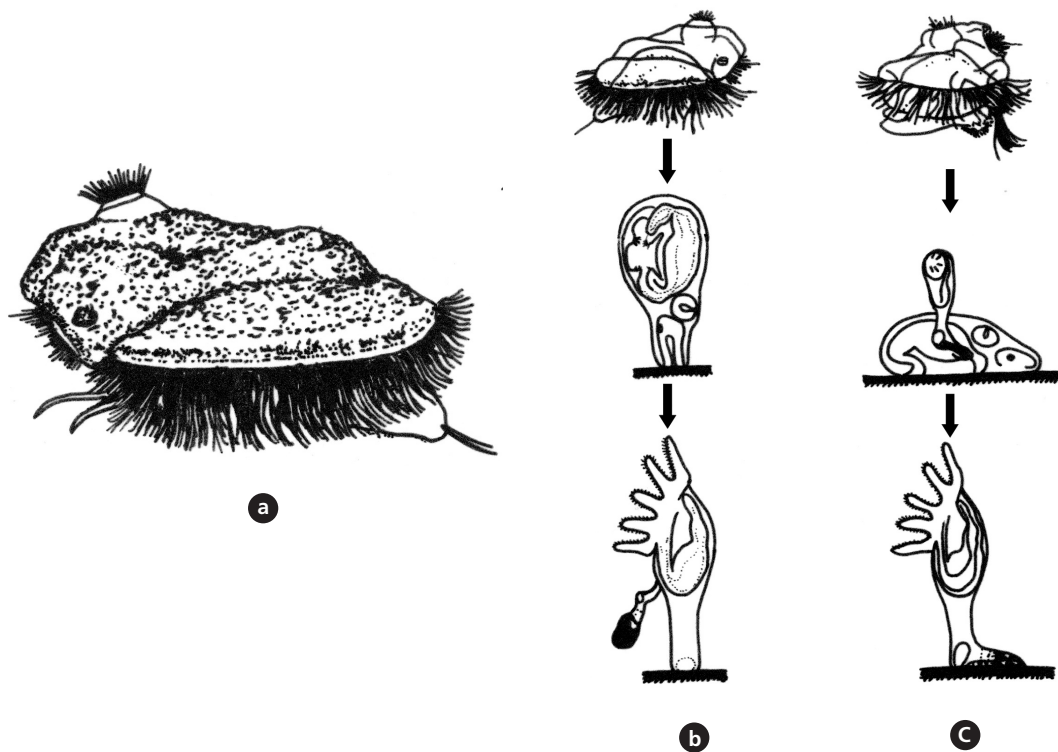


Figura 5.16: A espécie *Loxosomella harmeri*, em vista lateral, mostrando o tufo no ápice, o órgão frontal à esquerda, o prototróquio circular e, abaixo do pé; (b) adesão e metamorfose da espécie, na qual o indivíduo adulto deriva-se diretamente da larva. A estrutura cinza pendente, presa ao adulto, é o broto; (c) desenvolvimento na espécie *Loxosomella Leptoclini*, na qual a forma larval produz um broto que se desenvolve em um adulto.

RESPIRAÇÃO

Por serem diminutos (são animais pequenos, com comprimento entre 0,5 –5 mm) eles não apresentam órgãos especializados em trocas gasosas, realizando esta função a partir da superfície de seu corpo.

Circulação

Como descrito anteriormente, por serem animais de pequeno porte, não apresentam um sistema circulatório distinto.

Locomoção

Majoritariamente sésseis, muitas espécies solitárias do gênero *Loxosoma* podem se mover sobre suas hastes, que estão providas de ventosas, enquanto outras espécies do mesmo gênero movem-se por meio da mesma, apoiando primeiramente o lofóforo no substrato e, em seguida, com este preso, libera a haste e a prende mais adiante, produzindo assim um movimento.

Excreção

Possuem um sistema excretor composto por dois **PROTONEFRÍDIOS** (muitos pares no gênero de água doce), que se abrem através de um nefridióporo comum, imediatamente atrás da boca.

PROTONEFRÍDIO

Um túbulo excretor ciliado que é revestido internamente por uma ou mais células terminais, que são especializadas na ultrafiltração.

SISTEMA NERVOSO

O sistema nervoso desses diminutos animais é formado por um único e grande gânglio mediano, situado entre o estômago e o vestíbulo, com nervos para os tentáculos, o cálice e a haste (pedúnculo).

RESUMO

Para podermos avançar em nossos estudos, alguns aspectos devem estar bem claros em nossa mente, em relação aos lofoforados como um todo e, particularmente, aos briozoários e aos entoproctos, assuntos desta aula.

Todos possuem uma estrutura tentacular ciliada anterior, denominada lofóforo. Cada tentáculo contém uma extensão do celoma, como nos briozoários ou são sólidos, possuindo muitas células gelatinosas no que poderia ser uma cavidade, como nos entoproctos.

Os alimentos capturados pelo lofóforo passam pelo interior de um estômago volumoso, que constitui a maior parte do trato digestório em forma de "U". A digestão se faz tanto intra como extracelularmente.

Alguns briozoários são ovíparos, mas a maioria incuba seus ovos, que sofrem uma clivagem no plano birradial. Uma larva tipicamente lecitotrófica encontra-se presente.

Os entoproctos são formados por diminutos animais sésseis tentaculados que, não faz muito tempo, eram incluídos nos Bryozoa.

Uma característica marcante e diferencial é o fato de o ânus dos entoproctos localizar-se dentro do círculo de tentáculos. Um celoma acha-se ausente e não existe exoesqueleto. Agora você entendeu por que foram separados dos Bryozoa?

Os entoproctos são quase completamente marinhos e podem ser solitários ou coloniais. São hermafroditas e muitos incubam seus ovos.

Uma clivagem espiral leva tipicamente a uma larva planctotrófica.

EXERCÍCIOS

1. Ambos os filões dessa aula possuem uma estrutura tentacular ciliada anterior, denominada lofóforo. Como você diferenciaria esta estrutura entre os briozoários e os entoproctos?
2. Nos mesmos animais, como se dá a passagem de água pelos lofóforos; ela é semelhante?
3. Quais os tipos de larvas que encontramos nesses dois grupos e como podemos diferenciá-las, do ponto de vista da clivagem (divisão celular)?
4. Quanto ao celoma, como podemos diferenciar briozoários de entoproctos?

AUTO-AVALIAÇÃO

É importante que você tenha compreendido os seguintes tópicos abordados nessa aula: 1) características básicas da arquitetura corporal e biologia dos filões Bryozoa e Entoprocta; 2) aspectos diferenciais entre ambos os filões; 3) a estrutura e o funcionamento dos lofóforos; 4) o funcionamento dos aspectos gerais de sua ecologia, isto é, suas relações com o meio e com outros animais e substratos.

Se você compreendeu bem esses tópicos e respondeu corretamente às questões propostas nos exercícios, pode considerar-se preparado para seguir e acompanhar, de maneira satisfatória, a Aula 6.

INFORMAÇÕES SOBRE A PRÓXIMA AULA

Na Aula 6, falaremos sobre os dois outros filões de lofoforados: os Brachiopoda e os Phoronida; com isso, terminaremos o estudo desses filões de seres tão minúsculos, mas de grande importância para a Zoologia.

Lofoforados – Parte II – Phoronida, Brachiopoda e Chaetognata

AULA

6

objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Conhecer a anatomia funcional externa e interna e a biologia desses três filos de invertebrados aquáticos (**Phoronida, Brachiopoda e Chaetognata**).
- Estudar os aspectos ecológicos desses grupos.

Pré-requisito

Aula 5.

INTRODUÇÃO

PHORONIDA

Do Grego: phoros = possuir; latim: nidus = ninho.

Conforme estudado na Aula 5 do Módulo 1, a presença de uma dobra circular ou em forma de ferradura com tentáculos, denominada lofóforo, agrupa três filões de invertebrados aquáticos filtradores em um grupo conhecido por lofoforados. Esse grupo reúne organismos celomados com mistura de caracteres de protostômios e deuterostômios. Dentre os três filões de lofoforados, Bryozoa, **PHORONIDA** e os Brachiopoda, daremos ênfase nesta aula aos dois últimos. Além desses dois filões, discutiremos aspectos morfológicos e ecológicos dos Chaetognatas, um pequeno grupo de espécies amplamente distribuídas pelos oceanos.

FILO PHORONIDA

Os foronídeos ou forônidas são invertebrados marinhos com aspecto vermiforme que vivem em tubos quitinosos enterrados no substrato (**Figura 6.1**). Representam um pequeno grupo de lofoforados, que consiste em apenas dois gêneros com 14 espécies de animais.

CLASSIFICAÇÃO

A posição do táxon na escala zoológica é ainda controversa. Alguns consideram que representa uma classe do filo Lophophorata, que constitui uma unidade natural de origem, enquanto outros autores atribuem uma posição de filo para os foronídeos.

Devido ao pequeno tamanho do filo, não existe uma divisão em classe ou ordem. Todos os representantes pertencem à família Phoronidae, que compreende os gêneros *Phoronis* e *Phoronopsis*.

CARACTERÍSTICAS GERAIS

Os foronídeos são invertebrados celomados, sedentários na fase adulta, que habitam tubos quitinosos, em cujo interior podem mover-se livremente.

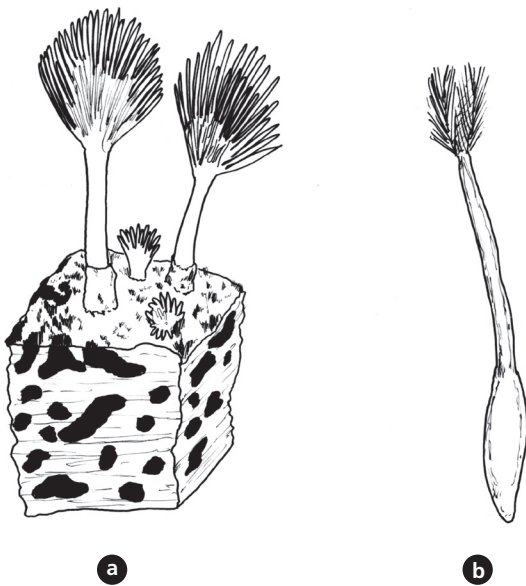


Figura 6.1: Espécies de foronídeos. *Phoronis* sp.(a) e *Phoronis hippocrepiia* (b).

MORFOLOGIA E FISIOLOGIA

O aspecto externo do adulto é o de um animal vermiforme, com corpo cilíndrico, não segmentado, dotado de celoma e lofóforo característicos. O pequeno corpo desses animais, que varia de 6 a 250mm, possui como únicos apêndices um lofóforo localizado na parte anterior e uma ampola bulbosa na parte posterior (Figura 6.2 (a)). O lofóforo consiste primitivamente em um anel circular de tentáculos ao redor da boca; no entanto, freqüentemente o anel dobra-se dorsalmente, tomando um aspecto de ferradura. Esse dobramento permite aumento da área para trocas gasosas e obtenção de alimento, estando diretamente relacionado com espécies de grande tamanho corporal. Possuem celoma dividido em 3 partes (Figura 6.2 (b)): um celoma posterior (metacele), que ocupa o tronco e a ampola; um celoma lofoforal (mesocele), que se situa na base do lofóforo e envia um ramo para cada tentáculo; e um celoma anterior (protocele), que ocupa o epístomo. Você se recorda dessa parte que foi estudada na Aula 5?

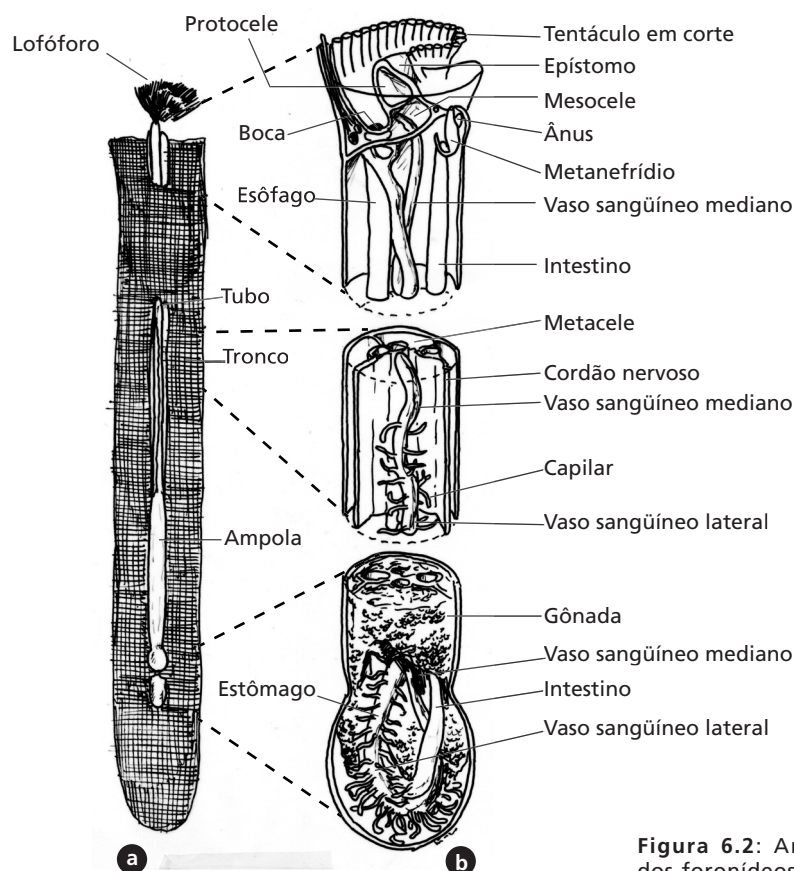


Figura 6.2: Anatomia corpórea dos foronídeos em (a) e a anatomia interna em (b).

HABITAT E HÁBITOS

As espécies ocorrem em diversos biótopos: os adultos, nos bentos costeiros e as larvas, no plâncton. São encontradas nas águas temperadas e tropicais rasas, sendo raramente observadas em profundidades superiores a 54m. Habitam tubos quitinosos enterrados na areia ou presos a rochas, conchas e outros objetos em águas rasas.

DIGESTÃO E ALIMENTAÇÃO

Filtradores, os indivíduos do filo apresentam o trato digestório em forma de “U” (Figura 6.2 (b)). Assim como os briozoários, os foronídeos possuem o ânus situado do lado de fora do anel de tentáculos do lofóforo.

A boca encontra-se no alto do corpo, cercada por lofóforos, que variam de 18 a 500, dependendo da espécie e da idade. Os lofóforos, que constituem a única parte do organismo visível quando o animal está no tubo, são responsáveis pela captura de pequenas partículas de alimento encontrado na água. O alimento é extraído da boca e incorpora-se ao intervalo digestivo, totalmente adaptado a uma espécie que habita um tubo. A forma do trato digestório faz com que os alimentos passem da boca para a extremidade distal e, finalmente, os restos cheguem ao ânus, que se situa perto da boca.

A digestão ocorre extracelularmente dentro do esôfago e do estômago.

REPRODUÇÃO

A reprodução pode ser sexuada ou assexuada. Assexuadamente, formam-se novos indivíduos por brotamento ou fissão transversal. Os foronídeos, que podem ser dióicos ou hermafroditas, correspondem a aproximadamente metade das espécies capazes de fertilizar seus próprios ovos.

A gônada encontra-se na ampola, ao redor do estômago (Figura 6.2 (b)). Os gametas são liberados no interior da metacele e escapam para o exterior pelos nefrídios. O esperma é transferido em espermatóforos produzidos por um par de órgãos lofoforais. A fecundação dos óvulos parece ser interna, sendo os ovos planctônicos ou incubados na concavidade formada pelos dois braços do lofóforo.

A clivagem dos ovos é radial, a mesoderme forma celomas larvais (protocele e metacele) e o blastóporo transforma-se em boca. Após a gastrulação, forma-se uma larva planctônica, com única exceção (*Phoronis ovalis*); a larva é ciliada tentacular alongada, chamada actinotroco (ou larva actinotraqueana) (Figura 6.3), que após existência nadadora se metamorfoseia (Figura 6.4) e desce para o fundo, onde secreta um tubo e assume existência adulta.

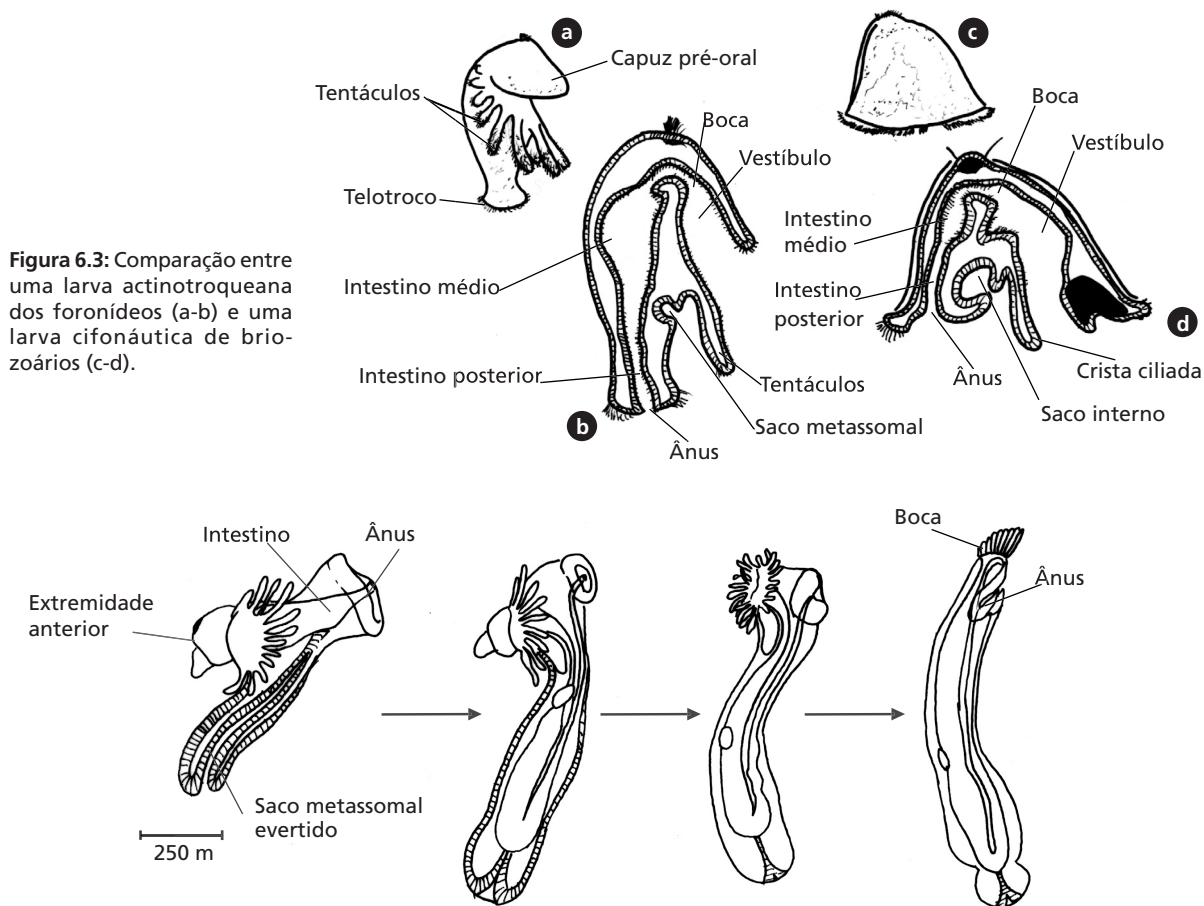


Figura 6.3: Comparação entre uma larva actinotroqueana dos foronídeos (a-b) e uma larva cifonáutica de briozoários (c-d).

Figura 6.4: A larva do actinotroco sofre rápida metamorfose e desce para o fundo, secretando um tubo e assumindo uma existência adulta.

REGENERAÇÃO

Os foronídeos podem prontamente regenerar as peças do corpo, tais como os lofóforos. Em algumas espécies, os lofóforos que foram cortados do corpo podem regenerar-se, formando um indivíduo completo. Normalmente, ao serem perturbados, os foronídeos livram-se do lofóforo, que posteriormente é regenerado.

SISTEMA RESPIRATÓRIO

Os foronídeos não irrigam seus tubos com água oxigenada da superfície; assim, o oxigênio, para suprir o metabolismo, penetra pelo lofóforo exposto, sendo em grande parte transportado pela hemoglobina sangüínea.

SISTEMA CIRCULATÓRIO

Possuem um sistema sangüíneo-vascular bem desenvolvido (Figura 6.2 (b)), com corpúsculos contendo hemoglobina, pigmento que, para animais de pequeno porte, como os foronídeos, parecem constituir uma adaptação à vida em ambientes anóxicos e microóxicos, como sedimentos marinhos finos.

Na espécie *Phoronis ovalis*, o sistema circulatório consiste em um vaso dorsal e dois vasos laterais que se reúnem anteriormente aos vasos lofoforais **AFERENTES** e **EFERENTES**, produzindo capilares de fundo cego na ampola, os quais suprem gônadas e estômago. Um único vaso supre cada um dos tentáculos, onde o sangue flui através do vaso lofoforal aferente e reflui pelo vaso lofoforal eferente. O sangue flui anteriormente no vaso dorsal e posteriormente nos vasos laterais. Todas as espécies de foronídeos, excetuando-se a espécie *Phoronis ovalis*, não apresentam o vaso lateral direito.

AFERENTES

Diz-se do vaso que transporta o sangue da periferia para o órgão propulsor.

EFERENTES

Que se dirige do centro para a periferia (lat. *efferre* – levar para fora).

SISTEMA EXCRETOR

A excreção se dá por um par de metanefrídios, situado na metacele, que se abre por um nefridióporo de cada lado do ânus (Figura 6.2 (b)).

SISTEMA NERVOSO

O sistema nervoso dos forônidas aloja-se dentro da base da epiderme e abaixo da lâmina basal, sendo formado por um anel nervoso na base do lofóforo (Figura 6.2 (b)), de onde aportam nervos que suprem os tentáculos e músculos corporais. Dois cordões nervosos laterais aparecem na espécie *Phoronis ovalis*, enquanto, nas demais espécies, apenas o cordão esquerdo é encontrado.

LOCOMOÇÃO

Os movimentos, nesses animais, são lentos e limitados apenas à emergência do tubo, ao encurtamento do tronco e a movimentos tentaculares.

FILO BRACHIOPODA

Conhecidos como conchas-lâmpada, os **BRAQUIÓPODOS** foram abundantes em épocas geológicas anteriores, tendo como registro fóssil 12.000 espécies. São representados na fauna atual por cerca de 325 espécies, que habitam exclusivamente o ambiente marinho.

BRACHIOPODA

Latim: *brachiu* = braço; grego: pous = pé.

CLASSIFICAÇÃO

A filogenia dos braquiópodos não é fruto de consenso entre pesquisadores; vários autores propõem que os braquiópodos sejam polifiléticos, isto é, que grupos diferentes de braquiópodos evoluíram separadamente.

Tradicionalmente, os braquiópodos são divididos em duas classes: Inarticulata (com duas **VALVAS** sem dobradiça de articulação) e Articulata (possuem dobradiça de articulação entre as **valvas**). Entretanto, tais critérios de classificação têm sido contestados nos últimos anos, havendo tendência de se estabelecer uma nova divisão.

VALVAS

Peça da concha dos Mollusca, Cirripedia, Brachiopoda e da carapaça dos Ostracoda. Em anatomia humana, atualmente, usa-se o nome valva para designar o conjunto de válvulas.

CLASSIFICAÇÃO TRADICIONAL

Classe Inarticulata {
 Ordem Lingulida
 Ordem Acrotretida

Classe Articulata {
 Ordem Rhynchonellida
 Ordem Terebratulida
 Ordem Thecideidina

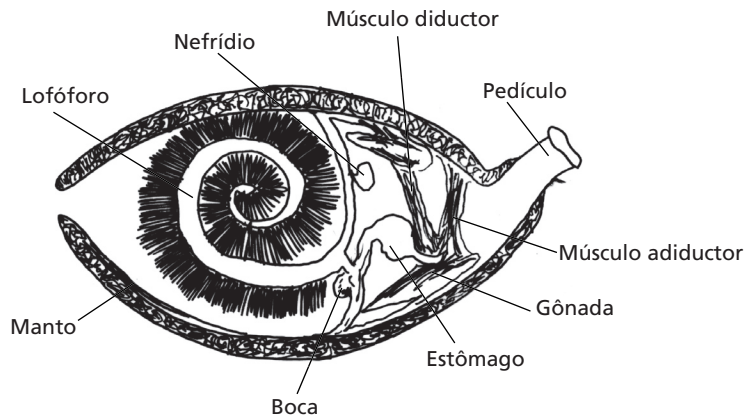
CARACTERÍSTICAS GERAIS

Os braquiópodos possuem uma concha calcária formada por duas valvas, o que os confunde com os moluscos bivalves, podendo, entretanto, ser diferenciados pela simetria das conchas.

MORFOLOGIA E FISIOLOGIA

Possuem um manto e uma concha calcárea com duas valvas. As conchas apresentam simetria bilateral; são convexas e orientadas dorsoventralmente. Geralmente, a valva ventral é maior que a dorsal sendo que, em alguns grupos, o vértice da concha maior apresenta um orifício semelhante a uma lâmpada; daí o nome concha-lâmpada atribuído às espécies. As valvas, um manto com lofóforo, um celoma abrigando órgãos e o pedículo mostram o padrão de um braquiópodo típico (Figura 6.5).

Figura 6.5: Padrão de braquiópodo típico.



As valvas se articulam ao longo da linha de contato posterior, denominada linha da dobradiça. Nos representantes da classe Inarticulata (Figura 6.6), as valvas são mantidas unidas por meio de músculos e se abrem por meio de retração do corpo, que produz pressão para o exterior através dos fluidos celômicos das valvas dorsal e ventral. Nos Articulados, a valva ventral apresenta um par de dentes em dobradiça que se adaptam em encaixes opostos no lado inferior da linha de dobradiça da valva dorsal (Figura 6.7). Um par de músculos adutores fecha as valvas, enquanto outro par de abdutores é responsável pela abertura. A concha é secretada pelo manto.

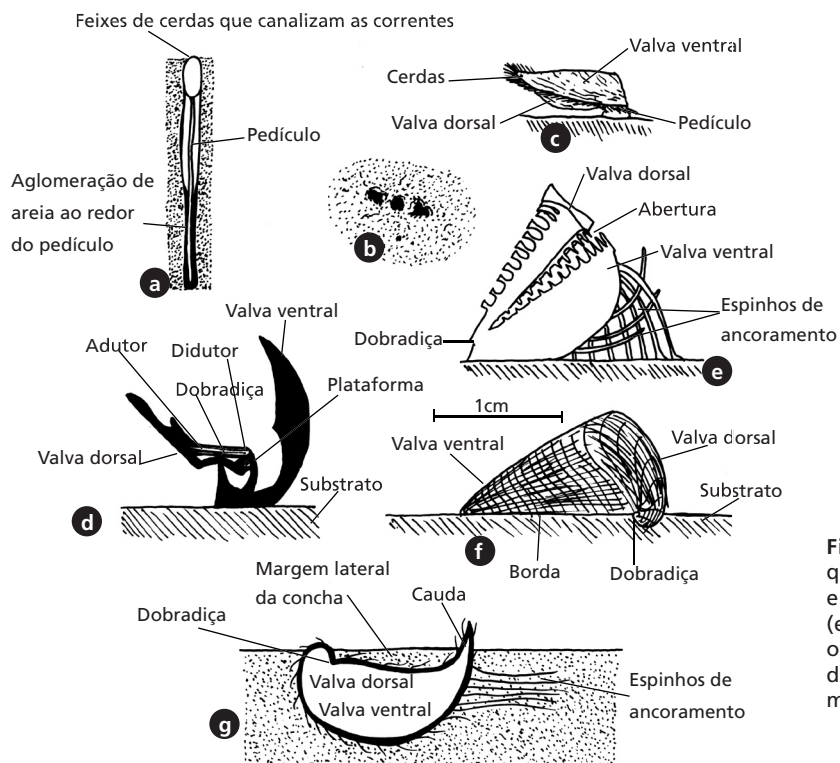


Figura 6.6: Exemplos de braquiópodos inarticulados (a), (b) e (c), e dos articulados em (d), (e), (f) e (g). Em (b), podemos observar a abertura do buraco da *Lingula* no momento da alimentação.

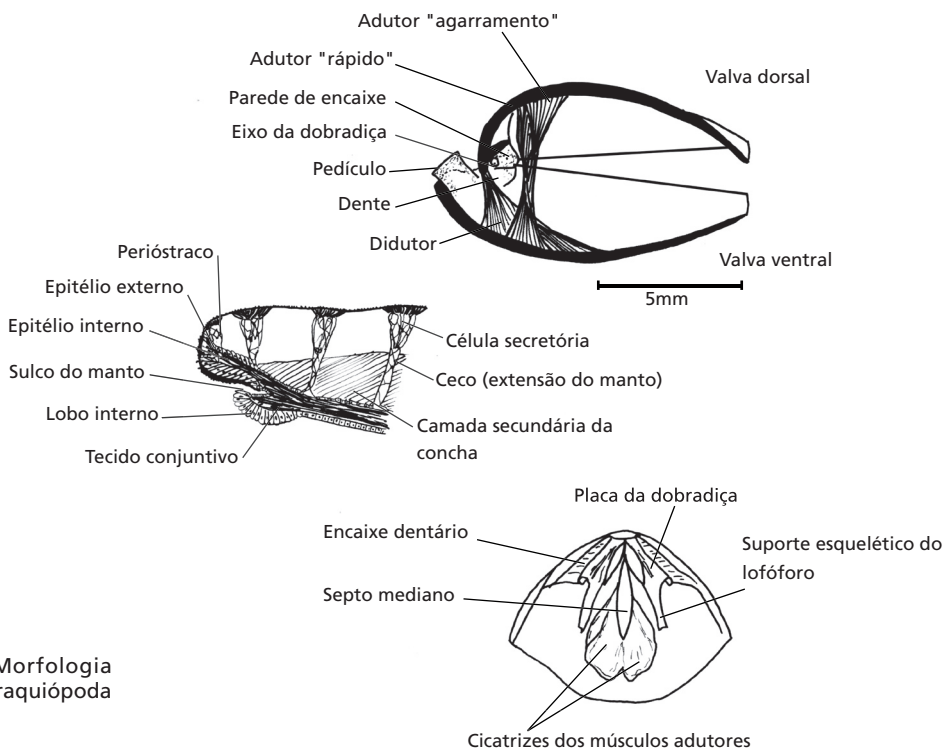


Figura 6.7: Morfologia interna de braquiópoda articulado.

O corpo dos braquiópodos ocupa somente a parte posterior da câmara formada pelas valvas, sendo a porção anterior tomada pelo lofóforo. A parede corporal ventral apresenta uma extensão cilíndrica, chamada pedículo (Figura 6.8 (a) e (b)), com a qual o animal se prende ao substrato. Em algumas espécies, o pedículo desapareceu e a apreensão ao substrato é feita diretamente pela valva ventral.

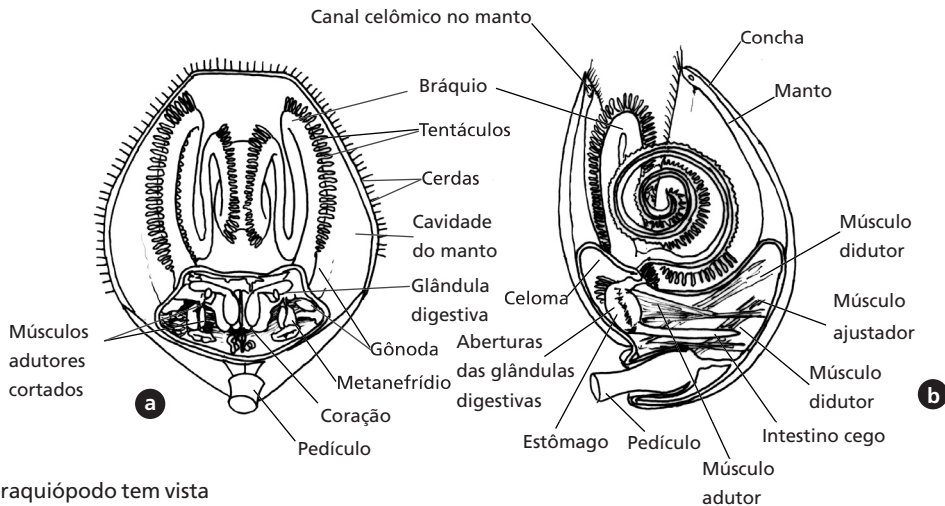


Figura 6.8: Braquiópodo tem vista dorsal (a) e corte sagital (b).

O lofóforo tem forma de uma ferradura, com dois braços (bráquios), geralmente enrolados ou espiralados.

HABITAT E HÁBITOS

Habitam desde as águas rasas da plataforma, onde são mais freqüentes, até áreas abissais. São solitários e sésseis. A maioria das espécies vive presa a rochas ou a outros substratos firmes, mas algumas formas vivem em buracos verticais em fundos de areia e lama. A fixação ao substrato é feita por uma extensão cilíndrica da parede corporal ventral, o pedículo.

ALIMENTAÇÃO E DIGESTÃO

O alimento é obtido por filtração e, como nos Bryozoa e Phorona, os lofóforos constituem tentáculos ociosos responsáveis pela obtenção de alimento (Figura 6.9). Nesses animais, porém, ocorre uma projeção anterior do lofóforo, que recebe o nome de bráquio e que pode espiralar-se, aumentando a área superficial coletora do lofóforo.

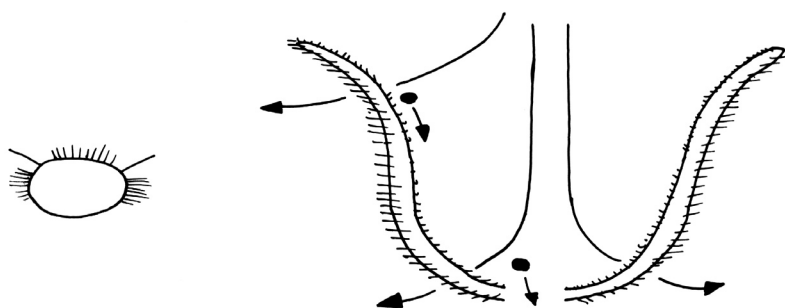


Figura 6.9: Esquema de seção de um tentáculo de braquiópodo.

No momento da alimentação, a água entra e sai da abertura valvar através de câmaras inalantes e exalantes criadas pelo lofóforo. A batida dos cílios tentaculares empurra a água com o fitoplâncton, e as partículas alimentares são transportadas para um sulco braquial que conduz à boca. A boca do animal conduz ao esôfago, que passa através da parede anterior do corpo e se conecta ao estômago. Nos articulados, o intestino estende-se do final do estômago e termina como extremidade cega (Figura 6.8 (a) e (b)), mas conduz a um ânus funcional nos inarticulados. Nas espécies mais estudadas, a digestão é intracelular, realizando-se na glândula digestiva.

SISTEMA RESPIRATÓRIO

Nesses animais, não existem órgãos especializados em trocas gasosas, e o transporte de oxigênio está a cargo do celoma.

SISTEMA CIRCULATÓRIO

Os braquiópodos possuem um sistema sangüíneo-vascular pouco desenvolvido, onde o sangue apresenta-se incolor e com poucas células. Através de um vaso contrátil (coração), localizado sobre o estômago (Figura 6.8 (a) e (b)), partem dois canais que suprem várias partes do corpo.

SISTEMA EXCRETOR

A excreção é realizada por um ou dois pares de metanefrídios (Figura 6.8 (a) e (b)). Os nefróstomos abrem-se na metacele, nas extremidades posteriores do estômago; os túbulos se estendem até a cavidade do manto. O principal excreta é a amônia.

SISTEMA NERVOSO

O centro nervoso dos braquiópodos é formado por um anel nervoso esofágico, com um gânglio dorsal pequeno e um ventral de maior tamanho (Figura 6.8 (a) e (b)), de onde estendem-se nervos, anterior e posteriormente, para inervar o lofóforo, os músculos das valvas e os lobos do manto.

REPRODUÇÃO

A maioria é dióica, embora algumas espécies de *Argyrotheca* sejam hermafroditas. Existem geralmente quatro gônadas. Os gametas amadurecem no celoma e saem através dos nefrídios. A fertilização é externa, embora existam poucas espécies incubadoras. O embrião fertilizado passa por uma clivagem radial, com blastóporo tornando-se ânus e a boca formando-se posteriormente, como nos deuterostômios. O embrião torna-se uma larva nadadora (Figura 6.10). Este estágio larval é normalmente curto, mas muito importante para a dispersão dos indivíduos.

Nestes animais, o celoma, parece ser formado enterocélicamente.

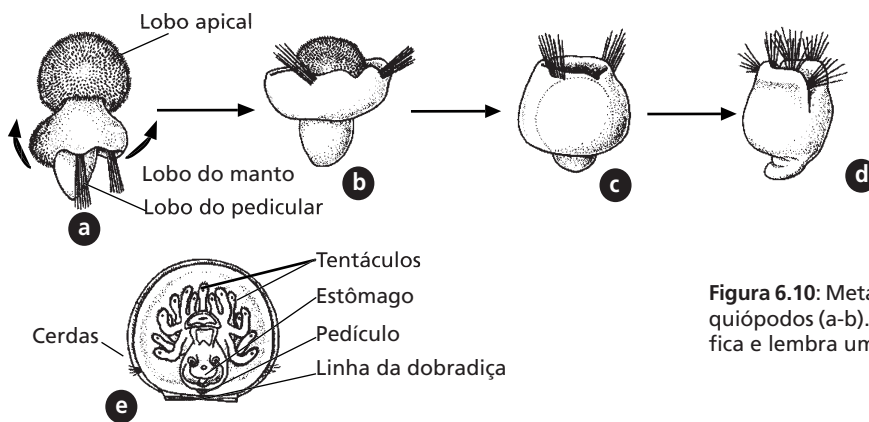


Figura 6.10: Metamorfose larval e as larvas dos braquiópodos (a-b). A larva inarticulada é planctotrófica e lembra um braquiópodo diminuto (e).

RESUMO SISTEMÁTICO DE BRACHIOPODA

Classe Inarticulata

Valvas unidas por músculos; ausência de dobradiça. São considerados mais primitivos. A concha contém quitina e fosfato de cálcio. A larva apresenta duas regiões corporais: um manto e um lobo corporal.

Ordem Lingulida

Escavadores de sedimento apresentam hemeritrina como pigmento respiratório (Figura 6.11).

Ordem Acrotretida

Prende-se à superfície de objetos duros com um pedículo curto ou diretamente com a valva ventral.

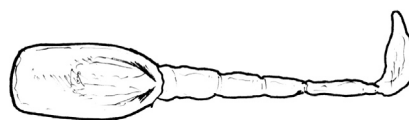


Figura 6.11: Imagem da espécie *Língula* sp, um braquiópodo.

CLASSE ARTICULATA

Valvas articuladas ventralmente por dentes e dorsalmente por encaixes, com abertura e fechamento da concha realizados por músculos especializados (Figura 6.12). Concha composta por carbonato de cálcio. A larva apresenta três regiões corporais: um manto, corpo e lobos pediculares.

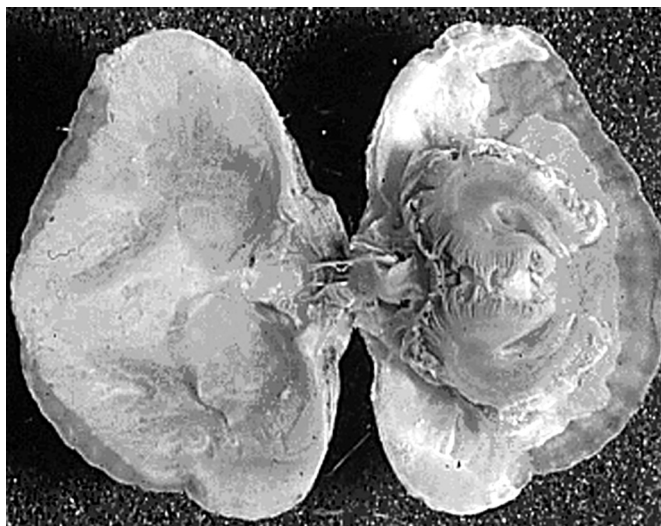


Figura 6.12: Foto da anatomia interna de braquiópodo mostrando a concha formada por duas valvas.

FILO CHAETOGNATA

Conhecidos como ságitas, os chaetognatos constituem um filo com um pequeno número de espécies, filogeneticamente isoladas. São, entretanto, animais extremamente comuns no plâncton.

CHAETOGNATA

Grego: *chaite* = pêlo, espinho; *gnathos* = mandíbula.

CLASSIFICAÇÃO

Os **CHAETOGNATAS** são divididos em duas classes: Archisagittoidea, composta apenas por formas fósseis, e Sagittoidea, que se divide em duas ordens:

- Classe Archisagittoidea (fóssil)
- Classe Sagittoidea ————— }
 - Ordem Phragmophora
 - Ordem Aphragmophora

CARACTERÍSTICAS GERAIS

Os chaetognatos são invertebrados marinhos, com ampla distribuição, que apresentam características peculiares em relação a outros deuterostômios, sendo semelhantes aos asquelminhos em vários aspectos.

MORFOLOGIA E FISIOLOGIA

Possuem simetria bilateral, corpo alongado, transparente e em forma de torpedo ou dardo, cujo comprimento pode variar de 2 a 120mm. O corpo apresenta-se dividido em cabeça, tronco e uma região caudal pós-anal (**Figura 6.13**). A cabeça é separada do corpo por um estreito pescoço, apresentando um par de olhos na parte posterior; inferiormente há uma grande câmara, denominada vestíbulo, que leva ao interior da boca. A cada lado da cabeça, flanqueando o vestíbulo, existe uma coroa de 4 a 14 ganchos, ou espinhos de apreensão (**Figura 6.13**), que servem para capturar as presas, auxiliados por várias fileiras de dentes curtos e curvados à frente da cabeça. Na região do pescoço, encontra-se uma dobra corporal, o capuz. O tronco apresenta um ou dois pares de nadadeiras laterais, ao longo da metade posterior, e uma nadadeira caudal de forma espatulada, na extremidade posterior.

HÁBITOS E AMBIENTE

São encontrados em todos os oceanos, mares adjacentes e alguns estuários. Com exceção do gênero *Spadella*, que agrupa espécies bentônicas, a grande maioria é planctônica.

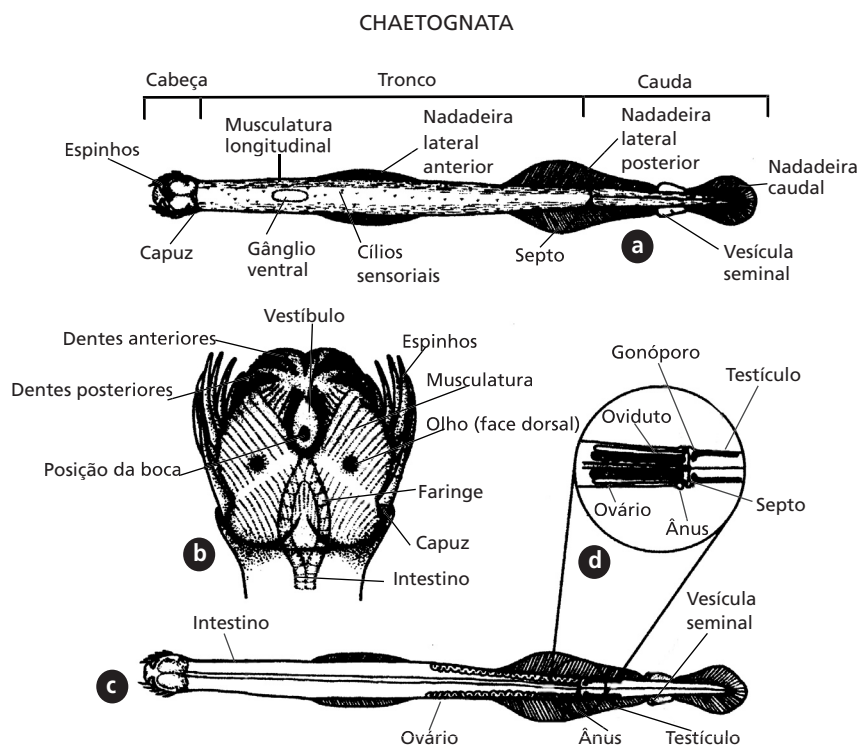


Figura 6.13: A espécie de Chaetognata *Sagita* sp, onde se observa sua anatomia externa, em vista ventral (a), detalhes da cabeça (b), as gônadas e o trato digestório (c), e detalhamento das gônadas (d).

RELAÇÕES ECOLÓGICAS

O filo Chaetognatha é um dos componentes mais importantes do ecossistema marinho, devido ao papel que desempenha na cadeia trófica como carnívoro primário e, principalmente, como alimento de peixes de interesse comercial. Devido a sua abundância no plâncton, cumprem, também, papel relevante na produção e transferência de matéria orgânica particulada para as camadas mais profundas. Em geral, sua distribuição é limitada pelas propriedades das massas de água, em razão de sua sensibilidade às variações de temperatura. Assim, algumas espécies são consideradas boas indicadoras de massas de água, contribuindo, juntamente com outros organismos, para delimitar regiões biogeográficas marinhas.

ALIMENTAÇÃO E DIGESTÃO

O trato digestivo é simples: boca, faringe muscular e bulbosa, intestino reto e ânus, localizado na região ventral.

Todos os chaetognatos são carnívoros, alimentando-se de outras espécies planctônicas que são detectadas através de vibrações. Para capturar a presa, os chaetognatos projetam-se para frente ou lateralmente, recolhem o capuz e espalham os espinhos de apreensão, que capturam a presa. Em seguida, a presa é imobilizada pela ação de uma toxina injetada pelos chaetognatos.

Após a captura, a presa é empurrada para o interior da boca, onde é lubrificada por secreções faríngeas e depois levada para a parte posterior do intestino, onde o alimento é rotacionado e movido até que se desintegre. Acredita-se que a digestão seja extracelular.

REPRODUÇÃO

São todos hermafroditas. O aparelho reprodutor é constituído por um par de ovários alongados, localizados no celoma do tronco, e um par de testículos, na região caudal (**Figura 6.13**). Os espermatozoides, produzidos nos testículos, ficam em uma vesícula seminal e são formados em um único espermatóforo, que escapa quando a vesícula seminal se rompe.

Um oviduto corre ao lado de cada ovário e abre-se para o exterior por gonóporos. Os óvulos só amadurecem após o início da espermatogênese no celoma caudal.

O processo de transferência dos espermatozoides é pouco conhecido, sendo descrito somente nas espécies do gênero *Spadella*, em que um indivíduo age como doador e outro como receptor. No gênero *Sagitta*, os óvulos são fertilizados quando passam pelo interior do oviduto, sendo depois expelidos através do gonóporo. Os ovos são planctônicos e circundados por uma gelatina; em algumas espécies podem ficar presos ao corpo do genitor por algum tempo. A clivagem é radial e completa. O desenvolvimento é direto, embora os jovens sejam chamados larvas, quando eclodem, e são semelhantes aos adultos, não ocorrendo metamorfose.

SISTEMAS RESPIRATÓRIO, EXCRETOR E CIRCULATÓRIO

Esses animais não possuem órgãos excretores ou para troca gasosa, sendo esta realizada por meio de difusão. O fluido celômico atua como meio circulatório.

SISTEMA NERVOSO E ÓRGÃOS SENSORIAIS

O sistema nervoso é constituído por um grande gânglio ventral no tronco e seis gânglios na cabeça (**Figura 6.13**). Do gânglio cerebral, localizado acima do esôfago, parte um anel nervoso que circunda o intestino. Esse anel apresenta um par de gânglios vestibulares na parte lateral e, ventralmente, gânglios esofágicos.

Os órgãos sensoriais incluem olhos e pêlos.

LOCOMOÇÃO

As espécies nadam e flutuam alternadamente. As nadadeiras sevem para a flutuação e, quando o animal começa a afundar, músculos longitudinais do tronco contraem-se, produzindo ondulações, e o animal projeta-se. O movimento de projeção é seguido por um intervalo de planação e flutuação.

RELAÇÕES FILOGENÉTICAS

As relações filogenéticas de lofoforados e quetognatos ainda permanecem bastante complicadas e obscuras. Pelo fato de serem organismos deuterostômios, enterocélicos e tricolomados, levanta-se a hipótese de constituírem um táxon monofilético. O posicionamento dos lofoforados nos deuterostômios sugere que a ausência de enterocelia em foronídeos e briozoários seja uma característica derivada, assim como a derivação da boca a partir do blastóporo nos foronídeos.

A posição sistemática dos quetognatos, em relação a outros deuterostômios, permanece sem resposta devido à ausência de um homólogo derivado repartido que os relacione a qualquer outro filo.

RESUMO

Os Phoronida e os Brachiopoda, assim como os Bryozoa e os Entoprocto apresentam, como característica mais marcante, a presença de um lofóforo que, como estudado na aula anterior, é uma estrutura tentacular ciliada, cuja função está relacionada à captura por filtração do alimento.

O filo Phoronida é representado por espécies marinhas tubícolas de organização simples, cujos únicos apêndices presentes são um lofóforo e uma ampola bulbosa.

O filo Brachiopoda é formado por lofoforados marinhos com duas valvas calcáreas e uma concha encerrando o corpo. De forma similar a outros lofoforados, os representantes desse filo são sésseis e o corpo é ancorado ao substrato através de um pedículo. Nesses animais, o lofóforo possui a forma de ferradura, com braços enrolados e espiralados.

Os Chaetognatha representam um filo relativamente pequeno, mas amplamente distribuído pelos oceanos, com características bastante distintas dos deuterostômios. O corpo apresenta forma de torpedo transparente, com nadadeiras laterais e caudais, permitindo ao animal planar e flutuar.

EXERCÍCIOS

1. A presença do lofóforo coloca em um mesmo grupo foronídeos e braquiópodos; entretanto, essa estrutura mostra algumas diferenças entre esses animais. Diferencie o lofóforo nesses dois filos.
2. Um pesquisador, estudando os mesmos animais descritos acima, percebeu semelhanças e diferenças entre os filos, quanto à respiração, excreção e circulação. Analisando o enunciado, responda:
 - A- Qual(is) a(s) característica(s) compartilhada(s), em relação a essas funções, pelos representantes desses dois filos?
 - B- Qual(is) a(s) diferença(s) observada(s) entre braquiópodos e foronídeos, em relação aos sistemas acima?
3. Apesar de apresentarem algumas estruturas semelhantes, foronídeos e braquiópodos mostram uma morfologia externa que difere significativamente. Caracterize externamente a morfologia desses dois filos.
4. Devido à presença de uma concha calcárea, os braquiópodos se assemelham, em primeira análise, aos moluscos; no entanto, a semelhança é superficial. Descreva as diferenças entre as conchas dos braquiópodos e as dos moluscos e compare braquiópodos articulados com inarticulados.
5. Quanto à reprodução e ao desenvolvimento, faça uma breve comparação entre os representantes do filo Phorona e os dos Brachiopoda.
6. Os quetognatos apresentam uma estrutura externa bastante peculiar. Caracterize a morfologia do filo.
7. Ainda sobre o filo Chaetognata, discuta os aspectos abaixo:
 - reprodução;
 - locomoção;
 - alimentação e digestão;
 - trocas gasosas, excreção e transporte interno.

AUTO-AVALIAÇÃO

Ao final dessa aula, é importante que você tenha compreendido os seguintes tópicos:

- características morfológicas externas, internas, e biologia dos filos Phorona, Brachiopoda e Chaetognatha;
- aspectos diferenciais entre ambos os filos de lofoforados;
- relações ecológicas dos filos, ou seja, desses animais com o meio, com outros animais e substratos.

Caso você tenha respondido acertadamente aos exercícios propostos e tenha compreendido satisfatoriamente os tópicos tratados nessa aula, pode-se considerar apto para prosseguir nosso estudo e acompanhar a próxima aula.

INFORMAÇÕES SOBRE A PRÓXIMA AULA

Na Aula 7, falaremos sobre os Protocordados, animais que são agrupados em dois subfilos: Cephalochordata e Urochordata, que possuem como característica principal a existência de uma notocorda em, pelo menos, algum estágio do desenvolvimento.

Estudaremos também o filo Hemichordata, um grupo de animais marinhos que, antigamente, era reunido aos demais protocordados.

Hemichordata – Enteropneusta – Pterobranchia

AULA

7

objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Conhecer a anatomia funcional externa e interna e a biologia do filo Hemichordata.
- Estudar os aspectos ecológicos dos Hemichordata.
- Compreender os aspectos que incluíam os hemicordados dentro do filo Chordata.

INTRODUÇÃO

Diversos filões de invertebrados já foram considerados como parentes mais próximos dos vertebrados; no entanto, a observação dos padrões de desenvolvimento de invertebrados celomados conduz a conclusões surpreendentes. O fato de alguns invertebrados marinhos compartilharem características morfológicas fundamentais (que serão discutidas em detalhes na Aula 8, deste módulo) com outros vertebrados, agrupa esses animais no filo Chordata. Os animais invertebrados detentores de características similares aos vertebrados são, usualmente, chamados protocordados; por serem, grosso modo, cordados mais simples, sem coluna vertebral. Anteriormente, o filo dos cordados era dividido em quatro subfilos: Vertebrata, Cephalochordata, Urochordata e Hemichordata. Entretanto, quando a homologia da notocorda dos cordados e a estrutura semelhante dos hemicordados foram colocadas em dúvida, os indivíduos pertencentes a esse subfilo foram isolados em um filo à parte. Embora um parentesco muito próximo com vertebrados tenha sido descartado, os hemicordados ainda são considerados um filo de grande interesse no estudo da Zoologia e da evolução dos vertebrados, sendo os relacionamentos evolutivos desses animais e de suas ligações com os cordados mais elevados uma fonte fértil de debate e controvérsia. Nesta aula, discutiremos aspectos biológicos e ecológicos do filo Hemichordata. Posteriormente, teremos a oportunidade de conhecer a biologia dos Protocordados, que constituem importantes “peças” na história evolutiva.

HEMICHORDATA

Grego: *hemi* = meio;
latim: *chorda* =
cordão.

CORDADOS

A presença ou ocorrência rudimentar de três características dos cordados (*notocorda*, *cordão nervoso* e *oco e fendas branquiais*) era a base para a antiga inclusão dos hemicordados dentro do filo Chordata. Entretanto, verificou-se que o cordão de células perto da boca desses animais não constituía verdadeiramente uma notocorda.

FILO HEMICHORDATA

Os **HEMICHORDATA** são invertebrados, que receberam tal nome devido à hipótese de que um cordão de células perto da boca constituiu uma notocorda, característica dos **CORDADOS**.

Esses animais parecem ser um elo entre Equinodermata e Chordata. Assemelham-se com os cordados, devido à presença de uma bolsa bucal (suposta notocorda) e fendas faríngeas. No entanto, alguns estudos com base no DNA sugerem que os hemicordados são mais próximos dos equinodermos, proposição que pode ser suportada, também, pelo fato de as larvas de alguns hemicordados serem bastante semelhantes às dos equinodermos.

São animais vermiformes, marinhos, de corpo mole e cilíndrico, que vivem enterrados na areia ou sob as pedras, sendo encontrados como grandes vermes solitários (Enteropneusta) ou colônias semelhantes a hidróides de pequenos zoóides (Pterobranchia).

CLASSIFICAÇÃO

Considerado um filo relativamente pequeno, que agrupa cerca de 90 espécies, os hemicordados são divididos em duas classes: Enteropneusta e Pterobranchia, sendo que, modernamente, existe a tendência da inclusão de uma nova classe.

- Classe Enteropneusta

Família Harrimaniidae	[Gênero <i>Saccoglossus</i>
		Gênero <i>Harrimania</i>

Família Ptychoderidae	[Gênero <i>Balanoglossus</i>
		Gênero <i>Ptychodera</i>
		Gênero <i>Glossobalanus</i>

- Classe Pterobranchia

[Ordem Rhabdopleurida
	Ordem Cephalodisca

CARACTERÍSTICAS GERAIS

O corpo dos hemicordados mostra-se dividido em três regiões: um lobo pré-oral locomotor, um colar pequeno e um tronco, o que reflete uma organização tricolomada. Uma estrutura semelhante a uma notocorda sustenta, no lobo pré-oral, um coração e um rim de relativa complexidade. Uma faringe, com um ou dois pares de fendas branquiais, aparece na região do tronco, e a principal concentração de células nervosas é encontrada na região do colar, que é oca nos Pterobranchia.

A presença ou ocorrência rudimentar de três características dos cordados (*notocorda*, *cordão nervoso oco* e *fendas branquiais*) era a base para a antiga inclusão dos hemicordados dentro do filo Chordata.

CLASSE ENTEROPNEUSTA

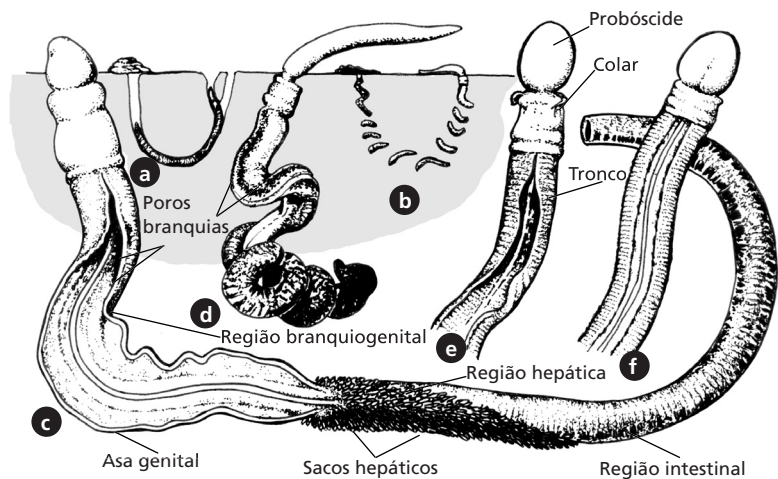
Conhecidos como vermes-bolota, os representantes da classe compreendem cerca de 70 espécies de hemicordados, que se apresentam como grandes vermes solitários, comumente alcançando mais de 1m de comprimento.

MORFOLOGIA E FISIOLOGIA

Os animais desta classe variam de 9 a 45cm de comprimento, tendo sido descrita uma espécie (*Balanoglossus gigas*) que atinge 2,5m de comprimento e escava buracos de 3m de profundidade.

O corpo apresenta uma certa flacidez, sendo composto por uma *probóscide* anterior, cônica e curta que, através de uma haste, conecta-se com uma região média, denominada *colar*, que contém, do lado ventral, a boca. Em algumas espécies, a probóscide e o collar combinam-se, lembrando uma bolota; daí, o nome comum dado a esses vermes (**Figura 7.1**).

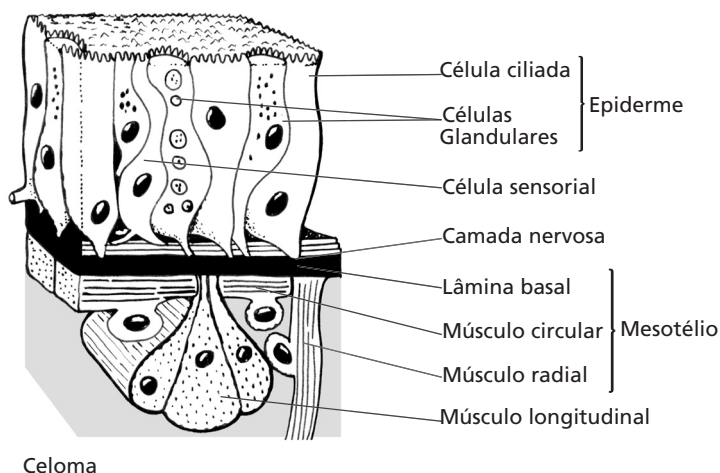
Figura 7.1: Diversidade da estrutura das galerias e a diversidade dos enteropneustos.



A região posterior do corpo desses animais, o tronco, é dividida em região branquiogenital, com duas fileiras de poros branquiais que são ladeados por duas cristas genitais baixas ou por duas asas genitais, que se curvam sobre a região branquial. Esta contém um canal hídrico, uma região hepática, com sacos hepáticos digitiformes que se projetam a partir da superfície do corpo e, finalmente, uma região intestinal que se estende até o ânus terminal.

A epiderme não contém cutícula. Entretanto, é espessamente ciliada e rica em glândulas (**Figura 7.2**), responsáveis pela produção de muco e de compostos de bromo, que protegem os vermes-bolota de infecções bacterianas e/ou predação. Existe uma lâmina basal, separando a epiderme do mesotélio.

Figura 7.2: Um mesotélio, que forma a musculatura, reveste o celoma. Nos hemicordados, as paredes do corpo não apresentam cutícula e são multiciliadas (enteropneustos) ou monociliadas (pteurobrânquios).



Os enteropneusta são tricelomados, com cada compartimento corpóreo abrigando uma cavidade. Uma única protocele não pareada é encontrada na probóscide, um par de mesoceles no colar e um par de metaceles no tronco.

HABITAT E HÁBITOS

Esses animais habitam preferencialmente fundos rasos, mas ocorrem também em grandes profundidades. As larvas são livres, enquanto os adultos são encontrados sob rochas, conchas, buracos, na areia e no lodo, ou em tubos (em forma de U). A maioria dos enteropneustas é bentônico de águas-rasas; entretanto, algumas espécies ocorrem em grandes profundidades, associadas a respiradouros hidrotérmicos.

RELAÇÕES ECOLÓGICAS

Pelo fato de os hemicordados possuírem regeneração, algumas espécies tiram proveito dessa capacidade. Um caso típico é o caramujo-escavador do Atlântico (*Terebra dislocata*), que se alimenta de uma parte renovável do corpo do *Balanoglossus aurantiacus*.

ALIMENTAÇÃO

A maioria dos hemicordados alimenta-se do sedimento. Eles são comedores de depósitos ou comedores de suspensões, usando a probóscide como uma superfície de captura de partículas suspensas que são, então, levadas à boca pelos cílios.

As espécies não-escavadoras são, predominantemente, consumidoras de suspensão, enquanto as escavadoras consomem, principalmente, depósitos encontrados no substrato.

Os detritos e plânctons, ou os sedimentos utilizados pelas espécies escavadoras (Figura 7.3), prendem-se à probóscide graças à presença do muco e são transportados em direção à boca, que recebe, ventralmente, de um órgão ciliar pré-oral, parte do alimento. Partículas não-ingeridas são transportadas, posteriormente, por cílios sobre o colar e o tronco.

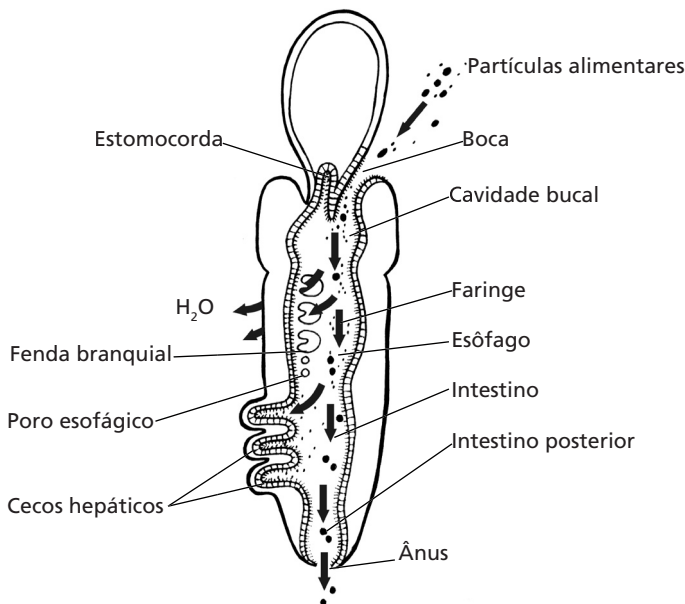


Figura 7.3: Esquema do sistema digestório, mostrando o trajeto das partículas alimentares e a remoção da água, através das fendas branquiais, na faringe, nos enteropneustos.

A boca, que pode ser fechada pelo recolhimento da probóscide, leva a uma cavidade bucal dentro do colar, que passa posteriormente no interior da faringe. Em muitas espécies, a faringe mostra-se dividida em câmara respiratória superior com fendas branquiais, por onde ocorre o fluxo de água, e câmara alimentar ventral, que transporta o alimento.

Após a faringe, o intestino continua como um esôfago curto, portando poros que se abrem para o exterior, ajudando a remoção de água (Figura 7.3).

Nesses animais, a digestão pode ser extra e intracelular, ocorrendo na região hepática e o armazenamento de nutrientes se dá em estruturas denominadas sacos hepáticos.

O intestino posterior transporta material fecal para o ânus, no qual ocorre a eliminação de dejetos para o meio exterior.

REPRODUÇÃO

As espécies de Enteropneusta são dióicas, em sua maioria. Reproduzem-se sexuadamente, apresentando numerosas gônadas pares laterais, cada qual com um gonóporo separado, localizados em cada lado do tronco.

A fecundação é externa, sem ductos, com desenvolvimento indireto (Figura 7.4) ou como larva tornária (semelhante a dos equinodermos). Esta é planctônica, fixando-se na fase final de desenvolvimento.

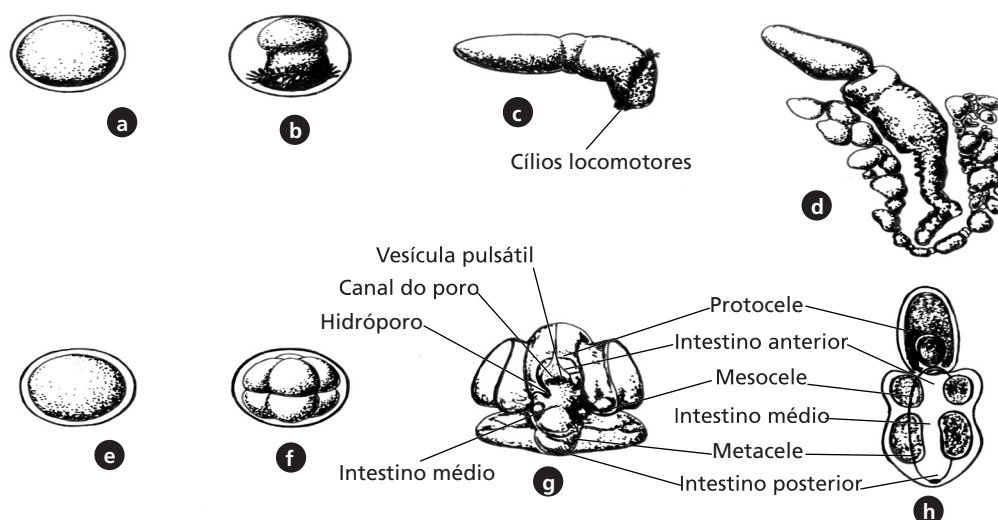


Figura 7.4: (a)-(d); desenvolvimento indireto na espécie *Saccoglossus Kowalevskii*. (e)-(h); desenvolvimento indireto na espécie *Schizocardium brasiliense*. Em (g) temos uma larva planctotrófica, chamada tornária, antes da metamorfose para formar um verme juvenil (h).

A clivagem é radial e holoblástica, a gastrulação ocorre por invaginação e o blastóporo origina o ânus.

Em algumas espécies, pode ocorrer reprodução assexuada, por meio de fragmentação do corpo.

REGENERAÇÃO

Por serem animais frágeis, que se partem ao serem manipulados ou mesmo em condições naturais, a regeneração ocorre de forma usual, sendo cicatrizados os ferimentos e regeneradas as partes perdidas.

RESPIRAÇÃO

Acredita-se que as estruturas responsáveis pelas trocas gasosas sejam as fendas branquiais (Figura 7.5 (a) e (b)), que variam em número, podendo ultrapassar 200 fendas em um único indivíduo. Cada fenda se abre através de fissuras em forma de U da parede faringeana (Figura 5 (b)). A parede faringeana, entre as fissuras, os arcos branquiais e parte da parede projetam-se inferiormente entre os lados do U, formando a barra lingual. Em muitas espécies aparecem sinaptículos, que são ganchos horizontais estreitos que unem as brânquias e as barras linguais, ajudando a sustentar as fendas branquiais e que, por serem vascularizados, também fornecem sangue às brânquias.

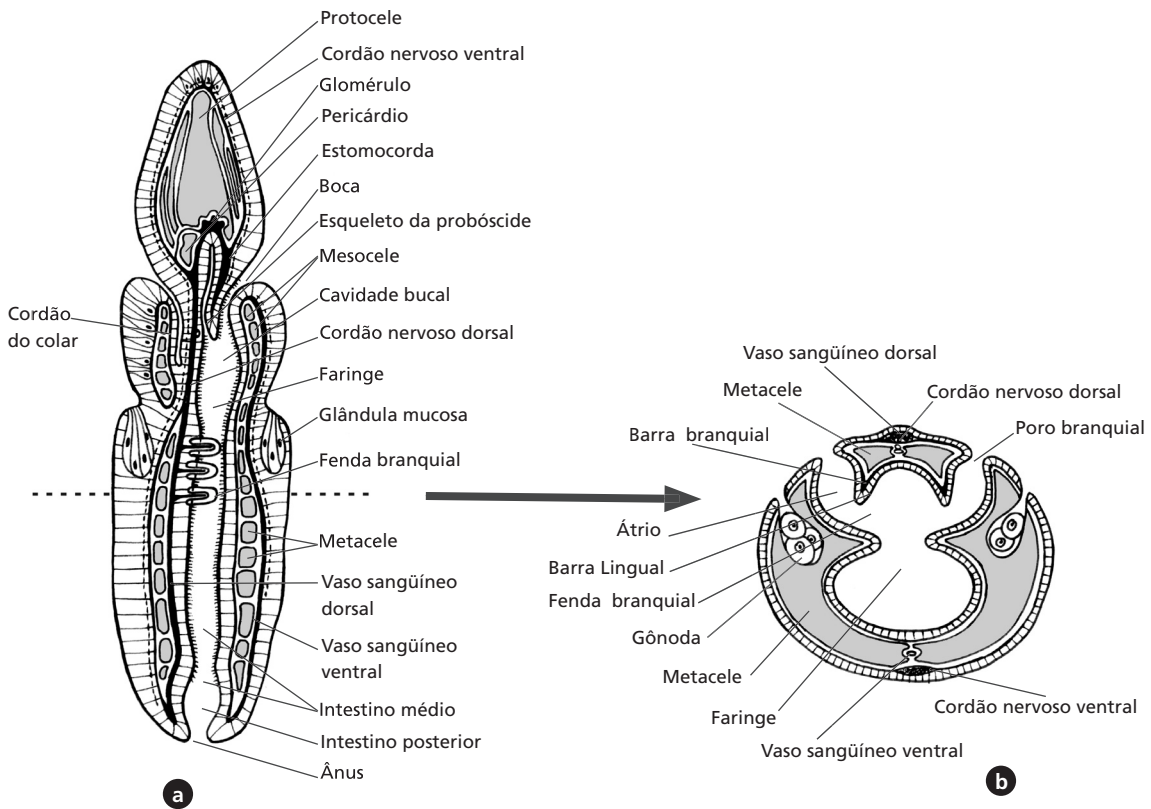


Figura 7.5: (a) corte medial diagramático de um enteropneusto; (b) corte transversal através da faringe.

Cada fenda branquial abre-se em uma estrutura sacular, o átrio, que se abre para o exterior, através de um poro branquial dorsolateral.

SISTEMAS CIRCULATÓRIO E EXCRETOR

Nesses indivíduos, o sistema circulatório é aberto. Existe a presença de um coração anterior e de dois vasos; um mediano dorsal, na direção anterior e outro mediano ventral (**Figura 7.5 (a)**), que se unem à bolsa bucal e a outros ramos próximos às fendas branquiais. O sangue incolor, inicialmente, vai aos glomérulos anteriores e depois ao vaso ventral, para suprir o corpo.

O coração/rim, localizado na protocele posterior, é sustentado pela estomocorda e pelo esqueleto rígido da probóscide, sendo pressurizado, acima, pelo pericárdio. O pericárdio, ao se contrair, pressuriza o sangue que flui em vasos eferentes, sendo transportado por todo o corpo. A parede cardíaca é formada por podócitos.

À medida que o coração se contrai, o sangue é ultrafiltrado através da parede cardíaca, formando a urina primária no interior da protocele, da qual é levada para o exterior através do duto da probóscide e do poro esquerdo da haste da probóscide.

SISTEMA NERVOSO

O sistema nervoso (**Figura 7.5 (a)**) nos enteropneustas mostra-se difuso na epiderme. Em algumas espécies, o sistema nervoso apresenta densa concentração de fibras nervosas epidérmicas dorsais e ventrais, ou seja, cordões nervosos que são unidos por nervos, na altura do colarinho. Essas penetram para o interior e formam um tubo (bolsa bucal, que é uma evaginação anterior curta do trato digestório, na parte posterior da probóscide). Vários anéis nervosos aparecem principalmente na probóscide e um cordão do colar subepidérmico, parcialmente oco, está presente.

A morfogênese (formação) do cordão do colar oco ocorre de maneira similar à neurulação dos cordados e, nesses animais, resulta de um tubo oco interno, revestido por epitélio ciliado e abrindo-se para o exterior, por um neuróporo, que persiste por toda a vida do animal.

LOCOMOÇÃO

Os vermes-bolota são, em sua maioria, animais que se movem lentamente, em geral escavando o substrato, através de contrações peristálticas retrógradas da probóscide, que avança e ancora, permitindo que o colar e o tronco sejam puxados para frente. A repetição desse ciclo permite o movimento do animal.

CLASSE PTEROBRANCHIA

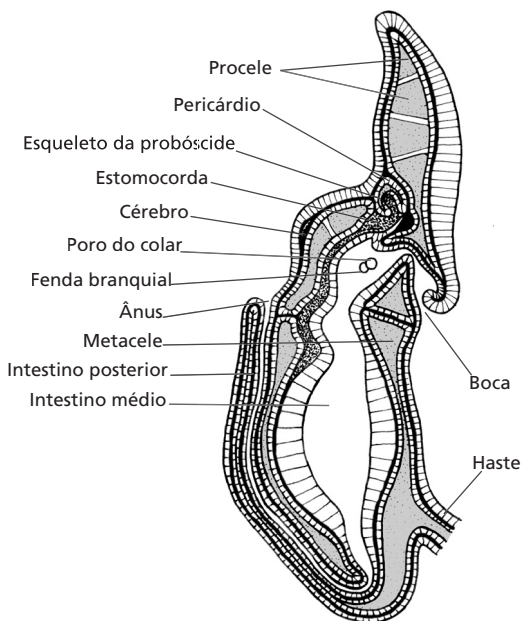
PTEROBRANCHIA

Grego: *pteron* = asa;
branchia = brânquia.

A classe **PTEROBRANCHIA** compreende colônias de pequenos zoóides tubícolas, que lembram superficialmente briozoários e hidróides, agrupando aproximadamente 20 espécies vivas.

MORFOLOGIA E FISIOLOGIA

Os pterobrânquios formam colônias compostas de zoóides de, aproximadamente, 5mm de comprimento. Mesmo com diminuto tamanho, os sistemas dos pterobrânquios se mostram bem similares aos dos enteropneustas, a classe anteriormente estudada, e que apresenta maior tamanho. Pelo fato da existência de tal similaridade, somente discutiremos, nessa parte da aula, as características distintivas dos Pterobrânquios.



O corpo dos pterobrânquios apresenta um *escudo oral*, um *colar* curto e um *tronco* sacular. O escudo é um disco glandular no qual os zoóides deslizam, um colar curto. Sobre ele dobra-se o colar que contém braços e tentáculos arranjados como penas. Finalmente, o tronco mostra-se como uma região em forma de haste, que abriga os zoóides em uma colônia. A parede corporal dos representantes dessa classe assemelha-se bastante à dos Enteropneusta, exceto pelo fato de apresentarem somente células monociliadas, o que representa, para alguns estudiosos, uma condição primitiva (Figura 7.6).

Figura 7.6: Corte medial diagramático de um pterobrânquio.

ORGANIZAÇÃO COLONIAL

As colônias de pterobrânquios habitam uma rede tubular ramificada, denominada *cenécio*, que é secretada através de glândulas dos escudos dos zoóides. Nas colônias do gênero *Rhabdopleura* (Figura 7.7), que apresentam de 5 a 10mm de altura, o cenécio se constitui de tubos prostados, que originam tubos verticais, nos quais existe uma abertura circular simples ocupada por um único zoóide, com as hastes de todos os zoóides reunindo-se em uma estrutura cordoniforme.

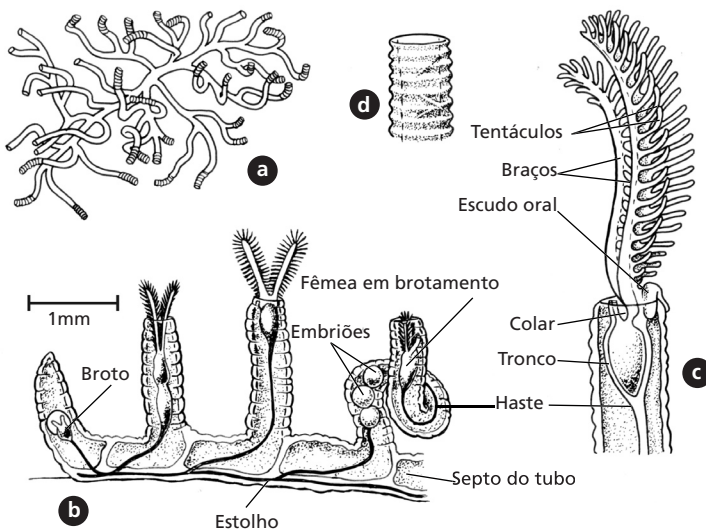


Figura 7.7: Pterobrânquio do gênero *Rhabdopleura*; (a) e (b) organização das colônias; (c) postura alimentar do zoóide com o escudo oral dobrado sobre a borda do tubo; (d) nova seção de tubo secretada pelo escudo oral.

Em alguns representantes do gênero *Cephalodiscus* (Figura 7.8), o cenécio mostra-se como uma massa volumosa, em que as aberturas do tubo podem ter bordas, portando espinhos. No cenécio dos *Cephalodiscus*, os zoóides se encontram separados e produzem brotos a partir do disco adesivo da haste, formando uma grande colônia.

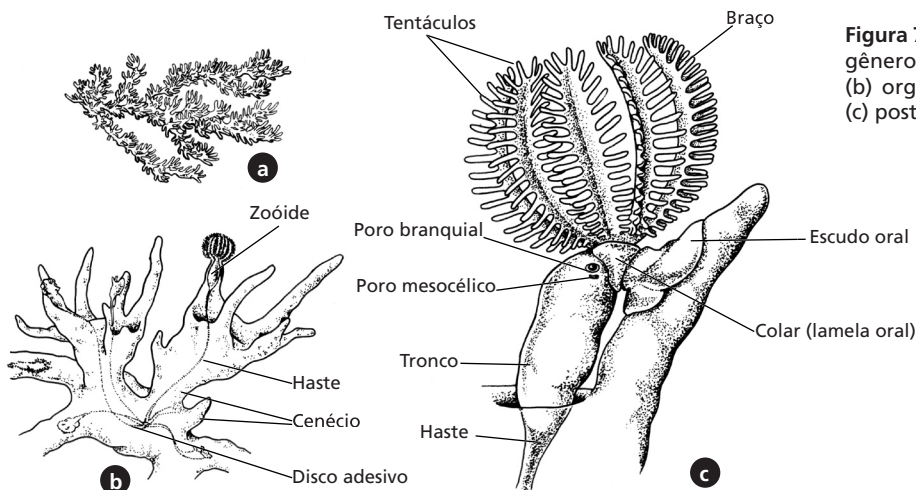


Figura 7.8: Pterobrânquio do gênero *Cephalodiscus*; (a) e (b) organização da colônia; (c) postura de alimentação.

HABITAT E HÁBITOS

A classe Pterobranchia compreende colônias de pequenos zoóides tubícolas, que habitam preferencialmente águas profundas e circum-antárticas. Apesar de serem raramente observados em mares tropicais e temperados, existem fortes evidências de que são amplamente disseminados, porém passam despercebidos nessas regiões.

ALIMENTAÇÃO

A alimentação ocorre através da filtração realizada pelos braços e tentáculos ciliados ocos. Um fluxo de água é criado pelos tentáculos. As partículas alimentares são interceptadas pelos tentáculos e pelos braços, e transportadas pelos cílios até um sulco embaixo das lamelas orais, que ajudam a direcionar o alimento para a boca. A superfície frontal dos braços transporta grandes partículas não-comestíveis para o exterior até a ponta dos braços, onde são descartadas.

O movimento do alimento entrando na boca passa para o interior de uma faringe curta, seguindo para o estômago sacular posterior. O movimento do alimento através do intestino se dá por transporte ciliar.

Provavelmente, a digestão ocorre no estômago e os restos fecais são formados no intestino.

REPRODUÇÃO

Esses animais se reproduzem assexuadamente, ocorrendo o surgimento de novos zoóides através de brotamento do estolho, como no gênero *Rhabdopleura*, ou do disco adesivo, como no gênero *Cephalosdiscus*.

Acredita-se que as colônias de pterobrânquios sejam dióicas, com machos maduros liberando o esperma na água. A fertilização é interna, com início do desenvolvimento no interior do corpo da fêmea no qual, no cenécio modificado, ocorre uma incubação.

Inicialmente, a clivagem é radial, e posteriormente torna-se bilateral, originando uma celoblástula.

Os embriões desenvolvem-se em larvas lecitotróficas, que são liberadas do cenécio na água, e nadam até sedimentarem-se e liberarem um cenécio. Ocorre uma metamorfose gradual no interior do cenécio, resultando numa morfogênese de uma ancéstrula, que rompe a parede superior do casulo para alimentar-se e, posteriormente, sofre brotamento, formando uma colônia (Figura 7.9).

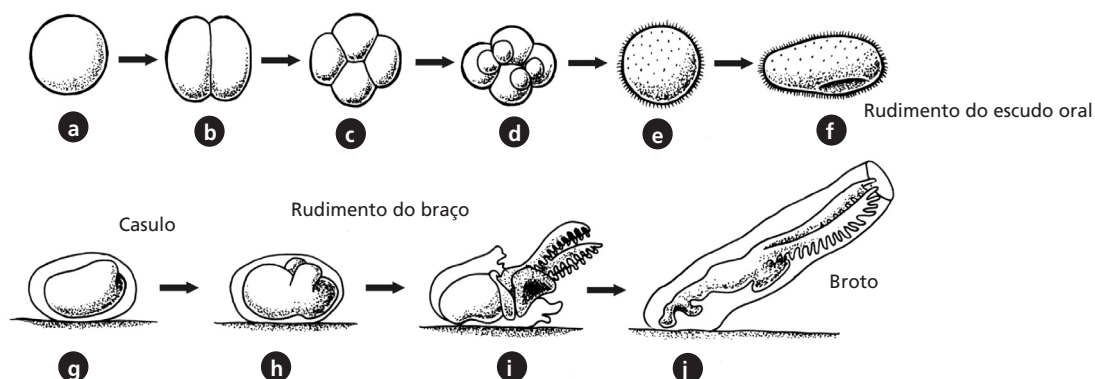


Figura 7.9: Os ovos gemados numa espécie do gênero *Rhabdopleura* (a) que mostram clivagem do tipo birradial (d), que se desenvolve numa larva lecitotrófica ciliada semelhante e uma plânula (f). (g)-(f), o sulco ventral da larva não é o blastóporo, mas sim um rudimento do escudo oral invaginado.

RESPIRAÇÃO

Nesses animais, a troca gasosa, provavelmente, ocorre através dos braços dos tentáculos e da superfície corporal.

SISTEMAS CIRCULATORIO E EXCRETOR

Os cílios nos ductos e poros mesocélicos desempenham uma função excretora, transportando para o exterior o fluido celômico. Um coração/rim ocorre na protocele.

Os principais vasos do sistema sangüíneo-vascular incluem um coração, um vaso dorsal que apresenta um aumento no tronco, formando o seio sangüíneo genital e um vaso ventral.

O sangue apresenta-se incolor e circula por vasos e seios simples, sem revestimento.

SISTEMA NERVOSO

O sistema nervoso (Figura 7.6) encontra-se alojado na epiderme, ocorrendo uma concentração de neurônios (cérebro) na região do colar. Um nervo dorsal estende-se a partir do gânglio do colar, com sua extensão anterior ramificando-se em um braço e um nervo, que transportam informações motoras e sensoriais para os tentáculos. Os anéis nervosos partem do gânglio e cercam a faringe, originando um plexo nervoso no escudo e um cordão nervoso ventral, que passa no interior da haste. Um cordão do colar submerso e oco encontra-se ausente.

LOCOMOÇÃO

Individualmente, os zoóides movem-se para o interior e exterior de suas aberturas de alimentação e para dentro do cenécio, através do deslizamento na superfície do escudo oral. Com o movimento, ficam presos ao estolho (*Rhabdopleura*) ou ao disco adesivo (*Cephalosdiscus*) por meio das hastes contráteis. O disco adesivo de *Cephalosdiscus* também é móvel.

Em determinadas condições, o disco adesivo e seus zoóides abandonam o cenécio, rastejam sobre o substrato e secretam um novo cenécio.

RESUMO

Hemichordados são invertebrados, vermiformes, marinhos, de corpo mole e cilíndrico, que vivem enterrados na areia ou sob as pedras, tendo sido, anteriormente, considerados parentes próximos dos vertebrados, devido à hipótese de que um cordão de células, perto da boca desses animais, constituísse uma notocorda, característica principal dos cordados.

Os hemicordados são divididos em duas classes: Enteropneusta e Pterobranchia. As espécies de Enteropneusta em sua maioria são dióicas, reproduzem-se sexuadamente, com fecundação externa e desenvolvimento direto ou com larva tornária.

Nos Enteropneusta, um cordão do colar nervoso subepidérmico parcialmente oco está presente, sendo que a morfogênese deste cordão do colar oco ocorre de maneira similar à neurulação dos cordados. Já nos pterobrânquios, esse colar encontra-se ausente.

Em pterobrânquios ocorre reprodução assexuada por brotamento.

A fertilização, nesta classe, é interna, com embriões desenvolvendo-se em larvas lecitotróficas, que são liberadas pelo cenécio na água, e posteriormente se fixam sofrendo uma metamorfose gradual.

EXERCÍCIOS

1. Durante muito tempo, os hemicordados foram considerados protocordados. Discuta as características desses animais que induziram a tal agrupamento, citando a base para que tal inclusão fosse descartada.
2. Enteropneusta e Pterobranchia são classes de Hemichordata que, apesar de possuírem muitas características semelhantes, diferem notoriamente em alguns aspectos. Faça uma comparação distinguindo Enteropneusta e Pterobranchia.
3. Como ocorre a fertilização e quais os tipos de larvas que encontramos nas duas classes de hemicordados e como podemos diferenciá-las?

AUTO-AVALIAÇÃO

Nesta aula é necessário que você tenha compreendido os seguintes tópicos:

- características que permitiram a inclusão de hemicordados como protocordados;
- características básicas morfológicas e fisiológicas dos hemicordados;
- aspectos diferenciais entre Enteropneusta e Pterobranchia;
- aspectos gerais sobre a ecologia das espécies pertencentes ao filo Hemichordata.

Se esses aspectos foram bem compreendidos por você e se as respostas dos exercícios propostos foram corretas, você pode se considerar apto para acompanhar nossa próxima aula.

INFORMAÇÕES SOBRE A PRÓXIMA AULA

Em nossa próxima aula, discutiremos os aspectos gerais de um grupo conhecido como Protochordata, que agrupa os filios Urochordata (= Tunicata) (ascídias) e Cephalochordata (anfioxos).

Daremos especial atenção às características gerais dos tunicados, filo composto por três importantes classes.

Enfim, estaremos estudando animais que aparecem como importantes peças nas discussões acerca da evolução animal.

Protochordata – Parte I – Tunicata – Características gerais

AULA

8

objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Distinguir exemplares dos protocordados, quanto à morfologia interna e externa.
- Determinar características fisiológicas desses grupos.
- Relacionar para esses grupos aspectos evolutivos e adaptativos.

Pré-requisito

Aula 7 do Módulo 2.

INTRODUÇÃO

A evolução dos organismos se dá, gradualmente, sempre para a frente. Desvendar essa seqüência gradual é sempre intrigante para os pesquisadores. Variadas proposições foram feitas, a fim de se estabelecer um parentesco evolutivo para os vertebrados, considerados o grupo mais evoluído dentro da escala zoológica. Na Aula 7, discutimos aspectos anatômicos e fisiológicos do filo **Hemichordata**, um táxon que inclui animais anteriormente agrupados como protocordados. Atualmente, os protocordados, um agrupamento meramente didático, compreende dois filios ou subfilios (existem controvérsias em relação à posição sistemática), aos quais é atribuída maior proximidade e relação com os vertebrados (veja a parte introdutória da Aula 7 do Módulo 2).

O grupo formado por esses animais é muito pouco conhecido, exceto por parte daqueles que se dedicam ao estudo da Zoologia; no entanto, ao entrar em contato com as características desses animais, você terá a oportunidade de observar como são interessantes e intrigantes, possuindo grande importância na compreensão do desenvolvimento de todo o reino animal.

O QUE SÃO PROTOCORDADOS?

O termo Protocordados refere-se a um grupo possivelmente parafilético (por excluir os vertebrados) de animais invertebrados que apresentam clivagem radial do zigoto. São deuterostômios marinhos que possuem fendas faríngeas.

Conforme comentado anteriormente, o termo não consiste em um nome científico e, sim, na denominação de um agrupamento de organismos mais simples e mais próximos aos Chordata.

A reunião de organismos tão diversos em um grupo próximo aos vertebrados baseia-se principalmente em aspectos do desenvolvimento embrionário. Na fase de nêurula, todos os protocordados ou cordados verdadeiros (vertebrados) exibem o mesmo padrão de organização do corpo, sendo possível identificar as quatro estruturas que caracterizam o grupo: uma *notocorda*, um *cordão nervoso* *oco*, *fendas brânquias* ou *faríngeas* e uma *cauda pós-anal*.

Neste momento, você deve estar se perguntando quais são essas características, de tal importância, que conseguem diferenciar vários grupos de organismos? Então, vamos tentar entendê-las.

A *notocorda* é um bastão flexível de células, que se estende por, praticamente, toda a região dorsal do corpo do animal, localizando-se acima do sistema digestório e abaixo do sistema nervoso. Ela serve como um ponto de apoio para os músculos. Nos protocordados, a notocorda, essa estrutura de sustentação formada por tecido conjuntivo, não é substituída por tecido ósseo; portanto, não forma uma coluna vertebral, como ocorre com os vertebrados.

Cordão nervoso oco. A maioria dos filos estudados até agora possui um sistema nervoso que se situa na região ventral e é formado por um cordão duplo e maciço de células. Já entre os protocordados e os cordados, esse é um cordão dorsal, simples e oco.

As *fendas branquiais* ou *faríngeas*, pares, se situam na região da faringe e exercem função respiratória. Entretanto, nos vertebrados terrestres, são substituídas por pulmões, durante o desenvolvimento embrionário.

A *cauda pós-anal*, muscular, se situa na região posterior do ânus.

Agora que você já conhece, intimamente, as características básicas dos protocordados e dos cordados, deve estar se questionando como esses surgiram.

COMO SURGIRAM OS PROTOCORDADOS?

Algumas teorias foram elaboradas a fim de explicar o parentesco evolutivo dos protocordados. Uma das primeiras teorias, que foi proposta no século XIX, supunha que os protocordados teriam se originado a partir de anelídeos marinhos, devido a sua *simetria bilateral*, *segmentação do corpo* e *tubo nervoso longitudinal ventral*. Posteriormente, foi defendida a teoria que relacionava os cordados aos equinodermos, por apresentarem *endoesqueleto*, serem *deuterostômios*, possuírem *simetria bilateral* e apresentarem, bioquimicamente, algumas *proteínas musculares* e alguns *amebócitos sanguíneos*. Contra essa teoria, temos a simetria radial e o sistema ambulacral. Uma terceira teoria defende que os cordados e os equinodermos têm a mesma origem evolutiva, ou seja, um ancestral comum. Mais adiante veremos que outras teorias mais modernas tentam explicar como foi o surgimento dos protocordados.

UROCHORDATA

De *Uro* = cauda;
chordata = cordão.

QUE ANIMAIS SÃO CONHECIDOS COMO PROTOCORDADOS?

Os dois filões de animais deuterostômios que apresentam a notocorda em pelo menos algum período do desenvolvimento embrionário, e que são reunidos como protocordados, são os **UROCHORDATA** ou **Tunicata**, filo que reúne não só as ascídias como também as salpas, e os **Cephalochordata**, filo representado pelos anfioxos. Não se esqueça de que, antigamente, os hemicordados eram classificados dentro dos protocordados, mas a análise de sua provável notocorda os separa desse agrupamento.

Os urocordados são considerados mais basais, enquanto os cefalocordados são considerados grupo-irmão dos vertebrados, por partilharem a presença de *miomeria*, ou seja, a repetição de pacotes musculares ao longo do corpo, e pelo fato de a notocorda estender-se até a região da cabeça.

Vamos agora conhecer melhor a morfologia e a fisiologia dos Urochordata ou Tunicata.

FILO UROCHORDATA OU TUNICATA

Conhecidos popularmente como seringas-do-mar, mija-mija e maminha-de-porca, os urocordados são invertebrados marinhos filtradores, bastante comuns e visíveis, cujo aspecto nos lembra os poríferos.

CLASSIFICAÇÃO

Os urocordados são subdivididos em três classes: Ascidiacea, que compreende 90% das espécies do filo Urochordata, Thaliacea e Larvacea (também chamada de Appendicularia).

CARACTERÍSTICAS GERAIS

Os tunicados podem ser fixos, de vida livre ou parasitários. Possuem notocorda na região da cauda, apenas na fase larvar.

Você deve estar se perguntando por que o nome tunicado. Na **Figura 8.1**, você observará a presença de uma estrutura em forma de túnica, recobrindo todo o corpo do animal; daí, o nome do filo. A túnica exoesquelética é complexa, composta essencialmente por tunicina, um isômero da celulose.

Existe uma faringe perfurada altamente desenvolvida; entretanto, no processo de metamorfose, o tubo nervoso dorsal oco é perdido, assim como a notocorda.

HABITAT E HÁBITOS

Os tunicados são comuns nas regiões costeiras de todos os continentes. A maioria das espécies são sésseis; entretanto, os representantes das classes Larvacea e Thaliacea estão adaptados a uma vida planctônica.

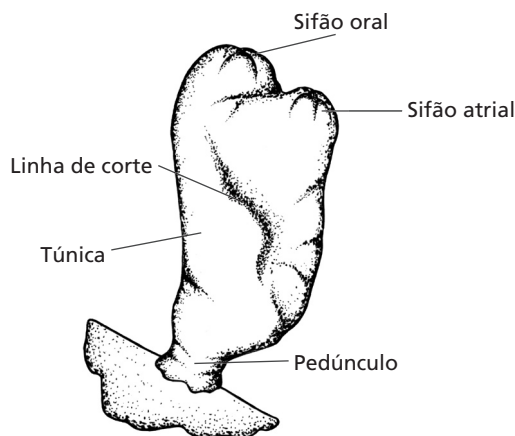


Figura 8.1: Túnica da ascídia *Styela plicata*.

ANATOMIA E FISIOLOGIA GERAL DO FILO

Nesta aula, iremos nos concentrar apenas nas características básicas dos urocordados; os pormenores serão discutidos nas nossas próximas aulas, quando estivermos estudando as outras classes componentes do filo.

Como você pode observar na Figura 8.2, a faringe dos tunicados encontra-se perfurada, sendo a estrutura responsável pelas trocas gasosas e pela alimentação dos animais desse filo, que são, por isso, conhecidos como micrófagos filtradores.

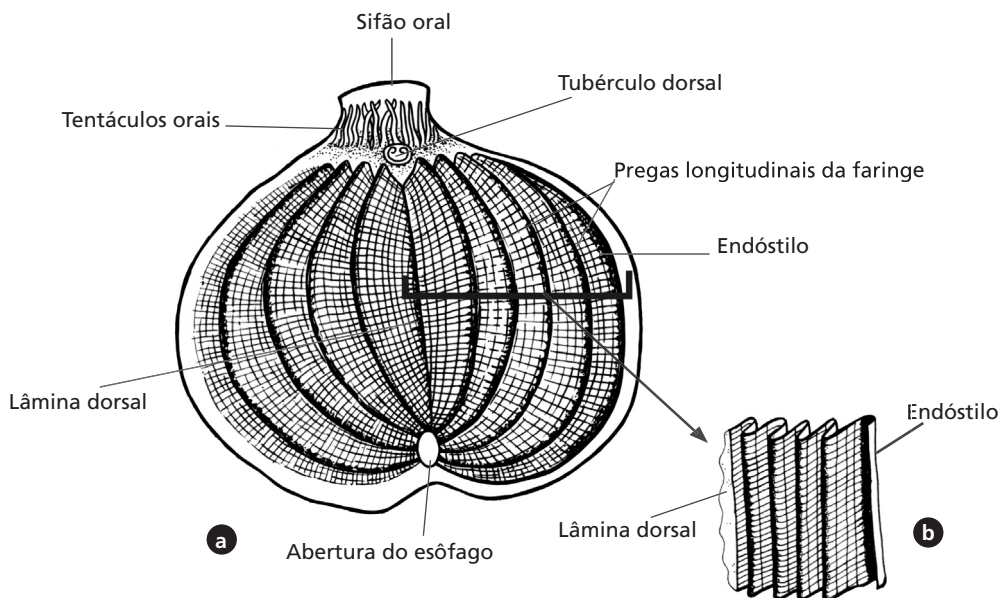


Figura 8.2: (a) Ascídia aberta pelo lado ventral, onde podemos observar a faringe; (b) vista detalhada das pregas longitudinais dessa faringe.

Nesses animais, o sistema circulatório é composto por um coração ventral e vasos, que permitem um fluxo bidirecional de sangue, sendo único em todo o reino animal.

A ausência de estruturas excretoras limita a regulação osmótica, restringindo os urocordados ao ambiente marinho ou ligeiramente salobro.

Sendo hermafroditas, os tunicados apresentam ciclos de vida complexos, incluindo alternância de gerações e formação de colônias; suas larvas assemelham-se às de girinos, e após a existência nadadora se metamorfoseiam em animais adultos.

Ao passar da forma larvar para o estágio adulto, a cauda regride; com ela desaparecem a notocorda e grande parte do tubo neural.

A larva dos tunicados é muito semelhante ao anfioxo (um cefalocordado que estudaremos brevemente) e à larva das lampréias (vertebrados bastante simples), o que evidencia o parentesco dos protocordados com os vertebrados.

Observando mais detalhadamente a **Figura 8.3**, você notará uma imensa semelhança da larva de um tunicado à de um girino (fase larvar dos anfíbios), o que nos mostra que, se o adulto tunicado não tem características de cordado, sua forma larvar, entretanto, apresenta todas as características mencionadas no início desta aula (**Figura 8.3**).

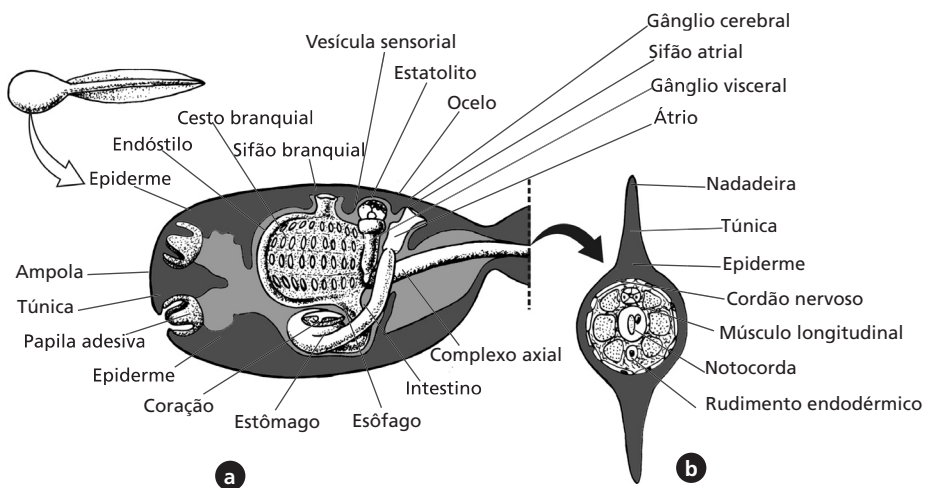


Figura 8.3: Morfologia de uma larva-girino de ascídia generalizada; (a) corte longitudinal, em vista lateral esquerda do corpo; (b) vista da cauda, em corte transversal.

EVOLUÇÃO A PARTIR DE UROCORDADOS

Conhecendo agora as características dos protocordados, uma pergunta começa a nos intrigar: Como ocorreu a evolução desses seres para vertebrados? Um pesquisador chamado Garstang, também intrigado com esse fato, propôs que os vertebrados se originaram de larvas semelhantes às de tunicados, as quais não sofreram metamorfose até a fase adulta (pedogênese), desenvolvendo gônadas funcionais e se reproduzindo. Uma outra hipótese, formulada por um pesquisador de nome Schaffer, postula que os vertebrados teriam se originado de larvas semelhantes às de cefalocordados, as quais, como na teoria de Garstang, não sofreram metamorfose até a fase adulta, desenvolvendo gônadas funcionais e se reproduzindo. Dessa maneira teriam surgido os primeiros vertebrados. Embora aceitas por diversos zoólogos, essas hipóteses permanecem sem provas.

RESUMO

Protocordados são invertebrados marinhos que compartilham diversas características com os vertebrados. Apresentam, em alguma fase do desenvolvimento, as seguintes características: notocorda, um cordão nervoso oco, fendas brânquias ou faríngeas e uma cauda pós-anal musculosa.

Os protocordados são representados pelos Urochordata ou Tunicata e pelo filo Cephalochordata. Os urocordados são considerados mais basais, sendo divididos em três classes: Ascidiacea, Thaliacea e Larvacea. Todos os representantes do filo apresentam notocorda na região caudal, apenas na fase de larva; quando adultos, mostram o corpo recoberto por uma túnica exoesquelética.

No filo Urochordata, observa-se uma faringe perfurada, altamente desenvolvida, responsável pelas trocas gasosas e filtração, bem como um sistema circulatório com fluxo bidirecional de sangue. Os tunicados são animais hermafroditas, com desenvolvimento indireto.

EXERCÍCIOS

1. Nos grupos de invertebrados estudados anteriormente, as características morfológicas sempre foram definidas a partir do estudo do animal adulto; entretanto, para os Chordata (protocordados e vertebrados), essa caracterização deve ser procurada na fase embrionária. Explique.
2. Os protocordados são os animais que mais se assemelham aos vertebrados do ponto de vista estrutural e do desenvolvimento. Com que argumentos você defenderia tal afirmativa?
3. A presença das fendas faríngeas é uma das características que aproxima os protocordados dos vertebrados. Discuta o papel funcional dessa estrutura para os protocordados do filo Urochordata.
4. A notocorda é uma estrutura muito importante. Na sua opinião, qual a melhor definição para notocorda e qual a sua importância?

AUTO-AVALIAÇÃO

Nesta aula, é importante que você tenha compreendido os seguintes tópicos:

- as características que reúnem os protocordados;
- quais os filos que fazem parte dos protocordados;
- aspectos básicos da arquitetura corporal dos urocordados.

Se os tópicos relacionados anteriormente foram compreendidos a contento, e você respondeu acertadamente às questões propostas nos exercícios, pode-se considerar apto para proceder ao estudo da Aula 9.

INFORMAÇÕES SOBRE A PRÓXIMA AULA

Na Aula 9, iremos nos aprofundar no estudo dos urocordados, discutindo aspectos morfológicos, fisiológicos e ecológicos da classe Ascidea, a maior e mais importante dentro do filo Urochordata.

Protochordata – Parte II – Tunicata – Ascidiacea

AULA

9

objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Conhecer a anatomia funcional externa e interna e a biologia dos representantes da classe Ascidea dos urocordados ou Tunicata.
- Estudar os aspectos ecológicos dos urocordados.

Pré-requisito

Ter obtido desempenho satisfatório na Aula 8, na qual estudamos a introdução do tema Protocordados.

INTRODUÇÃO

Na aula anterior, você teve a oportunidade de conhecer os caracteres básicos dos protocordados (animais considerados cordados inferiores) e ainda obteve informações preliminares sobre os animais que apresentam notocorda restrita à região caudal, apenas durante o desenvolvimento larval, sendo reunidos no filo Tunicata ou Urochordata. Detentores de características similares, como o corpo coberto por uma túnica composta por tunicina, os tunicados ou urocordados foram separados em três classes: Ascidiacea, Thaliacea e Larvacea, essa última também conhecida como Appendicularia. Nesta nossa aula, trataremos os aspectos relevantes da classe Ascidea (Ascidiacea), considerada a mais representativa dentro do filo Tunicata ou Urochordata.

CLASSE ASCIDEA (ASCIDIACEA)

Os urocordados da classe Ascidiacea compreendem aproximadamente 2.000 espécies, representando cerca de 90% dos tunicados. Podem ser espécies solitárias ou coloniais, sésseis na fase adulta e nadadores na fase larval. As ascídias isoladas, quando adultas, assemelham-se a pequenas bolas, que eliminam um líquido quando espremidas, sendo por isso conhecidas popularmente como seringa-do-mar, maminha-de-porca ou mija-mija.

Classificação

Classe Ascidea	{	Ordem Aplousobranchia
		Ordem Phelobranchia
		Ordem Stolibranchia

CARACTERÍSTICAS GERAIS

Morfologia e Fisiologia

Conforme você observou na **Figura 8.1** da Aula 8, o corpo das ascídias, assim como o dos demais urocordados, encontra-se envolto externamente por uma espécie de manto chamado túnica, que se mostra como uma estrutura intrigante e particular. A exclusividade da túnica dos urocordados se apóia no fato de esta ser composta por tunicina, um isômero de celulose, que abriga corpúsculos amebóides e vasos sanguíneos.

Por essas características e por não ser **trocada durante o crescimento (ECDISE)**, a túnica pode ser considerada um tecido vivo. Observando a **Figura 9.1**, você terá uma noção detalhada da túnica de uma ascídia. A túnica extracelular das ascídias é um exoesqueleto dinâmico que aumenta de volume, mantendo a mesma estrutura, à medida que o corpo cresce. Apesar de o processo de crescimento da túnica não ser completamente compreendido, os seus precursores são transportados até ela, por meio do sangue, nas espécies que têm uma túnica vascularizada, e são liberados na superfície externa da mesma. Periodicamente, ocorre a contração da musculatura da parede corporal, forçando a água a sair em esguichos, através dos sifões, em resposta a um material indesejável na água ou a outro distúrbio; daí, os nomes de *seringa-do-mar* ou *mija-mija*, conferidos às espécies dessa classe. Conforme você deve ter notado, a túnica exerce função de sustentação e proteção.

ECDISE

Ocorre com o exoesqueleto de diversos grupos de animais como, por exemplo, a classe Insecta, já estudada por você.

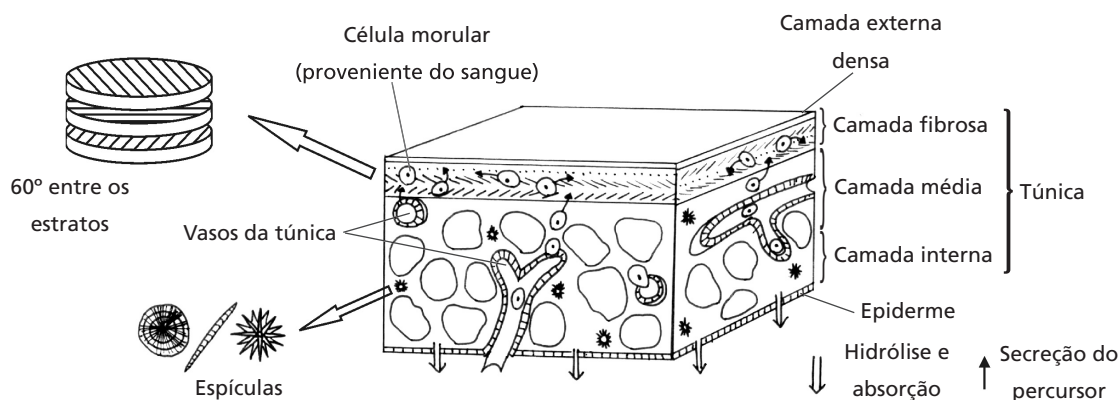
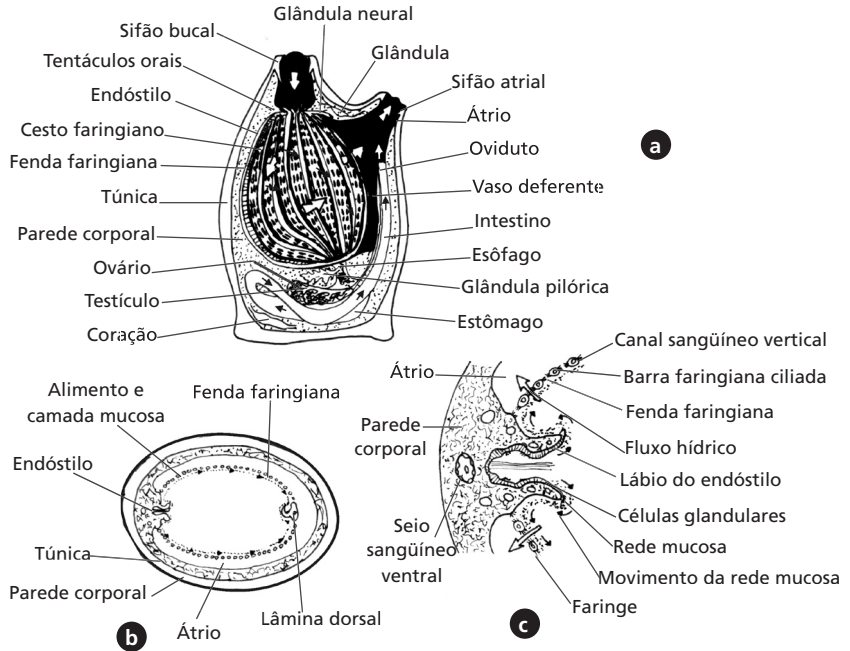


Figura 9.1: Esquema de uma túnica de ascídia generalizada.

Observando a **Figura 9.2**, você perceberá, imediatamente, que a superfície corporal de uma ascídia típica apresenta o formato de um saco, com duas aberturas superiores, o *sifão bucal* e o *atrial* e uma porção inferior que se prende ao substrato. O sifão bucal projeta tentáculos bucais e abre-se internamente em uma faringe, que se encontra perfurada por fendas branquiais, denominadas *estigmas*. Circundando a faringe temos o átrio, que se abre para o exterior através do sifão atrial.

Figura 9.2: (a) Vista lateral dos órgãos internos de uma ascídia solitária. O trajeto do fluxo hídrico pode ser visto acompanhando-se as setas grandes, enquanto que as setas menores mostram o trajeto da rede mucosa; (b) corte, em vista transversal, da faringe de uma ascídia; (c) maior aumento da região endostilar vista em (b), na qual podemos observar o trajeto da secreção da rede mucosa e o fluxo hídrico através das fendas branquiais.



Agora, estude atentamente a **Figura 9.3** e veja como é fácil perceber que, no interior da túnica, o zoóide ascidiáceo pode ser dividido em três regiões: *região torácica distal*, que contém a faringe; *região abdominal*, que abriga o trato digestório e *região pós-abdominal*, onde se alojam o coração e os órgãos reprodutivos. Essas regiões são distintas apenas nos zoóides microscópicos de espécies coloniais, sendo que muitas ascídias não possuem pós-abdômen, ou até mesmo abdômen, fazendo com que os órgãos abdominais se desviem para a faringe.

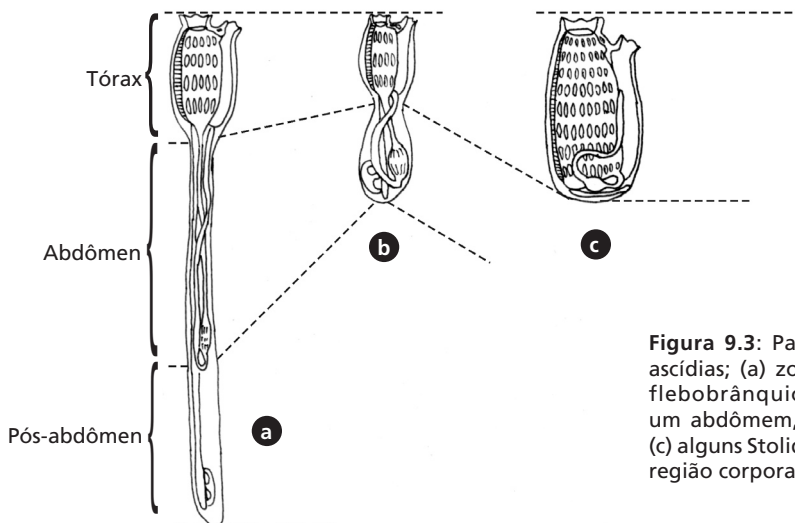


Figura 9.3: Partes que compõem o corpo das ascídias; (a) zoóides com três partes; (b) certos flebobrânquios possuem somente o tórax e um abdômen, sendo o pós-abdômen ausente; (c) alguns Stolidobranchia possuem somente uma região corporal, o tórax.

ORGANIZAÇÃO COLONIAL

Certamente, ao examinar isoladamente um único zoóide de uma colônia de ascídias, você observará seu pequeno tamanho; entretanto, a colônia toda pode atingir mais de um metro. Em uma colônia, os zoóides mostram-se espaçados e unidos por *estolhos*.

Observando a **Figura 9.4**, você terá a impressão de estar vendo um único indivíduo; no entanto, tal figura mostra uma organização colonial especializada de ascídias, onde todos os zoóides encontram-se incrustados em uma só túnica.

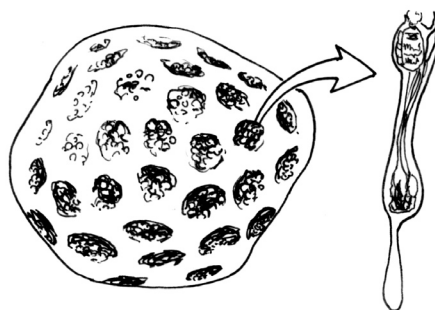


Figura 9.4: Colônias de ascídias aplousobrânquias da espécie *Aplidium Stellatum* (conhecida como porco-do-mar).

Em algumas espécies, observa-se certa independência do zoóide, com sifões abrindo-se sobre a túnica comum aos vizinhos. Entretanto, para outras espécies, os zoóides são integrados, formando sistemas organizados, onde existe o compartilhamento da abertura atrial, que é facilmente visualizada na **Figura 9.5**.

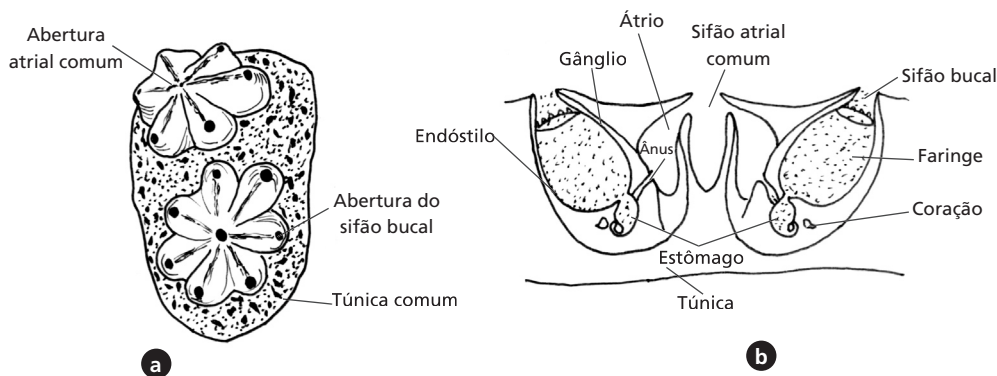


Figura 9.5: (a) Ilustração da espécie *Btryllus Schollosseri*, uma ascída composta; (b) ilustração, em corte vertical, do arranjo dos zoóides em um sistema, de uma espécie do gênero *Eotryllus*.

HABITAT E HÁBITOS

Se você deseja encontrar ou coletar uma ascídia, deve evitar as grandes profundidades, pois a maioria das espécies da classe é habitante de águas rasas dos mares tropicais, nas quais se fixam em rochas, estacarias, conchas, lama ou areia. Espécies coloniais são, frequentemente, observadas sobre ou sob rochas coralinas. Algumas espécies são intersticiais.

RELAÇÕES ECOLÓGICAS

Alguns membros de ascídias, de famílias coloniais, contêm algas simbiontes no interior da túnica ou cianobactérias incrustadas. Acredita-se que o material fotossintetizado em excesso, produzido pelos simbiontes, seja utilizado pelo tunicado como fonte alimentar auxiliar.

REGENERAÇÃO

O processo de regeneração é comum entre os organismos da classe.

ALIMENTAÇÃO

As ascídias são animais filtradores, obtendo como fonte de nutrição aquilo que, fluindo juntamente com a água do mar, penetra em seu corpo.

O sífão inalante recebe a água, e os tentáculos que este abriga impedem a entrada de grandes partículas. A água passa pela faringe, e as células ciliadas, juntamente com o muco produzido pelo endóstilo, que é o precursor da tireóide dos vertebrados, seguram as partículas. Partindo da faringe, a água com partículas é levada para um pequeno esôfago através de uma estrutura de forma afunilada com células ciliares, chamada *goteira*. Do esôfago segue o tubo digestório simples, em forma de U, com um estômago responsável pela digestão extracelular. No final do tubo digestório encontra-se o intestino, cuja extremidade termina num reto, que se abre para o exterior através do ânus, no interior do átrio.

Observando a **Figura 9.2**, você perceberá o trajeto do fluxo hídrico, mostrado pelas setas grandes, enquanto as setas pequenas mostram a rede mucosa.

REPRODUÇÃO E DESENVOLVIMENTO

A reprodução destes animais é assexuada e exclusiva das formas coloniais, ocorrendo por brotamento. Um óvulo fertilizado origina um *oozoóide*, do qual surge um broto chamado *blastozoóide*. O padrão de brotamento é variável e complexo.

A reprodução sexuada é comum entre as espécies da classe, que, em sua maioria, são hermafroditas e apresentam fertilização cruzada.

Na verdade, os tunicados apresentam duas gônadas funcionais em épocas diferentes, sendo, portanto, pseudo-hermafroditas. Assim, em determinado período, apresentam testículos e, em outro, ovário. Exibem o desenvolvimento por progínia (os ovários se desenvolvem antes dos testículos) ou protandria (os testículos se desenvolvem antes dos ovários).

As gônadas simples, testículo e ovário, que você já observou, estudando a **Figura 9.2**, alojam-se próximos à alça digestiva e desembocam no sifão exalante. O oviduto e o ducto espermático correm paralelamente ao intestino e se abrem em frente ao ânus.

Os gametas, nesses animais, são liberados externamente pelo sifão atrial; a fecundação é externa (reprodução sexuada). A ascídia filtra água contendo gametas, os quais ficam retidos na faringe, que possui quimiorreceptores que vão ativar o gânglio nervoso a estimular a glândula neural na produção de gonadotrofina para o desenvolvimento de testículos ou de ovários. Para liberação de seus respectivos gametas existem dois tipos de gonadotrofinas: uma, que estimula o desenvolvimento masculino, e outra, que estimula o desenvolvimento feminino. Os gametas retidos na faringe, que ativaram os quimiorreceptores, não fecundam e são ingeridos como alimento.

Da eclosão do ovo surge uma larva girinóide; nessa fase, afloram as características dos Chordata, ou seja, *tubo nervoso dorsal oco*, *notocorda*, *cauda pós-anal muscular* e *fendas faríngeas*.

Nesses animais ocorre clivagem completa, com desenvolvimento de celoblastula, sendo que a gastrulação se dá por epibolia e invaginação. O arquêntero origina a notocorda.

Conforme você pode observar na **Figura 9.6**, a larva-girino apresenta uma longa cauda posterior que contém a notocorda e o tubo neural, sendo usada na natação. A porção dilatada do tubo neural origina, posteriormente, o gânglio cerebral e a glândula neural do adulto. Na região anterior da larva encontra-se a boca, que se torna o sifão bucal e que leva a uma faringe seguida de uma alça digestiva retorcida com um intestino direcionado dorsalmente. Ao final do estágio natatório, a larva procura um substrato para se fixar e inicia uma metamorfose radial.

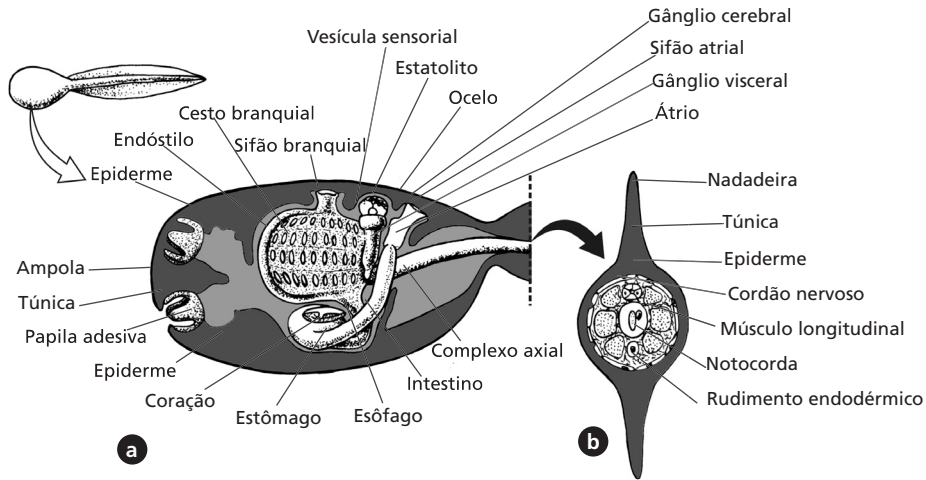


Figura 9.6: Morfologia de uma larva-girino de ascídia generalizada; (a) corte longitudinal, em vista lateral esquerda do corpo; (b) vista da cauda, em corte transversal.

Durante a metamorfose, que você pode observar acompanhando a **Figura 9.7**, o tubo nervoso dorsal oco, a notocorda e a cauda pós-anal muscular começam a diminuir. Nesse período, a larva não se alimenta, utilizando essas estruturas como fonte de energia até desaparecerem. Durante o processo metamórfico, o animal sofre uma rotação de 180 graus: os sifões, que se encontravam virados para o substrato, opõem-se a ele, assim como às demais estruturas. O número de fendas faríngeas sofre acréscimo considerável.

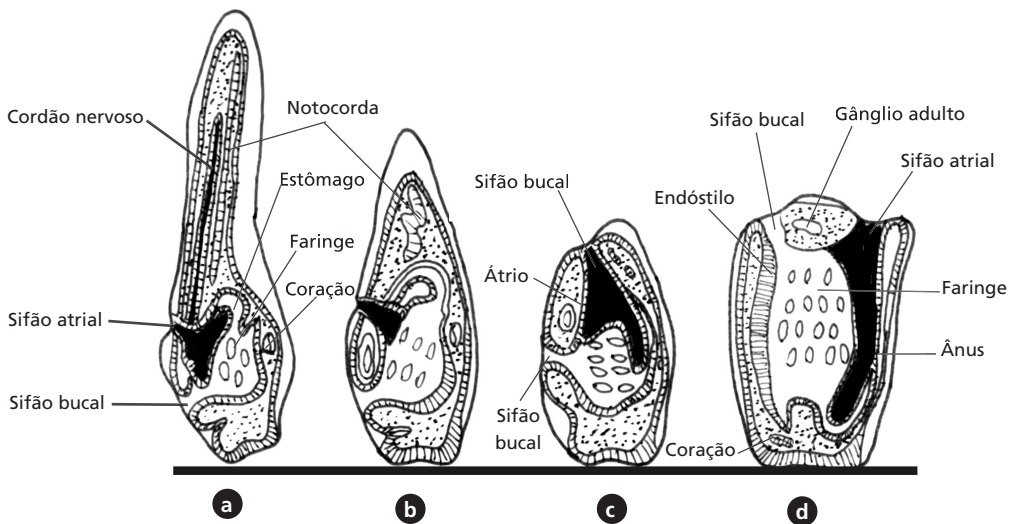


Figura 9.7: Estádios da metamorfose da larva-girino das ascídias; (a), (b) e (c), ilustração diagramática, em vista lateral, de uma larva-girino de ascídias, desde o momento em que se prende ao substrato (a) até o final da metamorfose, na qual podemos observar, em (d), a forma de um indivíduo jovem.

RESPIRAÇÃO

As trocas gasosas ocorrem na faringe, que recebe água continuamente. Esta possui uma grande superfície de contato com a água, realizando a troca de gás carbônico do sangue com o oxigênio da água. Os gases são transportados em solução física no plasma. Dentro da túnica há um espaço entre o organismo e a epiderme do manto, sendo essa também uma superfície de contato, em que ocorrem trocas gasosas cutâneas.

SISTEMA CIRCULATÓRIO

Nesses animais, o sistema sanguíneo-vascular, cuja anatomia você pode conhecer analisando a **Figura 9.8**, é bem desenvolvido e peculiar. Existe um coração em formato cilíndrico curvo ou de U; dele partem dois vasos: um dorsal, que leva o sangue para alguns vasos menores da faringe (nos quais ocorrem as trocas gasosas), e outro ventral, que traz o sangue de volta para o seio venoso, passando, primeiramente, próximo ao intestino, no qual os nutrientes ficam retidos.

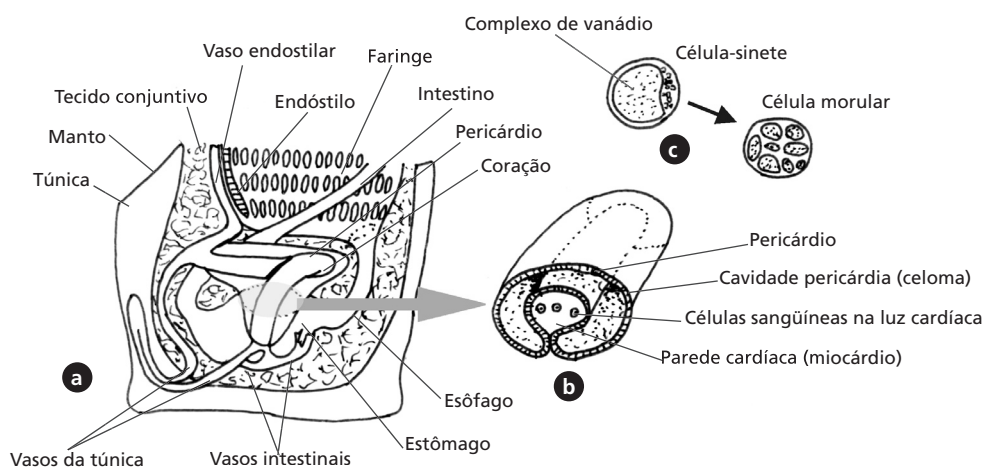


Figura 9.8: Sistema sanguíneo-vascular das ascídias; (a) os vasos principais e o coração de uma espécie do gênero *Ciona*; (b) corte transversal da parede cardíaca a partir de (a); (c) vanadóculos imaturos e maduros da ascídia do gênero *Ascídia*.

O sangue apresenta corpúsculos que, embora não exerçam a função de transportadores de gases, realizam outros variados papéis. Dentre esses corpúsculos, podemos citar as células sanguíneas especializadas, os *linfócitos*, os quais originam outras células do sangue; os *amebócitos* que, nessa classe, têm função de carregar nutrientes, além de fagocitar resíduos não aproveitados; as *células morulares*, que concentram metais pesados,

tais como o ferro, o nióbio, o tantálio e o vanádio, que se localizam dentro de vesículas intracelulares. No caso do vanádio, acredita-se que seja usado na produção da túnica, devido ao seu poder redutor, e ainda pode ser usado como antibiótico, devido ao fato de a sua toxicidade desencorajar a predação aos tunicados.

A reversão periódica do fluxo sanguíneo, como representada na **Figura 9.9**, é uma característica única e peculiar dos tunicados, nos quais, a cada 2 ou 3 minutos, o batimento cardíaco cessa, sendo retomado na direção oposta. O coração é controlado por dois centros miogênicos (que fazem o coração bater), cada um localizado num ponto do órgão, sendo capazes de reverter a direção da circulação sanguínea pelo ponto sobre o qual houver maior pressão.

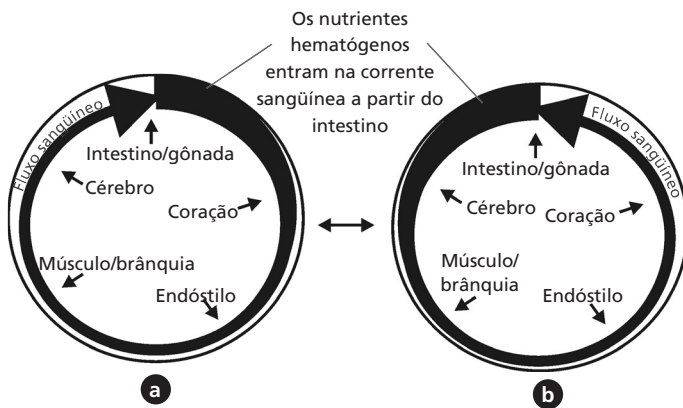
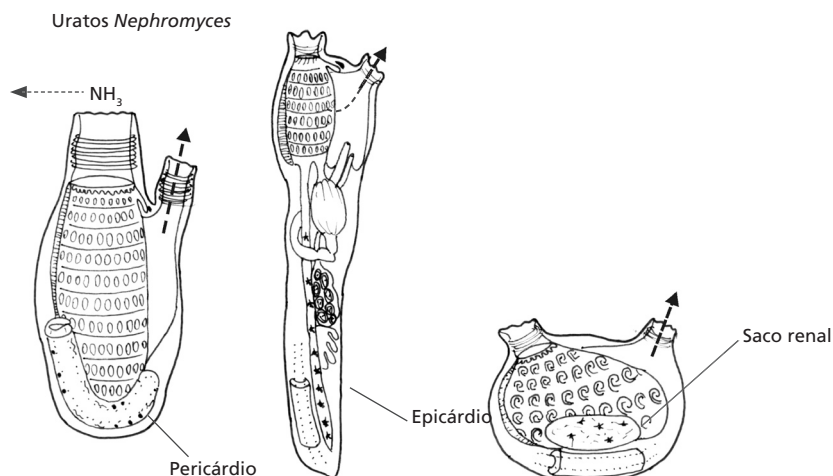


Figura 9.9: (a) Diagrama mostrando a disposição presumida de órgãos em série no circuito sanguíneo em andamento; (b) o reverso do fluxo sanguíneo.

SISTEMA EXCRETOR

Não existem, nesses animais, órgãos especializados em excreção. A liberação de amônia é executada pela faringe e no interior do fluxo exaustor. Outros subprodutos metabólicos, como o ácido úrico e uratos, são armazenados internamente e liberados somente com a morte do zoóide, fenômeno esse conhecido como excreção em *armazenamento*. Os uratos são armazenados nos *nefrócitos*, que, então, se acumulam em vários tecidos do corpo, podendo ainda ser secretados pelos tecidos epiteliais no interior de compartimentos extracelulares, como observado na **Figura 9.10**, tais como o pericárdio ou dois órgãos especializados chamados *epicárdio*, que se apresenta como um divertículo longo na porção inferior da faringe, e saco renal, que é uma especialização do epicárdio.

Figura 9.10: Algumas formas de excreção de armazenamento nas ascídias.



SISTEMA NERVOSO

Certamente você deve estar curioso para conhecer o sistema nervoso das ascídias; então, observe atentamente a **Figura 9.11**. Na verdade, o sistema nervoso dos adultos difere do das larvas. Nos adultos, é relativamente simples, consistindo em um *gânglio cerebral* localizado entre os dois sífões. Tanto na cavidade visceral, como na cavidade branquial, observam-se neurônios que chegam às vísceras. Esses estão acoplados, superiormente, ao gânglio, no qual há uma glândula neural que produz neuromônios importantes na reprodução; essa se abre na faringe, por meio de um *tubérculo dorsal*. As larvas nadadoras (também conhecidas como livre-natantes) exibem tubo nervoso dorsal oco e uma pequena formação ganglionar.

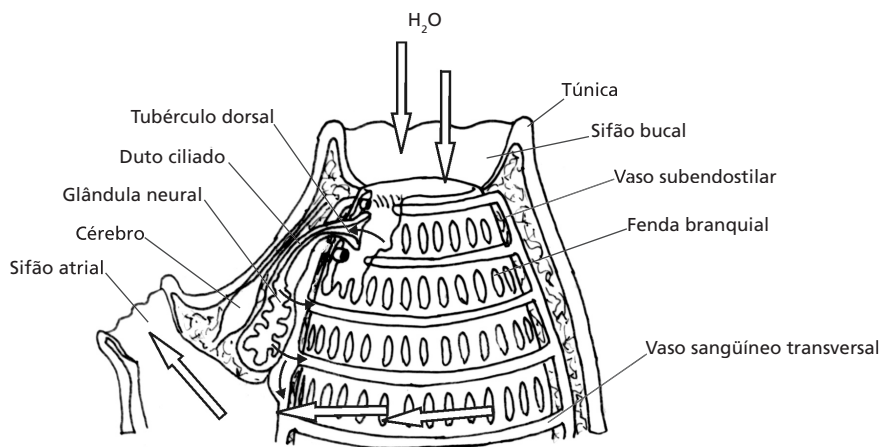


Figura 9.11: A glândula neural e seu tubérculo dorsal e duto ciliar associados, nas ascídias, como nos outros urocordados, bombeiam a água marinha no interior do sangue e, conseqüentemente, ajudam a regular o volume de fluido do sangue. A glândula remove as partículas pequenas por meio de fagocitose e o tubérculo dorsal exclui as partículas grandes provenientes da corrente interna.

Esses animais não apresentam órgãos sensoriais especiais; entretanto, células de estimulação tátil (mecanossensoriais), localizadas entre o organismo e a túnica, são abundantes, provavelmente exercendo papel de controle da corrente de água que passa através da faringe.

RESUMO SISTEMÁTICO DA CLASSE ASCIDIACEA

Ordem Aplousobranchia

Os animais desta ordem são tunicados coloniais, com revestimento faringiano simples, na qual um epicárdio está presente. Apresentam as gônadas no interior da alça intestinal; algumas espécies possuem um pós-abdômen.

Ordem Phelobranchia

Esses tunicados são formados por animais solitários ou coloniais, com vasos longitudinais dentro da faringe, apresentando as gônadas no interior da alça intestinal, sem pós-abdômen.

Ordem Stolibranchia

As espécies que se encontram nesta ordem são tunicados solitários ou coloniais, com revestimento faringiano pregueado e alça intestinal lateral à faringe. Nesses animais, o epicárdio é ausente.

RESUMO

As ascídias são urocordados sésseis, revestidas pela túnica, apresentando uma faringe altamente especializada em filtração.

O sistema sangüíneo vascular é exclusivo, devido à reversão do fluxo através do circuito. As ascídias são animais amniotélicos, possuindo órgãos excretoras incomuns, tais como pericárdio, epicárdio e sacos renais, que preenchem outras funções excretoras.

A grande maioria das espécies é hermafrodita, com fertilização externa ou no interior do átrio, com desenvolvimento posterior, que leva a uma larva girinóide que apresenta todas as características dos cordados. A larva sedimenta-se e passa por uma metamorfose, a qual envolve a degeneração da cauda e, conseqüentemente, da notocorda e do cordão nervoso dorsal.

EXERCÍCIOS

1. O nome tunicado deriva do fato de esses animais possuírem uma túnica recobrando o corpo. Na classe Ascidiacea, essa túnica é uma estrutura com caracteres especiais. Descreva as características básicas da túnica de uma ascídia.
2. Conforme sabemos, uma das funções básicas para a sobrevivência de uma espécie animal é a sua alimentação. Explique, de forma resumida, como os representantes da classe Ascidiacea realizam tal função.
3. Os sistemas sangüíneo-vascular e excretor dos representantes da classe Ascidiacea se mostram únicos ou incomuns dentro do reino animal. Descreva tais sistemas, citando as peculiaridades de ambos.
4. Assim como nos demais protocordados, a larva das ascídias merece especial atenção. Descreva suas características, enfatizando todos os estágios de seu desenvolvimento até o organismo adulto.

AUTO-AVALIAÇÃO

Para ser considerado apto a prosseguir seus estudos, é importante que nesta aula você tenha respondido corretamente aos exercícios propostos e que tenha compreendido os seguintes tópicos:

- características gerais da classe Ascidiacea;
- morfologia externa e interna dos representantes da classe;
- caracteres gerais das fisiologias digestória, circulatória, respiratória, excretora e reprodutora das ascídias;
- aspectos da larva-girino das ascídias, que permitiram a inclusão desses organismos como protocordados.

INFORMAÇÕES SOBRE A PRÓXIMA AULA

Em nossa próxima aula, discutiremos os aspectos da biologia, morfologia, fisiologia e ecologia das classes Thaliacea e Larvacea. Terminaremos, assim, o estudo do filo Urochordata ou Tunicata.

Protochordata – Parte III – Tunicata – Thaliacea e Larvacea

AULA

10

objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Conhecer a anatomia funcional externa e interna dos Urochordatas das classes Thaliacea e Larvacea.
- Estudar os aspectos ecológicos desses grupos.

Pré-requisitos

Ter compreendido as Aulas 8 e 9.

INTRODUÇÃO

Os animais pertencentes ao filo Urochordata apresentam, como característica comum, a presença de uma notocorda na fase larvar, restrita à região da cauda. Conforme verificamos nas aulas anteriores, a maior parte dos organismos pertencentes ao filo estão reunidos na classe Ascidiacea, que foi tema da Aula 9. Entretanto, existem duas outras classes: Thaliacea e Larvacea, que agrupam urocordados adaptados a uma existência livre planctônica e que serão conhecidos nesta nossa aula. Como os animais destas duas classes apresentam similaridades com as ascídias, nos concentraremos apenas nas explicações sobre características diferenciais dos taliáceos e larváceos.

CLASSE THALIACEA

Esta classe é composta por organismos marinhos, planctônicos, de existência natatória.

CLASSIFICAÇÃO

A classe Thaliacea inclui três famílias: Salpidae (salpas), Doliolidae (dolidolídeos) e Pyrosomatidae (pirossomos), que se dividem em seis gêneros.

MORFOLOGIA E FISILOGIA

Ao observar o corpo dos taliáceos, você perceberá que estes organismos são muito distintos quanto à forma. Nas salpas, o corpo parece uma corrente; nos dolidolídeos, adquire a forma de um barril, enquanto nos pirossomos, o formato lembra um cilindro fechado em uma extremidade (**Figura 10.1**). Entretanto, estes organismos mostram, como similaridade corporal, o fato de possuírem sífões bucais e atriais em extremidades opostas do corpo, no que divergem de seus parentes próximos, as ascídias. Este posicionamento oposto dos sífões permite que a corrente hídrica seja usada não somente para alimentação e troca gasosa, como acontece nas ascídias, mas também para propulsão a jato.

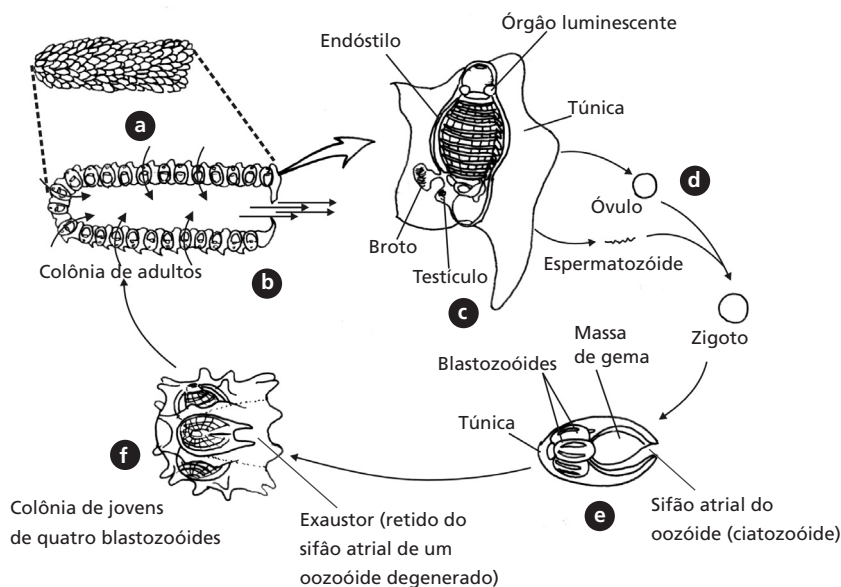


Figura 10.1: (a) Uma colônia de adultos da espécie *Pyrosoma atlanticum*; (b) zoóides mostrando a cloaca comum e a abertura exaustora, em corte longitudinal de (a). Observe o fluxo hídrico através da colônia mostrado pelas setas; (c) zoóide aumentado; (d) gametas masculinos e femininos; (e) quatro brotos precoces (blastozoóides) do oozóide lecitotrófico (ciatozoóide); (f) colônia de jovens composta de quatro zoóides.

Os taliáceos são animais transparentes, com a túnica variando em espessura e o tecido conjuntivo apresentando-se gelatinoso e fluante.

HABITAT E HÁBITOS

A maioria das espécies desta classe habita mares de águas quentes, tropicais e semitropicais, sendo amplamente distribuídas.

ALIMENTAÇÃO E TROCAS GASOSAS

Assim como as ascídias, os taliáceos alimentam-se através da filtração. O alimento penetra pela corrente hídrica, sendo removido dessa e retido pelo animal.

FAMÍLIA PYROSOMATIDAE

Esta família é compreendida por taliáceos coloniais, reunidos em uma túnica cilíndrica comunitária, cujo comprimento varia de poucos centímetros até três metros. Ao observar a **Figura 10.1 (b)**, você perceberá que os zoóides dos pirossomos se orientam na túnica, de maneira a permitir que os sifões bucais se abram externamente, enquanto os atriais se dirigem para o lado interno na cavidade cloacal central. Essa organização dos zoóides produz um forte impulso de água vindo da abertura exaustora.

Uma característica marcante dos pirossomos é a emissão de luz intensa, que ocorre graças à presença de bactérias bioluminescentes em dois órgãos laterais à faringe.

A reprodução das colônias de pirossomos ocorre assexuadamente, por brotamento, quando o novo indivíduo surge na região cardíaca do genitor, conforme você pode visualizar na **Figura 10.1 (c)**. Sexuadamente, um único óvulo é fertilizado internamente em um zoóide, desenvolvendo-se no interior do corpo do genitor. O *oozoóide* rudimentar, que recebe o nome de *ciatozoóide*, sofre um brotamento, formando quatro *blastozoóides*, que são os primeiros zoóides coloniais (**Figura 10.1 (e)**). Observando a mesma **Figura 10.1 (f)**, você perceberá que na nova colônia, composta pelos quatro blastozoóides, o oozoóide degenera-se, com exceção do seu sifão atrial, que fica retido na colônia em desenvolvimento, como sua abertura exaustora.

FAMÍLIA SALPIDAE

O corpo das salpas assemelha-se a uma corrente, na qual faixas musculares circulares, em forma de argolas incompletas, produzem contrações que empurram a água do átrio para o exterior através da abertura exaustora. O fluxo originado pela contração muscular serve para alimentação, troca gasosa e locomoção.

Nos organismos dessa família, uma importante peculiaridade é o fato de existirem apenas duas grandes fendas branquiais.

Acompanhe, através da **Figura 10.2**, a complexa reprodução das salpas.

Os zoóides das salpas reproduzem-se assexuadamente, por meio de brotamento na região cardíaca, produzindo um longo *estolho* (**Figura 10.2 (a)**), que se arrasta ventralmente a partir do corpo, ocorrendo a diferenciação interna dos *blastozoóides*, que são separados por meio de pontos de distribuição, nos quais os blastozoóides soltam-se e assumem uma existência independente como agregados de membros de reprodução sexuada.

Nestes animais de forma sexuada, ocorre a reprodução no interior do blastozoóide, através da fertilização de um ovo que se desenvolve diretamente no interior de uma bolsa provida de ligação com o sangue do genitor (**Figura 10.2 (b)**). O jovem cresce até descartar a casca do genitor e tornar-se um oozoóide independente (**Figura 10.2 (c)**).

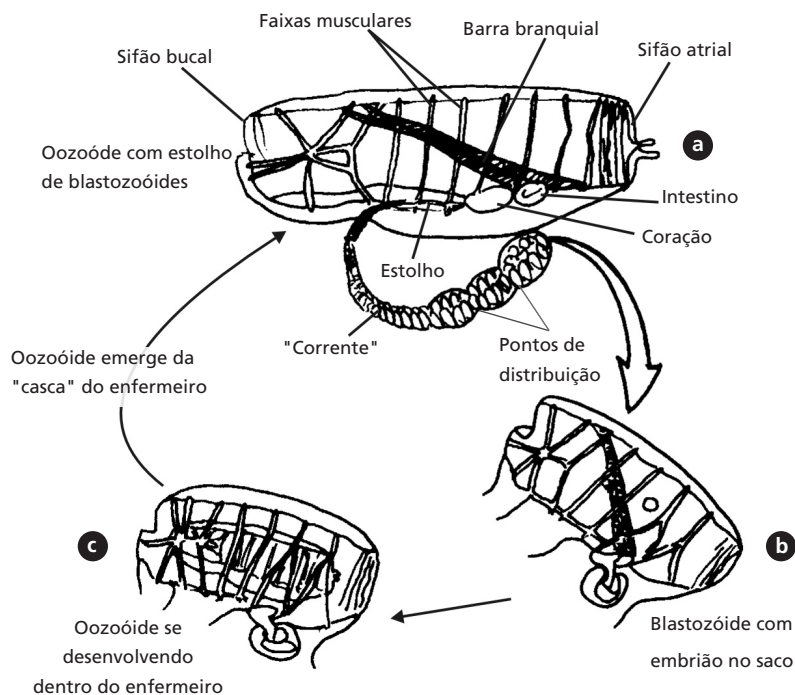


Figura 10.2: Ciclo de vida e organização das salpas.

FAMÍLIA DOLIOLIDAE

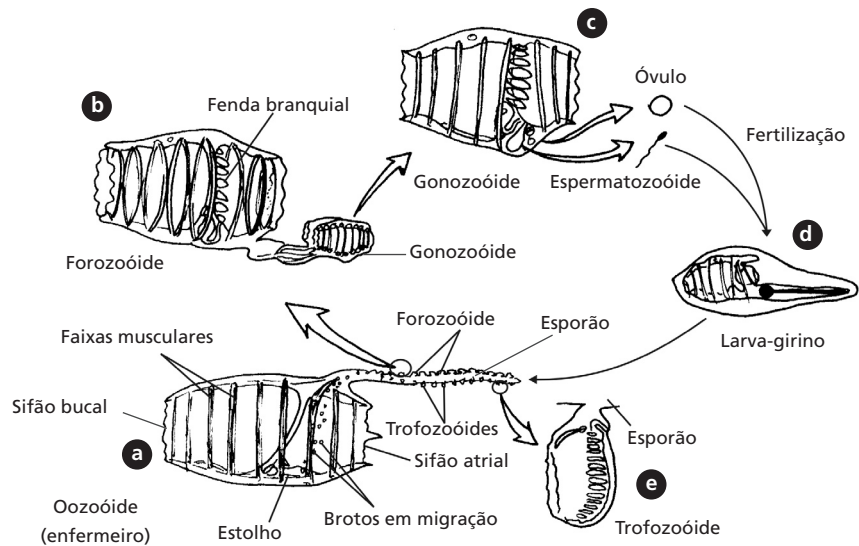
O corpo dos doliolídeos, semelhante a um barril, apresenta faixas musculares em forma de argolas completas que produzem contrações, como as descritas para as salpas. Entretanto, entre os organismos desta família a corrente alimentar ciliar ainda está presente.

Assim como nas salpas, a reprodução é peculiar, conforme você poderá acompanhar na Figura 10.3.

A reprodução assexuada por brotamento forma um estolho curto, ocorrendo a migração dos brotos no estolho através do corpo do oozoóide, e a incrustação em um apêndice dorsal, denominado esporão (Figura 10.3 (a)). Ocorre a diferenciação em três tipos de zoóides: os trofozoóides (com abertura bucal e faringe, responsáveis pela alimentação) (Figura 10.3 (e)); os forozoóides (com pequeno esporão), responsáveis pela locomoção (Figura 10.3 (b)); e os gonozoóides (membros de reprodução sexuada da colônia) (Figura 10.3 (c)).

Após completo desenvolvimento, os forozoóides e os gonozoóides soltam-se e assumem existência independente. A fertilização e o desenvolvimento inicial são internos nos gonozoóides, liberando na água uma larva (Figura 10.3 (d)) que sofre metamorfose, originando um oozoóide e, finalmente, completando o ciclo.

Figura 10.3: Ciclo de vida e organização dos doliolídeos.



CLASSE LARVACEA

Características gerais

Também conhecidos como Appendicularia, os larváceos constituem uma pequena classe com aproximadamente 70 espécies, que são consideradas as detentoras das características mais especializadas entre os tunicados. São organismos neotênicos, planctônicos, que apresentam uma “capa” muito elaborada, relacionada não somente com a proteção do organismo, mas também com a captura de alimento.

MORFOLOGIA E FISIOLOGIA

Os larváceos são animais transparentes, com tamanho corporal médio de 5mm, que receberam tal nome devido ao fato de assemelharem-se à larva das ascídias (Figura 10.4).

Diferentemente dos demais urocordados, os larváceos não apresentam uma túnica de celulose; no entanto, a epiderme superficial (epitélio oicoplástico) secreta um material gelatinoso que vai formar o abrigo, que se expande para o exterior através de um fluxo de água fechando o corpo. Entre os larváceos, a família mais bem conhecida é Oikopleuridae. Nela, o abrigo tem uma duração de quatro horas, sendo descartado repentinamente. A construção de um novo abrigo envolve o estágio de pré-fabricação pelo epitélio oicoplástico, seguido pelo encaixe sobre a extremidade oral do tronco.

Após o descarte do antigo abrigo, o novo é expandido, em poucos segundos, através de movimentos do corpo do animal e do preenchimento com água.

Os abrigos descartados formam a neve marinha, que é um material orgânico que funciona como um importante substrato para a decomposição microbiana e a reciclagem de nutrientes.

Existe uma cauda e o corpo apresenta-se curvado ou em forma de U, com a boca localizada anteriormente e o intestino abrindo-se diretamente para o exterior. Existem somente duas fendas branquiais, os espiráculos, que também se abrem diretamente para o meio externo.

A corrente hídrica, criada pelo batimento da cauda, penetra no interior do abrigo, onde ocorre filtração do plâncton, graças à presença de uma tela de fibras e de dois filtros. O alimento já filtrado é transportado para a boca através de uma corrente gerada pela cauda e pelas fendas branquiais. No interior bucal, o alimento prende-se graças ao muco secretado pelo endóstilo.

A reprodução dos larváceos ocorre, apenas, de forma sexuada, formando uma larva-girino nadadora que se metamorfoseia em adulto.

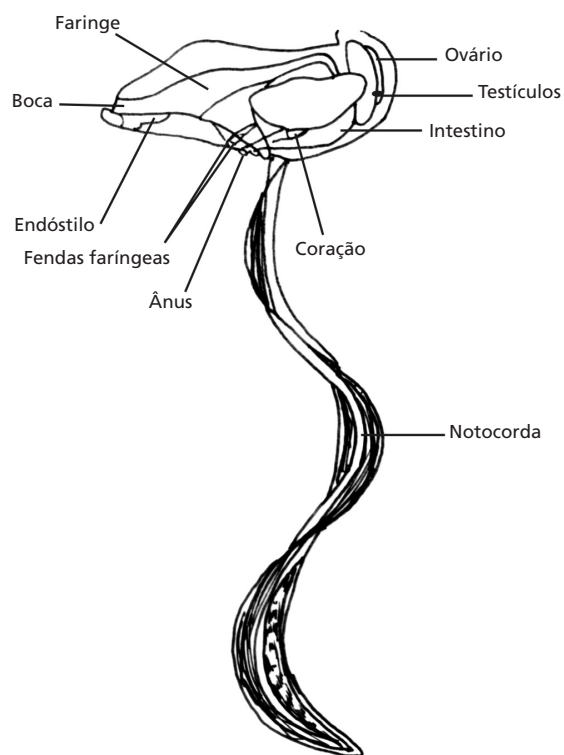


Figura 10.4: Anatomia geral de um larvaceo.

RESUMO

Para que possamos entender, de forma satisfatória, a divisão de protocordados é importante que alguns aspectos das classes Thaliacea e Larvacea de Urochordata sejam bem compreendidos.

Ambas as classes reúnem urocordados planctônicos pelágicos, que apresentam uma existência nadadora, e que, assim como ascídias, alimentam-se através da filtração.

A túnica, estrutura peculiar encontrada apenas em urocordados, apresenta-se variando em espessura nos taliáceos e é ausente nos larváceos.

A locomoção é garantida aos taliáceos devido à propulsão a jato, gerada pela forte corrente hídrica, que se dá graças ao posicionamento oposto dos sifões atriais e bucais.

A classe Thaliacea inclui as famílias: Salpidae, representada pelas salpas, organismos cujo corpo assemelha-se a uma corrente e que apresentam como peculiaridade a existência de apenas duas grandes fendas branquiais; a Doliolidae, de organismos com corpo em forma de barril, e a Pyrosomatidae, que compreende taliáceos coloniais bioluminescentes.

Entre os taliáceos, a reprodução é complexa, envolvendo alternância de gerações. Assexuadamente ocorre brotamento; já sexuadamente formam-se blastozoóides, e o desenvolvimento mostra-se particular em cada classe.

Os indivíduos da classe Larvacea ou Appendicularia são animais transparentes que se assemelham às larvas de ascídias, pois secretam um abrigo mucoso, relacionado com a proteção do organismo e a captura de alimento.

Diferentemente dos taliáceos, a reprodução dos larváceos é relativamente simples, ocorrendo apenas de forma sexuada, com desenvolvimento formando uma larva-girino nadadora, que sofre metamorfose.

EXERCÍCIOS

1. Quais as características comuns às classes Thaliacea e Larvacea?
2. Entre os taliáceos, a reprodução mostra-se como uma das mais complexas dentro do reino animal. Descreva resumidamente essa importante função nas três famílias de taliáceos estudadas.
3. Comente sobre a túnica das classes Thaliacea e Larvacea.
4. Os indivíduos da classe Larvacea apresentam uma estrutura peculiar denominada “abrigo”. Comente sobre essa estrutura.

AUTO-AVALIAÇÃO

Nesta aula, é importante que você tenha compreendido: 1) as características básicas da arquitetura corporal e biologia das classes Larvacea e Thaliacea; 2) os aspectos diferenciais entre essas classes e as ascídias; 3) os aspectos gerais de sua ecologia.

Se você entendeu tais aspectos e respondeu corretamente às questões propostas nos exercícios, pode considerar-se preparado para seguir e acompanhar nossa Aula 11.

INFORMAÇÕES SOBRE A PRÓXIMA AULA

Na Aula 11, falaremos sobre o filo Cephalochordata, que reúne os anfioxos, animais utilizados como modelo para os estudos da evolução dos cordados. Assim, terminaremos o estudo dos Protocordados, garantindo uma visão ampla sobre esses organismos que representam uma importância vital para a compreensão da origem e evolução dos Chordata dentro da Zoologia.

Protochordata – Parte IV – Cephalochordata

AULA

11

objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Compreender os Cephalochordata quanto à morfologia interna e externa.
- Determinar características fisiológicas deste filo.
- Relacionar para este filo aspectos evolutivos e adaptativos.
- Avaliar os aspectos ecológicos dos Cephalochordata.

Pré-requisito

Aula 10 do Módulo 2.

INTRODUÇÃO

Em nossas três aulas anteriores, tivemos oportunidade de estudar os aspectos morfológicos e fisiológicos dos Protocordados, dando especial atenção às classes pertencentes ao filo Urochordata. Conforme comentamos, a compreensão das características dos protocordados é de grande importância, pois estes organismos constituem um grupo que forma um elo entre os animais dos filis invertebrados e os vertebrados do filo Chordata. Nesta aula, conheceremos um filo também incluído como protocordado: o Cephalochordata. Os organismos pertencentes a este filo são usualmente chamados anfioxos, e despertam grande interesse zoológico, pois apresentam, de forma simples, as três principais características dos cordados (como você verá mais adiante). São considerados, por alguns autores, semelhantes a algum ancestral hipotético deste filo. Outros autores consideram, no entanto, que estes animais são peixes degenerados, sendo o ancestral um animal do tipo tunicado.

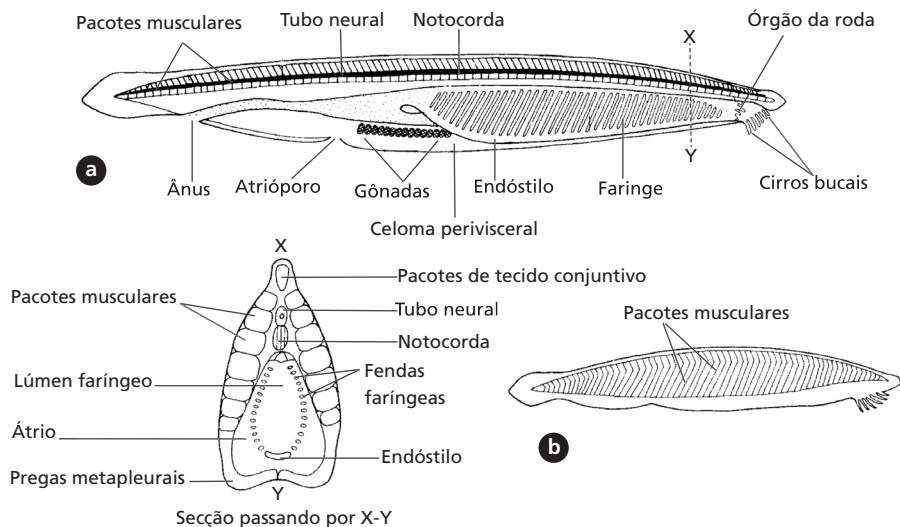
FILO CEPHALOCHORDATA

Os cefalocordados ou acránia formam um pequeno filo, com cerca de 30 espécies de pequenos animais marinhos pisciformes que vivem enterrados na areia, mostrando apenas a extremidade anterior, embora, quando na massa d'água, possam nadar vigorosamente.

Morfologia e fisiologia

Os cefalocordados têm, como característica distintiva, o fato de conservarem, na fase adulta, os caracteres básicos dos cordados: a *notocorda* anterior ao tubo *nervoso dorsal* *oco*, estendendo-se desde a extremidade anterior até a ponta da *cauda pós-anal muscular*, e a grande *faringe* que ocupa mais da metade do corpo, como você pode observar na **Figura 11.1**.

Figura 11.1: Anatomia externa simplificada dos cefalocordados.



Os anfioxos, cujo corpo é translúcido e fusiforme, com a extremidade posterior em forma de lanceta, apresentam comprimento que varia entre quatro e oito centímetros.

Acompanhe, na **Figura 11.1**, a forma corporal de um cefalocordado. O corpo alongado, achatado lateralmente e afilado nas duas extremidades, pode ser dividido em cabeça, que se apresenta pouco distinta, tronco e cauda. A cabeça termina em um focinho cego e curto, também denominado *rostro*, que apresenta boca ventral circundada por projeções denominadas *cirros orais* ou *bucais*.

A região do tronco é ocupada pela *faringe* e pelas *gônadas*, compreendendo a região branquiogenital, que termina em um *atrióporo*, correspondente ao sifão atrial dos tunicados.

A cauda pós-anal porta uma nadadeira desenvolvida. Além dessa nadadeira, os anfioxos apresentam uma outra dorsal, que se estende da cabeça até a cauda e, ainda, uma ventral curta entre o atrióporo e a cauda. As nadadeiras são sustentadas por celomas não-pareados chamados estojos da nadadeira, que se separam por septos denominados raios das nadadeiras.

Os cefalocordados são animais celomados segmentados. Essa segmentação torna-se evidente através da observação do arranjo de uma série de músculos natatórios em forma de V, chamados miômeros (formam os *pacotes musculares*), que se separam através de *miosseptos*. Cada miômero é uma cavidade celômica segmentar revestida por tecido simples.

Existe um *celoma subcordeano*, localizado entre o átrio e a notocorda, onde se alojam os órgãos excretores. Além disso, há um *celoma perivisceral* circundando a metade da faringe e todo o intestino.

O *cordão nervoso (tubo neural)* acompanha dorsalmente a notocorda; a faringe é ampla, com inúmeras fendas branquiais diagonais.

Classificação

Todas as espécies são agrupadas em uma única classe com apenas uma ordem.

Habitat e hábitos

Os cefalocordados são animais bentônicos marinhos, encontrados em águas rasas de costas temperadas ou tropicais. Durante o dia, são encontrados semi-enterrados na areia ou no lodo, enquanto que, à noite, nadam ativamente à procura de alimentos.

Digestão e alimentação

A alimentação dos cefalocordados ocorre através de filtração de partículas alimentares dispersas na água. A boca recebe a água, que contém alimentos, através dos *cirros orais* (*bucais*). Como você pode observar na **Figura 11.2**, esses cirros são formados por uma rede de pequenos tentáculos que, impedindo que grandes partículas penetrem na boca, realizam a filtração. O alimento capturado segue e chega ao *vestíbulo* ou *cavidade oral*, uma parte curta do intestino anterior, que porta cristas denominadas *órgãos-roda* (veja **Figura 11.1** para maiores detalhes), com cílios densos, cuja ação gera um forte fluxo de água. Na verdade, os *órgãos-roda* são um aparato pré-bucal característico para manter a boca filtrando partículas. Na parede dorsal do vestíbulo aparece o *sulco de Hatschek*, uma pequena bolsa ciliada e rasa.

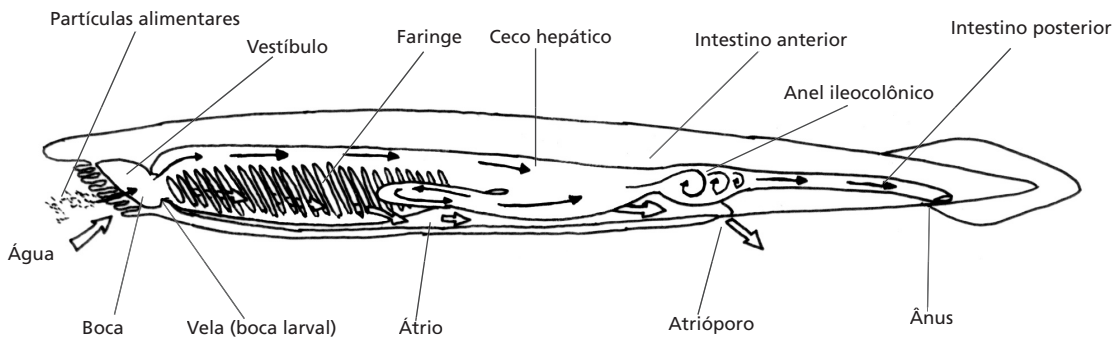


Figura 11.2: O sistema digestório do anfioxo sob o ponto de vista funcional. As setas escuras e pequenas mostram o trajeto das partículas alimentares e das enzimas digestivas. As setas claras mostram o fluxo da água.

A *vela* é uma estrutura que separa o *vestíbulo* da *faringe*; órgão que se apresenta em forma de um longo tubo perfurado por mais de 180 fendas branquiais. Cílios frontais nas brânquias e nas barras linguais transportam o alimento preso na rede mucosa (secretada pelo *endóstilo*, **Figura 11.1 (a)**) para o *sulco epifaringeano*. O alimento capturado por essa rede é transportado para o interior do intestino, que na sua porção anterior apresenta um *ceco hepático* (**Figura 11.2**), responsável pela produção de enzimas digestivas e pela digestão intracelular. Os restos alimentares são compactados no *intestino posterior*, dentro de um cordão fecal delgado e, posteriormente, são liberados através do *ânus*.

REPRODUÇÃO

Os cefalocordados são animais dióicos, com reprodução sexuada e fecundação externa. As gônadas pares (**Figura 11.1**), que em algumas espécies chegam a 26, libertam os gametas dentro do átrio, pelo qual seguem para o exterior, via *atrióporo*. Para podermos compreender melhor o desenvolvimento do anfioxo, devemos estudar atentamente a **Figura 11.3**. Nele, ocorre uma *clivagem radial, holoblástica*, que forma a *celoblástula* (**Figura 11.3 (a)-(c)**). Já a *gastrulação* (**Figura 11.3 (d)**) ocorre por *invaginação*. Entretanto, *celoma*, *notocorda* e *miômeros* têm origem *enterocélica* (**Figura 11.3 (e)-(h)**).

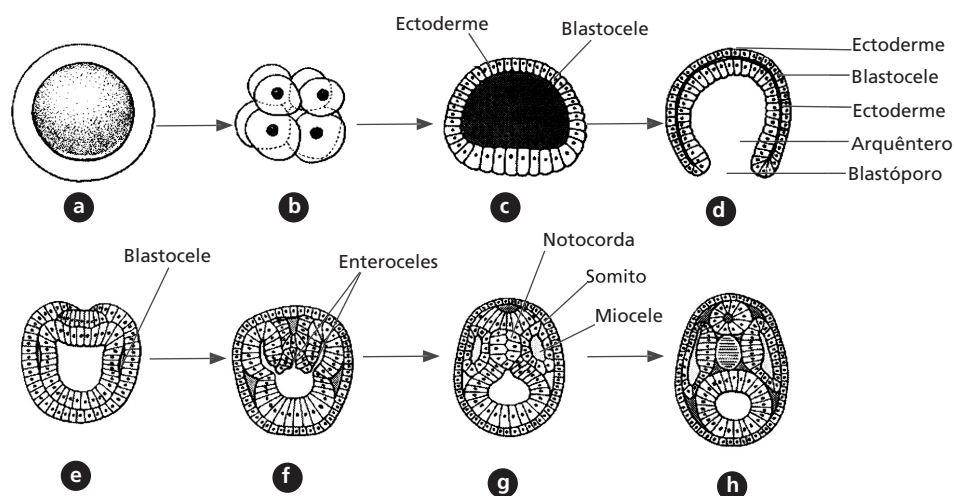


Figura 11.3: Desenvolvimento embrionário do anfioxo.

Do ovo resulta uma larva ciliada nadadora (Figura 11.4), que sofre metamorfose gradual, em que a boca torna-se vela; o capuz oral desenvolve-se; as pregas metapleurais encerram a faringe para formar o átrio e as fendas brânquias passam a ocupar a lateral da faringe. Enfim, surge o adulto.

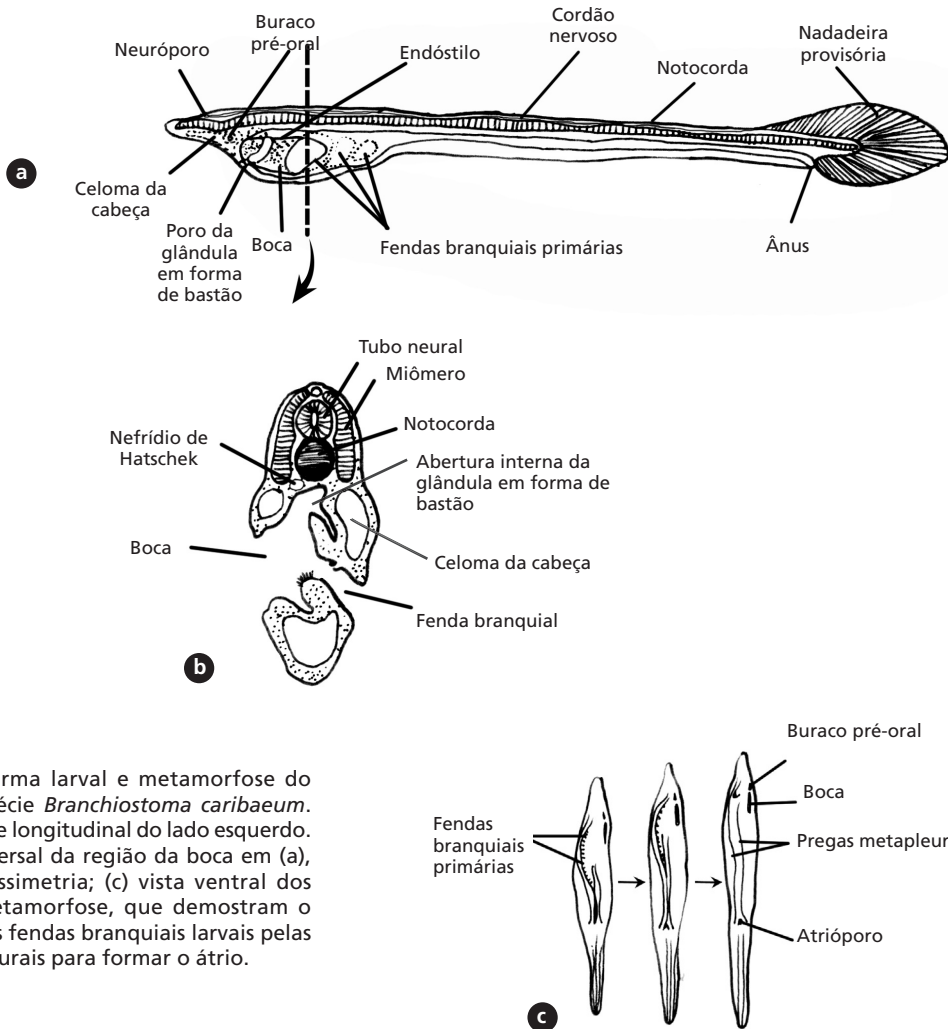


Figura 11.4: Forma larval e metamorfose do anfioxo da espécie *Branchiostoma caribaeum*. (a) vista em corte longitudinal do lado esquerdo. (b) corte transversal da região da boca em (a), mostrando a assimetria; (c) vista ventral dos estágios na metamorfose, que demonstram o fechamento das fendas brânquiais larvais pelas pregas metapleurais para formar o átrio.

Sistema respiratório

As trocas gasosas, nesses animais, realizam-se na faringe e nas pregas metapleurais da parede corporal.

Sistema circulatório

O sistema circulatório que está esquematizado na **Figura 11.5**, é fechado e bem desenvolvido. Entretanto, não existe um coração diferenciado, pois a circulação sanguínea é resultado das contrações da aorta ventral. O sangue apresenta-se incolor, com poucas células.

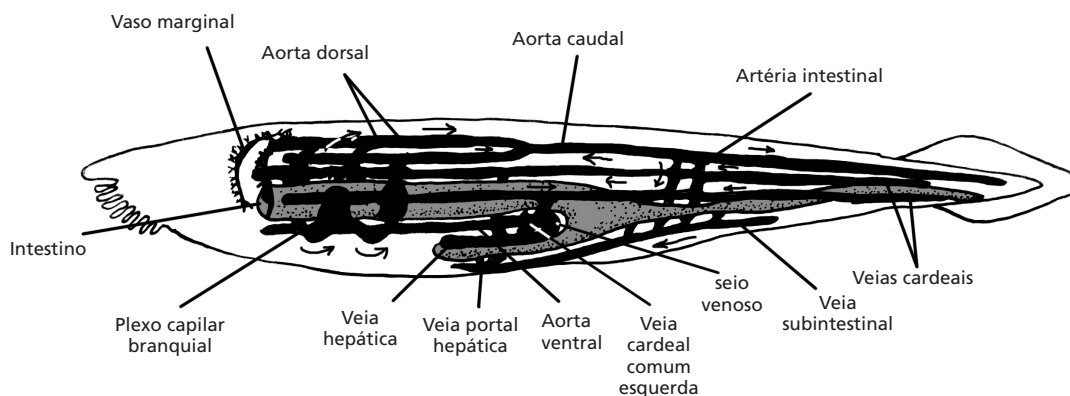


Figura 11.5: Anatomia interna do sistema circulatório dos cefalocordados.

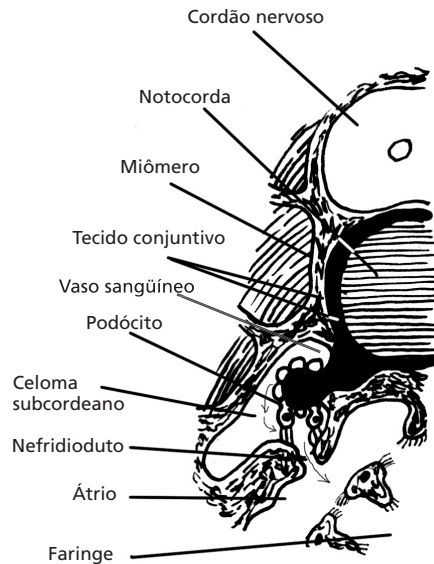
O sangue sai dos capilares branquiais, e as aortas que se reúnem na região intestinal transportam o sangue posteriormente. As aortas dorsais originam três ramos: as artérias segmentares, que levam o sangue até os capilares do miossepto; as artérias segmentares, que levam o sangue aos capilares no átrio e nas gônadas; as artérias intestinais, que levam o sangue aos capilares da parede intestinal. O sangue retorna, passando pelas veias cardíacas, que o transportam para a veia porta hepática, depois para o seio venoso e para a artéria endostilar, de onde o sangue é bombeado novamente para as veias cardíacas, para circulação através das brânquias ou diretamente até as artérias dorsais.

A histologia do sistema circulatório dos anfioxos assemelha-se à dos invertebrados, devido ao revestimento endotelial ser feito pela lâmina basal de camadas celulares ou por canais abertos de tecido conjuntivo.

Sistema excretor

Como estruturas excretoras, encontram-se presentes um glomérulo na cavidade bucal, nefrídios pareados correspondentes a fendas branquiais e um nefrídio anterior não-pareado (nefrídio de Hatschek (Figura 11.4 (b)) que está associado à vela.

Figura 11.6: O anfioxo tem uma série bilateral de nefrídios de filtração segmentares, e aqui mostra-se um nefrídio em corte transversal. Presumivelmente, a urina primária é formada por ultrafiltração do sangue no interior do celoma subcordeano. Aparentemente, a urina é modificada no celoma subcordeano antes de ser varrida pelos cílios para o interior do nefridioduto e do átrio, onde finalmente sai do corpo através do atrióporo. As células no local de filtração são intermediárias em forma entre os podócitos e as células terminais protonefrídicas.



Os nefrídios consistem em grupos de *podócitos* na parede de um ramo da aorta dorsal. Acredita-se que o sangue seja filtrado nos vasos sanguíneos, formando a urina primária no celoma, que é então modificada pelos flagelos dos podócitos. A eliminação da urina ocorre através do atrióporo, enquanto o ácido úrico é armazenado nos tecidos associados às gônadas.

Sistema nervoso

O sistema nervoso é composto por um cordão longitudinal dorsal e oco, que se estende da base do rostro até a cauda (Figuras 11.1 e 11.4), e de nervos sensoriais e motores.

Os nervos inervam principalmente o rostro, os cirros orais e a cauda.

O canal central abre-se para o exterior através de um neuróporo ciliado (buraco de Kölliker). Posterior ao neuróporo, o cordão nervoso aumenta de volume, formando um cérebro pequeno e oco, que porta nas suas paredes um par de ocelos. Ocelos adicionais localizam-se no cordão posterior ao cérebro.

Os anfioxos são fotostáticos negativos. Por isso, durante períodos de iluminação contínua, o animal permanece em seu buraco; todavia, um pulso súbito de luz faz com que o animal deixe o substrato e nade ativamente.

Notocorda

A notocorda localiza-se abaixo do cordão nervoso, estendendo-se da ponta da cauda até a frente do rostro, consistindo de uma série de células discóides longitudinais, arranjadas umas sobre as outras. Essa estrutura fecha-se em uma matriz extracelular fibrosa (bainha da notocorda) (Figuras 11.1; 11.4 e 11.6).

As células da notocorda são uma espécie de músculo especializado na função esquelética.

Locomoção

Embora passem grande parte do dia enterrados, os anfioxos são capazes de executar grandes movimentos. A natação desses animais, que pode ser feita tanto na direção da cabeça quanto na da cauda, é conseguida através de rápidas ondulações laterais do corpo. A escavação do substrato segue o mesmo padrão de movimento.

RESUMO

Os cefalocordados ou acrânias, conhecidos como anfioxos, são animais marinhos pisciformes de corpo translúcido, que conservam, na fase adulta, os caracteres básicos dos cordados.

São animais celomados segmentados, que se alimentam por filtração e realizam as trocas gasosas nos capilares branquiais. O sistema circulatório é fechado, bem desenvolvido, sem presença de um coração diferenciado.

Os anfioxos são animais dióicos, com reprodução sexuada e fecundação externa, apresentando uma larva ciliada nadadora, que sofre metamorfose gradual.

Seu sistema nervoso é composto por um cordão longitudinal dorsal e oco que se estende da base do rostro até a cauda, e de nervos sensoriais e motores, enquanto a notocorda localiza-se abaixo do cordão nervoso, estendendo-se da ponta da cauda até a frente do rostro, consistindo de uma série de células discóides longitudinais, arranjadas umas sobre as outras.

EXERCÍCIOS

1. Os cefalocordados, representados pelos anfioxos, são modelos para o estudo da evolução da anatomia corporal. Comente a morfologia externa dos animais desse filo.

2. Sobre o filo Cephalochordata, discuta os aspectos abaixo, sob o ponto de vista da:

- Reprodução;
- Locomoção;
- Alimentação e digestão;
- Trocas gasosas;
- Excreção;
- Transporte interno.

3. O desenvolvimento do sistema nervoso e de estruturas como a notocorda parece crucial para a compreensão da evolução animal. Comente tais estruturas, relativamente aos anfioxos.

AUTO-AVALIAÇÃO

É importante que você tenha compreendido os seguintes tópicos discutidos nesta aula:

- características da morfologia externa e interna, bem como a biologia do filo Cephalochordata.
- aspectos fisiológicos dos anfioxos.
- relações ecológicas do filo.
- características que agrupam os cefalocordados nos protocordados.

Caso você tenha compreendido os tópicos acima, e tenha respondido de forma correta aos exercícios propostos, você pode se considerar apto a seguir adiante, pois teve desempenho satisfatório e acompanhou nossa aula atingindo os objetivos propostos.

INFORMAÇÕES SOBRE A PRÓXIMA AULA

Terminamos os protocordados e encerramos o Módulo 2. Agora que você conhece as características anatômicas e fisiológicas de parte dos filos animais, chegou o momento de nos dedicarmos ao estudo de animais mais conhecidos, os cordados ou vertebrados.

A partir de nossa próxima aula, estudaremos os anamniotas (peixes e anfíbios) e os amniotas (répteis, aves e mamíferos).

Diversidade Biológica dos Deuterostomados

Gaboarito

1. O táxon Echinodermata vem do latim (*echino* = espinho; *derma* = pele), que significa pele com espinhos. Pertencem aos equinodermas os ouriços-do-mar, as estrelas-do-mar, os ofiuros (serpentes-do-mar), os pepinos-do-mar e os lírios-do-mar. Uma característica comum a todos os equinodermos são as placas calcárias, que compõem o seu esqueleto. Os equinodermos são animais deuterostômicos, sendo justificada sua proximidade aos cordatas pelo fato de serem igualmente celomados enterocélicos. A principal característica, muito peculiar dos equinodermos, é a presença do aparelho ambulacral.
2. Nas estrelas-do-mar não há demarcação nítida entre o disco central e os braços, o que as diferencia facilmente das serpentes-do-mar, que possuem nítida demarcação entre eles. Os Ophiuroidea não apresentam esôfago, intestino e ânus, enquanto a maioria das estrelas os possuem. A madreporita é ventral nos Ophiuroidea e dorsal nos Asteroiodes.
3. A corrente líquida do meio externo é atraída por cílios para dentro da madreporita, vai ao canal pedroso, canal anelar e canais radiais, chegando até as ampolas dos pódios. Daí, por meio de movimentos musculares das ampolas, a água é impelida para os pódios, que então se tornam eretos à força da água. As ventosas dos pódios aderem ao substrato e prendem-se por meio de musculatura concêntrica, fazendo o animal locomover-se.
4. Do anel hemal oral ascende um plexo hemal ou órgão axial, ligado com outro anel superior, o anel hemal aboral, que emite ramos para as gônadas. Não existe coração ou qualquer outro órgão pulsador. O sangue não circula. Existe um anel peri-hemal oral, logo abaixo do anel hidrovascular, e dele partem os canais peri-hemais radiais. Também encontramos um canal anelar peri-hemal interno, em íntimo contato com o canal anelar externo; encontramos o seio axial, tubular, que engloba o canal de areia e o órgão axial, ligado com o canal peri-hemal interno.
5. O sistema neural compõe-se de um anel neural que contorna a boca e, em cada saída dos nervos radiais, há um grande gânglio. A corda neural radial segue por entre as vértebras e apresenta, em cada espaço, entre duas vértebras, espaçamento ganglionar da corda nervosa. O sistema neural dos Ophiuroidea parece ser o mais desenvolvido entre os equinodermas, embora não possua manchas ocelares nas extremidades dos tentáculos. As funções sensoriais são desempenhadas pelos pódios e pelos tentáculos terminais.

1. A carapaça dos Echinoidea é formada por placas contíguas, dispostas em dez filas duplas, alternando cinco zonas ambulacrárias e cinco placas mais largas, compostas por placas não perfuradas, as zonas interambulacrárias. Os Echinoidea não têm sulco ambulacral, pois as placas calcárias são fundidas entre si. Toda a carapaça, incluindo os espinhos, são de origem mesodérmica e revestidos de tegumento.

2. Basicamente, o alimento, depois de raspado e triturado, é carregado para o esôfago, que é alongado verticalmente, em direção ao pólo aboral. Segue um intestino, que se encurva para baixo, fazendo uma volta, acompanhando a linha equatorial do animal e torna, em sentido contrário, fazendo outra volta, para depois subir e terminar no ânus, na superfície aboral, bem próximo da madreporita. Paralelamente à primeira volta, o intestino apresenta um acessório (o intestino acessório), que começa no esôfago, contém somente água, sem partículas alimentares. Em toda a sua volta, o intestino tem mesentérios especiais, que o suspendem dentro do celoma.

3. O sistema ambulacral começa na placa madreporica, situada em uma das placas genitais. Em posição dorsal, a madreporita apresenta-se com sulcos ciliados; esta liga-se ao interior, no sentido vertical e ventral, ao canal pedroso ou canal de areia, denominação que, neste caso, não é adequada, pois é simplesmente um canal membranoso. O canal de areia comunica-se com o canal anelar, situado em cima da Lanterna de Aristóteles. Deste, partem cinco canais radiais, que se estendem dorsalmente pela Lanterna de Aristóteles, para depois seguir pelas cinco zonas ambulacrárias, em sentido dorsal, até as cinco placas ocelares. O canal radial, na placa ocelar, exterioriza-se em forma de tentáculo terminal sensorial. De ambos os lados dos canais radiais partem numerosos canalículos transversais. Nestes, prolongam-se superiormente, em forma triangular, as ampolas e, inferiormente, os pódios. Cada pódio é percorrido por dois canalículos; por isso, existem poros pares nas placas ambulacrárias dos ouriços-do-mar.

Alguns pódios destinam-se à locomoção, fixando sua ventosa no substrato e retesando sua musculatura. Com este movimento, os pódios vão conduzindo o ouriço-do-mar por entre as pedras. Outros pódios contornam a boca, para o reconhecimento do alimento: são os pódios bucais.

4. Os ouriços-do-mar são unissexuados. Apresentam cinco gônadas que são massas de folículos arredondados, presos na parte aboral por meio de mesentérios. Cada gônada dirige-se por canalículos próprios, que se abrem no meio exterior, no dorso

do animal, na placa genital. A fecundação nos ouriços-do-mar é externa. A larva eclodida é denominada Echinopluteus, que se caracteriza por possuir braços longos e estreitos.

Aula 3

1. Apresentam aspecto vermiforme, em virtude do alongamento do eixo oral-aboral e do corpo mole. Possuem um esqueleto vestigial, que consiste em nódulos de carbonato de cálcio embebidos na derme. Não possuem espinhos no corpo, e os pedicelários encontrados em outros equinodermas estão ausentes.

2. É formado por um anel ambulacrário em volta do esôfago, com uma grande vesícula de Poli. Do canal anelar ambulacrário partem cinco canais pedrosos ou canais de areia. Os canais de areia (um, dois ou mais, dependendo da espécie) nunca alcançam as paredes do corpo. Sua extremidade é provida de muitas perfurações, correspondentes à madreporita encontrada em outros equinodermas. Do canal anelar saem cinco canais radiais, que se dirigem para a frente, atravessam o anel calcário, para se encurvarem posteriormente e seguirem ao longo das zonas ambulacrais. Os canais radiais ramificam-se lateralmente em finos canalículos alternados, ligados às ampolas. A placa madreporica é banhada pelo líquido hidrovacular, possibilitando-lhe desempenhar suas funções locomotoras, respiratórias e sensoriais.

3. É formado por um canal anelar hemal em torno do esôfago, próximo ao anel hidrovacular e ao anel calcário. O anel calcário é um endoesqueleto que serve como sustentáculo das cinco faixas de musculaturas do esôfago e de outros órgãos situados nessa região. Do canal anelar hemal, que contorna o esôfago, saem cinco faixas radiais ambulacrárias. Partem também do anel dois vasos que continuam seguindo, paralelamente, o intestino, formando em todo o trajeto uma grande rede de capilares, aproximando-se da árvore respiratória e formando um complexo emaranhado.

4. O sistema neural é constituído de anel nervoso, que contorna a boca, e de cinco nervos radiais que dele partem para as zonas ambulacrárias. Não possuem tentáculo terminal nem manchas ocelares.

1. Basicamente, um lírio-do-mar apresenta um corpo caliciforme, de onde partem cinco pares de longos braços, muito flexíveis e cheios de pínulas. No lado oposto ao disco, o oral, existe uma membrana flexível, não calcária, em cujo centro se encontra a boca. Da boca, partem cinco sulcos, que se ramificam em dez, para acompanhar a birramificação dos braços. Estes são os sulcos ambulacrários dos lírios-do-mar. Nos sulcos encontram-se os pódios, que não apresentam ventosas, e numerosos cílios. O ânus situa-se nesta mesma membrana oral, excentricamente, ou seja, ao lado da boca, em pequena projeção papiliforme.
2. O sistema hidrovacular ou aqüífero é formado por um anel em torno da boca, de onde partem vários canais pedrosos ou de areia que ficam pendurados no celoma, com o qual têm comunicação direta. Nos Crinoidea, os canais de areia não se comunicam com o meio exterior, nem apresentam madreporita, abrindo-se livremente no celoma. Do canal anelar, partem inicialmente cinco canais radiais ambulacrários, que obedecem às ramificações dos braços, continuando até suas extremidades. No seu trajeto, os canais radiais ambulacrários ramificam-se nas pínulas dos braços e exteriorizam-se em forma de pódios, que terminam em ponta aguda, sem ventosa, sendo considerados tentáculos sensoriais, também auxiliando na respiração.
4. O sistema hemal é formado por um anel em torno do esôfago. Este se liga ao estômago, aos tubos genitais dos braços, mas não se sabe se existem verdadeiros canais hemais radiais. Os canais hemais devem ser chamados lacunas hemais, pois não têm paredes definidas.
5. O sistema neural oral apresenta um anel em torno da boca, de onde saem cordas epidermais que acompanham os ambulácrs, emitindo nervos para as pínulas. Ocorre também um sistema neural aboral, oposto ao oral.

Aula 5

1. Nos briozoários, um lofóforo é uma dobra circular ou com formato de ferradura da parede do corpo, que circunda a boca e abriga numerosos tentáculos ciliados, com o ânus no exterior do anel tentacular. Os tentáculos são ocos; cada um contém um ramo do celoma derivado da "mesocela". Nos entoproctos os tentáculos são sólidos, emergindo de um colar que não é retrátil, mas pode ser dobrado; o ânus se localiza no interior do anel tentacular.
2. No momento da alimentação, o lofóforo, nos briozoários, é levado para fora através do átrio (Figura 5.1). Essa coroa de tentáculos é protraída e a corrente de água que se forma no lofóforo leva as partículas alimentares à boca. Nos entoproctos, o contraste com os lofóforos é o fluxo da corrente de água, na direção oposta: cílios tentaculares laterais carregam água para dentro, na base do anel tentacular; a água sobe ao longo de cada tentáculo e desemboca na ponta, enquanto os cílios frontais aprisionam partículas de comida e a transportam para a boca.
3. Os briozoários desenvolvem-se freqüentemente em uma larva lecitotrófica (com gema) e os ovos clivam-se birradialmente. Nos entoproctos, uma clivagem espiral leva tipicamente a uma larva planctotrófica.
4. Os briozoários são celomados (existem três cavidades), enquanto que os entoproctos são acelomados ou pseudocelomados.

Aula 6

1. Em foronídeos, o lofóforo é primitivamente um anel circular ao redor da boca, podendo, em algumas espécies, dobrar-se dorsalmente, adquirindo aspecto de uma ferradura. Já nos braquiópodos, o lofóforo situa-se na porção anterior da câmara valvar, tendo a forma de ferradura. A grande diferença é que nestes animais ocorre uma projeção anterior do lofóforo, onde aparecem dois braços que recebem o nome de bráquio e podem espiralar-se, aumentando a área superficial coletora.
2.
A- Foronídeos e braquiópodos não apresentam órgãos especializados em trocas gasosas; nos dois filós a excreção é realizada por metanefrídios.

B- Nos foronídeos o sistema sangüíneo-vascular é bem desenvolvido, com corpúsculos contendo hemoglobina, enquanto nos braquiópodos o desenvolvimento desse sistema é pequeno, com o sangue apresentando-se incolor e com poucas células.

3. Nos braquiópodos as duas valvas fecham o corpo, dorsal e ventralmente, ao invés de lateralmente, como nos moluscos bivalves; além disso, a valva ventral é tipicamente maior que a dorsal.

Os braquiópodos representantes da classe articulata apresentam valvas articuladas ventralmente por dentes e dorsalmente por encaixes, com abertura e fechamento da concha realizada por músculos especializados. A larva apresenta três regiões corporais: um manto, corpo e lobos pediculares, enquanto os inarticulatas mostram valvas unidas por músculos e ausência de dobradiça. A larva apresenta duas regiões corporais: um manto e um lobo corporal.

4. Os foronídeos podem-se reproduzir sexuada ou assexuadamente. A fecundação é interna no filo Phorona e externa no Brachiopoda. Em ambos os filis a clivagem é radial, com desenvolvimento indireto, ou seja, forma-se uma larva nadadora. Em Phorona, o blastóporo transforma-se em boca, enquanto em braquiópodos origina o ânus, com a boca sendo formada secundariamente.

5. Os chaetognatha apresentam simetria bilateral, com corpo alongado, transparente e em forma de torpedo ou dardo, sendo dividido em cabeça, tronco e uma região caudal pós-anal. A cabeça apresenta uma grande câmara, denominada vestibulo, que leva ao interior da boca e, lateralmente, uma coroa de ganchos ou espinhos de apreensão. Separando a cabeça do tronco existe um estreito pescoço, que apresenta uma dobra corporal, o capuz. O tronco porta um ou dois pares de nadadeiras laterais, ao longo da metade posterior, e uma nadadeira caudal de forma espatulada, na extremidade posterior.

6. Quanto à reprodução, todos são hermafroditas, com fertilização interna através de espermatóforos, apresentando desenvolvimento direto.

- Os Chaetognatha se locomovem graças à presença de nadadeiras laterais e caudais, que permitem que o animal plane e flutue alternadamente.
- Todas as espécies são carnívoras, capturando as presas com os espinhos de apreensão e imobilizando-as pela injeção de uma toxina. O trato digestório é simples. Nele, uma faringe lubrifica o alimento e, no intestino, o alimento é rotacionado e movido até que se desintegre. Provavelmente ocorre digestão extracelular.
- Não existem órgãos especializados em excreção, troca gasosa ou transporte interno.

Aula 7

1. A presença ou ocorrência rudimentar de três características dos cordados: uma bolsa bucal, supostamente uma notocorda, um cordão nervoso oco e fendas branquiais eram a base para a antiga inclusão dos hemicordados dentro do filo Chordata. Entretanto, verificou-se que o cordão de células perto da boca desses animais não constituía, verdadeiramente, uma notocorda.

2. Enteropneusta são grandes vermes solitários, enquanto pterobranquios são vermes tubícolas, que formam colônias através da agregação de pequenos zoóides. Em Enteropneusta, um cordão do colar nervoso subepidérmico parcialmente oco está presente, mas nos pterobranquios é ausente. Os tipos de reprodução, larvas e fertilização também diferem entre as duas classes.

3. Em Enteropneusta a fecundação é externa, sem ductos, com desenvolvimento direto ou com larva tornária (semelhante à dos equinodermos). Esta é planctônica, fixando-se na fase final de desenvolvimento. Em pterobranquios a fertilização é interna, com início do desenvolvimento no cenécio da fêmea. Os embriões desenvolvem-se em larvas lecitotróficas, que são liberadas pelo cenécio na água e nadam até sedimentarem-se e liberarem um cenécio. Ocorre uma metamorfose gradual no interior do cenécio, resultando numa morfogênese de uma ancéstrula, que rompe a parede superior do casulo para alimentar-se e, posteriormente, sofre brotamento, formando uma colônia.

Aula 8

1. A caracterização, nesta etapa do desenvolvimento, se deve ao fato de ser, durante a fase embrionária, o momento em que todo cordado (vertebrado ou protocordado) apresenta as características típicas do grupo. Na fase adulta, essas estruturas desaparecem ou sofrem consideráveis modificações.

2. Protocordados apresentam notocorda, um cordão nervoso oco, fendas branquiais ou faríngeas e uma cauda pós-anal; têm, portanto, caracteres semelhantes aos dos cordados, que permitem estabelecer uma proximidade com esse grupo de animais.

3. A presença das fendas faríngeas é de grande importância para os tunicados, pois tal estrutura desempenha funções relevantes, que são as trocas gasosas e a alimentação desses animais micrófagos filtradores.

4. A notocorda é formada por um bastão de células, com tecido conjuntivo, flexível e que se estende pela região dorsal, servindo como um ponto de apoio para os músculos. Pode-se dizer, a grosso modo, que a notocorda é um esboço da coluna vertebral.

Aula 9

1. A túnica é uma estrutura que recobre o corpo das ascídias, sendo composta por tunicina, um isômero da celulose. Essa túnica fornece sustentação e proteção. A peculiaridade da túnica desses animais é que esta abriga corpúsculos amebóides e vasos sanguíneos, podendo, dessa forma, ser considerada um tecido vivo e, além disso, não é trocada durante o crescimento do animal.

2. Alimentando-se através de filtração, as ascídias obtêm o alimento pela água que penetra no sifão inalante, que contém tentáculos que impedem a entrada de grandes partículas. A água passa pela faringe, cujas células ciliadas e o muco produzido pelo endóstilo seguram as partículas alimentares. A partir deste momento, a água com partículas é levada pela goteira para o esôfago, seguindo para o tubo digestório, com um estômago, responsável pela digestão extracelular.

3. O sistema sanguíneo-vascular apresenta um coração em formato cilíndrico curvo ou de U, de onde partem dois vasos: um dorsal, que leva o sangue para alguns vasos menores da faringe, e outro ventral, que traz o sangue de volta para o seio venoso, passando primeiramente próximo ao intestino, retendo os nutrientes. Porém, a grande peculiaridade do sistema circulatório desses animais é o fato de possuírem uma reversão periódica do fluxo sanguíneo que, a cada 2 ou 3 minutos, faz o batimento cardíaco cessar, sendo retomado na direção oposta. Os centros miogênicos são capazes de reverter a direção da circulação sanguínea pelo ponto onde houver maior pressão. Já em relação à excreção, a grande novidade nos organismos dessa classe, é o fato de eles, armazenarem subprodutos metabólicos, como o ácido úrico e uratos, que só são liberados com a morte do zoóide. Compartimentos extracelulares, como o pericárdio ou dois órgãos especializados, chamados epicárdio e saco renal aparecem como estruturas armazenadoras.

4. A larva das ascídias apresenta um aspecto girinóide; em que aparecem as características dos Chordata. A larva-girino apresenta uma longa cauda posterior que contém a notocorda e o tubo neural. Na porção dilatada do tubo neural origina-se o gânglio cerebral e a glândula neural do adulto. Na região anterior da larva

encontra-se a boca, que se torna o sifão bucal e leva a uma faringe, seguida por uma alça digestiva. Ao fim do estágio natatório, a larva se fixa no substrato, iniciando uma metamorfose radial, em que o tubo nervoso dorsal oco, a notocorda e a cauda pós-anal muscular começam a diminuir, até desaparecerem. Durante o processo metamórfico, o animal sofre uma rotação de 180 graus e os sifões que se encontravam virados para o substrato se opõem a ele, assim como as demais estruturas. O número de fendas faríngeas sofre acréscimo considerável.

Aula 10

1. Como todos os Tunicata, Larvacea e Thaliacea, apresentam uma notocorda na fase larvar, restrita à região caudal. Além disso, ambas as classes são compostas por organismos planctônicos, que apresentam uma existência nadadora. A alimentação por filtração é outra característica semelhante às duas classes.

2. Nos representantes da família Pyrosomatidae, a reprodução assexuada ocorre por brotamento. Na região cardíaca, já sexualmente, um óvulo é fertilizado e desenvolve-se internamente. O oozoóide (ciatozoóide) sofre um brotamento formando quatro blastozoóides. O oozoóide degenera-se, com exceção do seu sifão atrial, que fica retido como abertura exaustora. Na família Salpidae, os zoóides reproduzem-se assexuadamente, por brotamento, produzindo um estolho que se arrasta e se diferencia. Os blastozoóides separam-se por pontos de distribuição e soltam-se assumindo uma existência independente. Sexualmente, ocorre a reprodução no interior do blastozoóide, através da fertilização de um ovo que se desenvolve diretamente no interior de uma bolsa provida de ligação com o sangue do genitor. O organismo em formação cresce até descartar a casca do genitor e se tornar um oozoóide independente. Finalmente, na família Doliolidae a reprodução assexuada por brotamento forma um estolho curto, ocorrendo a migração dos brotos e incrustação no esporão. Ocorre a diferenciação em três tipos de zoóides: os trofozoóides, os forozoóides e os gonozoóides. Após completo desenvolvimento, os forozoóides e os gonozoóides soltam-se e assumem existência independente. A fertilização e o desenvolvimento inicial são internos nos gonozoóides, liberando-se uma larva na água, que sofre metamorfose originando um oozoóide e, finalmente, completa o ciclo.

3. Os Thaliacea apresentam uma túnica que mostra uma espessura variável, sendo gelatinosa e flutuante. Já entre os Larvacea, a túnica não existe; o animal secreta apenas uma espécie de abrigo.

4. O abrigo é formado pela pré-fabricação de um material gelatinoso secretado pela epiderme superficial (epitélio oicoplástico), seguido pelo encaixe sobre a extremidade oral do tronco, e após o descarte do antigo abrigo, o novo é expandido para o exterior através dos movimentos do corpo do animal e de um fluxo de água que fecha o corpo. Os abrigos têm uma duração de, aproximadamente, quatro horas, sendo descartados repentinamente. Os abrigos descartados formam a neve marinha, que funciona como um importante substrato para a decomposição microbiana e a reciclagem de nutrientes.

Aula 11

1. Conservam, na fase adulta, notocorda anterior ao tubo nervoso dorsal oco, estendendo-se desde a extremidade anterior até a ponta da cauda pós-anal muscular; têm grande faringe, que ocupa mais da metade do corpo. O corpo é translúcido e fusiforme, achatado lateralmente e afilado nas duas extremidades. Pode ser dividido em cabeça, que se apresenta pouco distinta, tronco e cauda, com comprimento que varia entre quatro e oito centímetros. São animais celomados segmentados, que apresentam uma série de músculos natatórios chamados miômeros.

O cordão nervoso acompanha dorsalmente a notocorda e a faringe é ampla, com inúmeras fendas branquiais diagonais.

2. Reprodução - São animais dióicos, com reprodução sexuada e fecundação externa. As gônadas libertam os gametas no átrio, de onde seguem para o exterior pelo atrióporo. Do ovo resulta uma larva ciliada nadadora, que sofre metamorfose gradual.

Locomoção - Passam a maior parte do tempo enterrados. A natação pode ser feita tanto na direção da cabeça quanto na da cauda, sendo executada através de rápidas ondulações laterais do corpo, que também garantem a escavação do substrato.

Alimentação e Digestão - Alimentam-se por filtração; a boca recebe a água com alimentos, que são filtrados por cirros orais. Cílios frontais nas brânquias e nas barras linguais transportam o alimento preso na rede mucosa para o sulco epifaringeano, o qual é levado para o interior do intestino, onde ocorre a digestão intracelular.

Trocas gasosas - As trocas gasosas realizam-se na faringe e nas pregas metapleurais da parede corporal.

Excreção - É realizada por glomérulo na cavidade bucal, nefrídios pareados, e um nefrídio anterior não-pareado (nefrídio de Hatschek). A eliminação da urina ocorre através do atrióporo, enquanto o ácido úrico é armazenado nos tecidos associados às gônadas.

Transporte interno - O sistema circulatório é fechado, bem desenvolvido; entretanto, não existe um coração diferenciado, sendo a circulação sanguínea resultado das contrações da aorta ventral.

3. A notocorda localiza-se abaixo do cordão nervoso, estendendo-se da ponta da cauda até a frente do rostro, fechando-se em uma matriz extracelular fibrosa (bainha da notocorda). As células da notocorda são uma espécie de músculo especializado na função esquelética. O sistema nervoso é composto por um cordão longitudinal dorsal e oco, que se estende da base do rostro até a cauda, e de nervos sensoriais e motores.

Diversidade Biológica dos Deuterostomados

Referências

Aulas 1, 2, 3 e 4

PECHENICK, J.A. *Biology of the invertebrates*. 4.ed. Boston: McGraw-Hill, 2000. 578 p.

Aulas 5 a 11

BARNES, R.S.K.; CALOW, P.; OLIVE, P.J.W. *Invertebrados: uma nova síntese*. São Paulo: Atheneu, 1995.

BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G.J. *Invertebrates*. Sunderland: Sinauer Associates, 2003.

HÖFLING, E. et al. *Chordata: manual para um curso prático*. São Paulo, EDUSP. 1995.

MOORE, J. *Uma introdução aos invertebrados*. São Paulo: Ed. Santos, 2003.

POUGH, F.H.; JANIS, C.M.; HEISER, J.B. *A vida dos vertebrados*. São Paulo: Atheneu, 2003.

RIBEIRO-COSTA, C.S.; ROCHA, R.M. *Invertebrados: manual de aulas práticas*. São Paulo: Holos, 2002.

RUPPERT, E.; BARNES, R.D. *Zoologia dos invertebrados*. São Paulo: Roca, 1996.

Serviço gráfico realizado em parceria com a Fundação Santa Cabrini por intermédio do gerenciamento laborativo e educacional da mão-de-obra de apenados do sistema prisional do Estado do Rio de Janeiro.



Maiores informações: www.santacabrini.rj.gov.br

ISBN 85-7648-044-1



9 788576 480440



UENF
Universidade Estadual
do Norte Fluminense



Universidade Federal Fluminense
uff



Ministério
da Educação

