

FILO MOLLUSCA

META

Apresentar a biologia, características morfológicas, fisiológicas e filogenia dos moluscos.

OBJETIVOS

Ao final da aula, o aluno deverá:

caracterizar um molusco e seus representantes;

entender a morfologia, fisiologia e biologia dos moluscos;

diferenciar as classes dos moluscos.

PRÉ-REQUISITO

Filo Annelida



INTRODUÇÃO

Os moluscos incluem alguns dos invertebrados mais conhecidos e familiares no mundo.

Seu uso como alimento e conhecimento estão ligadas à história do homem em textos antigos e hieróglifos, moedas, costumes tribais, sítios arqueológicos e em restos da cozinha aborígene; A púrpura real na Grécia e Roma, e o azul bíblico eram pigmentos de moluscos, extraídos de caramujos marinhos. Atualmente toneladas de moluscos são utilizados como alimento por várias nações.



(Fonte: <http://4.bp.blogspot.com>).

CARACTERÍSTICAS

Os moluscos são o segundo maior táxon do reino animal (100.000 spp), sendo superados apenas pelos artrópodos. Incluem as ostras, mexilhões, caracóis, lesmas, polvos e lulas. São principalmente marinhos, mas possuem representantes de água doce e ambientes terrestres.

São protostomados e celomados, não-segmentados, bilateralmente simétricos ou secundariamente assimétricos. Seu celoma é limitado a pequenos espaços ao redor de nefrídeos, coração e parte do intestino, ou seja, apresentam redução no celoma em relação aos anelídeos. A cavidade do corpo é a hemocele (sistema circulatório aberto).

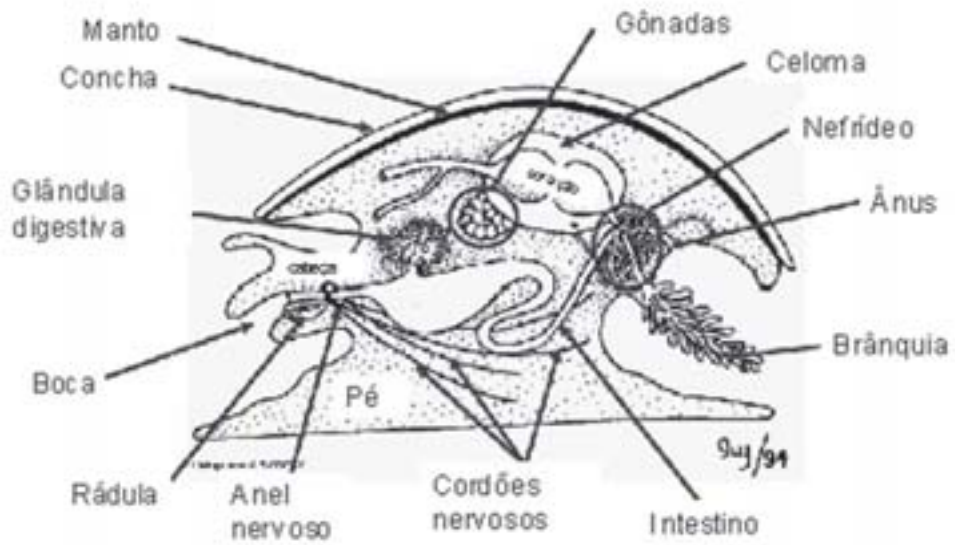
O corpo é revestido por espessa camada epidérmica cuticular (a cavidade do manto);

Esse manto possui as glândulas da concha que secretam estruturas calcárias como espículas epidérmicas ou a concha. A concha que apareceu nos moluscos durante sua evolução desempenha várias funções: confere resistência ao organismo; permite que o corpo se sustente contra a ação da gravidade; serve como ponto de inserção dos músculos; protege contra a dessecação e representa como uma armadura que protege o animal dos predadores. Portanto, o aparecimento da concha resolveu muitos problemas da sobrevivência no meio terrestre.

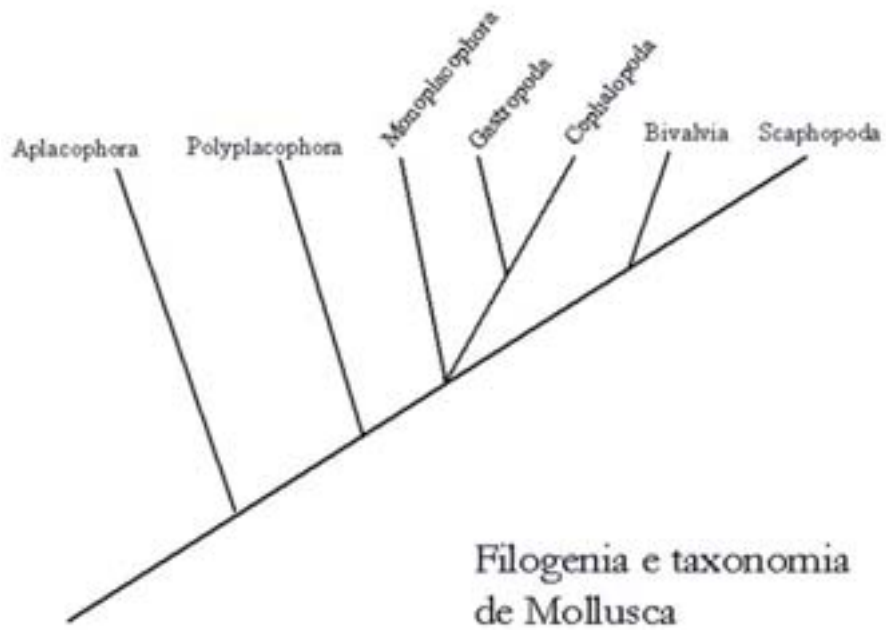
Em consequência do desenvolvimento de um maciço e musculoso parênquima, o celoma dos moluscos restringe-se, em geral, a um espaço que encerra as gônadas e o coração; na maioria dos casos sobra como resto do celoma. O coração é abrigado na cavidade pericárdica e composto de ventrículo e átrios separados. O pé é grande, muscular e bem definido, freqüentemente com uma sola rastejadora achatada;

A região bucal é provida de uma rádula (microdentes raspadores) e o tubo digestivo é completo, com regiões especializadas. O sistema excretor é composto por metanefrídeos grandes e complexos (“rins”);

Como representante do táxon Lophotrocozoa, apresentam uma larva trocófora e usualmente uma larva véliger. O plano básico do molusco está dividido em uma cabeça anterior, uma grande massa visceral dorsal e um pé ventral, amplo e achatado.



Desenho de um molusco ancestral hipotético (HAM)



Cladograma mostrando a filogenia atual com as seis classes de moluscos

ORIGEM E EVOLUÇÃO

Primeiros fósseis (conchas) no Cambriano;

Provável ancestral marinho bentônico com corpo mole, fase larval planctônica compartilhavam: manto que secretava cutícula de mucopolissacarídeo e espículas calcárias; brânquias pares ciliadas e bipectinadas; pé ciliado ventral e rastejador, rádula raspadora, celoma reduzido (não funciona como esqueleto hidrostático), sistema hemal aberto, fecundação externa.

Os moluscos compartilham características com Anellida, Sipuncula e Echiura: cavidades celomáticas associadas com o coração; larva trocófora; segmentação (vários pares de nefridióporos, gonodutos, brânquias, átrios e músculos retratores do pé);

Ausência de concha em alguns grupos (é uma condição primária em Aplacophora); mas alguns perderam a rádula e as brânquias;

Nos Eumollusca a divisão a concha se inicia em várias placas.



Esquema mostrando a evolução morfológica dos grupos atuais de Eumollusca e suas principais características

SISTEMAS E FISIOLOGIA

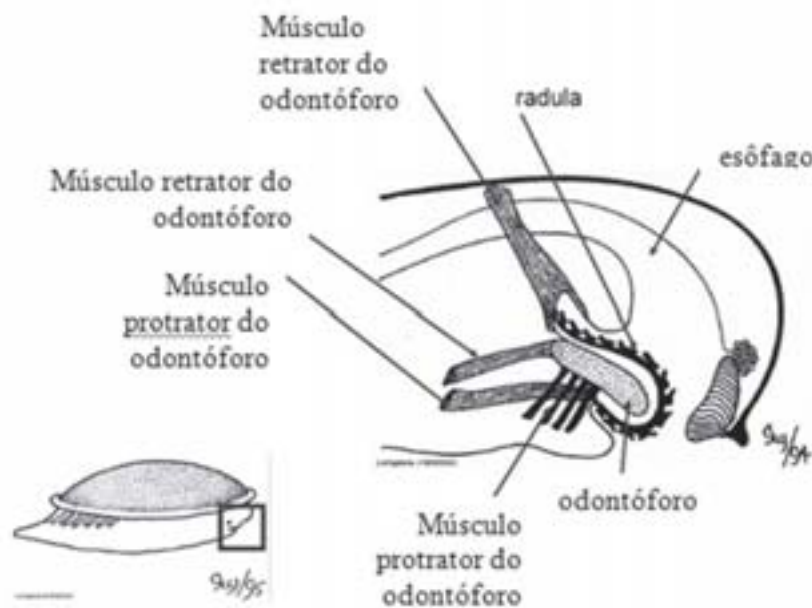
Sistema digestivo e Nutrição

Muitos moluscos são micrófagos pastadores (generalizados) que usam a rádula para raspar superfícies como rochas e outros substratos. Após ser

ingerido na boca, o alimento passa pela cavidade bucal, faringe (parte anterior), esôfago, estômago, ceco digestivo (armazenamento), intestino, reto e ânus. No intestino, o alimento é separado e processado, as partículas orgânicas e inorgânicas são selecionadas;

O aparelho radular é composto por: Odontóforo, rádula, músculos protratores e retratores;

Na cavidade bucal há um ou mais pares de glândulas salivares.



Aparelho radular com músculos retratores e protratores, rádula e odontóforo

SISTEMA RESPIRATÓRIO

O sistema respiratório típico dos moluscos é formado por vários pares de brânquias ou ctenídios (cteno = pente). Muitos moluscos modernos só têm um par (perderam secundariamente). As brânquias consistem de um eixo central, filamentos branquiais enfileirados (margem frontal e abfrontal). Há vários cílios presentes nas brânquias que movimentam continuamente prevenindo o acúmulo de detritos (material inorgânico e fezes).

Um vaso branquial aferente (sangue não oxigenado) e um branquial eferente (sangue oxigenado) vascularizam as brânquias.

Nos moluscos que passaram a vida terrestre, os ctenídeos são substituídos pelo pulmão; constituídos por um sistema de vasos sanguíneos muito ramificados e que se espalham no teto da câmara paleal.

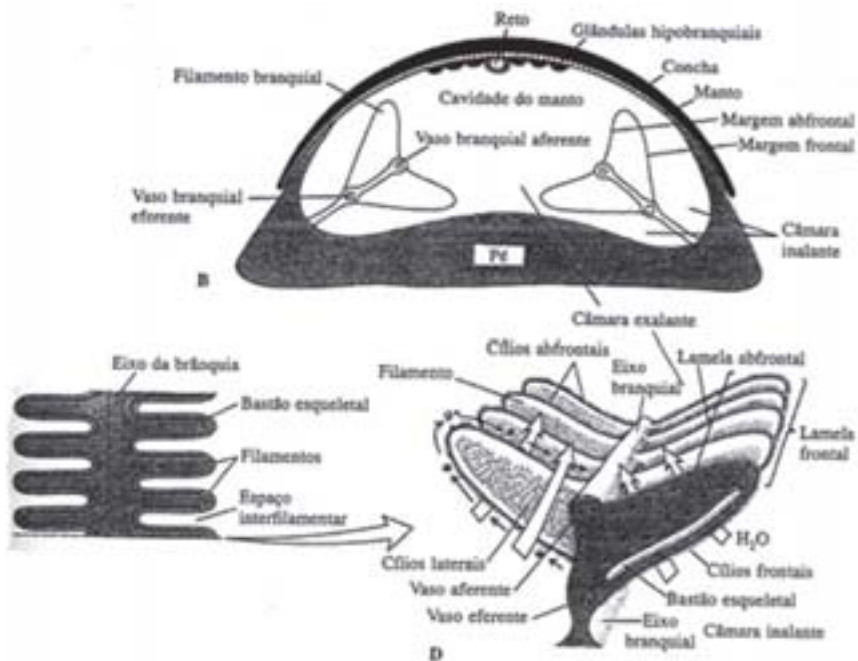


Figura mostrando os filamentos branquiais, os vasos sanguíneos e cílios de filtração. Fonte: Ruppert et al. 2005

SISTEMA CIRCULATÓRIO

O coração dos moluscos tem posição dorsal, é saquiforme e recebe o sangue proveniente dos órgãos respiratórios por intermédio de veias; compõe-se de um ventrículo e um número de átrios que varia com o número das brânquias. O sistema circulatório, apesar do desenvolvimento das artérias, veia e capilares, é sempre aberto, comunicando-se com lacunas sanguíneas situadas entre vários órgãos.

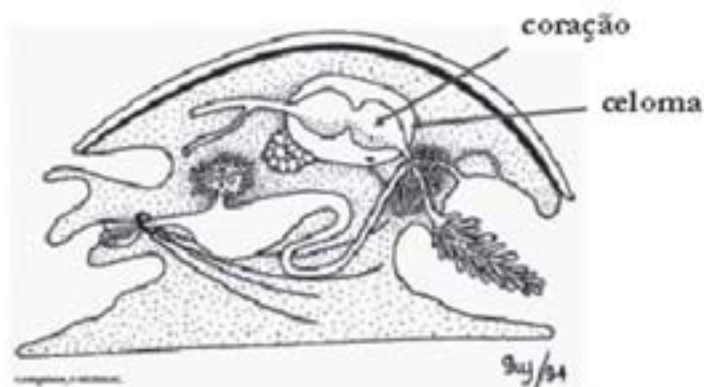
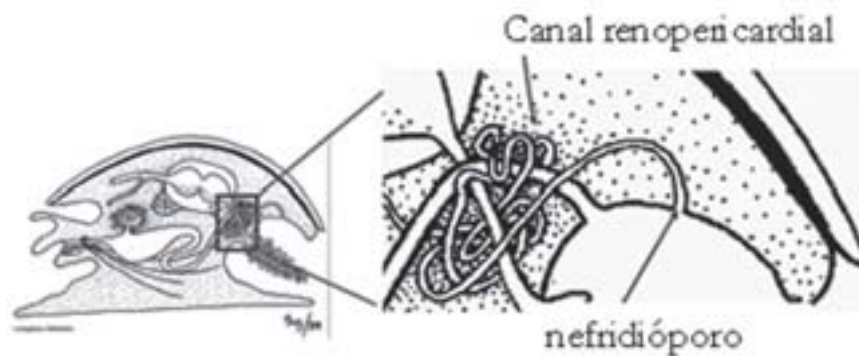


Figura mostrando a cavidade celomática contendo o coração de um molusco.

SISTEMA EXCRETOR

Formado pelo complexo cardiorenal: 1 par de metanefrídeos com nefróstomas abrindo-se partir da cavidade do celoma e seus nefridióporos para dentro da cavidade exalante da cavidade do manto;

O rim forma uma bolsa envolvida por sangue da hemocele visceral. A conexão com a cavidade pericárdica é o canal renopericardial. A formação de urina ocorre pela filtração da cavidade pericárdica e do sangue. A urina final deixa o rim e é eliminada na corrente exalante da cavidade do manto.



Sistema excretor de um molusco mostrando o complexo cardiorenal: canal renopericardial e nefridióporo.

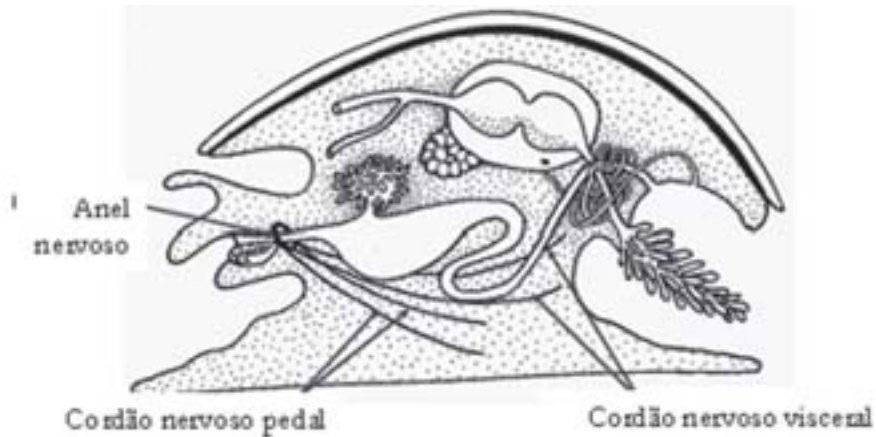
SISTEMA NERVOSO

Possui vários pares de gânglios, alguns associados com um anel nervoso esofágico e dois pares de cordões nervosos longitudinais;

- Gânglios cerebrais recebem nervos dos olhos, tentáculos e estatocistos;
- Gânglios bucais inervam os músculos da rádula e odontóforo;
- Gânglios pediosos ligam nervos motores do pé;

Os Cordões nervosos viscerais se conectam à massa visceral. E um anel nervoso formado por gânglios cerebrais e pediosos ligados por comissuras;

Podem possuir tentáculos cefálicos;
Estatocistos.



Sistema nervoso de um molusco típico com cordões e anel nervoso.

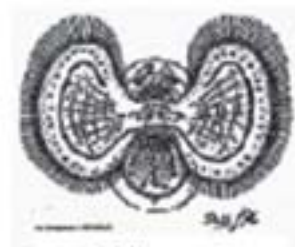
REPRODUÇÃO

Existem espécies de moluscos monóicas e dióicas. A fertilização pode ser externa ou interna. Os gametas são liberados pelas gônadas dentro do celoma e via nefridióporo na cavidade do manto.

O desenvolvimento indireto com uma larva trocófora (ligação com anelídeos), e em muitos casos uma larva véliger.



1 Trocófora



Véliger

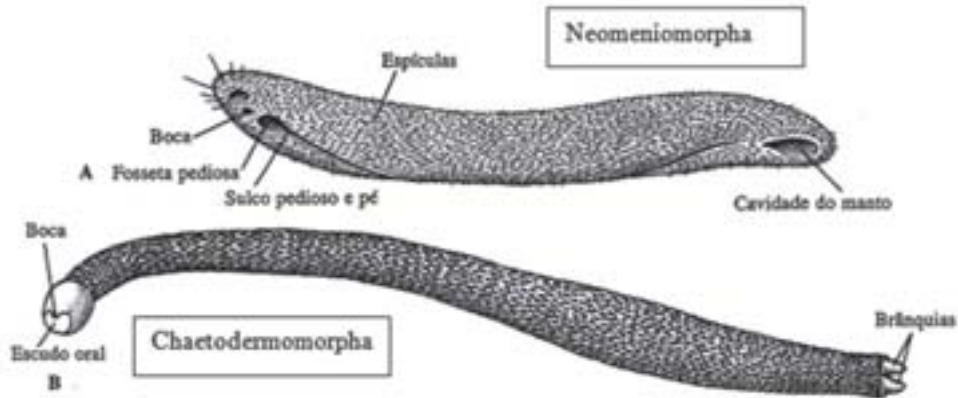
Tipos de larvas que ocorrem em moluscos

CLASSE APLACOPHORA

São moluscos vermiformes, bentônicos e marinhos. Apresentam aproximadamente 300 espécies descritas, e pode medir entre 5mm a 30 cm. Como característica principal não possuem concha, mas com espículas ou escamas calcárias secretadas pela epiderme. A cavidade do manto é rudimentar e apresenta-se em forma de uma goteira em cada lado do pé, que é reduzido a uma estrita saliência longitudinal.

As brânquias são reduzidas ou inexistentes; as gônadas pares deságuam no pericárdio e as células sexuais saem pelos nefrídios; nesta ordem destaca-se o gênero *Neomenia*.

Desprovidos de olhos, tentáculos, estatocistos e nefrídios.



Subclasses de Aplacophora

CLASSE POLYPLACOPHORA

É constituída de organismos com corpo elíptico, com concha constituída por uma série mediano-dorsal de oito placas esqueléticas imbricadas e circundas por um cinturão carnoso (revestido por cutícula ou escamas). Pé amplo e musculoso na superfície ventral usado para locomoção e aderência ao substrato. Possuem um par de músculos retratores do pé estende-se do pé para cada uma das valvas.

Apresentam rádula, cordão cerebral e numerosos ctenídeos alojados na goteira entre o pé e o manto, um par de nefrídios e gônada ímpar com canais para saída das células sexuais; vivem em rochas, principalmente em águas costeiras rasas; nesta ordem destaca-se o gênero *Chiton*.

Na sua morfologia externa, os polioplacóforos possuem uma articulação calcária no centro de cada valva e, sob ela, uma outra camada, o hipóstraco.

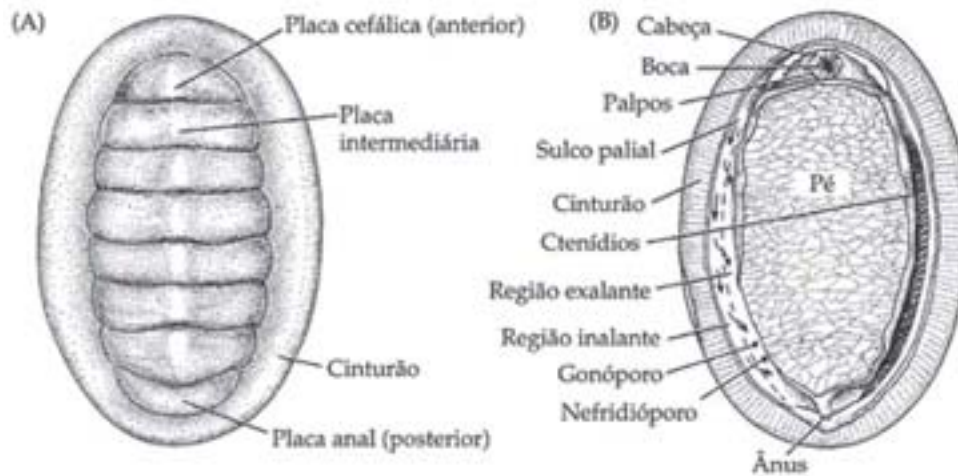


Figura mostrando a vista dorsal (A) e ventral (B) de um Polyplacophora. Setas mostram a direção da água no sulco palial. Fonte: Brusca e Brusca, 2007.

MORFOLOGIA INTERNA DOS POLIPLACÓFOROS

Possuem dois sulcos posicionados lateralmente entre o pé e o manto (aberturas inalantes). Apresentam cavidades que contêm múltiplas brânquias, um gonóporo (função reprodutiva) e um nefridióporo (função excretora).

Uma fileira de brânquias forma uma cortina que divide a cavidade do manto em uma câmara inalante lateral e câmara exalante intermediária;

As trocas gasosas ocorrem durante a passagem de água pelas brânquias;

Na extremidade posterior do pé a corrente exalante direita e esquerda unem-se e escoam para fora pela abertura exalante mediana

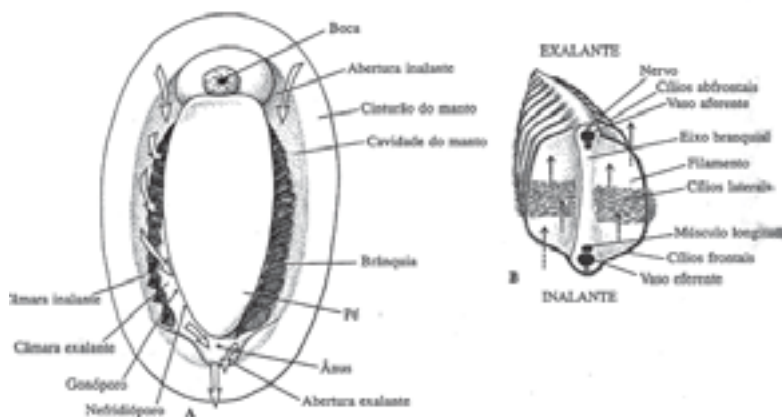


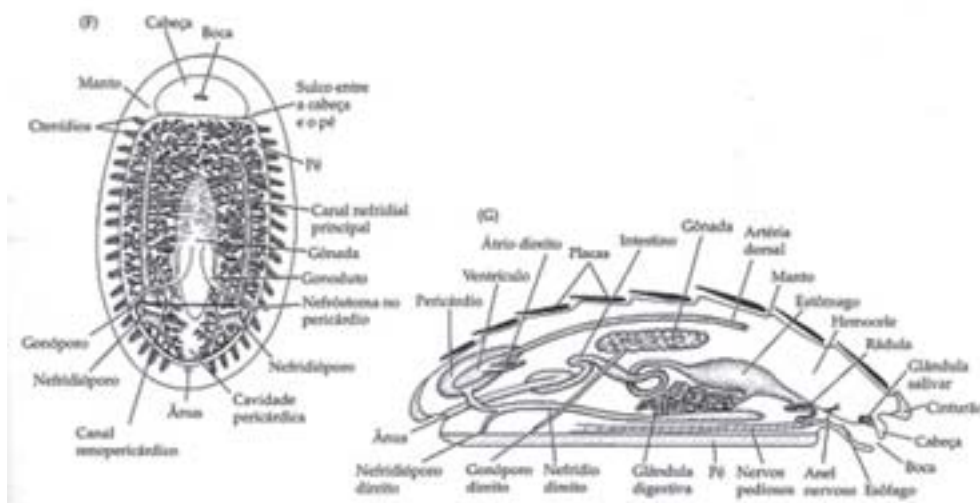
Figura mostrando a vista ventral de um Polyplacophora com o pé retraído (A) e o detalhe de uma brânquia com suas estruturas (B). Fonte: Ruppert et al. 2005.

Nutrição dos Polyplacophora

A maioria é composta por micrófagos pastadores de algas marinhas e outros organismos que vivem sobre rochas e conchas. A boca se abre para cavidade bucal revestida de quitina; um saco radular longo se projeta do fundo da cavidade bucal;

A rádula contém 17 dentes em cada fileira transversal e podem conter magnetita (ferro). Também a presença de um órgão subradular quimiossensorial linguiforme que, junto com rádula e odontóforo podem ser protraídos e retraídos da cavidade bucal;

Glândulas salivares, esofágicas produzem glicoenzimas e cecos digestivos enzimas proteolíticas.



Vista interna de Polyplacophora mostrando sistema excretor (F) e órgãos do sistema digestivo, circulatório, nervoso e reprodutivo (G). Fonte: Ruppert et al. 2005.

CLASSE MONOPLACOPHORA

Animais considerados extintos até sua descoberta em 1952. Com apenas 20 spp., todas são marinhas e habitantes de águas profundas (1800-7000m).

Pobremente estudados provavelmente possuem a forma do ancestral dos Conchifera (Monoplacophora + Gastropoda + Cephalopoda + Bivalvia + Scaphopoda);

Monoplacophora e Polyplacophora evoluíram conchas independentemente de um ancestral desprovido de concha. Evidência: conchas diferem na estrutura interna

Superficialmente são similares a alguns gastrópodes.

A concha dos monoplacóforos forma uma peça única, em forma de capuz e o pé forma disco muscular ventral, com oito pares de músculos retratores.

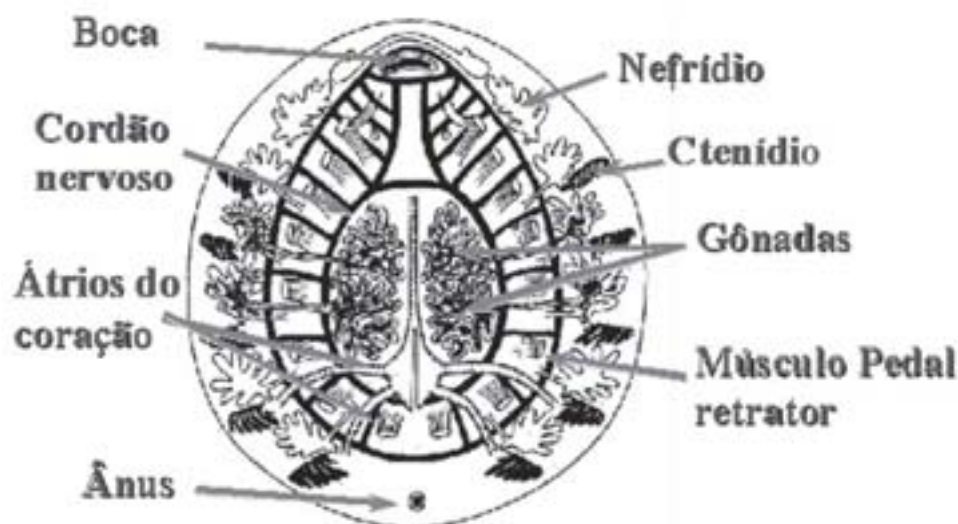
A cavidade do manto ao redor do pé, circunda três a seis pares de ctenídios.

Possuem dois pares de gônadas para reprodução.

Possuem três a sete pares de metanefrídios (excreção).

O sistema circulatório é composto por dois pares de átrios no coração.

Não possuem olhos, mas pequenos tentáculos sensitivos ao redor da boca.



Estrutura interna de um monoplacóforo mostrando órgãos do sistema digestivo, nervoso, excretor, circulatório e reprodutivo.

CLASSE BIVALVIA (PELECYPODA)

A Classe Pelecypoda (do grego pelekys = machado) ou Bivalvia é formada por organismos com simetria bilateral e o corpo lateralmente achatado. São desprovidos de cabeça e rádula. Os bivalvos, pelecípodos ou lamelibrânquios são moluscos aquáticos muito conhecidos. Na classe Bivalvia estão compreendidos muitos animais comestíveis e importantes economicamente, como os mexilhões, berbigões, ostras e mariscos.

O manto em forma de duas lâminas simétricas, parte da linha média dorsal e envolve todo corpo; a concha apresenta duas valvas laterais (bivalve) geralmente simétrica, com articulação, ligamentos dorsais e fechada por um ou dois músculos adutores; a margem posterior do manto, comumente, forma sifões para controlar o fluxo da água, que entra e sai da cavidade do corpo do animal; o pé é cônico ou em forma de machado. Externamente, o animal é revestido por uma concha, composta por duas valvas. As duas valvas estão ligadas e articulam-se por meio de dentes que se encaixam e por um ligamento elástico, que funcionam como uma dobradiça. Podemos notar ainda, uma região mais proeminente na con-

cha, o umbo, que é as regiões mais velhas da concha, de onde derivam as linhas de crescimento.



Figura mostrando um bivalve lamelibrânquio com estruturas internas. Fonte: Ruppert et al., 2005

A concha é fabricada pelo próprio animal, de dentro para fora, isto é, uma parte mole do animal, chamada manto fabrica a concha, pela secreção de camadas sucessivas de carbonato de cálcio. A concha é composta por três camadas. A mais interna, em contato com as partes moles do animal (manto) é chamada camada nacarada ou hipóstraco, sendo muito lisa e brilhante. A camada média é chamada camada prismática ou óstraco e a camada mais externa da concha que é uma camada fina, constituída principalmente por material orgânico, a camada orgânica ou perióstraco. A camada externa da concha tem, geralmente, coloração clara, muitas vezes iridescente, conhecida como madrepérola, outrora muito empregada na fabricação de botões.

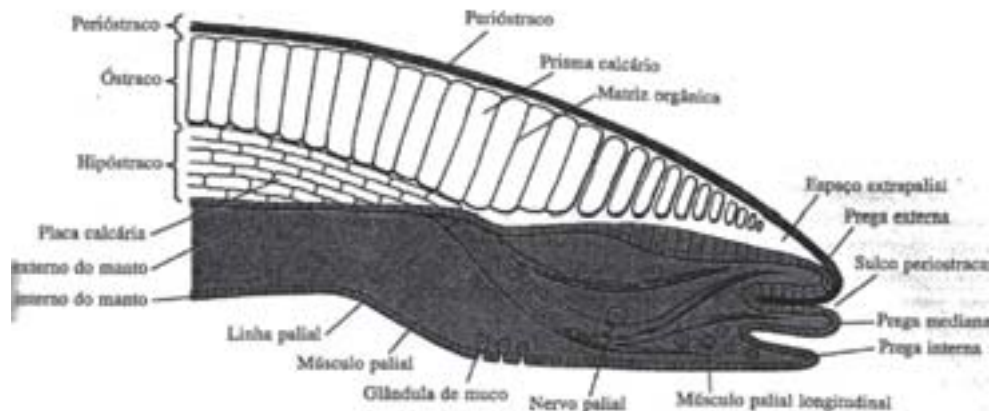
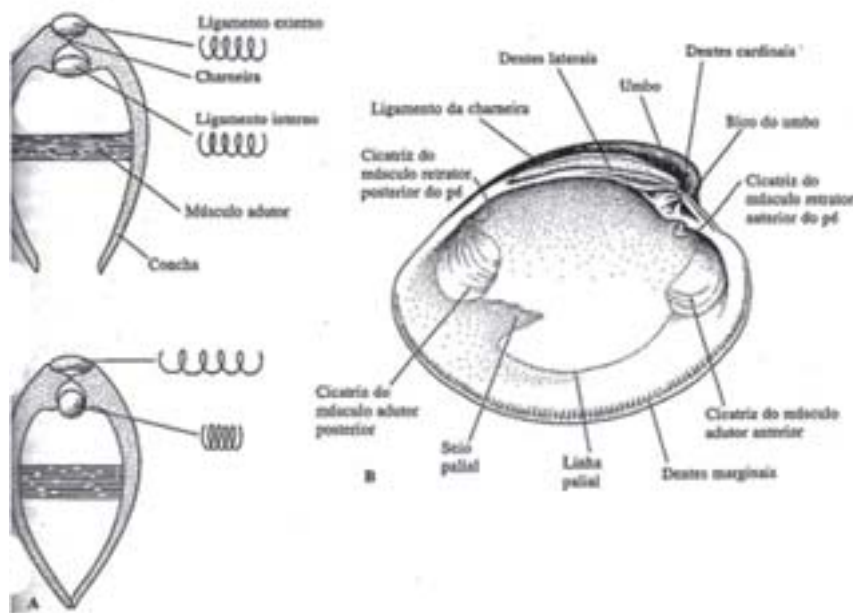


Figura mostrando a estrutura que forma a concha de um bivalve. As margens das pregas de cada lobo está dividida em três dobras ou pregas longitudinais: Prega interna que contém músculos paliais; prega mediana que é sensorial com fotoreceptores e estímulos mecânicos; Prega externa que secreta, com o manto, a concha. Fonte: Ruppert et al., 2005.

Na concha as duas valvas se articulam uma com a outra ao longo de uma charneira dorsal e são unidas dorsalmente pelo ligamento da charneira (derivado do perióstraco);

Dois músculos adutores transversais são responsáveis por fechar as valvas, enquanto os ligamentos da charneira (externo e interno) abrem as valvas.

As posições de fixação dos músculos são visíveis nas valvas como cicatrizes musculares.



Figuras mostrando os ligamentos das conchas e músculo adutor (A) e características da concha (B). Fonte: Ruppert et al., 2005

Os pelecípodos ou bivalves são animais filtradores. Graças ao batimento de cílios que recobrem a superfície interna do manto e as brânquias, a água circundante penetra no interior da cavidade do manto por uma abertura, delimitada pelas bordas paliais, o sifão inalante, situado na região posterior da concha. A água que entra carrega partículas alimentares, que ficam aderidas a uma camada de muco, que recobre as brânquias; os cílios aí presentes, varrem as partículas alimentares em direção aos palpos labiais, que podem remover partículas indesejáveis, e as partículas úteis são ingeridas pela boca. A água está sempre circulando pela cavidade palial; ganha o seu interior através do sifão inalante e é eliminada pelo sifão exalante, situado também na região posterior, acima do sifão inalante.

DIGESTÃO NOS BIVALVIA

O alimento constituído por pequenas partículas, penetra na boca, passa por um esôfago curto e chega ao estômago, que é uma porção alargada do tubo digestivo. O estômago é envolvido pela glândula digestiva, à qual se liga por dutos finos. A digestão nos moluscos é extra e intracelular. Secreções da glândula digestiva contribuem para a digestão parcial do alimento extracelularmente, o qual é absorvido ao nível do intestino, terminando intracelularmente. O intestino é constituído por uma parte enrolada, que se comunica com o reto e termina no ânus, que se abre na região do sifão exalante. Através do ânus os restos não aproveitados da digestão são carregados pela corrente líquida que deixa o corpo do animal. No estômago, existe uma bolsa de fundo cego que contém um bastonete flexível e transparente, o estilete cristalino. Acredita-se que o estilete cristalino esteja relacionado com processos digestivos, girando sobre si mesmo, exercendo uma função mecânica na trituração do alimento e parecendo estar relacionado com a digestão do amido.

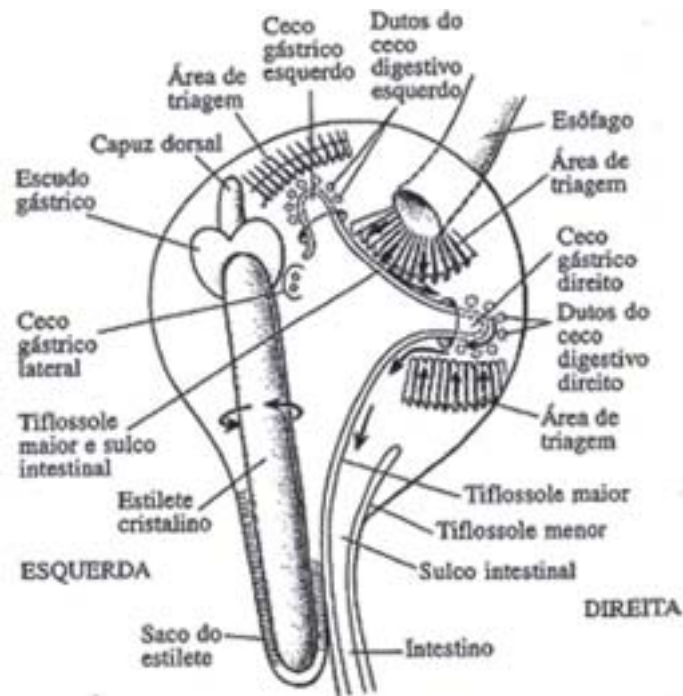


Figura mostrando o sistema digestivo de um lamelibrânquio com o estilete ou bastão cristalino enzimático. Fonte: Ruppert et al., 2005

BRÂNQUIAS E A EVOLUÇÃO DA ALIMENTAÇÃO DOS BIVALVES

A fauna atual de bivalvos utiliza as brânquias para filtrar a suspensão e obter matéria orgânica. Bivalves ancestrais eram comedores seletivos de depósitos e usavam as brânquias apenas para trocas gasosas;

A evolução dos bivalves está relacionada à modificação morfológica das brânquias filtradoras a partir das brânquias exclusivamente respiratórias.

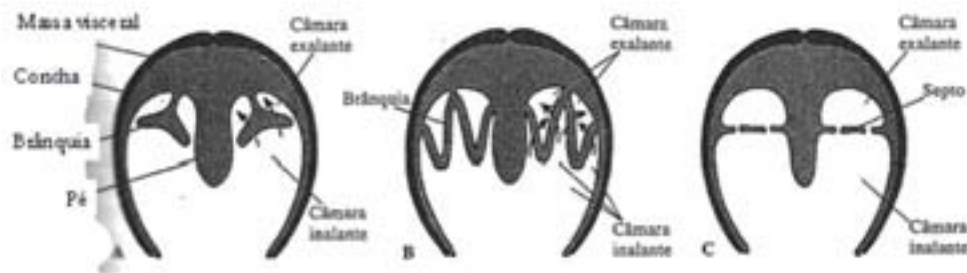
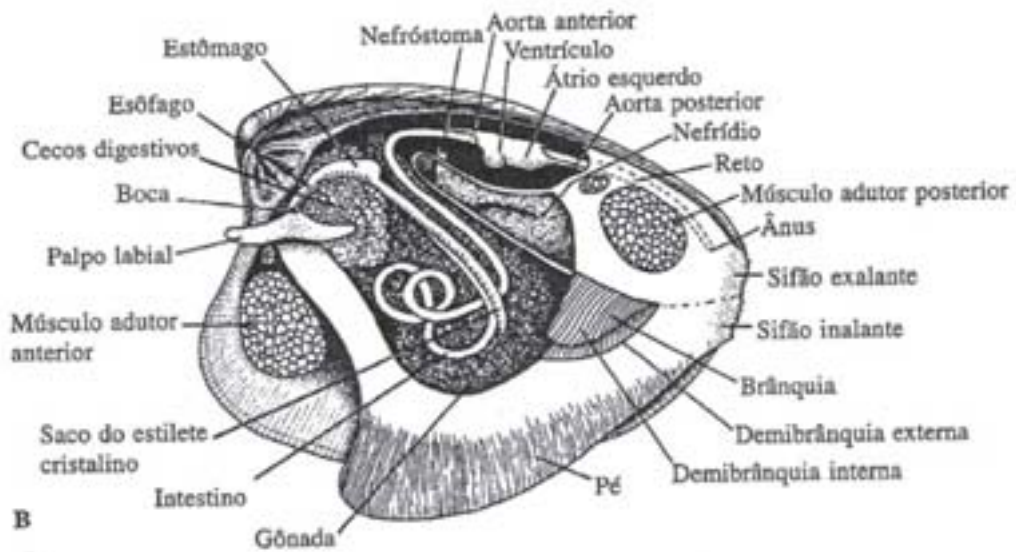


Figura mostrando as três ordens atuais de Bivalvia com suas respectivas morfologias internas. Fonte: Ruppert et al., 2005

As brânquias são estruturas cuja superfície é muito grande em relação ao volume, oferecendo uma ampla área para que as trocas gasosas ocorram. Nas brânquias existem muitos vasos sanguíneos e o sangue que circula por eles distribui oxigênio pelos órgãos e remove o gás carbônico.

SISTEMA CIRCULATÓRIO DE BIVALVIA

Formado por um coração dorsal que se encontra no interior da cavidade pericárdica. A função do coração é impulsionar o sangue por todo o corpo, e o faz graças ao ventrículo muscular, que se contrai, enviando o sangue por dois vasos chamados aortas, que o distribuem por todo o corpo. Ao chegar aos tecidos, o sangue abandona os vasos, caindo em lacunas entre os tecidos, oxigenando-os e levando-lhes alimento. Das lacunas, o sangue penetra em outros vasos, chegando a um órgão chamado rim. O rim é composto por nefrídios que retiram os excretas orgânicos do sangue e eliminam-nos na cavidade do manto. O sangue, livre das impurezas, vai às brânquias onde é oxigenado e volta ao coração penetrando nas aurículas, de onde passará para o ventrículo para ser redistribuído por todo o corpo. O sistema circulatório dos moluscos é chamado aberto ou lacunoso, pois o sangue não circula sempre dentro dos vasos, mas abandona-os indo ter às lacunas do corpo.



SISTEMA NERVOSO

O sistema nervoso dos bivalvos é composto por três pares de gânglios cerebropleurais e três pares de cordões nervosos, dois gânglios pedais ou pediosos, dois nervos paliais; gânglios viscerais inervam lobos do manto e sifões

Os bivalvos, apesar de geralmente não apresentarem olhos, têm muitas vezes, fotorreceptores na região dos sifões; órgãos táteis estão presentes nas bordas do manto, e órgãos de equilíbrio, os estatocistos, estão presentes no pé. Existe também, na região do sifão inalante, um par de osfrádios, que parece ter a função de testar as características da água que entra na concha.

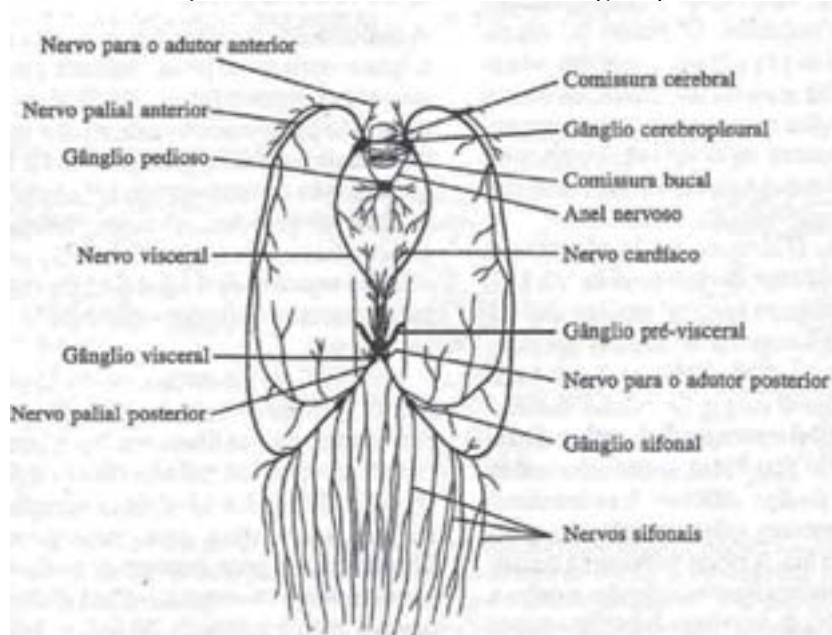


Figura mostrando os gânglios nervosos e principais nervos de Bivalvia. Fonte: Ruppert et al., 2005.

REPRODUÇÃO DE BIVALVIA

O aparelho reprodutor dos bivalvos é constituído por um par de gônadas, localizadas na massa visceral. As gônadas possuem um duto, que termina no poro genital, o qual se abre na cavidade do manto. Embora os sexos sejam separados (dióicos) não há dimorfismo sexual externo. Espermatozóides e óvulos são eliminados na cavidade do manto, de onde passam para água circulante. A fecundação é externa. O zigoto resultante da fecundação desenvolve-se, originando uma forma larval ciliada véliger. As larvas véliger apresentam nas primeiras fases do desenvolvimento, natação livre. Depois de algum tempo, porém, produzem uma pequena concha, as larvas afundam, terminando seu desenvolvimento sobre o substrato. Transformam-se em jovens bivalvos, que crescerão e se reproduzirão posteriormente.

CLASSE GASTROPODA

Características Gerais

É a maior e mais diversificada classe de moluscos. Formada pelos caramujos aquáticos, caracóis e lesmas. Possui registro fóssil desde o Cambriano inferior.

Obteve enorme irradiação evolutiva e colonizaram água doce e ambientes terrestres. A estimativa atual é de 40.000 a 100.000 espécies. Possui três grupos principais (parafiléticos): Prosobrânquios, pulmonados e opisobrânquios;

Característica principal do grupo: torção ou rotação da massa visceral de 180° no sentido anti-horário em relação ao pé. Os gastrópodos apresentam um pé rastejador amplo e achatado

Na cabeça dos caramujos, existem dois pares de tentáculos. Nas extremidades dos tentáculos maiores (ou na base destes) estão os olhos. Na região inferior da cabeça, encontra-se a boca. A cabeça continua pelo pé musculoso, sobre o qual se assenta a concha, que contém a massa visceral. Podemos observar três orifícios que se abrem externamente nos caramujos: o ânus e o poro respiratório, localizados na parte anterior, na base da concha, e o poro genital, situado na cabeça, em posição lateral.

O sistema digestivo é composto pela boca, à qual se segue uma faringe curta e musculosa. No assoalho da faringe, encontra-se uma estrutura em forma de fita dotada de muitos dentículos transversais. Essa fita chamada rádula executa um movimento de vaivém raspando o alimento, que fica reduzido a pequenas partículas, que são então ingeridas. À faringe, segue-se o esôfago, que se liga ao papo. A este, seguem-se o estômago e o intestino. Este último desembocando no ânus. A glândula digestiva, loca-

lizada no ápice da concha, comunica-se com o estômago. Existe também, perto do papo, um par de glândulas salivares que se abrem na faringe, e que contribuem no processo de alimentação, umedecendo o alimento com sua secreção.

Seu sistema nervoso é bastante cefalizado e apresentam um sistema sensorial desenvolvido;

Cavidade do manto anterior, lateral à direita, posterior, ou perdida (maioria com brânquia);

Sistema circulatório formado por um átrio ou ventrículo;

Sistema reprodutivo formado por uma gônada do lado direito;

Sistema nervoso tetra-neuro cruzado (estreptoneuro) ou secundariamente destorcido (eutineuro);

Larva véliger

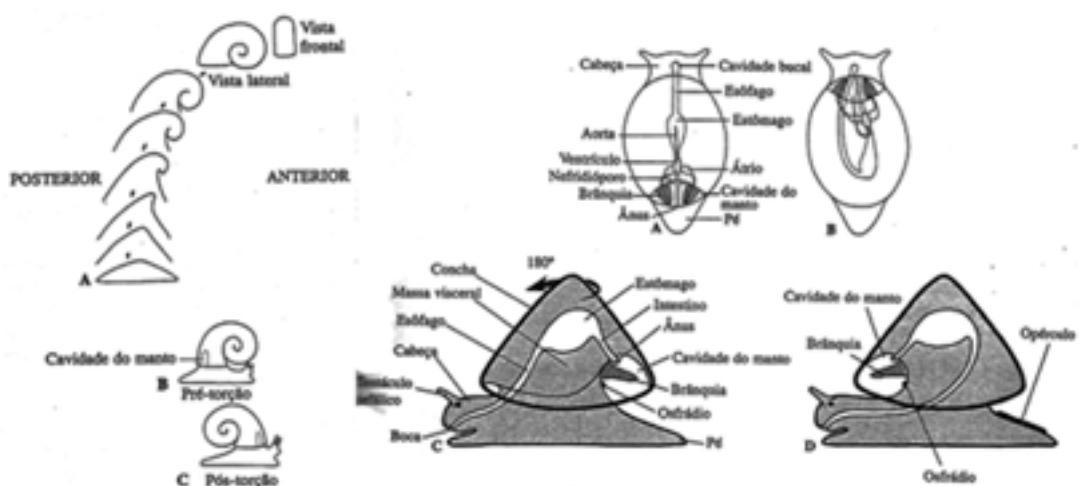
ORIGEM E EVOLUÇÃO DO PLANO CORPÓREO DOS GASTRÓPODOS

A origem do plano corpóreo provavelmente teria surgido a partir de um ancestral monoplacóforo;

Processo: a partir de uma série de mudanças sequenciais de alongamento da concha (refúgio portátil), dobramento do tubo digestivo, enrolamento planispiral, torção, enrolamento conispiral e assimetria (ver figura);

Enrolamento é o giro da concha e massa visceral em uma espiral conspícua e característica (visível externamente);

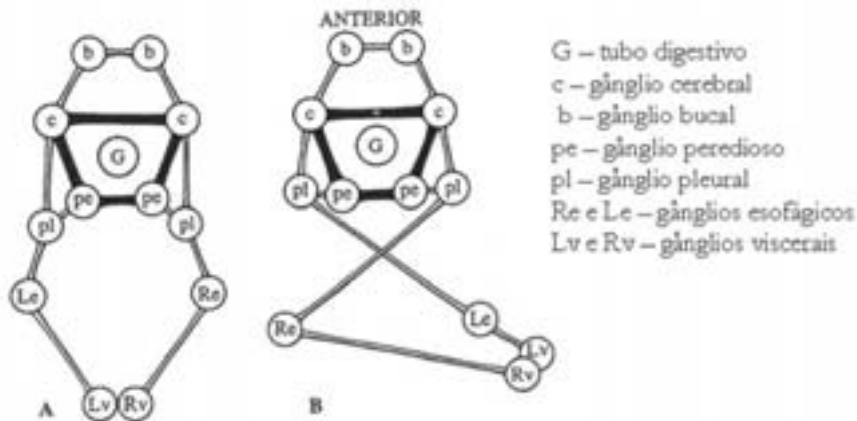
Torção é a reversão da polaridade da massa visceral localizada sobre o pé (não visível externamente).



Esquema do processo de enrolamento da concha e torção de um gastrópode mostrando o resultado no plano interno com os órgãos do sistema digestivo e o posicionamento da brânquia e a cavidade do manto sobre a região cefálica. Fonte: Ruppert et al., 2005.

PROCESSO DE TORÇÃO

É uma sinapomorfia (característica única) de gastrópodes. Giro ou rotação de 180° no sentido anti-horário da massa visceral, concha e manto e cavidade em relação à cabeça e ao pé. Ocorre no desenvolvimento da larva véliger. Produz modificações no tubo digestivo, gânglios e nervos.



Esquema mostrando o processo de torção nos gânglios do sistema nervoso de um gastrópode. Fonte: Ruppert et al., 2005

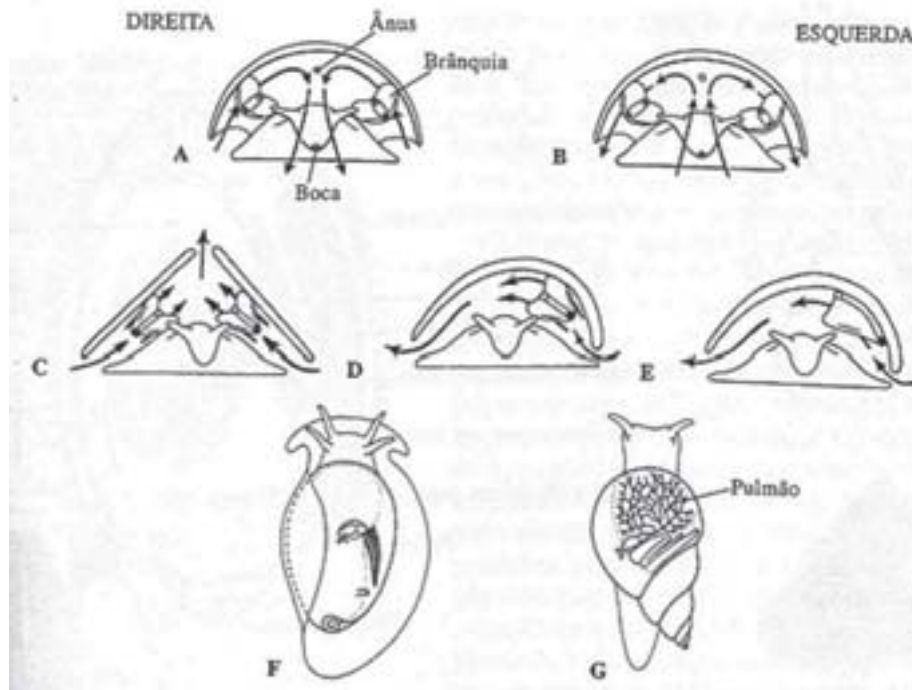
HIPÓTESES PARA O SURGIMENTO DA TORÇÃO NOS GASTRÓPODES

- Vantagem adaptativa para a larva véliger;
- Vantagem adaptativa para o adulto;
- Facilitar a ventilação da cavidade do manto;
- Melhorar a percepção do ambiente via osfrádios;
- Enrolamento endogástrico (para trás) estaria relacionado com a locomoção por deslizamento

SANEAMENTO OU AUTOPOLUIÇÃO EM GASTRÓPODES

O deslocamento da cavidade do manto para frente do corpo colocou ânus, gonóporos e nefridióporos em íntima proximidade com a cabeça e a

boca e as brânquias. Desta forma Modificações em Vetigastrópodes (arqueogastrópodes), lapas fissurelídeas e maioria dos prosobrânquios, incluindo mesogastrópodes e neogastrópodes.



Esquema mostrando os vários tipos de soluções evolutivas nos gastrópodos que modificaram a corrente que passa pelas brânquias e permitiram a resolução do saneamento. Fonte: Ruppert et al., 2005

RESPIRAÇÃO E CIRCULAÇÃO

A oxigenação do sangue, nos caramujos terrestres, é feita na cavidade do manto, que é muito vascularizada e se abre para o exterior através do poro respiratório. O ar, contendo oxigênio penetra pelo poro respiratório e entra em contato com a cavidade vascularizada do manto, que funciona como um pulmão. O sistema circulatório é semelhante ao que descrevemos nos bivalvos: é composto pelo coração, que se liga a vasos que passam pelo pulmão e pelos órgãos. O sangue é oxigenado no pulmão (pulmonados) ou brânquias e bombeado pelo coração, para todo o corpo.

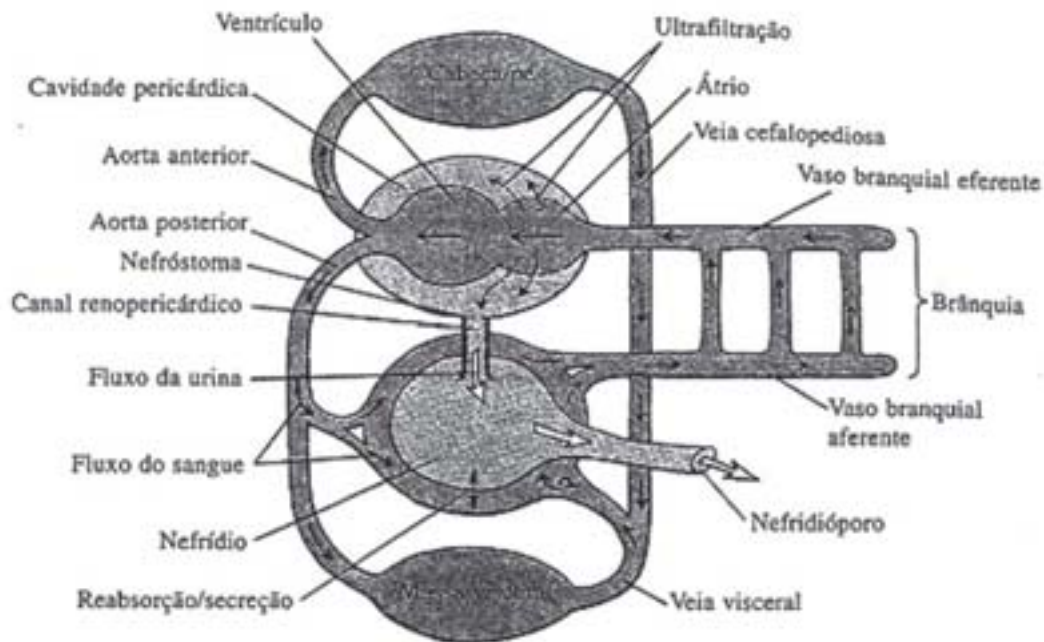


Figura mostrando os sistemas circulatório e excretor. Setas brancas representam a urina após o processo de filtração do sangue (setas pretas). Fonte: Ruppert et al., 2005

EXCREÇÃO

O sistema excretor é constituído por um rim, próximo do coração, que elimina as excretas na cavidade do manto de onde passam para o exterior.

SISTEMA NERVOSO

Os sistema nervoso é composto por quatro partes de gânglios: um par cerebral, acima da faringe, um par bucal, um par pedal e um visceral, todos próximos e logo abaixo da faringe. Dos gânglios partem nervos para todos os órgãos. Estruturas sensoriais presentes são os olhos, os estatocistos e outros órgãos sensoriais espalhados pelo pé e cabeça.

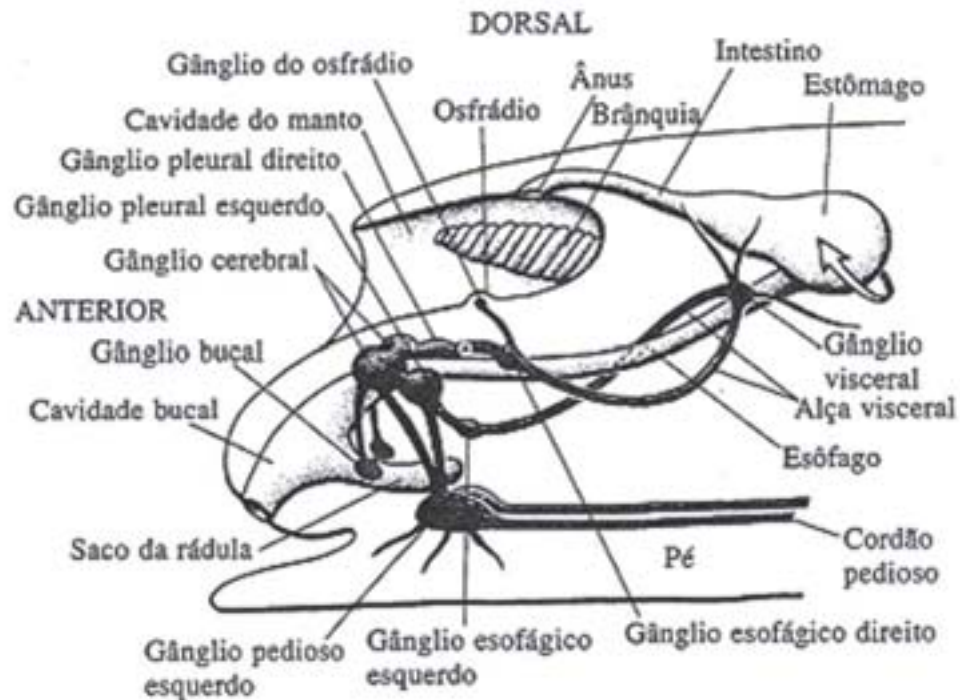


Figura mostrando o sistema nervoso com gânglios, alças e cordões nervosos. Note o resultado do processo de torção das alças que resulta em um formato de “8” ao redor do tubo digestivo. Fonte: Ruppert et al., 2005

REPRODUÇÃO

Os prosobrânquios são na maioria gonóricos. Os Pulmonados e Opistobrânquios: hermafroditas.

A gônada esquerda foi evolutivamente perdida devido à torção;

Um ducto genital simples naqueles grupos com fecundação externa à extremamente complexo naqueles com fecundação interna.

A reprodução sexuada começa com aproximadamente dos dois indivíduos, que justapõem os poros genitais do parceiro e ocorre a transferência recíproca de um espermetóforo, que é um pacote de espermatozóides. Os parceiros então se separam. Em cada um deles, os espermatozóides vão a espermateca, onde ficam armazenados. Enquanto isso, o ovoteste produz óvulos, que caminha pelo ducto hermafrodita até a câmara de fecundação. Os espermatozóides do parceiro, que estavam armazenados na espermateca, caminham ao oviduto e chegam à câmara de fecundação, onde fecundam os óvulos, que recebem reservas da glândula albuminosa. Os ovos são então eliminados pelo poro genital. Nos moluscos gastrópodes terrestres, o desenvolvimento dos ovos é direto: a eclosão do ovo libera um pequeno molusco semelhante aos pais.

CLASSE CEPHALOPODA

A Classe Cephalopoda (do grego Kephale = cabeça) é um táxon antigo e especializado com cerca de 700 espécies e 10000 espécies extintas. Compreendem as lulas, polvos, náutilos, sépias e sibas. São exclusivamente carnívoros marinhos e a maioria é pelágica;

Sua origem ocorreu a partir dos monoplacóforos com alongamento do eixo dorso-ventral (cabeça e o pé em uma extremidade do corpo).

Formada por organismos simétricos, com cabeça volumosa, massa visceral alongada em sentido dorsiventral, manto musculoso, cavidade paleal localizada na região caudal, porção anterior do pé fusionada com a cabeça e transformada numa coroa de braços ou tentáculos em volta da boca e a porção posterior transformada numa goteira ou funil, que faz comunicar a cavidade peal com o exterior.

A concha univalve é freqüentemente interna e muitas vezes reduzida. Apresentam rádula, tubo digestivo com glândula anexa e celoma espaçoso. Boca rodeada por apêndices: 1 par de mandíbulas (dorsal e ventral) formando um bico.

O sistema nervoso está concentrado em volta da faringe e encerrado em uma cápsula cartilaginosa: os órgãos dos sentidos são altamente diferenciados, principalmente os olhos e os estatocistos. Possuem de dois a quatro ctenídios típicos, coração com duas ou quatro aurículas e, além disso, corações branquiais independentes, um ou dois pares de nefrídios, gônada ímpar e sexos separados.

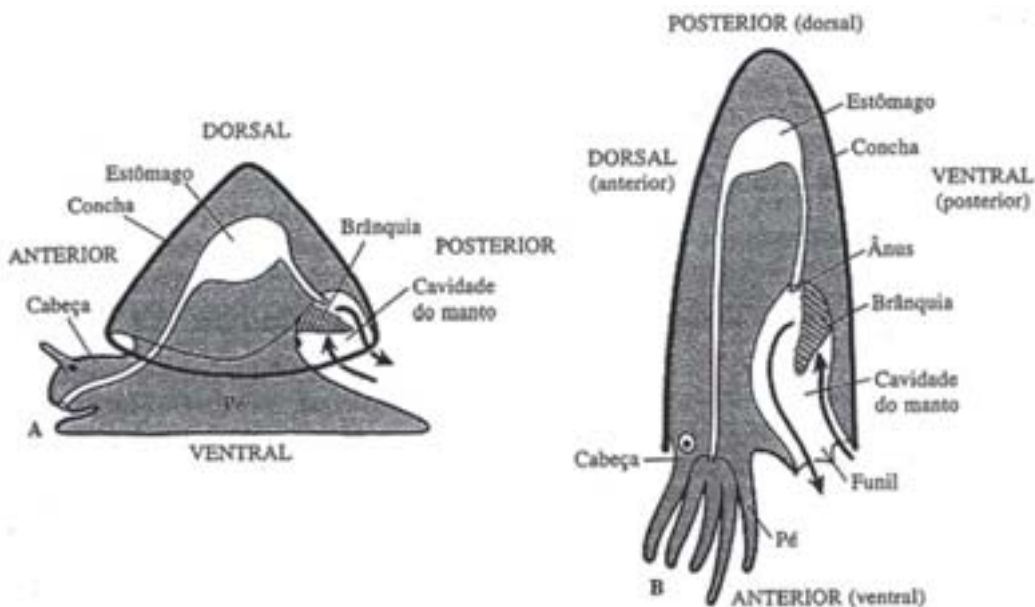


Figura mostrando a comparação entre um gastrópode (sem torção) e um cefalópode típico. Fonte: Ruppert et al., 2005

REGIÕES CORPORAIS

- Dorsalmente, o pé foi transformado em um conjunto de braços ou tentáculos, geralmente com ventosas ao redor da boca;
- Um funil sai da cavidade do manto;
- Corcova visceral é a parte dorsal do cone posterior;
- Maior tamanho dentre os invertebrados (20m);
- Origem no Cambriano e irradiações na era Paleozóica e Mesozóica

Concha

- Ectococleados: presença de concha externa; Nautiloidea e Ammonoidea apresentam septos calcários entre as câmaras que são perfurados na região mediana ou marginal por um cordão calcário denominado sifúnculo
- Endococleados: presença de uma concha interna reduzida ou ausência de concha;

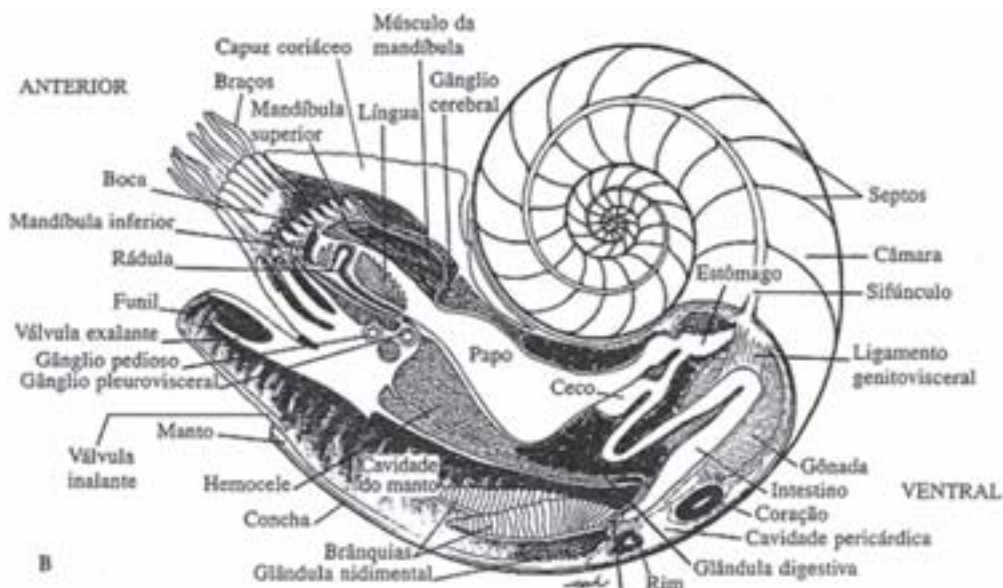


Figura mostrando um Ectococleado (Nautilus) internamente. Fonte: Ruppert et al., 2005

ENDOCOCLEADOS (TAXONOMIA)

- Subordem Spirulida: rostro e óstraco perdidos e fragmocone enrolado;
- Subordem Sepiida: persiste o “osso da siba”;
- Subordem Teuthoidea: concha reduzida a uma pena quitinosa ou gládio (análogo à notocorda);

- Ordem Octopoda: concha vestigial (fêmeas secretam câmara incubadora de calcário não homóloga à concha interna)

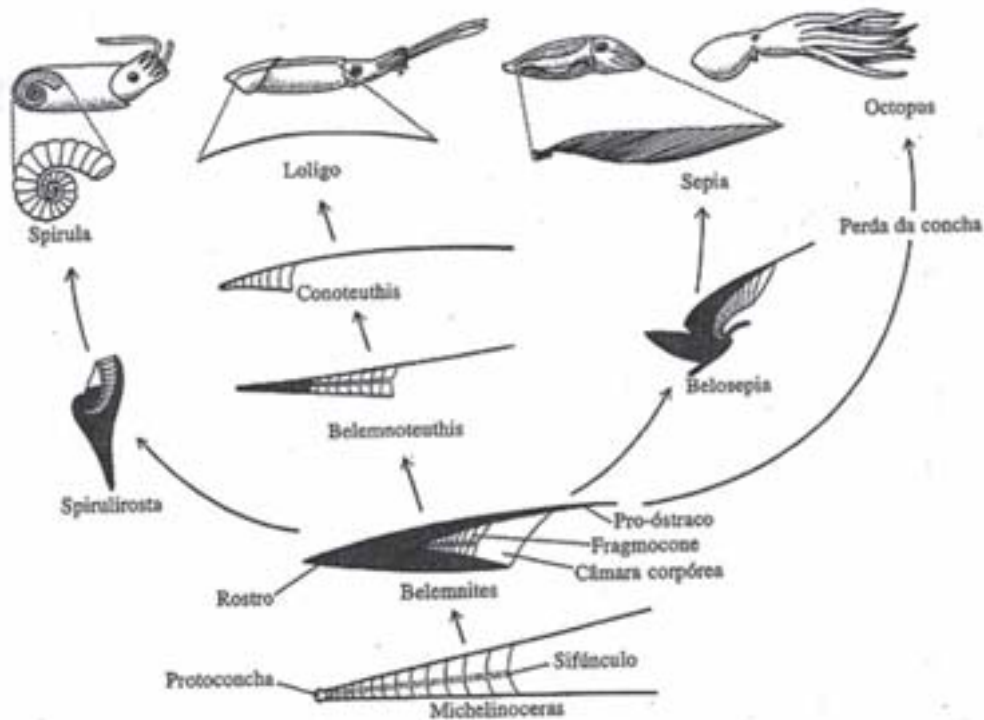


Figura mostrando a irradiação dos endococleados, sua modificação morfológica e a perda secundária da concha interna em *Octopus*. Fonte: Ruppert et al., 2005

SISTEMA NERVOSO

Os sistema nervoso é composto por quatro partes de gânglios: um par cerebral, acima da faringe, um par bucal, um par pedal e um visceral, todos próximos e logo abaixo da faringe. Dos gânglios partem nervos para todos os órgãos. Estruturas sensoriais presentes são os olhos, os estatocistos e outros órgãos sensoriais espalhados pelo pé e cabeça.

Tipos de locomoção em cefalópodes

- Propulsão por nadadeiras (lulas);
- Cavidade do manto e jato-propulsão:
 1. Jato-propulsão lenta
 2. Jato-propulsão rápida
- Rastejamento (polvos)

SISTEMA SENSORIAL

- Visão desenvolvida, com olho contendo córnea, íris, pupila e retina;
- Formam imagens e movimentos horizontais e verticais, mas não distingue cores;
- Possuem um sistema mecanorreceptor semelhante à linha lateral dos peixes e do ouvido interno dos vertebrados (estaticistos);
- Possuem quimiorreceptores de contato (gustação) como de distância (olfato), podem possuir tegumento olfatório nos lados da cabeça;
- Osfrádios ausentes, com exceção do *Nautilus*

CLASSE SCAPHOPODA

A classe Scaphopoda (do grego skaphe = bote) é formada por organismos com o corpo alongado em sentido dorsiventral, com simetria bilateral.

A concha univalve e o manto apresentam-se em forma de tubo encurvado e com a abertura dorsal e ventral. A cabeça possui tentáculos filiformes inseridos na sua base e com apêndices foliáceos em volta de boca.

Pela abertura basal da concha, junto do pé saem vários tentáculos denominados captáculos que funcionam como órgãos tácteis e adesivos, para apreensão de alimentos. O pé coloca-se imediatamente atrás da cabeça, com forma de cilindro vertical alongado. Possuem rádula, coração sem aurículas, sistema nervoso composto por gânglios cerebróides e pleurais contíguos, gânglios pedálicos e viscerais, um par de nefrídios e sexos separados com gônada ímpar servindo-se do nefrídio direito como canal de saída das células sexuais; são marinhos, vivendo em areia ou lodo da água rasa; nesta classe destaca-se o gênero *Dentalium*.

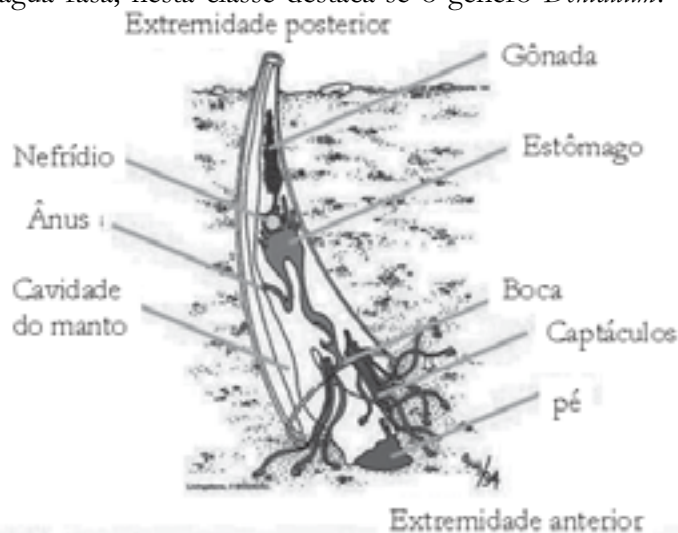


Figura esquemática de um escafópodo generalizado mostrando estruturas internas

CONCLUSÃO

Neste capítulo aprendemos que o plano básico de um molusco é formado por um animal com um pé rastejador, uma massa visceral ampla e uma concha cobrindo toda essa estrutura. Mollusca apresenta é representante do táxon lofotrocozoa, assim como Annelida, e apresenta uma larva trocófora e também a larva véliger. O processo de metamerização é quase inexistente em Mollusca, assim como a presença do celoma. As classes de moluscos são muito variáveis entre si, mas compartilham vários caracteres em seu plano básico. Os moluscos atingiram o ápice do desenvolvimento dos sistemas excretor e sensorial entre os invertebrados.

RESUMO

O Filo Mollusca representa o segundo maior táxon do reino animal, incluindo animais marinhos, de água doce e ambientes terrestres importantes como fonte alimentar e na história do homem. São protostomados e celomados, não-segmentados, bilateralmente simétricos ou secundariamente assimétricos. Seu celoma é reduzido comparado com os anelídeos. A cavidade do corpo é a hemocele. O corpo é revestido pela cavidade do manto, que possui glândulas da concha que secretam estruturas calcárias como espículas epidérmicas ou a própria concha. A concha confere resistência ao organismo; permite que o corpo se sustente contra a ação da gravidade; serve como ponto de inserção dos músculos; protege contra a dessecação e representa como uma armadura que protege o animal dos predadores. O celoma dos moluscos restringe-se, em geral, a um espaço que encerra as gônadas e o coração; na maioria dos casos sobra como resto do celoma. O coração é abrigado na cavidade pericárdica e composto de ventrículo e átrios separados. O pé é grande, muscular e bem definido, frequentemente com uma sola rastejadora achatada. A região bucal é provida de uma rádula e o tubo digestivo é completo, com regiões especializadas. O sistema excretor é composto por metanefrídeos grandes e complexos.



ATIVIDADES



1. Pesquise quais são os principais moluscos (nome específico e popular) utilizados na alimentação do homem.
2. Como ocorre a produção de ostras?
3. Como ocorre a produção de pérolas?

REFERÊNCIA

- AMORIM, D. S. 2002. **Fundamentos de Sistemática Filogenética**. Holos Editora. Ribeirão Preto. SP. Brasil. p. 153.
- BRUSCA, R. C. & Brusca, G. J. **Invertebrados**. 2 ed. Editora Guanabara Koogan. p. 1098.
- HENNIG, W. 1966. **Phylogenetic Systematics**. University of Illinois Press. Chicago. USA. p. 263.
- HICKMAN, C. P., Roberts, L. S., Larson, A. 2004. **Princípios integrados de Zoologia**. 11 Edição. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro: p. 846
- RIBEIRO COSTA C. S. & Rocha, R. M. 2002. **Invertebrados: manual de Aulas Práticas**. Série Manuais Práticos em Biologia – 3. Holos Editora. Ribeirão Preto. p. 226.
- RUPPERT E.E., Barnes, R.D. & Fox, R. S. 2005. **Zoologia dos Invertebrados: Uma Abordagem Funcional-Evolutiva**. 7 ed. Editora Roca. Rio de Janeiro: p. 1168.