



Ciências

Biológicas



Cadernos

CB Virtual 2

❖ Rafael Angel Torquemada Guerra (Org.)

❖ Amélia Iacca Kanagawa ❖ Creusoni Figueredo dos Santos

❖ Fabiana Sena da Silva ❖ Frederico Barbosa de Sousa

❖ Gilmara Alves Cavalcanti ❖ Jorge Adriano Lubenow

❖ Marcio Bernardino da Silva ❖ Maria Alice Neves

❖ Roberto Menezes



**Universidade Federal da Paraíba
Universidade Aberta do Brasil
UFPB VIRTUAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS À DISTÂNCIA**

Caixa Postal 5046– Campus Universitário - 58.051-900 – João Pessoa

Fone: 3216-7838 e 8832-6059

Home-page: portal.virtual.ufpb.br/biologia

UFPB

Reitor

Rômulo Soares Polari

Pró-Reitor de Graduação

Valdir Barbosa Bezerra

UFPB Virtual

Coordenador

Renata Patrícia Jerônimo Moreira

Edson de Figueiredo Lima Junior

Centro de Ciências Exatas e da Natureza

Diretor

Antônio José Creão Duarte

Departamento de Sistemática e Ecologia

Chefe

Juraci Alves de Melo

**Curso de Licenciatura em Ciências
Biológicas à Distância**

Coordenador

Rafael Angel Torquemada Guerra

Coordenação de Tutoria

Diego Bruno Milanês Lopes

Coordenação Pedagógica

Isolda Ayres Viana Ramos

Coordenação de Estágio

Paulo César Geglio

Coordenação de TCC

José Vaz Neto

Apoio de Designer Instrucional

Luizângela da Fonseca Silva

Artes, Design e Diagramação

Romulo Jorge Barbosa da Silva

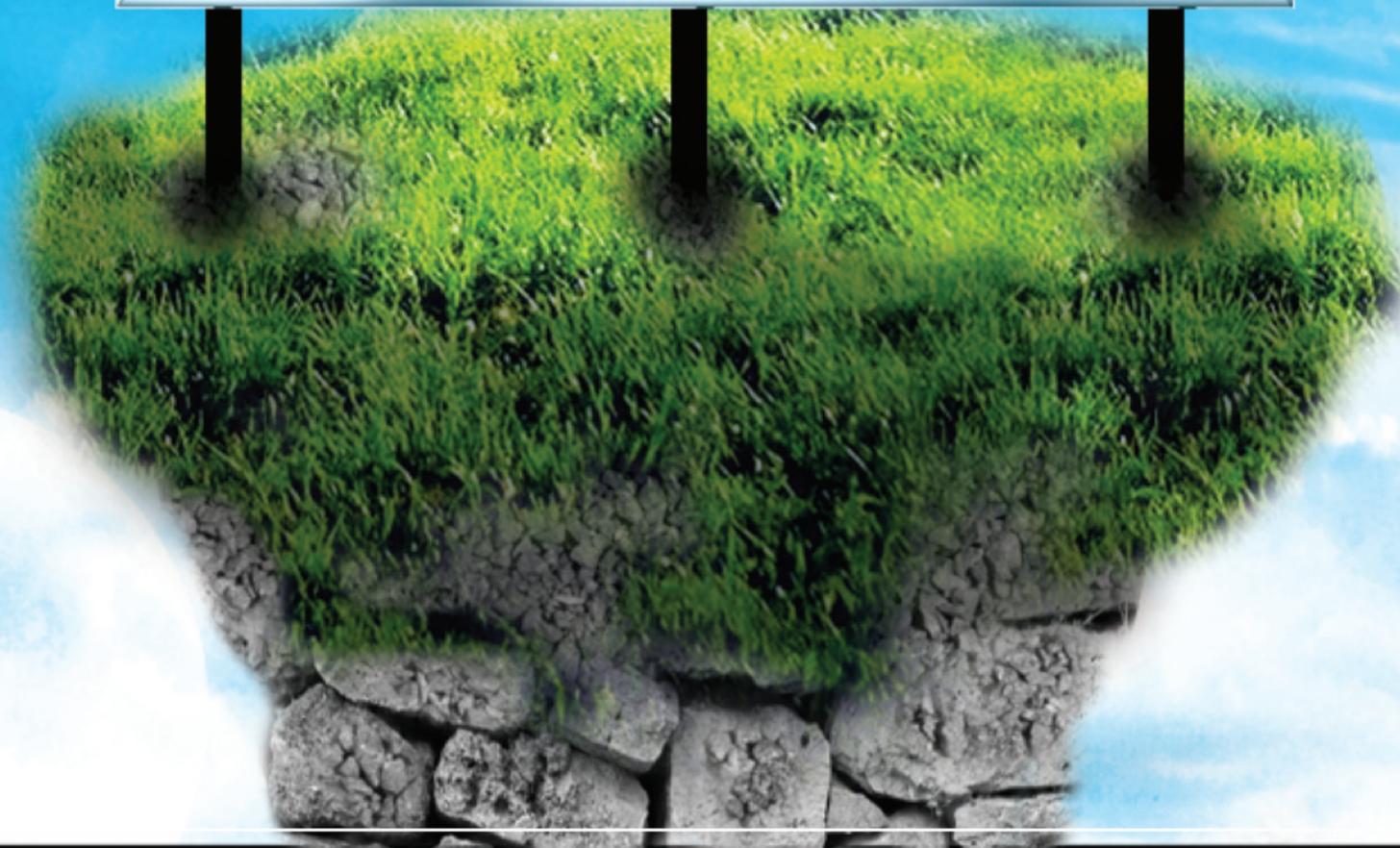
Apoio Áudio Visual

Edgard Adelino Ruiz Sibrão

C 569 Cadernos Cb Virtual 2 / Rafael Angel
Torquemada Guerra ... [et al.].-
João Pessoa: Ed. Universitária, 2011.
610p. : Il.
ISBN: 978-85-7745-902-5
Educação a Distância. 2. Biologia
I. Guerra, Rafael Angel Torquemada.
UFPB/BC CDU: 37.018.43

Invertebrados I

Marcio Bernardino da Silva



INVERTEBRADOS I

Marcio Bernardino da Silva

UNIDADE 1

INTRODUÇÃO À ZOOLOGIA

Os animais estão em todos os lugares do planeta Terra. Eles vivem a nossa volta, correndo, nadando, voando e causando prejuízo, mas trazendo benefícios, causando doenças, mas mantendo o planeta equilibrado ecologicamente. Nós os comemos, usamos suas peles, leite, substâncias químicas, sua força de trabalho e vivemos cotidianamente com eles. Às vezes, lembramos que nós também somos uma espécie animal.

Existem mais de um milhão de espécies de animais conhecidas, com estimativas de dezenas de milhões existentes na face da Terra. Todas elas surgiram de uma única espécie de animal primitivo que viveu há, mais ou menos, um bilhão de anos atrás. Ela era microscópica e vivia no mar, formada por algumas poucas células que começaram a viver juntas, um ser multicelular.

Nesta disciplina, conheceremos os animais mais simples, conhecidos como invertebrados inferiores, como esponjas, águas-vivas, anêmonas, planárias e vermes. Começamos por eles porque seus planos corporais se assemelham mais aos ancestrais do início da evolução do Reino Animal ou Metazoa. Porém, antes, vamos introduzir nas formas e variações de um plano básico animal, como simetria, eixos e funções vitais. Na unidade 2, vamos estudar os protistas, que não são animais, pois são seres unicelulares, mas foi de uma das muitas linhagens antigas de protistas que os animais surgiram.

1. O QUE É UM ANIMAL?

O senso comum leva a muitas pessoas relacionar o nome “animal” a grandes mamíferos e aves. Entretanto, os animais são uma diversidade representada por 34 filos de seres dos mais variados formatos, tamanhos e tipos. Portanto, definir um animal é uma tarefa difícil. Eles são seres multicelulares e heterótrofos, ou seja, que conseguem energia pelo consumo de outros organismos. Podemos dizer que a mobilidade é uma característica dos animais, mas as esponjas têm mobilidade baixa.

Os caracteres que definem o Reino Metazoa são:

- ✓ multicelularidade;
- ✓ junções celulares septadas, que prende as células umas às outras;
- ✓ produzem espermatozoides;
- ✓ fibras de colágeno, substância resistente e flexível.

Alguns outros caracteres, quase todos têm, mas as esponjas e outros filos marinhos não possuem, como por exemplo, a presença de boca e tubo digestivo, o que permite a ingestão de alimento. Estes definem o grupo Eumetazoa:

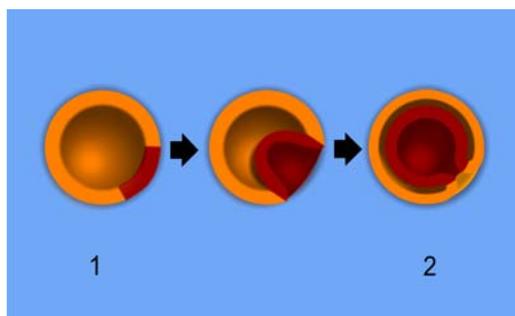
- ✓ órgãos especializados (boca, gônadas, nervos, músculos);
- ✓ tecidos embrionários (ectoderme e endoderme);
- ✓ junções celulares intercomunicantes e membrana basal nas células da epiderme, o que prende mais ainda uma célula a outra;
- ✓ simetria no formato do corpo (primeiramente radial);
- ✓ córtica externa com colágeno.

Um indivíduo animal começa sua vida como um zigoto, ou seja, um ser de uma única célula originado pela fusão do gameta masculino, o espermatozóide, e o feminino, o óvulo. O zigoto começa a sofrer mitose, ou seja, a divisão celular, até se transformar em um indivíduo adulto multicelular. Durante este desenvolvimento, as células do organismo se diferenciam para funções diversas, como captura de alimentos, revestimento, digestão, defesa, etc. Esta é a reprodução sexuada.

Nos Eumetazoa (todos os animais, exceto os da unidade 3), o embrião se transforma em uma blástula (Figura 1), um organismo com uma camada externa de células e oco. Uma parte do embrião se invagina, ou seja, dobra-se para dentro formando o que será o tubo digestivo no animal adulto. Assim, temos o plano básico de Eumetazoa: a presença de dois tecidos, a ectoderme, ou o tecido de fora e a endoderme, o de dentro. Estes tecidos são formados por células presas umas às outras por junções septadas e intercomunicantes e a epiderme ainda tem uma membrana basal extracelular servindo como sustentação a este tecido. A partir da ectoderme e endoderme é que se desenvolverão todos os órgãos e partes do corpo dos animais, seja ele uma simples água-viva ou um complexo inseto.

Novos indivíduos animais também podem ser formados sem a união de gametas, ou seja, reprodução assexuada. Neste caso, o indivíduo parental dá origem a indivíduos novos a partir da divisão de seu corpo, como brotamento, fissão, etc., ou a partir do desenvolvimento dos gametas femininos sem fecundação, ou partenogênese.

Figura 1: Blástula de um animal no começo do desenvolvimento, sofrendo gastrulação. 1- blástula oca com dezenas de células, 2- embrião com ectoderme (laranja) e endoderme (vermelho).



Fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/Gastrulation>

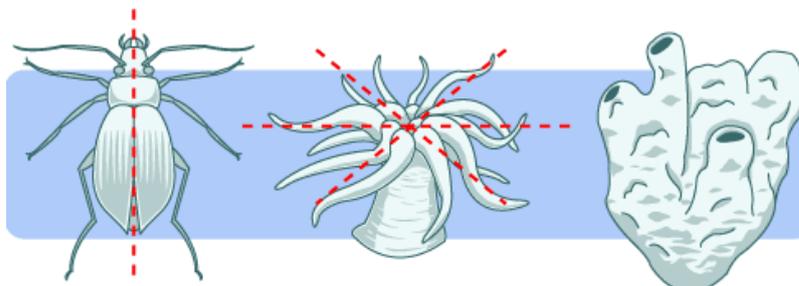
2. PLANOS DE SIMETRIA

Os animais tem três planos de simetria básicos: seres de simetria radial, seres de simetria bilateral (como nós) e seres sem simetria.

As esponjas e outros organismos mais simples não têm simetria, ou seja, não têm um formato definido, crescendo de acordo com o ambiente em que ele vive. As águas-vivas, os corais, as estrelas-do-mar e os ouriços, por exemplo, têm simetria radial, ou seja, têm partes iguais do corpo, quando se divide em vários planos imaginários passando pelo centro (Figura 2). Assim, possuem geralmente um formato circular, com a boca no meio dos eixos de simetria.

Os animais bilaterais só tem um eixo de simetria longitudinal, formando lados iguais, esquerdo e direito, e um lado anterior, ou da frente, diferente do posterior, ou de trás. Um eixo que passa o animal do lado esquerdo ao direito e vice-versa é transversal. Os lado de cima e de baixo são chamados, respectivamente, de lado dorsal e ventral. Esta é a forma de simetria mais comum entre os animais.

Figura 2: Os tipos de simetria dos animais. Exemplos: à esquerda, um animal de simetria bilateral (inseto), no centro, um de simetria radial (cnidário), e à direita, um animal sem simetria (esponja). Traços em vermelho são os eixos de simetria.



Fonte: <http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/images/symmetrydiagram.gif>

Provavelmente os animais começaram sua evolução sem simetria, os Eumetazoa passando por uma fase de milhões de anos de simetria radial e o ancestral dos Bilateria (a grande maioria dos filos) adquiriram a simetria bilateral.

A simetria bilateral permitiu aos animais uma maior locomoção, já que, com o eixo antero-posterior, eles têm um movimento unidirecional para frente, desenvolvendo uma cabeça com órgãos sensoriais especiais, um sistema nervoso central, uma musculatura complexa e todo um metabolismo adaptado para esse grande gasto energético.

3. AS FUNÇÕES VITAIS

Como organismos heterótrofos, os animais precisam se alimentar de outros organismos para conseguirem energia para a vida. Os Eumetazoa ingerem outros organismos, digerindo-os em substâncias menores que possam ser absorvidas pelas células do tubo digestivo. Existem animais com formas alimentares muito diversas: predadores, que comem outros animais vivos; detritívoros, que comem restos mortos de outros organismos; herbívoros, que comem plantas vivas; filtradores, que capturam organismos microscópicos da água; parasitas, que consomem partes de outros organismos, mas sem matá-lo; entre outras.

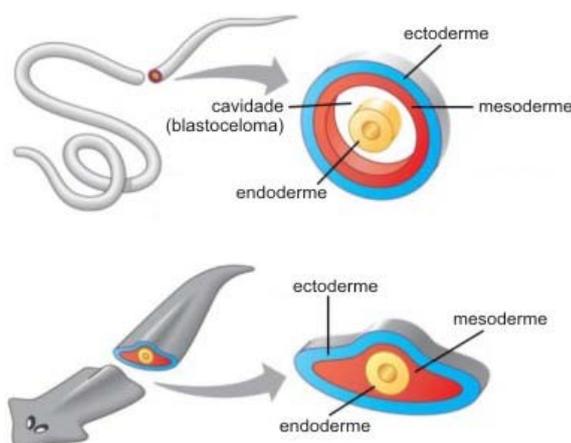
Outra necessidade básica é água e oxigênio para a respiração, apesar de os animais fazerem, facultativamente, respiração anaeróbia. Acredita-se que os animais tenham surgido no mar e só lá se mantiveram por milhões de anos. Neste ambiente, adquirir água e oxigênio para o metabolismo não é um problema. Os animais mais simples fazem isto por difusão simples pelas paredes dos tecidos, ou seja, as moléculas são absorvidas pelas membranas das células de acordo com a necessidade. Ou seja, se tiver menos oxigênio dentro da célula do que no meio externo, as moléculas entram passivamente nela. Isto é a difusão. Os animais mais complexos desenvolveram diversas estruturas especiais que facilitam as trocas gasosas, ou seja, que absorvem oxigênio e expõem gás carbônico, como brânquias e pulmões.

No caso da água, ela funciona de acordo com o grau de diluição do meio externo e interno. Os dois meios são soluções de diversas substâncias, como proteínas, sais, açúcares, íons, etc. Se o citoplasma da célula estiver pouco diluída em relação ao meio externo, ou um meio hipotônico, a água entrará passivamente na célula. Este processo chama-se osmose.

A água do mar tem uma concentração parecida com os meios celulares (isotônica), já que ela é salgada, tendo diversas substâncias dissolvidas. Entretanto, os animais de água doce precisam frequentemente regular a osmose, expelindo o excesso de água que entra o tempo todo nas células (que, agora, é um meio hipertônico). Por outro lado, os animais terrestres precisam evitar a perda d'água e ingeri-la o tempo todo. A necessidade osmorregulatória fez com que os animais evoluíssem com estruturas especiais para a excreção, os nefrídios, como é os nossos rins. Além de liberar excesso de água, eles também têm a função de excretar substâncias secundárias do metabolismo, principalmente os compostos nitrogenados, como amônia e ureia. Estas substâncias, em excesso, são tóxicas.

Os animais mais simples têm um problema com tamanhos grandes, pois precisam da difusão de oxigênio e outras substâncias para sobreviver, já que não têm estruturas especiais para isto. Se o animal for muito grande, as substâncias não chegam às células mais internas dos tecidos, causando a morte delas. Entretanto, a maioria dos animais evoluiu com um sistema circulatório para levar e trazer substâncias importantes para a vida. Os animais mais complexos têm vasos sanguíneos, o que aumenta a velocidade de transporte das substâncias, e que permitiu um aumento do metabolismo. Outra forma de resolver este problema de tamanho é a presença de uma cavidade interna ampla no animal com um fluido com substâncias vitais diluídas, pela qual os tecidos são banhados (Figura 3). Esta cavidade apareceu em forma de celoma, blastoceloma, hemocele, entre outras variedades. Para os animais que começaram a invadir o ambiente terrestre, a aquisição de uma cavidade interna também foi importante para reduzir a superfície de perda d'água em relação ao seu volume.

Figura 3: Cortes transversais mostrando uma lombriga com cavidade interna (acima; Nematoda, unidade 7) e uma planária sem cavidade (abaixo; Platyhelminthes, unidade 6).



Fonte: Modificado de http://home.sandiego.edu/~gmorse/2011BIOL221/biol221_study_guide3/coelom.jpg

As cavidades internas preenchidas por líquidos também são importantes como esqueleto hidrostático. Um animal sem esta cavidade pode ser comparado a uma câmara de pneu preenchida por areia ou gelatina. Alternativamente, se preenchermos esta câmara com água, teremos a sua pressão interna ajudando na locomoção e na movimentação de estruturas especiais e como proteção, agindo como um esqueleto flexível e resistente.

Todos os animais apresentam estruturas duras, muitas de origem mineral, outras de proteína e outras substância orgânicas, agindo na proteção e locomoção. Esses são os esqueletos propriamente ditos que, nos animais mais complexos, são associados às musculaturas e formam várias estruturas especiais para funções variadas. Podem ser desde revestimentos externos a pequenas estruturas internas, passando por espinhos e cerdas, e organelas celulares, como flagelos e microtúbulos.

Todas essas necessidades definem o plano básico corporal, ou *Bauplan*, dos animais, que incluem a sua arquitetura e estruturas para realizar as funções vitais. Todos os táxons podem ser definidos por um plano básico, que varia de diversas formas nas milhares de espécies de cada um deles, mas mantendo sempre este plano.

4. FORMAS DE VIDA

A partir de uma espécie marinha simples ancestral, os animais evoluíram nas mais diversas formas e tamanhos, vivendo em ambientes aquáticos e terrestres. Eles podem ser divididos entre animais que se locomovem ativamente, ou errantes; os que ficam à deriva na água, ou planctônicos; e os sésseis, que realizam todas as suas funções sem se locomoverem. Os sésseis podem ser fixos em algum substrato, como rochas ou até mesmo outros organismos. Estes últimos podem ser apenas epizóicos, não se alimentando do animal hospedeiro, ou parasitas, que se alimentam de partes do hospedeiro.

Os aquáticos podem ser sésseis (parasitas, epizóicos ou sobre substratos), solitários ou coloniais (dividem nutrientes e oxigênio); ou errantes, se locomovendo sobre substratos sólidos, ou seja, são bentônicos, ou na coluna d'água, os pelágicos. Os pelágicos podem ser nadadores ativos ou planctônicos. Os terrestres podem viver se locomovendo ativamente, rastejando, no interstício entre grãos de areia ou sobre o solo e outros organismos, utilizando apêndices especializados e até voando, ou em parasitismo (ectoparasitismo para organismos vivendo no tegumento externo do hospedeiro e endoparasitismo para organismos vivendo dentro do corpo do hospedeiro).

Os animais têm as formas e estruturas corporais determinadas pela sua arquitetura ou plano básico, pelas limitações físicas impostas pelo ambiente e por adaptações ao meio em que ele vive, incluindo as alimentares, locomotoras, osmorregulatórias, respiratórias, etc.

:: ARREGAÇANDO AS MANGAS!! ::



Pense em alguns animais que você conhece, que vivem próximos ou dentro de sua casa.

Faça uma lista.

Qual é a simetria deles? O que cada um deles come? Como eles se protegem?

Em que ambiente cada um deles vive? Qual a relação deles com os seres humanos?

UNIDADE 2 PROTISTA

Os protistas são seres unicelulares eucariontes, portanto não são animais. Apesar de serem uma única célula, eles conseguem viver normalmente e realizar todas as funções vitais em ambientes aquáticos. Existem protistas heterótrofos, ou “protozoários”, e autótrofos, que realizam fotossíntese. É considerado como um reino próprio, Protista, apesar de não ser um grupo monofilético. Algumas linhagens de protistas ancestrais evoluíram nos animais, outras originaram as plantas e outras, os fungos.

Os diversos táxons protistas se diversificaram em dezenas de milhares de espécies com as mais diversas formas e tamanhos, podendo ser solitários ou coloniais, de vida livre ou parasitas, sésseis e locomotores. Para suas funções vitais, desenvolveram uma série de estruturas celulares a partir de organelas comuns das células eucariontes, como flagelos, membranas, cílios, microtúbulos, paredes celulares, entre outras.

1. PLANO BÁSICO E FUNÇÕES VITAIS

O plano básico protista é o mesmo de todas células eucariontes, aprendido na disciplina Biologia e Fisiologia Celular.

As membranas são de suma importância para a vida protista, já que a membrana externa é responsável pelas trocas gasosas, pela alimentação, locomoção e seleção de entrada e saída de substâncias do meio interno e as diversas membranas internas das organelas são responsáveis pelos processos químicos e físicos ligados às funções vitais, como digestão, respiração, fotossíntese, síntese de proteínas, osmorregulação, etc.

Um protista não pode ter um corpo muito grande, pois o transporte de substâncias dentro da célula é limitado. Além disso, o volume interno não pode ser muito grande, pois a superfície de contato com o ambiente externo restringe a troca de substâncias suficientes para sustentar toda a célula. Por isso, os protistas são microscópicos e normalmente apresentam forma achatadas, finas ou alongadas, aumentando a superfície de contato com o meio externo.

Os heterótrofos se alimentam por fagocitose, quando a membrana envolve e internaliza partículas sólidas ou outros organismos, ou pinocitose, difusão e transporte ativo, quando a membrana absorve líquidos ou organismos muito pequenos, como bactérias. Alguns protistas podem preda organismos maiores que eles, mesmo animais. O alimento é digerido em vacúolos digestivos que contém muitas enzimas. Os autótrofos se nutrem através de fotossíntese, realizada por cloroplastos. Vários táxons compartilham as duas formas de nutrição, heterotrófica e autotrófica.

A locomoção se dá de diversas formas diferentes, como pseudópodes, ou seja, expansões de membrana que se alongam, “puxando” o restante da célula, flagelos, estruturas proteicas afiladas que se desenvolvem a partir dos microtúbulos comuns às células eucarióticas, e

cílios, mais numerosos e menores que os flagelos.

Algumas destas estruturas também servem para a sustentação da célula, além de feixes de microtúbulos internos, feixes proteicos, placas ou tecas externas de celulose, sílica, proteína ou calcário, entre outras formas. Assim, a maioria dos protistas têm forma definida, de acordo com o plano básico do filo a que pertencem.

A osmorregulação é muito importante para esses organismos, principalmente nos protistas de água doce (Figura 4). Eles estão o tempo todo inchando com água que entra pela membrana da célula, já que ela é um meio hipertônico em relação ao ambiente. Assim, elas possuem um ou mais vacúolos contráteis de membrana interna que armazenam o excesso de água e, de segundos em segundos, se contrai expulsando a água para fora.

Figura 4: Vacúolos contráteis (nas setas), responsáveis pela osmorregulação e demais organelas de um protista ciliado de água doce.



Fonte: Modificado de http://www.sciencephoto.com/image/365160/530wm/Z1050280-Paramecium_Contra ctile_Vacuoles-SPL.jpg

Existe uma diversidade muito grande de tipos de reprodução em protistas. A reprodução assexuada pode ser por brotamento ou fissão, quando a célula-mãe sofre mitose e se divide em dois ou mais seres. No brotamento, a célula-filha é muito menor que a célula-mãe, pois brotou dela. Na fissão, a célula-mãe se divide ao meio ou em várias células-filhas. A reprodução sexuada também é muito variada e ela é muito importante para os protistas, pois garante a diversificação dos indivíduos das espécies. Em geral, a meiose ocorre dentro das células-mãe, podendo, em seguida, haver: conjugação de duas células (Figura 5), ou seja, troca de núcleos haplóides, e posterior divisão de cada uma delas; auto-fertilização, dentro da célula, podendo dividir-se em seguida; produção de gametas, ou seja, várias meioses seguidas e produção de pequenas células que são liberadas pela célula-mãe; entre muitos outros tipos.

Figura 5: Conjugação (reprodução sexuada) entre dois indivíduos de protistas ciliados.



Fonte: <http://www.sciencephoto.com/media/365015/enlarge>

2. DIVERSIDADE

Os protistas são divididos em pelo menos 17 filos que refletem a sua grande diversidade de formas e habitats. Citaremos abaixo alguns dos táxons principais com características morfológicas e ecológicas.

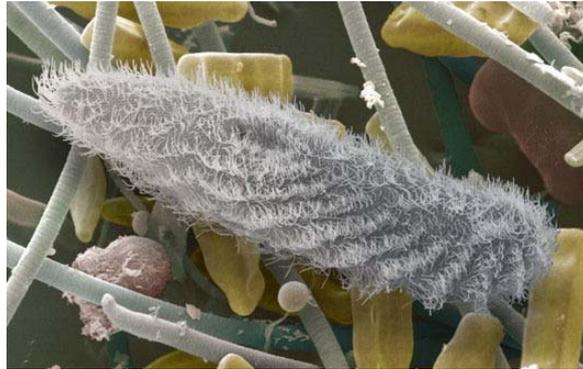
2.1. CILIADOS

O filo Ciliophora é composto com organismos que possuem uma grande quantidade de cílios espalhados por toda ou parte da membrana celular, que são usados para a locomoção. Batimentos sincronizados dos cílios permitem a natação desses seres. Eles têm uma estrutura análoga a uma boca, o citóstoma, por onde o alimento é fagocitado e restos são eliminados.

Existem ciliados errantes e sésseis, de vida livre e parasitas. Estão presentes em vários ambientes marinhos e de água doce, incluindo o solo úmido, onde a pequena quantidade de água é o suficiente para a vida desses pequenos seres. Alguns são mutualistas de ruminantes, como vacas e cabras, e ajudam a digerir a celulose da matéria vegetal. Alguns sésseis vivem fixos no substrato e têm uma forma cônica, com vários cílios no alto que filtram pequenas partículas e células suspensas na água com as quais se alimentam.

Os ciliados mais conhecidos são os do gênero *Paramecium* (Figura 6). Eles são muito comuns em qualquer local com água doce, inclusive pequenas poças. Eles são totalmente cobertos com cílios, tem um formato quase cilíndrico e nadam em movimento unidirecional, girando em torno de seu próprio eixo com o movimento dos cílios.

Figura 6: *Paramecium* em fotografia de Microscopia Eletrônica de Varredura, mostrando os inúmeros cílios e o citóstoma (orifício no meio da célula).



Fonte: http://www.sciencephoto.com/image/365112/530wm/Z1050232-Paramecium_sp._protozoan,_SEM-SPL.jpg

2.2. AMEBAS

As amebas e grupos relacionados são reconhecidos facilmente pelos pseudópodes (=pés falsos), extensões compridas e finas da célula que são usadas para a locomoção e alimentação. Elas movimentam os pseudópodes de forma bastante ágil em vários locais da membrana com o movimento interno do citoplasma.

O filo Rhizopoda (pé em forma de raiz) apresenta o plano básico dos protistas que usam pseudópodes e, por isso, são as legítimas amebas. Esses organismos não têm formato definido, mudando à medida que se locomovem, levados pelos pseudópodes (Figura 7). As amebas são bem comuns em qualquer ecossistema aquático, marinho ou de água doce. Existem muitas espécies endoparasitas, como a *Entamoeba histolytica*, que causa a disenteria amebiana em humanos.

Figura 7: *Amoeba proteus*. Perceba os pseudópodes se alongando para os lados.



Fonte: <http://www.sciencephoto.com/media/365291/view>

Existem dois filos de protistas com pseudópodes, mas que possuem formato definido. O filo Actinopoda (pés de raios) possuem axópodes, grandes espinhos de sílica que saem do centro da célula e dão ao organismo uma forma de sol (Figura 8), entre outras (Figura 9), que apresentam tecas de sílica. Estes são organismos planctônicos e, assim, têm locomoção limitada, ficando suspensos na coluna d'água, esperando algum outro organismo passar para se alimentar.

Figura 8: Heliozoário (Actinopoda) com muitos raios e pseudópodes partindo da célula.



Fonte: <http://www.everseradio.com/wp-content/uploads/2010/10/helioium1.jpg>

Figura 9: Tecas de uma diversidade de espécies de radiolários (Actinopoda).



Fonte: http://scienceblogs.com/deepseanews/2007/09/friday_deepsea_picture_91406.php

Os Foraminifera são bastante diversificados, com aproximadamente 40.000 espécies (Figura 10). Eles têm uma carapaça, chamada de testa, de calcário, de proteína, ou de partículas duras do ambiente aglutinadas, como grãos de areia, espículas de animais, ou qualquer outra. Eles movimentam os pseudópodes para fora da testa para predação e vivem principalmente no ambiente bêntico. Os foraminíferos antigos deixaram muitos fósseis (as testas), o que denota grande diversificação antiga, do Cambriano (mais de 500 milhões de anos atrás). Por isso, eles são muito usados na Geologia para datar estratos geológicos. Alguns depósitos antigos formam a maior parte das atuais rochas calcárias de onde se tira todo o giz, calcário e mármore para uso humano.

Figura 10: Um foraminífero com vários pseudópodes saindo de dentro de sua testa.



Fonte: <http://www.bio.umass.edu/oeb/files/foraminifera.jpg>

2.3. FLAGELADOS

Muitos filos de protistas usam os flagelos como principal forma de locomoção, podendo um indivíduo portar de apenas um a cinco flagelos, dependendo do táxon.

Os Kinetoplastida têm um ou dois flagelos usados para locomoção. A maioria das espécies deste filo é parasita de animais e plantas. Os mais conhecidos são dois agentes de doenças importantes, *Trypanosoma*, causador da doença de Chagas (Figura 11), e *Leishmania*, causador da leishmaniose. O flagelo destes táxons passa na lateral da célula, formando uma membrana ondulante que termina em um feixe de microtúbulos, que facilita a natação destes organismos em meios viscosos, como o sangue.

Figura 11: *Trypanosoma cruzi* nadando em sangue humano, com hemácias em volta (células esféricas). Perceba o flagelo e a membrana ondulante.



Fonte: <http://static.infoescola.com/wp-content/uploads/2009/09/Trypanosoma-cruzi.jpg>

Os Dinoflagelata são protistas muito comuns no plâncton dos mares (Figura 12). Muitos fazem fotossíntese, produzindo muito oxigênio e são produtores primários importantes dos oceanos. Existem muitos heterótrofos e algumas espécies que conseguem mudar de uma forma

de nutrição para outra! Eles são caracterizados pela teca formada de placas de celulose, que dá à eles formas das mais variadas e curiosas. Eles têm dois flagelos, um impulsona o organismo para frente, enquanto outro, enolado em volta da célula, cria movimentos giratórios. Algumas espécies são bioluminescentes, criando lindos espetáculos quando fazem a água brilhar. Existem muitas espécies que são endossimbiontes de animais invertebrados, como os corais e outros cnidários. As zooxantelas (o nome do gênero simbiote mais conhecido) fazem fotossíntese e divide os açúcares com o animal, enquanto ela se aproveita da proteção e dos nutrientes de seu hospedeiro. Algumas espécies de dinoflagelados estão envolvidas em fenômenos de desequilíbrio ecológico catastróficos, as marés vermelhas. Elas têm suas populações extremamente aumentadas, talvez por efeito da poluição dos mares, e liberam toxinas que, em grande quantidade, causam mortandade e contaminação de peixes e outros frutos do mar, e acabam contaminando populações humanas.

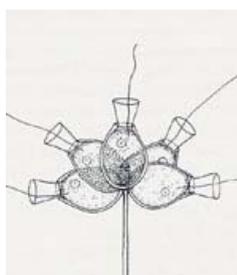
Figura 12: Dinoflagelado com formato característico. O sulco mediano porta um dos flagelos.



Fonte: <http://www.ucmp.berkeley.edu/protista/dinoflagsy.html>

Os coanoflagelados são organismos típicos, caracterizados por possuírem um flagelo envolto por um colarinho de microvilos que os ajudam a capturar presas. Existem espécies solitárias e coloniais, mas todas são sésseis marinhas. Este filo tem poucas espécies vivas, mas sua importância reside na crença de que uma linhagem antiga de coanoflagelado colonial deu origem aos animais (ver unidade 3 e 4).

Figura 13: Desenho mostrando hábito de cinco indivíduos coanoflagelados coloniais.



Fonte: <http://comenius.susqu.edu/bi/202/animals/CHOANOZOA/Sphaeroeca.jpg>

Outros flagelados importantes: as *Euglena* (filo Euglenida) são importantes protistas de

água doce, pois são usados como indicadores de qualidade da água, fotossintetizantes, portanto com uma coloração verde forte, mas que se locomovem ativamente; *Giardia* (filo Diplomonadida) são parasitas de intestino de vertebrados, inclusive humanos, que possuem cinco flagelos e são achatados, e podem causar enormes infestações, com células fixas em todo o intestino.

2.4. APICOMPLEXA

Este é o único filo de protista no qual todos seus representantes são endoparasitas de uma grande variedade de animais, invertebrados e vertebrados. São caracterizados por possuírem o complexo apical, uma estrutura formada por uma série de microtúbulos dispostos de formas variadas. Usando estes complexos, esses protistas conseguem fazer com que uma célula do hospedeiro o engolfe. Assim, ele vive dentro das células de algum tecido do hospedeiro em pelo menos uma fase da vida. Os mais conhecidos Apicomplexa são do gênero *Plasmodium*, causadores da malária, e que parasitam hemácias e células do fígado humanas.

Eles apresentam uma boa locomoção, apesar de não apresentarem nenhuma estrutura conspícua para tal. Acredita-se que os microtúbulos e microfilamentos internos os auxiliem no deslizamento. Alimentam-se do citoplasma das células de seus parasitas sem estruturas especiais, apenas fagocitando ou pinocitando.

Os Apicomplexa passam por várias fases no seu ciclo de vida, reflexo de sua complexa reprodução. As fases de reprodução assexuada e sexuada são alternadas e muitas vezes em hospedeiros diferentes. O indivíduo assexuado é o que produz grande quantidade de esporos, células pequenas que se dispersam e infectam hospedeiros com facilidade. O indivíduo sexuado, chamado de gamonte, se une com outro indivíduo para criar um ou vários novos indivíduos. No caso da malária, o *Plasmodium* passa por quatro fases diferentes no ciclo de vida.

2.5. ALGAS UNICELULARES

“Alga” é um nome genérico que serve para vários organismos fotossintetizantes muito diferentes. Existem as algas azuis ou cianobactérias, que são procariontes, as algas multicelulares, as que vemos aos montes nas praias, e as unicelulares eucariontes, ou seja, protistas. Na verdade, já falamos de vários protistas fotossintetizantes acima, que poderíamos chamar de algas. A única diferença com as algas que estão descritas abaixo, é que os dinoflagelados e as euglenas, por exemplo, se locomovem mais ativamente.

As diatomáceas são protistas que possuem carapaças ou tecas de sílica, que não se movimentam e são representantes importantíssimos do plâncton de todos os mares (Figura 14). Por isso, o grupo é muito importante para a fixação do carbono, através da fotossíntese, e um dos principais produtores primários dos oceanos. Seus formatos são curiosos e belíssimos, muitas se parecendo com caixas de jóias bem ornamentadas. Elas são aparentadas a outros protistas fotossintetizantes e até algas multicelulares, que são conhecidas como algas pardas ou crisófitas.

Figura 14: Variedade de espécies de diatomáceas.



Fonte: <http://www.sciencephoto.com/media/15785/enlarge>

As clorófitas, ou algas verdes, têm vários grupos de organismos fotossintetizantes unicelulares diferentes que têm cloroplastos muito parecidos com as das plantas multicelulares. Elas podem ter tecas ou não, ser solitárias ou coloniais, e são importantes componentes do fitoplâncton. As plantas podem ter surgido de uma linhagem antiga de protistas como esses.

3. ALGUNS PROTISTAS PARASITAS DE HUMANOS

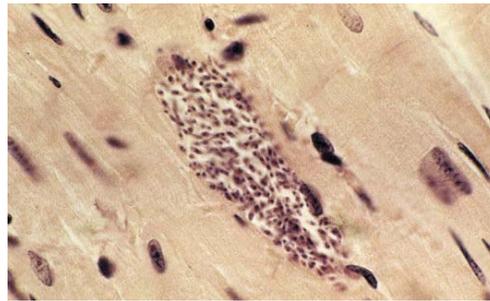
Como vimos acima, existem uma infinidade de espécies parasitas entre os protistas e muitas delas usam os humanos como hospedeiros, causando doenças ou não. Como exemplos, temos o *Plasmodium*, causador da malária, *Trypanosoma*, da doença de Chagas, *Leishmania*, *Giardia*, *Amoeba*, entre outros.

3.1. *Trypanosoma cruzi*

O protozoário causador da Doença de Chagas, *Trypanosoma cruzi* (Kinetoplastida), infecta uma pessoa através das fezes de barbeiros triatomíneos, um inseto picador (Figura 15). O inseto suga o sangue de humanos e defeca em seguida, aumentando a chance de que as fezes entre em contato com a circulação sanguínea da pessoa. Se isso ocorrer e o barbeiro estiver infectado, o parasita entra na circulação e infecta vários outros tecidos. O maior perigo está na infecção do coração, já que o protista destrói bastante os tecidos, podendo causar inchaços e enfraquecimento das paredes do órgão. Por isso, a população com doença de Chagas apresenta uma alta taxa de mortalidade.

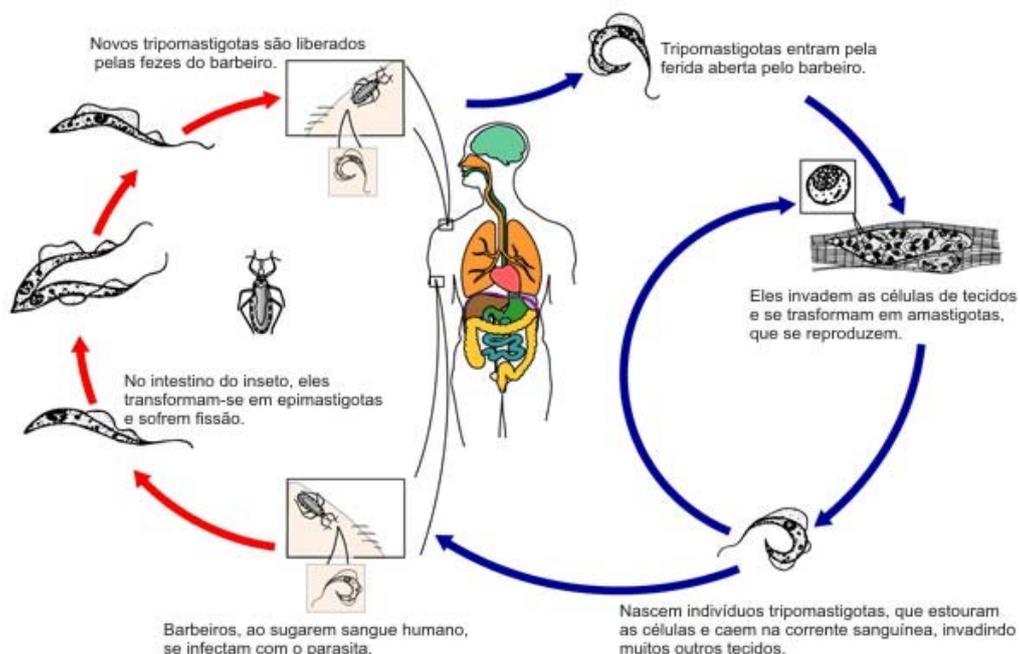
Existem três formas diferentes que a espécie toma, de acordo com a fase do ciclo de vida e o hospedeiro onde ele está. Quando sai nas fezes do barbeiro ele é um tripomastigota (Figura 11). Ele invade tecidos e, dentro das células, se dividem em muitos amastigotas (Figura 15). Estes se desenvolvem novamente em tripomastigotas, que arrebentam as células e caem na corrente sanguínea. Quando o barbeiro suga o sangue, leva para seu trato digestivo vários tripomastigotas, que se desenvolvem em epimastigotas. No intestino do inseto, os epimastigotas se reproduzem novamente, dando origem a muitos outros indivíduos tripomastigotas, que sairão com as fezes.

Figura 15: *Trypanosoma cruzi* amastigotas infestando células musculares de coração humano.



Fonte: <http://www.sciencephoto.com/media/252672/view>

Figura 16: Ciclo de vida do *Trypanosoma cruzi*. Em azul, o ciclo no hospedeiro humano, em vermelho, no barbeiro.



Fonte: Modificado de <http://www.dpd.cdc.gov/dpdx/HTML/TrypanosomiasisAmerican.htm>

3.2. *Leishmania braziliensis*

Este protozoário do filo Kinetoplastida causa as leishmanioses, como a úlcera de Bauru, que destrói bastante a pele, inclusive das mucosas do rosto. O ciclo de vida deles é bastante parecido com o do *Trypanosoma* (pertencem ao mesmo táxon). O contágio se dá pela picada do mosquito-palha ou birigui, da subfamília Phlebotominae, infectado.

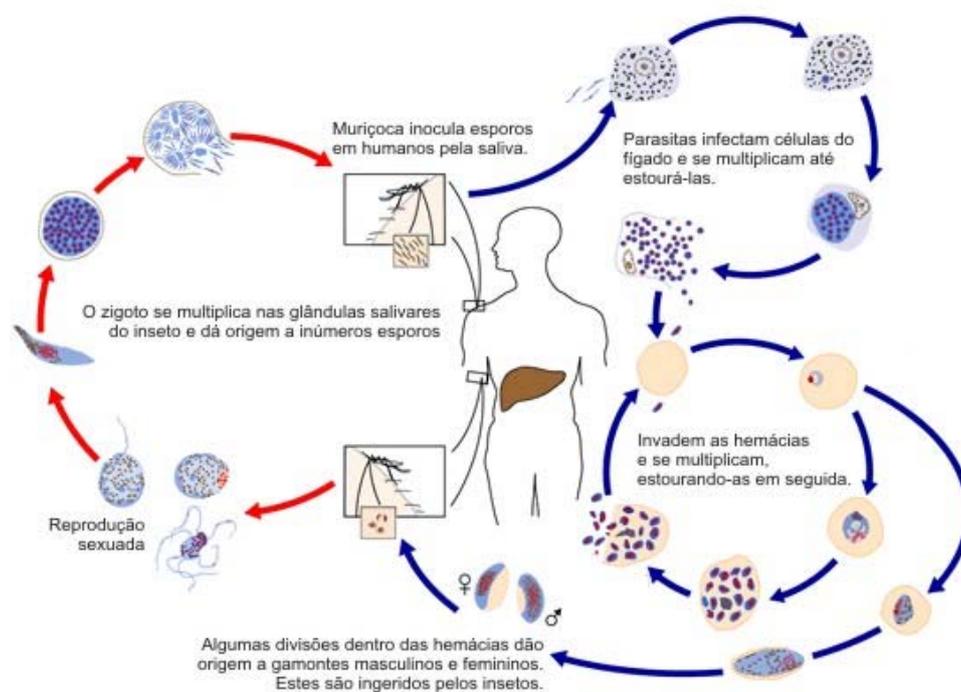
O mosquito, ao picar, inocula promastigotas na corrente sanguínea de pessoas. Eles invadem as células de tecidos variados, produzindo muitos amastigotas, que arrebentam as células. Ao picar, o inseto pode ser infectado, onde o protista se desenvolverá em promastigotas no intestino. Estes se multiplicam e migram para a boca do mosquito, possibilitando novos contágios de humanos.

3.3. *Plasmodium vivax* E *P. falciparum*

As espécies do gênero *Plasmodium* (Apicomplexa) causam a malária (Figura 17), uma das principais doenças dos países tropicais, levando a morte de milhões de pessoas por ano no mundo. Os humanos são infectados pela picada das mosquitos do gênero *Anopheles*.

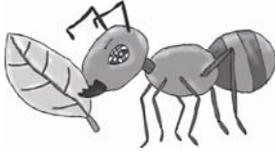
Os parasitas são inoculados junto com a saliva do inseto na corrente sanguínea em forma de esporozoítos. Alojaram-se nas células do fígado, onde se dividem em muitos merozoítos, até arrebentaram e caírem no sangue novamente. Aí, eles invadem as hemácias e se reproduzem continuamente por fissão, criando inúmeros outros merozoítos. Nesse processo, uma grande quantidade de hemácias são destruídas. Isto, junto com os produtos metabólicos secundários do protista causam febre e os outros sintomas da doença, como anemia e calafrios. Alguns desses merozoítos, se desenvolvem em gamontes diferenciados, masculinos e femininos (percebam que isto é incomum nos protistas!). Estes gamontes se unirão em reprodução sexuada apenas se forem sugados novamente e estiverem no tubo digestivos da mosquitos. Após a fecundação desenvolve-se um zigoto que, então migra para as glândulas salivares do inseto e se divide em inúmeros esporozoítos.

Figura 17: Ciclo de vida de *Plasmodium*. Em azul, o ciclo no hospedeiro humano, em vermelho, na mosquitos.



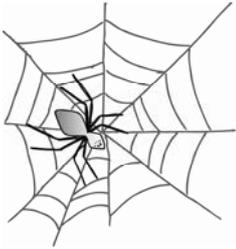
Fonte: Modificado de <http://www.dpd.cdc.gov/dpdx/HTML/Malaria.htm>

:: HORA DE TRABALHAR!!! ::



Porquê chamamos alguns protistas de "protozoários"?
 Existe alguma relação de parentesco entre as algas e as plantas? E entre os protozoários e os animais?

:: TA NA WEB!!! ::



Acesse alguma página de vídeos (como Youtube ou Google vídeos) e procure vídeos dos protistas. Tem vários vídeos que mostram eles se locomovendo, se alimentando, entre outras atividades! Use as seguintes palavras-chave: "protista" ou "protist" (em inglês; assim, aparecem mais vídeos).

UNIDADE 3

ESPONJAS (PORIFERA) E OUTROS ANIMAIS MUITO SIMPLES

As esponjas são animais de plano básico corporal muito simples que vivem em ambientes aquáticos, muito comuns em todos os mares, mas presentes também em corpos de água doce, principalmente lagoas. São animais sésseis (fixos, ou seja, que não se locomovem) e que não possuem tubo digestivo nem boca. São caracterizados por possuírem um esqueleto formado por milhares de pequenas espículas minerais (de calcário ou sílica). Muitas vezes, o esqueleto de animais mortos formam uma estrutura parecida com uma esponja de banho (por isso o nome dos animais deste filo).

Como elas não têm tubo digestivo, se alimentam de seres vivos microscópicos e pequenas partículas orgânicas que são capturados e digeridos internamente por células especiais, os coanócitos. Pelo seu corpo todo perfurado, formado por canais e espaços internos, passa um fluxo contínuo de água, que garante sua respiração, alimentação e limpeza. Por isso, o nome do filo é Porifera, que significa “portador de poros”.

Elas são consideradas como o táxon-irmão de todos os outros animais, assim como outros filios de animais marinhos mais raros, como Placozoa e Rhombozoa. Todos os outros animais, exceto estes filios, têm tecidos verdadeiros e boca (Eumetazoa), aquisições evolutivas que permitiram toda a diversificação zoológica que conhecemos hoje. Portanto, o ancestral do Reino Metazoa, provavelmente tinha a estrutura corporal tão ou mais simples do que os animais dos três filios tratados nesta unidade (Porifera, Placozoa e Rhombozoa).

1. PLANO BÁSICO DE PORIFERA

As esponjas são formadas por células com certo grau de independência, unidas como um revestimento interno e outro externo em volta de um esqueleto formado de espículas. As células externas chamam-se pinacócitos e formam um revestimento, mas não um tecido verdadeiro. As do revestimento interno são adaptadas para alimentação e são chamadas coanócitos. Esta parte interna não é um tubo digestivo, pois a água que circula aí não se diferencia em nada do ambiente externo. Ela é apenas uma câmara interna, o átrio, por onde a água passa pelos coanócitos, as células responsáveis pela alimentação.

A ligação entre o ambiente externo e o átrio se dá pelos inúmeros poros espalhados pelo corpo do animal, os óstios, pequenos poros laterais por onde a água entra, e o ósculo, poro maior por onde a água sai, por cima do animal. Os óstios, os poros menores, geralmente estão delimitados por uma célula em forma de cano, o porócito.

Com este plano básico, já podemos entender como a esponja vive. A água entra pelos óstios, passa pelos coanócitos no átrio interno, onde é filtrada, sendo retidos nutrientes e oxigênio, e sai pelo ósculo. Os coanócitos, muito parecidos com os protistas coanoflagelados, possuem um flagelo que se mexe o tempo todo, o que cria o fluxo contínuo de água pelos poros e câmaras internas.

Entre as camadas simples externa de pinacócitos e interna de coanócitos, existe uma matriz extra-celular, a mesogléia. Ela é basicamente uma solução gelatinosa composta por fluidos, fibras proteicas, espículas, produtos secundários do metabolismo, sais e diversas células independentes:

- esclerócitos: produzem as espículas;
- espongiócitos: produzem espongina, proteína que forma fibras parecidas com o colágeno, responsáveis pela sustentação do animal, junto com as espículas;
- miócitos: células contráteis que se dispõem próximas aos ósculos e canais principais - possuem muitos microtúbulos e microfilamentos para esse fim;
- amebócitos: células locomotoras responsáveis por parte da digestão, transporte de nutrientes e oxigênio, defesa, entre outras funções - totipotentes.

Esses são apenas alguns exemplos mais comuns e importantes de células em esponjas, mas existem vários outros tipos em táxons diferentes. Na verdade, os amebócitos são totipotentes, ou seja, são capazes de se transformarem em qualquer tipo de célula, desde as células de revestimento até a células gaméticas. Assim, as esponjas têm uma capacidade que nenhum outro animal tem: conseguem criar células novas a partir dos amebócitos totipotentes e, assim, regenerar completamente seu corpo. Alguns experimentos chegaram a triturar completamente uma esponja, e suas células conseguiram, aos poucos, se reagrupar e recriar um indivíduo!

2. ALIMENTAÇÃO, EXCREÇÃO E RESPIRAÇÃO

Como já dito, as células responsáveis pela alimentação são os coanócitos que ficam espalhados em todas as paredes internas do átrio. Elas são semelhantes aos coanoflagelados que são protistas, já vistos na unidade 2. Elas possuem um colarinho de microvilos que filtram a água, retendo pequenas partículas e organismos microscópicos, bem menores que a própria célula, e um flagelo grande, que se localiza no meio do colarinho. Com os movimentos dos flagelos, os coanócitos estabelecem um fluxo contínuo de água pelas câmaras internas do animal. Ao ter alguma partícula em seus microvilos, o coanócitos são capazes de fagocitar ou pinocitar o corpo estranho. Assim, se for um alimento, a partícula será digerida internamente pela própria célula ou repassada para amebócitos que estão adjacentes, dentro da mesogléia, que também são importantes na digestão das esponjas. A partir daí, o alimento digerido está disponível nos amebócitos, que continuam se locomovendo na mesogléia, carregando os nutrientes para diversas partes das esponjas.

A locomoção livre dos amebócitos permite que boa parte das funções vitais da esponja ocorra normalmente, sem a necessidade de órgãos ou sistema nervoso para coordená-las. Assim, os nutrientes que estão nos amebócitos serão absorvidos pelas outras células de acordo com a necessidade. Da mesma forma, o oxigênio da água circulante é absorvido pelas células

diretamente e o gás carbônico é difundido para o ambiente externo. Isso ocorre também com os compostos nitrogenados, como amônia, que é excretado por difusão simples dos coanócitos. Como essas funções ocorrem por difusão simples, a distância entre os amebócitos, coanócitos e o ambiente externo deve ser muito pequeno, nunca passando de 1 milímetro.

No caso de esponjas de água doce, os coanócitos precisam controlar a osmorregulação, pois a água do ambiente externo é hipotônica em relação à mesogleia e suas células. Assim, os coanócitos e amebócitos possuem muitos vacúolos cheios de água que precisam ser excretados continuamente.

3. REPRODUÇÃO

As esponjas têm uma grande capacidade de regeneração por causa de seus amebócitos totipotentes. Então, qualquer parte solta dela, pode dar origem a um novo indivíduo. Por isso, a forma mais comum de reprodução em Porifera é a assexuada. Formas comuns são brotamentos de novos indivíduos na superfície da esponja parental ou então o fracionamento simples de partes. Muitas esponjas, principalmente as de água doce, produzem uma estrutura de dormência capaz de dar origem a uma nova esponja, a gêmula. Ela é uma pequena estrutura especial formada por alguns amebócitos e uma capa de proteção de espículas que consegue resistir por longos tempos a condições desfavoráveis, com um inverno rigoroso ou áreas secas. Depois que as condições ambientais voltam ao normal, os amebócitos começam a sair da gêmula, se dividem e se diferenciam em pinacócitos e coanócitos, dando origem ao novo animal.

Apesar da sua simplicidade estrutural, as esponjas podem também se reproduzir sexuadamente. Espermas e óvulos são produzidos a partir da diferenciação de coanócitos e amebócitos concentrados em cistos que se localizam na mesogléia. Dentro desses cistos, ocorre a meiose e os gametas ficam armazenados. Em geral, os gametas são expelidos para o ambiente externo pelo fluxo de água, saindo pelo ósculo, e se encontram na coluna d'água. Mas existem casos também de esponjas em que a fecundação ocorre internamente, ou seja, os espermatozoides são capturados pelos coanócitos e levados até o oócito, que se encontra na mesogléia. Nesse caso, uma larva pronta já sai da esponja parental.

As larvas, com algumas dezenas ou centenas de células, são livres-natantes, possuindo células externas flageladas para tal fim. Depois de algumas horas, elas se fixam em um substrato adequado e dão origem à nova esponja.

Existem esponjas hermafroditas e dióicas, ou seja, com indivíduos de sexos separados. Nas esponjas hermafroditas, a produção de esperma e óvulos ocorre em períodos separados e, em todos os casos, ocorre fertilização cruzada, ou seja, não ocorre fecundação de gametas de um mesmo indivíduo.

4. DIVERSIDADE E ECOLOGIA

As esponjas ocorrem em todos os mares onde haja substrato para sua fixação, mesmo mole, como areia. Em muitos locais, como alguns costões rochosos na zona entre-marés ou em recifes de corais, elas podem ser muito abundantes, cobrindo toda uma rocha, por exemplo, e bem diversas (Figura 18). Elas podem ser incrustantes, ou seja, ter uma estrutura menos rígida e cobrir um substrato duro, mantendo a forma dele, ou ter um esqueleto forte, desenvolvendo formas eretas e grandes, chegando a até dois metros de altura! Podem ter estrutura esquelética calcárea ou de sílica, ou os dois no mesmo indivíduo, podendo ter formas ramificadas, arredondadas, tubulares ou até mesmo sem forma definida. Também pode-se encontrar esponjas de todas as cores possíveis. Na água doce, o filo é bem menos diversificado, sendo inclusive incomum encontrá-las em rios e lagos.

Figura 18: Esponjas encontradas em recifes do litoral paraibano.

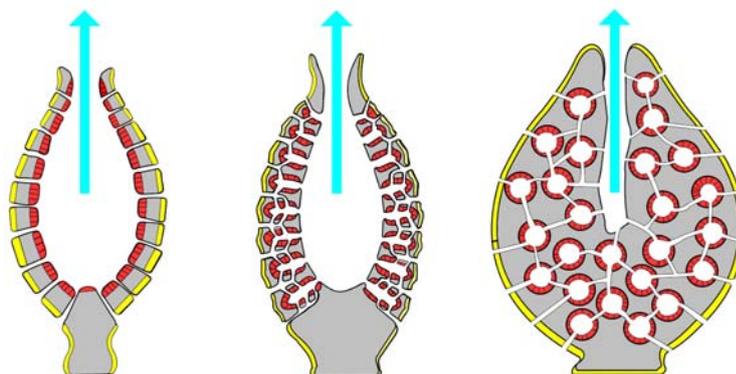


Fonte: Prof. Dr. Thelma Dias.

Existem três tipos estruturais básicos nas esponjas, dependendo da espécie: asconóide, siconóide e leuconóide (Figura 19), sendo a última mais complexa. Elas se diferenciam pela quantidade de córtex, ou seja, de massa compacta de mesogléia e esqueleto entre os espaços internos, e a quantidade de superfície interna onde ficam os coanócitos. Assim, as esponjas asconóides têm um átrio simples, com os óstios dando acesso diretamente a ele, e um único ósculo. As siconóides têm seus óstios se abrindo em câmaras internas onde está a camada de coanócitos. Estas câmaras, então, se abrem no átrio principal. Assim, as câmaras coanocitárias dão maior superfície para a presença de grande quantidade de coanócitos, permitindo uma maior alimentação, respiração e outras funções vitais em um menor volume total do animal. A leuconóide

possui uma rede complexa de câmaras e canais imersos em um espesso córtex de mesoglêia. Assim, os óstios estão bem separados do átrio e este se reduz a pequenos canais exalantes que se abrem em vários ósculos.

Figura 19: Os três tipos estruturais das esponjas, áscon, sícon e lêucon, respectivamente. Amarelo = pinacócitos, vermelho = coanócitos, cinza = mesoglêia. Em azul, o fluxo d'água.



Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Porifera_body_structures_01.png

Muitas esponjas usam para sua defesa substâncias extremamente tóxicas. Como são animais sésseis e de pouca movimentação, outros tipos de defesa comuns entre os animais não ocorrem no filo, como a fuga ou o ataque de uma peçonha contra o predador. Outro fato é que elas não possuem um sistema imunológico próprio dos animais bilaterais, o que faz com elas sejam muito suscetíveis a infecções microbianas. Portanto, elas se adaptaram para se defender de predação e parasitismo através de sua alta toxicidade. Muitos tipos de compostos diferentes podem ser encontrados nas diversas espécies de esponjas, que têm estimulado muitos estudos farmacológicos. Já encontraram substâncias desses animais com ação antibiótica, antiinflamatória, com ação sobre os sistemas respiratório, vascular e gastrointestinal, e até antitumoral.

Quadro de diagnose

- ✓ Sem tecidos verdadeiros (embriológicos) ou órgãos;
- ✓ Sem simetria;
- ✓ Adultos sésseis, larvas geralmente livre-natantes;
- ✓ Células totipotentes;
- ✓ Coanócitos em grande quantidade criam fluxo de água por canais internos do animal e capturam alimento;
- ✓ Digestão intracelular;
- ✓ Esqueleto formado por espículas clacárias ou de sílica e fibras de colágeno;
- ✓ Mais de sete mil espécies descritas.

5. TRÊS FILOS DE MESOZOA

Existem alguns pequenos animais marinhos com estrutura corporal bastante simples, como as esponjas, e que são classificados em três filios: Placozoa, Rhombozoa e Orthonectida. Juntos, estes três filios têm aproximadamente 100 espécies um tanto quanto raras. São chamados de Mesozoa, pois, como as esponjas, não possuem tecidos verdadeiros, simetria ou órgãos, ao contrário dos Eumetazoa. São formados por poucas células ciliadas dispostas em uma camada externa e algumas poucas células internas. Eles se alimentam por absorção do substrato e têm digestão intracelular.

Os Rhombozoa são simbiontes de rins de lulas e polvos, os Orthonectida são parasitas internos de vários invertebrados e Placozoa, representados por uma única espécie, *Trichoplax adhaerens* são animais de vida livre, mas com baixa mobilidade.

Esses animais têm origem incerta entre os outros invertebrados, sendo provavelmente irmãos dos Eumetazoa. A única certeza é de que as esponjas e esses animais misteriosos são de linhagens basais na evolução dos invertebrados, que mantiveram um plano básico muito simples e com funções vitais parecidas com as de protozoários unicelulares, apesar de serem pluricelulares (ou multicelulares).

:: HORA DE TRABALHAR!!! ::



Pesquise sobre o uso farmacológico das toxinas que as esponjas produzem. Veja que fantástico: existem algumas espécies de lesma nadadoras (filo Mollusca) que conseguem comer esponjas tóxicas e, além disso, usar o veneno para sua própria proteção!

UNIDADE 4

A ORIGEM E DIVERSIFICAÇÃO DOS ANIMAIS

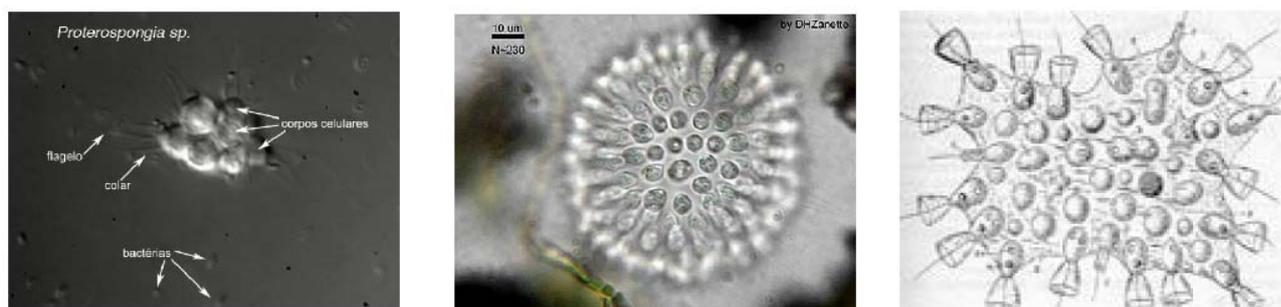
Os animais surgiram de uma única linhagem de protistas, a partir da união de várias células independentes. Às vezes torna-se difícil imaginar concretamente como ocorreu esses saltos evolutivos. Isto é natural, já que esses eventos ocorreram há bilhões de anos atrás. Para se ter uma ideia, os registros mais antigos dos filos de animais existentes datam de quase 600 milhões de anos atrás, do Pré-Cambriano! Podemos imaginar então que o primeiro metazoário tenha surgido há aproximadamente um bilhão de anos atrás.

Nesta unidade, vamos entender como ocorreu a evolução e diversificação inicial dos animais, através de um cenário evolutivo e filogenético.

1. ORIGEM DOS METAZOA

Existem algumas teorias concorrentes sobre a origem dos animais. Todas tem seus prós e contras, mas todas consideram que foi a partir de uma linhagem de protistas heterótrofos que surgiram todos os animais. Entretanto, nós vamos usar aqui a “teoria colonial” para criar nosso cenário, por facilidade didática e por ser esta a teoria mais aceita e estabelecida. Por esta teoria, uma colônia ancestral de protistas que viveu há bilhões de anos atrás, parecida com estas da Figura 20, evoluiu nos primeiros animais.

Figura 20: Algumas colônias de protistas coanoflagelados atuais.



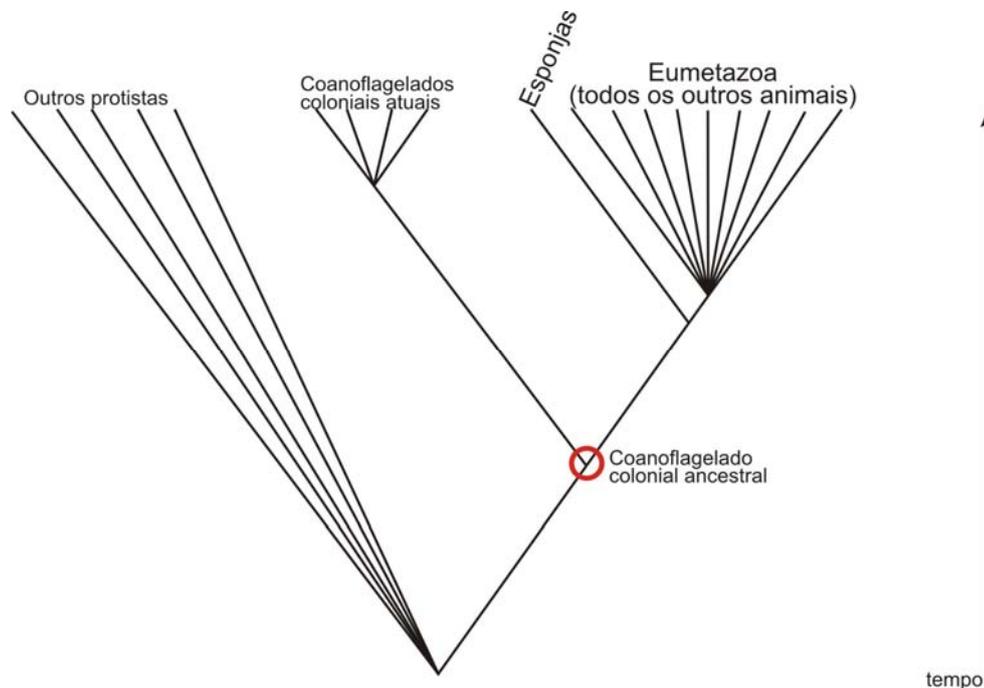
Fontes: <http://www.choano.org/wiki/Choanoflagellates>

<http://www.absoluteastronomy.com/topics/Choanoflagellate>

<http://comenius.susqu.edu/bi/202/animals/CHOANOZOA/choanoflagellata.htm>

Assim, esta colônia ancestral, que na época era uma única espécie, dividiu-se em duas linhagens: uma deu origem às colônias de coanoflagelados atuais, enquanto outra se desenvolveu em um ser multi-celular, ou seja, deixou de ser uma espécie colônial e evoluiu em uma com indivíduos com várias células. Veja na figura abaixo:

Figura 21: Filogenia mostrando a origem e relacionamento dos animais, há aproximadamente um bilhão de anos atrás.



Percebam pela árvore filogenética (Figura 21), que a colônia que deu origem aos animais (o ancestral dos Metazoa) viveu há bilhões de anos atrás e não existe mais. Os coanoflagelados coloniais atuais evoluíram todo este tempo, como todos os animais evoluíram desde o ancestral comum (em vermelho). Enquanto a nossa linhagem (a dos animais) modificou e diversificou bastante, dando origem a milhões de espécies atuais das mais diversas formas e tamanhos, a outra linhagem deu origem a umas poucas espécies (por volta de 100 espécies) de coanoflagelados coloniais aquáticos que existem hoje em dia.

Levando em conta toda essa evolução, vemos que foi um “bom negócio” evoluir para uma forma multicelular. Assim, cada célula pode-se especializar em uma função diferente no organismo. Alguns coanócitos ficavam do lado de fora se alimentando e respirando, e algumas outras células se diferenciaram do lado de dentro, mergulhadas em uma matriz proteica extracelular, transportando nutrientes, ou defendendo o organismo de células ou corpos invasores, desenvolvendo-se em gametas para a reprodução, excretando compostos nitrogenados que sobraram de seu metabolismo, etc.

Percebam que esse já é o plano corporal básico (*bauplan*) das esponjas (Filo Porifera) e de outros pequenos e raros animaizinhos marinhos dos filis Placozoa, Orthonectida e Rhombozoa (unidade 3).

2. EUMETAZOA

Em algum momento, ainda no Pré-Cambriano, há pouco menos de um bilhão de anos atrás, surgiu uma linhagem de animais com tubo digestivo, ou seja, com uma camada de células

interna, além da camada externa. Assim, surgiram dois tecidos nessa espécie de animal ancestral: a ectoderme, ou tecido externo, e a endoderme, o tecido interno que forma o tubo digestivo, na gastrulação do embrião (veja a Figura 1 na unidade 1). Este processo ocorre no embrião dos animais Eumetazoa (todos animais, exceto os quatro filós: Porifera, Placozoa, Rhombozoa e Orthocnetida).

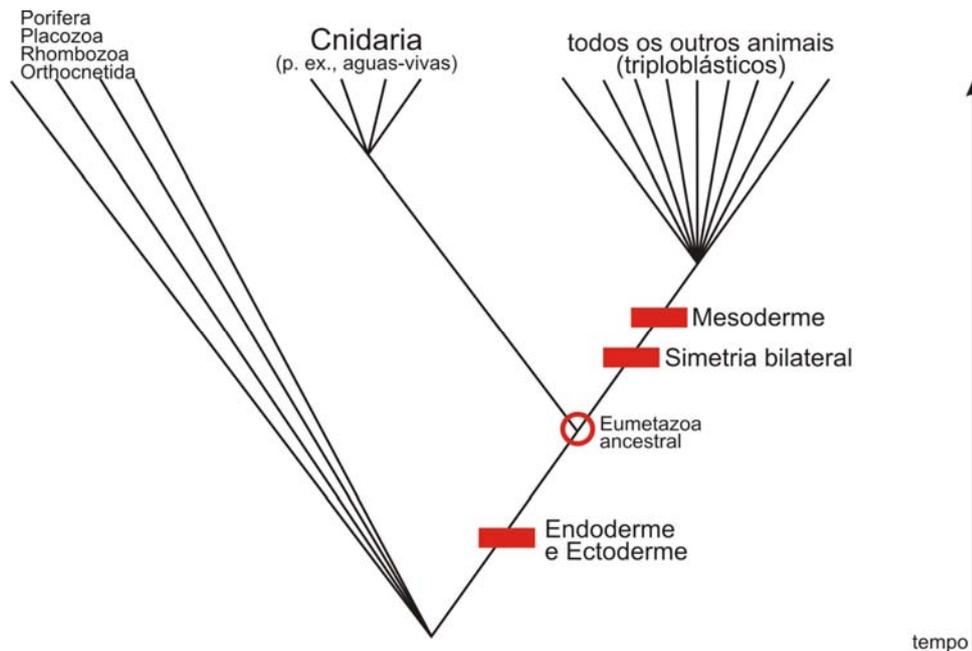
Assim, algumas linhagens mantiveram o plano básico primitivo, como as esponjas, enquanto uma outra linhagem deu origem a todos os outros animais, que possuem um tubo digestivo, como nós. Este foi um grande passo na evolução dos animais, pois vemos que a partir deste ancestral surgiu mais de um milhão de espécies das mais diversas formas de Eumetazoa.

Outro passo importante que ocorreu também no Pré-Cambriano foi o surgimento de mais um tecido entre a ectoderme e a endoderme, a mesoderme. Esse tecido é importante, pois é ele que “recheou” os animais. Ou seja, com apenas dois tecidos, ficava apenas uma substância gelatinosa com proteínas, carboidratos e células dispersas entre a ectoderme e a endoderme. Esse padrão corporal, com apenas dois tecidos, nós encontramos atualmente nos cnidários, o filo das águas-vivas (unidade 5). Chamamos estes animais de diblásticos, que significa dois tecidos.

Continuando a nossa grande jornada evolutiva, que começou há mais de um bilhão de anos atrás, os Eumetazoa se dividiram em mais duas linhagens: os animais diblásticos, ou seja, os cnidários, e os que já tem preenchimento, a mesoderme, representada por todos os outros animais.

Vamos continuar a nossa árvore evolutiva a partir destas novidades na filogenia da Figura 22.

Figura 22: Filogenia mostrando a origem e relacionamento dos Eumetazoa.



Vejam que, a partir do surgimento da mesoderme, foi possível se desenvolver a grande

diversidade de animais que conhecemos hoje. A partir daí, os animais se transformaram em seres de simetria bilateral. Alguns deles desenvolveram o celoma, a cavidade do corpo que a grande maioria dos animais possuem, inclusive os seres humanos. Os animais com celoma se dividiram em protostomados e deuterostomados, alguns deles ganharam segmentação (metamerização) e assim continuou a evolução dos animais. Eles definem os padrões corporais dos animais que foram ficando cada vez mais complexos à medida que o tempo foi passando.

Entretanto, percebam que à medida que uma linhagem ganhava complexidade, ou seja, adquiria tubo digestivo, depois o preenchimento da mesoderme, ou o celoma, uma outra linhagem se mantinha evoluindo com um padrão corporal mais simples, como foi o caso das esponjas e depois dos cnidários. Isso não significa que eles não evoluíram, ou pararam no tempo. Eles evoluíram adquirindo muitas outras estruturas importantes para sua vida hoje em dia, como é o caso das cnidas nas águas-vivas (as células urticantes que fazem esses animais queimarem).

Por outro lado, como eles não possuem algumas estruturas importantes, como a mesoderme e o celoma, tiveram menor sucesso na Terra do que seus irmãos animais que se diversificaram mais, como os platelmintos, os nemátodos, os insetos e os vertebrados. Basta ver que a grande maioria das espécies são desses filos mais complexos, além de que eles conseguiram colonizar ambientes que as esponjas ou os cnidários nunca conseguiram, como o ambiente terrestre.

:: PERGUNTAS?? ::



Existem protistas coloniais e seres multicelulares. Nos dois, as células compartilham nutrientes e oxigênio. Mas, afinal de contas, quais são as diferenças entre um e outro?

UNIDADE 5

ÁGUAS-VIVAS, ANÊMONAS, CORAIS E OUTROS: FILO CNIDARIA

O filo Cnidaria é formado por uma grande diversidade de animais aquáticos comuns aos seres humanos, como água-vivas, caravelas, anêmonas, corais, hidras, medusas e gorgônias, a grande maioria de seres marinhos e alguns poucos representantes de água doce. Basta ir à praia que pode-se encontrar um cnidário com certa facilidade, ou então ser “ferroado” na água do mar, o que causa coceiras e dor. Uma barreira de recifes, construída em parte por inúmeros tipos de incontáveis corais calcários, está na frente de todo o litoral paraibano e de vários estados do nordeste, por onde sobre pode-se passar uma manhã de maré baixa tomando sol e banho do mar com amigos e familiares.

O nome Cnidaria é dado pela sua característica mais importante: todos representantes têm cnidas, estruturas celulares especiais que cobrem algumas partes do corpo do animal e causam a irritação na nossa pele. As cnidas são usadas para defesa e predação.

Os cnidários têm duas formas básicas: o pólipó, que pode ser sésil ou móvel bentônico (vive no substrato no fundo dos ecossistemas aquáticos) e podem formar colônias, e a medusa, que é nadadora pelágica (vivem na coluna d'água). Existem espécies que só apresentam indivíduos pólipos, algumas apenas com indivíduos medusas e outras com as duas formas de vida.

Eles têm boca e uma cavidade digestiva, mas não têm ânus. Possuem sistema nervoso e muscular e dois tecidos verdadeiros, o de fora, a ectoderme, que forma a epiderme, e o de dentro, a endoderme, que forma as paredes da cavidade digestiva. Assim, seu plano básico é simples, parecido com o do ancestral de todos animais com tecidos verdadeiros, que viveu há mais de 600 milhões de anos (talvez há mais de um bilhão!), o ser do passado que deu origem a todos os animais diblásticos e triblásticos, ou os Eumetazoa.

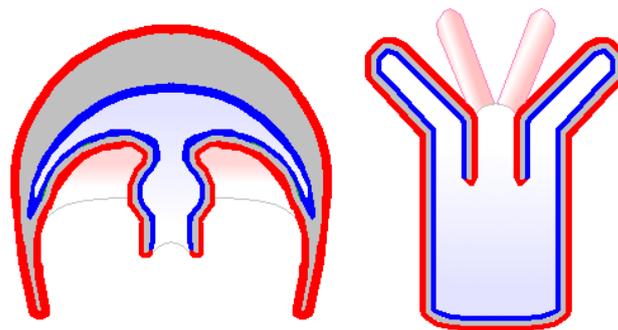
1. PLANO BÁSICO

Vimos, na unidade 1, o processo de gastrulação, quando o embrião no início do desenvolvimento de qualquer Eumetazoa (inclusive o embrião humano) se invagina, criando uma cavidade interna. No caso dos cnidários, essa cavidade se transforma na cavidade digestiva, enquanto a abertura para fora se transforma na boca (Figura 23). Este é o tecido interno, ou a endoderme, que se desenvolve na gastroderme (ou a parede da cavidade digestiva). O tecido de fora, ou a ectoderme, se desenvolve em epiderme. Entre a epiderme e a gastroderme, ocorre uma mesoglêia proteica gelatinosa ou mais espessa, podendo conter algumas células indiferenciadas. Mais tarde, no desenvolvimento, o embrião cnidário desenvolve tentáculos em um círculo em volta da boca. Tanto a epiderme como a gastroderme desenvolve células musculares com extensões na base formando uma camada contrátil, assentada sobre a mesoglêia, e células nervosas, que formam uma rede nervosa simples. A epiderme ainda desenvolve células com cnidas, os

cnidócitos, principalmente nos tentáculos, e a gastroderme, além de cnidas, desenvolve células que produzem enzimas digestivas.

A simetria dos cnidários é radial, com a boca no centro do plano de simetria. Assim, os cnidários não têm parte anterior e posterior (ou parte “da frente” e “de trás”), e sim a superfície oral, com a boca no centro, e aboral, todo o lado oposto. As medusas nadam com a superfície oral para baixo, enquanto os pólipos tem a boca posicionada para cima e pólipos sésseis ficam com a superfície aboral fixa a alguma outra superfície (da colônia ou em algum substrato).

Figura 23: Plano básico dos Cnidaria em uma medusa e um pólipo, respectivamente. Vermelho = epiderme, azul = gastroderme, cinza = mesogléia.



Fonte: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/17/Cnidaria_medusa_n_polyp.png

2. TIPOS MORFOLÓGICOS - PÓLIPOS, SOLITÁRIOS E COLONIAIS, E MEDUSAS

Os pólipos são indivíduos sésseis ou de mobilidade limitada que vivem nas comunidades bentônicas dos ecossistemas aquáticos. Os tentáculos e a boca ficam posicionados para cima e entre eles se forma uma superfície em forma de funil, ou hipostômio, ou um disco oral. Os pólipos têm formato tubular dos tentáculos até a base, que pode ser em forma de um disco pedal. Eles podem ficar fixos a algum substrato rígido como as anêmonas, com uma base larga, ou podem ser livres, como as hidras de água doce, que se locomovem dando “cambalhotas”, já que elas não têm nenhum apêndice especializado para locomoção.

Muitas espécies são coloniais, ou seja, seus pólipos vivem unidos na base, compartilhando nutrientes e oxigênio. Alguns táxons, como os hidrozoários e gorgônias, apresentam os pólipos fixos a uma mesma haste que se ramifica como uma árvore, com diversos indivíduos como se fossem as folhas dessa árvore (Figura 24). Em outros, como os corais, os pólipos estão cercados por um esqueleto calcário construído por eles mesmos, e unidos por um estolão que atravessa a parte dura pela base, como se fosse um túnel. Muitas colônias, como as dos hidrozoários e as caravelas, têm tipos diferentes de pólipos, alguns especializados para predação, outros para reprodução, outros para a digestão, outros para defesa, etc. Em alguns casos, eles evoluíram em morfologias bem diferentes do plano básico descrito acima.

Figura 24: Pólipos fixos em uma colônia arborescente (Hydrozoa).



Fonte: <http://www.marinespecies.org/hydrozoa/aphia.php?p=image&pic=5660>

Os pólipos podem ter esqueleto, que se apresentam de muitas formas diferentes. O mais conhecido é o esqueleto calcário duro e espesso dos corais, que chegam a formar verdadeiras paredes nos recifes. Eles têm formas variadas, desde corais ramificados ou tubulares a esféricos. Os hidrozoários produzem um esqueleto externo de proteína e quitina que reveste toda a colônia, formando uma fina camada por sobre as hastes e uma estrutura em forma de taça em volta dos pólipos (hidroteca). As gorgônias têm um esqueleto interno axial proteico passando por toda a haste da colônia. Muitos táxons também possuem pequenos escleritos calcários na mesogléia.

As medusas são indivíduos nadadores livres que geralmente têm formato de guarda-chuva. Toda a parte de cima, a superfície aboral, chama-se umbrela. Os tentáculos se posicionam em toda a volta da borda da umbrela (Figura 25). A mesogléia é espessa e gelatinosa, o que dá a esses animais uma consistência bem mole e aparência translúcida (por isso água-viva). A cavidade digestiva é ampla e acompanha a forma da umbrela com canais radiais que se estendem até a borda, próxima aos tentáculos. A boca fica no centro da parte inferior da umbrela e pode ficar na ponta de uma extensão de tecido, como um tubo, chamado manúbrio, ou envolta por compridos braços orais (Figura 25).

Figura 25: Medusa com tentáculos finos saindo da borda da umbrela e braços orais grandes no centro (Scyphozoa, fotografado na Paraíba).



Fonte: Prof. Dr. Thelma Dias.

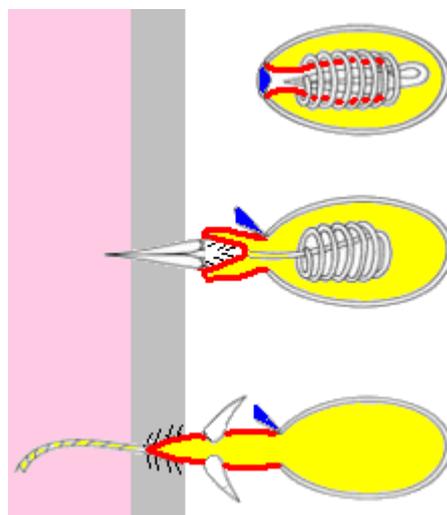
As medusas nadam pelo movimento de toda a umbrela. Quando a umbrela se contrai, a água é expulsa para baixo, o que impulsiona o animal para cima. Ao se distender, a umbrela se abre e assim a água entra novamente na parte inferior da umbrela. Com os movimentos rítmicos da umbrela, a medusa pode nadar, mas sempre de forma lenta, sendo a locomoção mais importante desses animais causada pelas correntes marinhas. Ou seja, elas são mais levadas pelo mar do que nadam para algum local específico.

3. ALIMENTAÇÃO

A principal forma de alimentação dos cnidários é por predação. Podem comer desde peixes até protistas microscópicos. Para isso, usam os tentáculos cheios de cnidas, que têm toxinas, para paralisar e matar a presa (Figura 26). Em geral, os tentáculos se enrolam na presa e, em seguida, ela é levada à boca e ingerida para a cavidade digestiva.

As cnidas são estruturas celulares complexas formadas por um túbulo de colágeno enrolado. Elas são grandes, ocupando grande parte do volume da célula que a contém, o cnidócito. Os cnidócitos estão espalhados principalmente nos tentáculos, mas podem ser encontrados em todas as partes do corpo dos cnidários, inclusive na cavidade digestiva. Ao ser estimulado com um toque, as cnidas disparam, evertendo de forma violenta o seu túbulo longo. Elas são armadas com diversos espinhos e ganchos, que perfuram o tegumento de presas ou predadores, e contêm toxinas que são inoculadas no “adversário” pelo túbulo.

Figura 26: Esquema mostrando o funcionamento de uma cnida. Em cima, em repouso dentro do cnidócito, no meio, o início da abertura da cnida e, embaixo, a cnida completamente evertida dentro do tegumento de outro organismo.



Fonte: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2a/Hydra_nematocyst_firing_01.png

As toxinas das cnidas são de diferentes classes químicas e podem subjugar presas bem grandes, como peixes, ou causar grande irritação e dor ao ser humano. As toxinas de algumas medusas podem causar até morte, como as das vespas-do-mar da Austrália, pois são neurotoxinas poderosas que causam insuficiência respiratória e cardíaca. Algumas anêmonas das ilhas do Pacífico também podem causar a morte se ingeridas.

:: SAIBA MAIS... ::



No nordeste da Austrália, morre o dobro de pessoas com as vespas-do-mar, medusas da classe Scyphozoa do que de ataques de tubarões!

Existem 30 tipos diferentes de cnidas, algumas com funções bem diferentes, como as adesivas (ao invés de serem perfuradoras), e algumas, por exemplo, servem para a construção de um tubo com função de proteção em ceriantários, uma espécie sésil. Mas a grande maioria tem a função de ataque e defesa, pela inoculação de toxinas.

Na cavidade digestiva, a digestão começa pela secreção de enzimas pelas células da gastroderme. Como essa cavidade é geralmente ampla, principalmente nas medusas, o alimento é distribuído por todo o corpo do animal, já servindo para uma função de circulação do alimento e dos nutrientes (lembre-se que os cnidários não têm sistema circulatório!). Entretanto, parte da

digestão termina dentro das células da gastroderme. Assim, quando o alimento está menor, ele é fagocitado e pinocitado por essas células. Depois disso, os nutrientes só podem ser circulados pelo corpo através de trocas entre as células, que são bem limitadas se considerarmos um cnidário de corpo grande.

4. REPRODUÇÃO E OUTRAS FUNÇÕES VITAIS

Quando se diz que uma animal é simples, estamos falando de poucos órgãos ou sistemas especializados, apesar de existirem neles todas as funções vitais que um ser precisa para sobreviver. Os cnidários não têm um sistema respiratório, mas precisam do oxigênio para sobreviver. Então, ele simplesmente é absorvido por difusão da água para as células da gastroderme e da epiderme, em qualquer parte do corpo. É claro que isso faz com que animais muito grandes e ativos, como algumas medusas, possam ter dificuldades. Isto é compensado pela ampla cavidade digestiva que estende por toda a umbrela do animal através de canais. Por outro lado, não encontramos nenhum cnidário com camadas celulares grossas, o que poderia impedir a difusão de oxigênio e gás carbônico. No caso das espessas medusas, a mesogléia, que contém poucas células esparsas, é que ocupa grande parte do corpo do animal.

No caso das colônias grandes (Figura 27), como os corais, todos os seus indivíduos se encontram interligados por estolões ou pelas hastes, o que faz que internamente toda a cavidade digestiva seja única. Assim, nas colônias, como as que possuem tipos diferentes de pólipos, o alimento capturado por um deles será levado para toda a colônia pela cavidade digestiva, inclusive para os pólipos que sejam especializados em outras funções, como reprodução ou defesa.

Figura 27: Colônia grande de antozoários do litoral paraibano.



Fonte: Prof. Dr. Thelma Dias.

O mesmo ocorre com os compostos nitrogenados que são produtos secundários do metabolismo, ou seja, a “urina”. A excreção também é feita por difusão entre as células, até que as substâncias nocivas ao animal sejam levadas para fora na água do mar.

A forma de reprodução mais comum entre os cnidários é a assexuada, através de brotamento de novos indivíduos de indivíduos paternos (Figura 29). Isso ocorre mais frequentemente com os pólipos, sendo que as colônias são todas construídas a partir de poucos indivíduos e vão se dividindo e multiplicando a colônia. No caso das colônias de hidrozoários, os novos pólipos vão brotando a partir das hastes, enquanto que, nos corais, o indivíduo sofre uma fissão longitudinal, produzindo dois indivíduos.

Nas espécies que possuem indivíduos pólipos e medusas, ocorre a alternância de gerações, ou seja, os pólipos produzem filhotes medusas, e as medusas produzem filhotes pólipos. Nesse caso, os pólipos dão origem a novos indivíduos medusas por fissão. As medusas são os indivíduos sexuais: elas produzem gametas a partir da célula da gastroderme, sendo mais comum nas espécies dióicas, ou seja, cada indivíduo com um sexo. Os gametas são liberados pela boca na água do mar. Quando se encontram, ou na coluna d'água, ou na cavidade digestiva da fêmea, ocorre a fecundação. O embrião se desenvolve em uma larva plânula que nada até se fixar em um substrato adequado e se desenvolver em um novo pólipo.

5. DIVERSIDADE E ECOLOGIA

Os cnidários são classificados em quatro classes: Hydrozoa, Scyphozoa, Cubozoa e Anthozoa.

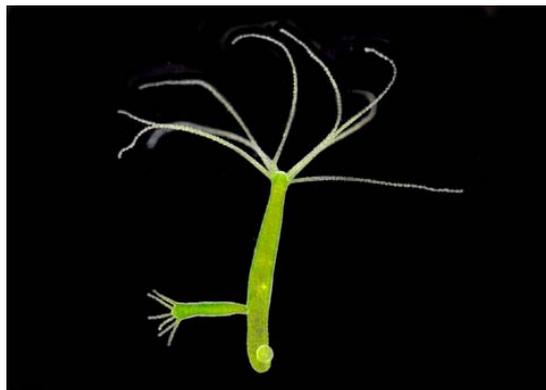
Os Hydrozoa são os mais diversificados, tendo a maioria de seus representantes como colônias de pólipos de vários tipos e formas diferentes, mas também espécies com medusas apenas (Figura 28). As colônias podem ser em forma de corais (hidrocorais), com esqueletos calcários ou quitinosos fortes, ou em forma de árvore, com hastes cobertas de pequenos pólipos (Figura 24), ou até colônias flutuantes, com diversos tipos de pólipos com funções diferentes. Os exemplos mais conhecidos de colônia flutuante são as caravelas (Figura 30). A parte flutuante é um único indivíduo pólipo que possui uma bolsa de ar, especializado para manter a colônia na superfície. Abaixo dele, existem inúmeros pólipos com funções diferentes: alguns possuem tentáculos extremamente compridos e têm a função de captura de presas, outros são responsáveis pela reprodução, alguns só pela ingestão e digestão do alimento. Algumas dessas colônias podem ter mais de mil indivíduos!

Figura 28: Medusa de Hydrozoa.



Fonte: <http://images.tutorvista.com/content/feed/u303/Polyorchis%20pencillatus%20-%20Red%20Eye%20Medusa.jpg>

Figura 29: Um pólipo solitário de *Hydra*, cnidário de água doce, sofrendo brotamento.



Fonte: http://nathistoc.bio.uci.edu/Cnidaria/DSC_1447b.jpg

Figura 30: Caravela, colônia de pólipos flutuante no litoral paraibano.



Fonte: Prof. Dr. Thelma Dias.

O cnidário de água doce mais conhecido, a hidra (gênero *Hydra*), é um pólipó solitário que se locomove e também pertence a Hydrozoa (Figura 29). São bastante comuns em qualquer corpo de água doce, principalmente os ambientes lênticos (de água parada), como lagos e açudes. São animais bem pequenos e tem uma reconhecida e impressionante capacidade de regeneração a partir de poucas células.

Os Scyphozoa e os Cubozoa têm as maiores medusas entre os cnidários e são a fase da vida mais importante destes animais, tendo pólipos pequenos ou mesmo ausentes. As medusas de Scyphozoa, que são as águas-vivas mais conhecidas, geralmente possuem braços orais bem desenvolvidos e bastante ornamentados com pregas e dobras, muito maiores e conspícuos do que os tentáculos (Figura 25). É comum essas águas-vivas apresentarem pigmentos que deixam estes animais com colorações belíssimas. Elas também apresentam células sensoriais especializadas na borda da umbrela, que são capazes de sentir estímulos mecânicos, como a aproximação de outro animal, químicos, e até de recepção de luz, como pequenos olhos primitivos.

Os Anthozoa só têm representantes pólipos, sendo as medusas ausentes da classe (Figura 31). Alguns representantes bem conhecidos são as anêmonas, que são pólipos de vida livre, e os corais-verdadeiros, que são grandes colônias “recheadas” de espessos esqueletos calcários, chegando a formar recifes inteiros. Alguns representantes são colônias arborescentes, como as gorgônias, que chegam a ter “galhos” grandes, de vários metros.

Figura 31: Anthozoa do litoral paraibano.



Fonte: Prof. Dr. Thelma Dias.

Na zona tropical, os corais são muito comuns e em muitas regiões formam barreiras inteiras de recifes, formadas por uma grande diversidade de espécies de cnidários coloniais. As colônias formam esqueletos tão rígidos e espessos como paredes e seu crescimento durante milhares de anos faz com que eles se acumulem e formem recifes. Eles são ambientes que fornecem abrigo e alimento para uma grande diversidade de peixes, poliquetos, moluscos, vermes e todos os tipos de animais e algas marinhas, sendo os recifes, portanto, os ecossistemas mais diversificados dos mares. A Grande Barreira da Austrália é o maior recife do mundo, ocupando uma extensão de mais de 2000 km, e é formado principalmente pelos corais. Os nossos recifes, que se estendem na frente de todo litoral paraibano e muitos outros estados do nordeste, são primariamente formações geológicas de arenito cobertas superficialmente por corais e outros construtores biológicos, como algas calcáreas e poliquetos sésseis que constróem paredes de areia (Figura 32). Uma visita ao Picãozinho é uma ótima oportunidade para se conhecer os nossos recifes de perto e sua diversidade, apesar do grande impacto que esse turismo diário causa a ele.

Figura 32: Coral do litoral paraibano.



Fonte: Prof. Dr. Thelma Dias.

A maioria dos corais e vários outros cnidários, coloniais e solitários, vivem em simbiose com uma diversidade de protistas fotossintetizantes, as zooxantelas. Estes protistas vivem dentro dos cnidários, realizando fotossíntese e, assim, fornecendo energia aos animais. Por outro lado, estes endossimbiontes vivem se aproveitando dos nutrientes, do oxigênio e da proteção dos cnidários. Nos corais, eles ajudam quimicamente a produção do calcário que vai formar os recifes. Acredita-se que os recifes, na verdade, atingiram sua importância atual pela participação coevolutiva das zooxantelas. Por isso, os corais só conseguem viver próximos à superfície, onde haja grande quantidade de luz do sol. Acredita-se que, com o aquecimento global causado pelo efeito estufa, as zooxantelas tenham uma redução drástica em nível mundial. Com isso, os corais serão afetados, reduzindo-se os recifes e, então, reduzindo em quantidade os ecossistemas mais

diversificados do bioma marinho. Essa redução pode ser catastrófica para a diversidade dos mares e, portanto, para o futuro do planeta.

Quadro de diagnose

- ✓ Animais diblásticos, com uma epiderme e uma gastroderme em camada simples, com uma mesogléia entre elas;
- ✓ Simetria radial, com modificações para birradial, quadrirradial, entre outras;
- ✓ Eixo corporal oral-aboral;
- ✓ Presença de cnidas, estruturas celulares urticantes com funções na predação, defesa, entre outras;
- ✓ Células epiteliomusculares com função nos movimentos do corpo;
- ✓ Rede nervosa simples;
- ✓ Não possuem estruturas nem órgãos para respiração, excreção ou circulação, nem sistema nervoso central;
- ✓ Dois tipos morfológicos: pólipos e medusas;
- ✓ Mais de 11000 espécies descritas.

6. FILO CTENOPHORA

Os ctenóforos são animais marinhos planctônicos, ou seja, que vivem à deriva na coluna d'água. Eles se assemelham bastante com as medusas dos cnidários por serem gelatinosos e translúcidos. O plano básico do corpo também é parecido com o dos cnidários, com a diferença de que possuem uma camada completamente celular entre a epiderme e a gastroderme, o mesênquima (ao invés de uma mesogléia) e possuem “poros anais”, pequenas saídas do tubo digestivo, no lado oposto da boca.

Em geral, têm um formato oval, contém oito fileiras longitudinais de cílios no corpo (estes são os *ctenos* = pentes; *phora* = portador) e dois longos tentáculos adesivos que saem do lado do corpo. Os ctenóforos usam estes tentáculos para predação de uma grande variedade de animais e protistas planctônicos.

Eles podem ser encontrados na praia, sendo carregado pelas ondas e muitas vezes seus cílios são iridescentes, fazendo sua chegada um belo espetáculo, ainda mais quando estão em grande abundância.

:: ARREGAÇANDO AS MANGAS!! ::



Quando alguém sofre um “ataque” de uma medusa, que tipos de sintomas ela pode ter? Qual é o procedimento para aliviar estes sintomas?

UNIDADE 6

PLATYHELMINTES, OS VERMES CHATOS

Os platelmintos são animais vermiformes comuns que vivem no mar, água doce e em ambientes terrestres úmidos. O filo tem importantes representantes parasitas de outros animais, como as solitárias (*Taenia*) e o *Schistosoma*, que causam doenças comuns no Brasil. Os de vida livre são chamados normalmente de planárias, podendo ser aquáticas ou animais que vivem nas florestas, de todos os tamanhos e algumas extremamente coloridas.

Esses animais são pertencentes ao grande clado Bilateria, que incluem os vermes, os insetos, os moluscos e os vertebrados (nós também!), por exemplo. A condição bilateral permitiu a imensa diversificação dos animais, com aproximadamente um milhão de espécies viventes. Com a simetria bilateral, os animais começaram a se locomover para frente o que ocasionou, evolutivamente, a aquisição da cabeça, tão importante em animais mais complexos.

Eles possuem um tubo digestivo complexo, mas possuem apenas boca, sem ânus. Possuem estruturas especializadas para excreção e reprodução, assim como um sistema nervoso central e cefalização (estruturas sensoriais e gânglio na frente) e tecidos musculares formando feixes.

Todos animais bilaterais (do clado Bilateria) também são triblásticos, ou seja, têm ectoderme e endoderme (como os Cnidaria), mas também uma mesoderme, ou seja, um tecido entre a ectoderme e a endoderme. Os platelmintos têm um plano básico bem parecido com o do ancestral de todos os Bilateria, apesar de muito deles terem se modificado bastante evolutivamente, principalmente os parasitas.

1. PLANO BÁSICO

Ao chamarmos um animal de verme, como os platelmintos, estamos indicando algumas características morfológicas gerais: um verme tem simetria bilateral, tem um corpo comprido e pouco largo, não têm apêndices locomotores, como pernas ou braços (ou, se têm, são curtos) e, por isso, se locomovem “rastejando”. Assim, os platelmintos não têm apêndices, são compridos longitudinalmente e, em geral, são achatados dorso-ventralmente, por isso são “vermes chatos”.

A ectoderme se desenvolve em uma epiderme simples e no sistema nervoso, a endoderme forma o tubo digestivo e a mesoderme é responsável pelo desenvolvimento da musculatura e de um mesênquima, ou seja, um tecido de preenchimento, dando ao animal uma consistência mais sólida quando comparada aos cnidários. A boca é ventral e posicionada no meio do corpo. Ela leva a um tubo digestivo bastante complexo, com muitos cecos (ramificações) que muitas vezes ocupam grande parte do corpo do animal. Dessa forma, o tubo digestivo é a única cavidade interna do animal.

Com a simetria bilateral, o animal se locomove em direção anterior, ou seja, uma locomoção unidirecional, fazendo-se necessário que as estruturas sensoriais estejam nesta

extremidade, ou seja, no local do corpo onde o indivíduo encontra os fatores ambientais, como uma substância química dissolvida na água ou um outro animal, por exemplo. Assim, em todos os animais bilaterais, incluindo os platelmintos, ocorre a cefalização. Os platelmintos têm na parte mais anterior do corpo um gânglio, ou seja, um acúmulo de neurônios, formando um órgão especializado, o que auxilia no processamento dos estímulos sensoriais que o animal recebe. As células receptoras químicas (ou de olfação, ou seja, para cheirar) e táteis se concentram nesta porção do corpo. Alguns, como as planárias de água-doce, apresentam expansões laterais da parte anterior, onde ficam distribuídas essas células para uma melhor recepção dos estímulos ambientais. Alguns grupos têm ocelos, estruturas com acúmulos de células fotorreceptoras, ou seja, para enxergar. Estes ocelos não conseguem formar imagens, mas, pelo menos, distinguem claro e escuro.

2. LOCOMOÇÃO E FIXAÇÃO

Os platelmintos têm muitos cílios em suas células epidérmicas, principalmente na face ventral do corpo. Nos animais de vida livre, os movimentos sincronizados desses cílios permitem que eles “deslizem” sobre o substrato. Em conjunto com os cílios, a face ventral apresenta vários sulcos no tegumento, fazendo com que pequenos movimentos musculares auxiliem no rastejamento do animal. Como esses vermes não possuem esqueleto, seu tegumento está desprotegido, o que faria com que grãos de areia ou outras partículas ferissem o animal. Isso não ocorre porque todos os platelmintos produzem uma grande quantidade de muco nas células epidérmicas que é secretado para fora, o que os protege fisicamente e quimicamente. Nos animais de vida livre, este muco garante o deslizamento do animal até em terrenos bem secos.

Os parasitas, em geral, se locomovem muito pouco, ficando fixos nas paredes de algum outro animal. Muitos, por exemplo, se fixam nas paredes internas do intestino do hospedeiro, absorvendo os nutrientes digeridos, ou então sugando o sangue dos vasos sanguíneos mais próximos. Para isso, algumas espécies usam espinhos para se agarrar nas paredes do hospedeiro, algumas usam ventosas, ou seja, expansões circulares de tegumento que funcionam como um desentupidor de pia. Alguns tipos de ventosas estão em volta da boca, já servindo como estruturas que auxiliam na alimentação também. Estas estruturas de fixação se localizam nas extremidades anterior e posterior do corpo desses parasitas.

3. ALIMENTAÇÃO E OUTRAS FUNÇÕES VITAIS

A maioria dos platelmintos são carnívoros, podendo ser predadores, necrófagos (que se alimentam de carne morta) ou parasitas. Os animais de vida livre normalmente têm na entrada da boca uma faringe que pode ser evertida. Ela é simplesmente uma dobra da ectoderme que fica para dentro da boca e é evertida, como um pequeno tubo, para atacar alguma presa ou para sugar o alimento. Alguns predadores chegam a ter ganchos duros associados à faringe. Para

auxiliar a predação, alguns táxons usam o muco para prender a presa, já que é preciso compensar, de alguma forma, a baixa mobilidade desses animais.

Em geral, a digestão começa do lado de fora do corpo. O animal secreta enzimas digestivas sobre a presa ou matéria morta que vai comer e, então, suga o alimento para o intestino, onde continua a digestão. O intestino dos platelmintos é muito ramificado e está espalhado por quase todo seu corpo. Um intestino tão desenvolvido é quase necessário para os Platyhelminthes, já que eles não possuem sistema circulatório. Assim, os cecos (ramos do intestino) leva nutrientes e água para todas as partes do corpo, sendo que uma parte é difundida pelas células.

Os restos alimentares são excretados pela boca, pois eles não possuem ânus. Este é uma condição primitiva entre os Eumetazoa, mantido apenas em Cnidaria e Platyhelminthes. Os outros Bilateria possuem uma boca e um ânus como plano básico.

Eles não possuem um sistema respiratório, então o oxigênio é absorvido diretamente pelo tegumento e difundido pelos tecidos. Dessa forma, um platelminto não pode ser grande, pois dificultaria muito a chegada de oxigênio aos tecidos mais internos. Por essa razão é que muito deles têm um formato achatado, pois, com esta forma, a superfície de absorção fica aumentada em relação ao volume do animal.

Os Platyhelminthes excretam compostos nitrogenados (urina) e excesso de água, uma necessidade dos que vivem principalmente na água doce, através de pequenas estruturas chamadas protonefrídios. A maioria dos Bilateria têm nefrídios e os platelmintos têm um "proto", pois é muito mais simples do que dos outros animais. Ele é composto por pequenos bulbos espalhadas em disposição longitudinal e bilateral pelo corpo. Os bulbos são as células-flama, que são flageladas e ficam se mexendo o tempo todo, como a chama de uma fogueira (por isso o nome). Elas absorvem do mesênquima principalmente o excesso de água, ou seja, elas têm uma função osmorregulatória, mas também absorve amônia, produto nitrogenado secundário do metabolismo (urina). Estas substâncias são levadas por longos túbulos interligando todos os protonefrídios até o nefridióporo (o poro do nefrídio) que se abre para o ambiente externo. Boa parte da amônia também é excretada por difusão pela parede do corpo.

O sistema nervoso dos platelmintos é formado por cordões nervosos longitudinais principais, podendo ter um par ventral, um dorsal e um lateral. Algumas espécies têm um padrão "em escada" com cordões transversais ligando os principais longitudinais. A partir destes cordões, se ramificam vários pequenos nervos por todo o corpo do animal. Na parte anterior, os cordões se ligam a um gânglio principal que processa os estímulos ambientais recebidos pelo indivíduo. Nesta porção, os platelmintos de vida livre apresentam uma variedade de estruturas sensoriais, como ocelos, quimiorreceptores, mecanorreceptores, estatocistos (para se orientarem em relação à gravidade), entre outros.

4. REPRODUÇÃO

Eles podem se reproduzir assexuadamente e sexuadamente. A capacidade de regeneração de um platelminto é muito grande, sendo possível se cortar uma planária em pedaços que ela se regenerará em vários novos indivíduos. Muitos animais de vida livre se reproduzem desta forma, por brotamento ou fissão transversal do indivíduo paternal.

Para a reprodução sexuada, os indivíduos possuem gônadas bem desenvolvidas, em alguns deles, ocupando boa parte do corpo do animal. Os platelmintos são, em geral, hermafroditas, ou seja, têm testículos e ovários bem desenvolvidos, com aberturas próprias, mas existem algumas espécies dióicas (p.ex., *Schistosoma mansoni*). Os hermafroditas fazem fertilização cruzada, um indivíduo deposita esperma no gonóporo feminino do outro, muitas das espécies utilizando órgãos copuladores, o cirro, para tal fim.

O desenvolvimento inicial ocorre no útero, parte mais ampla do sistema reprodutivo feminino, que forma ovos. Muitas espécies depositam os ovos no ambiente, onde ocorre o resto do desenvolvimento, algumas liberam larvas natantes de vida livre que passam por uma metamorfose até atingir a fase adulta. Uma grande diversidade de parasitas passam por complexos ciclos de vida, alternando fases sexuadas e assexuadas. Alguns possuem fases de vida muito diferentes, com morfologias, formas de locomoção e tamanhos diversos, dependendo do hospedeiro (nos casos dos parasitas que tem mais de um hospedeiro, como as solitárias) ou se têm alguma fase de vida livre.

5. DIVERSIDADE E ECOLOGIA

O Filo Platyhelminthes podem ser divididos em quatro classes: Turbellaria, Monogenea, Trematoda e Cestoda.

Os turbelários são primariamente os platelmintos de vida livre, apresentando algumas poucas espécies parasitas ou simbiontes. É a única classe que possui representantes terrestres, as planárias (Figura 33), que normalmente são bastante coloridas e grandes (podendo chegar a 20 centímetros de comprimento) de uma forma surpreendente, já que quanto maior o tamanho, mais fácil um animal desseca, além do que ela precisa respirar e circular nutrientes dentro do corpo sem órgãos especializados para isso.

Figura 33: Uma planária terrestre fotografada em uma floresta na Paraíba.



Fonte: Prof. Dr. Marcio B. da Silva.

Entretanto, a maioria dos turbelários são marinhos e de água doce e de tamanhos microscópicos, vivendo em uma grande variedade de microhabitats, desde o interstício (entre grãos de areia) até animais pelágicos (vivem na coluna d'água) (Figura 34). Os que mais chamam atenção são os grandes turbelários marinhos bentônicos (vivem no fundo) da ordem Polycladida, que são capazes de nadar com movimentos ondulatórios das bordas laterais do corpo e apresentam colorações variadas e impressionantes. As planárias de água doce são as mais conhecidas por estudantes de biologia e do ensino médio, pois são muito comuns em qualquer lago ou até em poças d'água e são usadas frequentemente nos experimentos simples de regeneração. Têm uma aparência bastante peculiar, com seus ocelos que se parecem olhinhos vesgos e sua extremidade anterior em formato losangular.

Figura 34: Planárias de água doce com ocelos e expansões laterais anteriores.



Fonte: <http://www.aquatic-photography.com/gallery/showimage.php?i=6435>

As outras três classes são formadas por espécies parasitas, a grande maioria endoparasitas de vertebrados, principalmente de peixes. Em geral, ficam fixos na parede intestinal de seu hospedeiro, mas também é comum os que ficam soltos na circulação sanguínea do hospedeiro. Existe uma variedade muito grande de ciclos de vida entre eles. Desde animais com um único hospedeiro, até a três hospedeiros diferentes. Nestes casos, são fases de vida diferentes vivendo em cada hospedeiro, umas podendo ser fixas no intestino, algumas a passarem por diversos órgãos do hospedeiro e outras apenas serem depositárias de ovos do parasita. É considerado hospedeiro definitivo aquele onde ocorre a reprodução sexuada do platelminto. Algumas espécies são parasitas comuns de seres humanos, como as espécies de *Schistosoma* e as solitárias (*Taenia*), das quais veremos os ciclos de vida com maiores detalhes no tópico abaixo.

Quadro de diagnose

- ✓ Animais vermiformes achatados dorso-ventralmente;
- ✓ Triblásticos, bilaterais, cefalizados, sem cavidade interna, exceto o tubo digestivo;
- ✓ Tubo digestivo incompleto, mas bem desenvolvido, com boca e sem ânus;
- ✓ Sistema nervoso com gânglios anteriores e cordões nervosos longitudinais, ligados por menores transversais;
- ✓ Presença de estruturas excretoras simples, os protonefrídios;
- ✓ Musculatura em camadas, de origem mesodérmica;
- ✓ Representantes marinhos, de água doce e terrestres, de vida livre e parasitas;
- ✓ Mais de 20.000 espécies.

6. VIDA DOS PARASITAS DE HUMANOS

Abaixo, estão descritos os ciclos de vida dos parasitas platelmintos de humanos mais comuns no Brasil. Os dois táxons completam seus ciclos de vida com dois hospedeiros, todos usando os humanos como hospedeiro definitivo. As *Taenia* usam suínos ou bovinos como hospedeiros intermediários e os outros dois usam caramujos de água doce. *Schistosoma* passa por fases de vida muito diversas, incluindo fases livre-natantes.

O grau de coevolução entre os parasitas platelmintos e hospedeiros é impressionante, tendo cada espécie de verme um ciclo de vida estrito com hospedeiros e seus tecidos específicos, sem os quais o ciclo não se completa.

6.1. *Taenia solium* E *T. saginata*

As solitárias são vermes causadores da teníase, doença comum no Brasil, principalmente em zonas rurais. A sua fase adulta se passa no intestino delgado humano, onde ele se fixa através de ganchos e ventosas localizadas na extremidade posterior do animal. Elas se parecem com

uma fita muito longa e fina, podendo alcançar até três metros de comprimento! Os Cestoda, classe das *Taenia*, são parasitas muito modificados do plano básico dos platelmintos, a ponto de não possuírem boca nem trato digestivo, ou seja, se alimentam por absorção do alimento parcialmente digerido de seus hospedeiros!

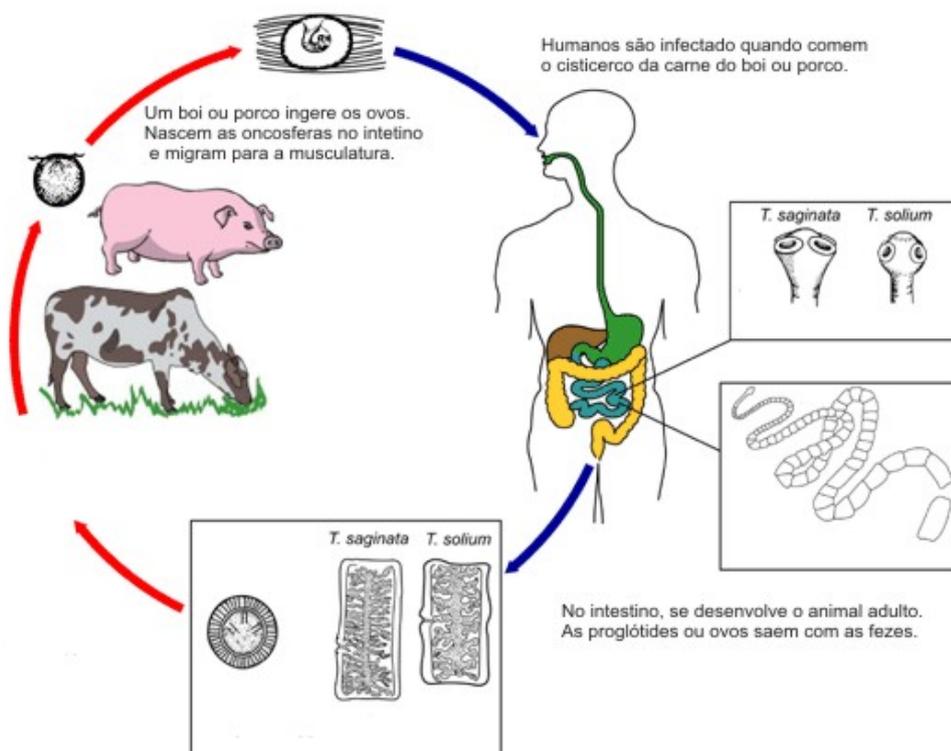
Assim, além da porção mais anterior, o escólex, que porta os ganchos e a ventosa, as tênias têm o restante do corpo com função reprodutora. Ele é todo dividido em proglótides, cada uma delas portando órgãos reprodutores masculinos e femininos. As proglótides posteriores são as maduras, cheias de ovos, prontas para se soltarem e eclodirem fora do hospedeiro. Como o próprio nome diz, as *Taenia* vivem solitárias no intestino humano, assim, elas se auto-fertilizam. O zigoto se desenvolve dentro das proglótides que são liberadas quando maduras (Figura 35).

A proglótide é liberada pelas fezes e os ovos que estavam dentro dela se liberam no ambiente externo. Em localidades sem saneamento básico, como nas zonas rurais, as fezes não ficam isoladas do meio ambiente, podendo ser ingerida, ao acaso, por animais como porcos e bois. Assim, os ovos ingeridos pelo porco, no caso da *T. solium*, ou pelo boi, no caso da *T. saginata*, eclodem em um novo indivíduo, a fase de oncosfera. A oncosfera encontra no do tubo digestivo desses mamíferos as condições certas para o seu desenvolvimento, entrando pela parede do intestino e se instalando na musculatura estriada. Aí, ela se transforma em cisticerco (ou popularmente chamada de canjiquinha), quando fica encistada por muitos anos.

Uma vez na carne desses animais, eles podem ser ingeridos por humanos. Se a carne estiver mal cozida, o parasita sobreviverá e entrará novamente no tubo digestivo humano. Quando chega ao intestino, o cisticerco se desenvolverá em uma nova solitária.

Ainda, uma segunda doença mais grave pode atingir uma pessoa que tenha ingerido os ovos, a cisticercose. Como a oncosfera tem seu ciclo normal em porcos ou bois, quando ela cai no tubo digestivo humano, acaba pegando outros caminhos, podendo se desenvolver em cisticerco em outros tecidos, como o cérebro. Neste caso, a cisticercose pode ser fatal.

Figura 35: Ciclo de vida de *Taenia*. Em azul, a fase no corpo humano, em vermelho, a fase no boi ou porco.



Fonte: Modificado de <http://www.dpd.cdc.gov/dpdx/HTML/Taeniasis.htm>

6.2. *Schistosoma mansoni*

Este verme causa a esquistossomose ou barriga d'água, doença muito comum em zonas rurais. Ele se aloja nos vasos sanguíneos do intestino, o que causa uma inflamação local, causando inchaço no abdômen. Eles possuem duas ventosas, uma anterior e outra posterior, que funcionam para a fixação do animal adulto nos tecidos. A boca suga o sangue do hospedeiro através de uma faringe muscular. Este é um dos poucos táxons de platelmintos que possuem sexos separados, ou seja, são dióicos. O macho tem um formato curioso: ele é recurvado com um sulco longitudinal que aloja a fêmea no período reprodutivo, enquanto a fêmea é cilíndrica.

Após a cópula, a fêmea deposita seus ovos no tubo digestivo e é excretado junto com as fezes para o meio ambiente. Se cair em água doce, o animal eclode na forma de um miracídio, um tipo de larva livre-natante. Os hospedeiros intermediários são caramujos, p. ex. *Bioamphalaria*, nos quais o miracídio penetra ativamente através do tegumento. No corpo do caramujo, os miracídios se desenvolvem e começam a se reproduzir assexuadamente, dando vida a duas gerações de inúmeros *Schistosoma*. Após esta fase, são liberadas pelo caramujo várias cercárias, formas livre-natantes que têm a capacidade de penetrar na pele do hospedeiro humano. Daí, a cercária dentro dos vasos sanguíneos se desenvolve em adultos que se fixarão próximo ao intestino.

Esta também é uma doença que ocorre em localidades sem saneamento básico, pois é

necessário que haja corpos d'água com fezes humanas e que são visitados frequentemente por pessoas, como pescadores ou banhistas.

:: FIQUE LIGADO!! ::



As doenças causadas pelos platelmintos e pelos Nematoda (próxima unidade), ou seja, pelos vermes, continuam a contagiar as pessoas por um fator muito importante. Qual é este fator?
Qual a relação deste fator com as condições sociais e de saneamento das populações afetadas?

UNIDADE 7

VERMES BLASTOCELOMADOS: FILO NEMATODA E OUTROS

Para além dos platelmintos, vistos na unidade anterior, existem mais de dez filões de animais que podemos chamar de vermes. Vários deles possuem uma cavidade interna entre o tubo digestivo e os tecidos mais externos, ao contrário dos platelmintos que não têm cavidade alguma. Esta cavidade é o blastoceloma, um espaço interno que todos os embriões de Eumetazoa possuem no começo do desenvolvimento, mas que se mantêm na fase adulta apenas nesses vermes blastocelomados.

Uma cavidade no corpo do animal preenchida por fluidos é importante por diversas razões: funciona como esqueleto hidrostático, como espaço para circulação, como forma de uso em estruturas que se movem por pressão, como espaço para o desenvolvimento de órgãos, entre outras funções. Além dos blastocelomados, a maioria dos táxons animais possuem uma cavidade interna, o celoma, como as minhocas, os insetos, os vertebrados e os moluscos. Acredita-se que o aparecimento do celoma no ancestral destes animais tenha ajudado no grande sucesso evolutivo e diversificação existente nos dias de hoje.

O principal filão dos vermes blastocelomados é Nematoda, que contém alguns animais comuns, como as lombrigas (Figura 36). Na verdade, eles são tão comuns que existem indivíduos nematódeos microscópicos sobre quase todas as superfícies à nossa volta (Figura 37), incluindo nós mesmos. Talvez eles sejam os animais mais abundantes do planeta, vivendo em quase todos os ambientes marinhos, terrestres e de água doce. Os mais conhecidos são os parasitas, como a já citada lombriga, que causam doenças comuns como amarelão, bicho geográfico, elefantíase, oxiuríase, entre outras.

Figura 36: Lombriga (Nematoda).



Fonte: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic-art/396985/30686/The-nematode-Ascaris-lumbricoides-is-a-multicellular-organism>

1. NEMATODA

1.1. PLANO BÁSICO

Os nematódeos são vermes cilíndricos, de simetria bilateral e que apresentam cefalização, pela presença de gânglio e órgãos sensoriais. Eles têm boca e ânus, portanto, um tubo digestivo completo.

O tegumento é coberto completamente por uma cutícula com várias camadas acima da primeira camada de células da epiderme. Essas camadas apresentam fibras de colágeno e proteínas que ficam dispostas em diferentes direções, o que dá a elas uma grande resistência. Isso permite que o animal consiga sobreviver em ambientes hostis como a terra seca e o intestino de um hospedeiro. Durante o seu crescimento, o animal troca de cutícula quatro vezes, um processo que se chama muda. A cutícula é muito diversificada nas espécies de Nematoda, desde lisa, como a da lombriga, até com ornamentos variados, de setas compridas a sulcos e dobras.

A epiderme é formada pela ectoderme. Logo abaixo está a musculatura, formada pela mesoderme (lembre-se que ele é triblástico), que forma as paredes externas do blastoceloma. A parede de dentro é o tubo digestivo que foi formado pela endoderme. Quando o embrião sofre a gastrulação, que forma a endoderme e o tubo digestivo, ele é oco, apenas com uma camada externa de células. Esta é a fase de blástula e a cavidade chama-se blastocele. Após o embrião se desenvolver, esta cavidade persiste como o blastoceloma. Ela é preenchida por um fluido com muitas substâncias diluídas em água, como proteínas, sais, amônia e açúcares, por exemplo, onde estão submersos órgãos como os sistemas reprodutor e o excretor.

Os Nematoda não têm estruturas respiratórias ou circulatórias, apesar do blastoceloma cumprir em parte estas funções. As trocas gasosas ocorrem por difusão pelas células do tegumento.

1.2. ALIMENTAÇÃO E OUTRAS FUNÇÕES VITAIS

Existem as mais variadas formas de alimentação entre os Nematoda: comedores de depósitos marinhos, detritívoros, predadores, entre outros, sendo o parasitismo de animais e plantas muito comum. A boca tem estruturas variadas relacionadas a forma de alimentação, como estiletos para predação, papilas, cerdas, ganchos, mandíbulas, etc., dispostas radialmente em volta dela. A faringe tem uma mobilidade razoável, podendo servir para protrair estruturas e sugar líquidos.

Figura 37: Nematoda de vida livre do solo.



Fonte: http://kentsimmons.uwinnipeg.ca/16cm05/16labman05/lb5pg8_files/bene_nematode_l.jpg

Possuem um sistema excretor simples formado por duas a três células muito grandes imersas no blastoceloma, as células renete. Elas absorvem amônia e principalmente excesso de água (função osmorregulatória) do blastoceloma e excreta para o meio externo por um poro próprio. Muita amônia também sai por difusão do organismo.

O sistema nervoso é formado principalmente por um cordão nervoso longitudinal ventral e outro menor dorsal, interligados por uma série de nervos laterais e transversais que variam nos táxons. Na parte anterior do corpo, existe um anel nervoso em volta do tubo digestivo e um gânglio cefálico principal, além de vários outros gânglios menores. Aí também ocorrem quimiorreceptores especializados e cerdas e papilas variadas com função tátil.

Os Nematoda apresentam apenas musculatura longitudinal com células dispostas homogeneamente na parede do blastoceloma. Por isso, eles apenas fazem movimentos ondulatórios, como os de um chicote. Com a ajuda de cerdas, espinhos e estrias e a força do esqueleto hidrostático do fluido do blastoceloma (pense em um balão cheio de água), eles se locomovem sobre substrato sólido e nadam.

Quadro de diagnose

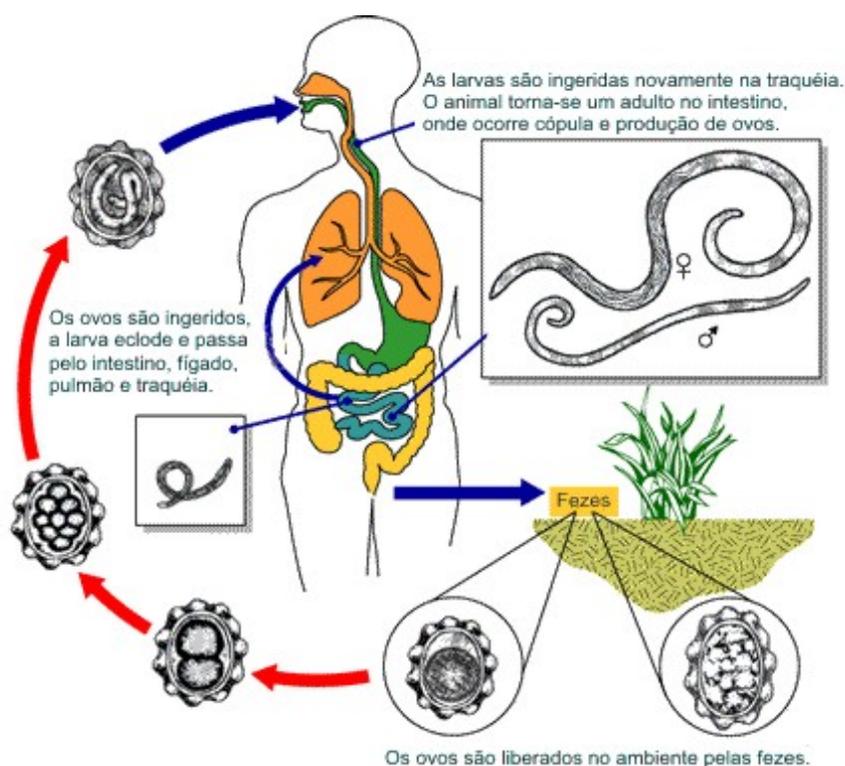
- ✓ Vermes cilíndricos, triblásticos, bilaterais, cefalizados e com uma cavidade interna, o blastoceloma;
- ✓ Presença de uma cutícula com várias camadas recobrendo todo o corpo, que é trocada algumas vezes durante o desenvolvimento, o processo de muda;
- ✓ Tubo digestivo completo, com boca, envolta por estruturas complexas, e ânus;
- ✓ Sistema nervoso com cordão ventral e dorsal, além de vários outros menores, gânglios e estruturas sensoriais anteriores;
- ✓ Musculatura longitudinal de origem mesodérmica revestindo o blastoceloma;
- ✓ Sistema excretor simples de células renete;
- ✓ Espécies dióicas, com sistema reprodutor complexo;
- ✓ Representantes marinhos, de água doce e terrestres, de vida livre e parasitas de plantas e animais;
- ✓ Provavelmente, os animais mais abundantes da Terra, presentes em quase todas as superfícies;
- ✓ Mais de 25.000 espécies descritas.

1.4. PARASITAS DE HUMANOS

Nematoda tem uma grande diversidade de parasitismos em plantas e animais. Por outro lado têm ciclos de vida mais simples dos que vimos nos Platyhelminthes, envolvendo menos hospedeiros.

Os nematóides parasitas de humanos mais conhecidos no Brasil são a lombriga e o oxiúros e os causadores da elefantíase e amarelão, mas existem muitas outras.

A lombriga, *Ascaris lumbricoides*, infesta uma grande população no Brasil, sendo comum nas zonas rurais. São vermes grandes, podendo chegar a uns 20 centímetros, que infestam o intestino do hospedeiro (Figura 38). Elas produzem grande quantidade de ovos que saem do corpo do hospedeiro nas fezes. Em locais de pouco saneamento básico, sem sistema de esgoto, aumenta-se a chance desses ovos serem engolidos por outras pessoas, principalmente quando comem hortaliças ou com a falta de higiene nas refeições. Dentro do corpo, a larva eclode e entra ativamente pela parede do intestino humano, entrando na circulação sanguínea e vai se desenvolvendo a medida que passa por fígado, coração, pulmões e brônquios. Ao chegar no esôfago a larva é engolida novamente e quando chega ao intestino se torna adulta. A fase adulta não passa de um ano de duração, mas os ovos podem durar anos no meio ambiente. O tempo da ingestão dos ovos até a fase reprodutiva é de aproximadamente 3 meses. Algumas infestações são tão populosas, podendo chegar a centenas de indivíduos, que pode causar maiores problemas à pessoa infectada. Inclusive, pode criar cenas de horror, ao ter indivíduos sendo expelidos pelo ânus, boca e até pelo nariz!

Figura 38: Ciclo de vida de *Ascaris lumbricoides* (Nematoda), a lombriga.

Fonte: <http://www.dpd.cdc.gov/dpdx/HTML/Ascariasis.htm>

O *Enterobius vermicularis* também é um parasita intestinal com infecção através da ingestão de ovos. Ele é bem menor que a lombriga e causa a oxiurose, doença caracterizada pela coceira no ânus. As fêmeas grávidas saem pelo reto e ficam ativas no ânus, causando o prurido e liberando ovos para o ambiente externo, podendo ficar em qualquer superfície como roupas ou alimentos. É muito comum em crianças, pois após se coçar acabam levando a mão à boca mais tarde. Este verme é muito comum em todo mundo e infestam, surpreendentemente, populações de países ricos também.

O *Ancilostoma duodenale* também infesta o intestino humano e causa o amarelão. Este parasita suga sangue das paredes do intestino, fazendo o hospedeiro perder muito sangue. Os ovos são levados pelas fezes e, no meio ambiente, se desenvolvem em larvas. Elas entram na pele das pessoas ativamente, facilitando em populações com pessoas que andam descalças. Elas caem na corrente sanguínea e passam pelo coração, pulmões e traquéias, quando são engolidas novamente e se desenvolvem em adultas no intestino. Uma espécie do mesmo gênero, *Ancilostoma braziliense*, infecta intestinos de cães e gatos, mas as larvas podem penetrar a pele humana. Este é o bicho-geográfico, doença comum de contágio em praias, que causa coceiras na pele pela locomoção da larva perdida em um hospedeiro errado. Nesse caso, o ciclo não se completa.

O verme causador da elefantíase (ou filariose) apresenta um ciclo mais complexo pela

presença de um hospedeiro intermediário, que podem ser muriçocas de várias espécies diferentes. Os adultos de *Wuchereria bancrofti* infectam os vasos linfáticos, causando inchaços enormes nas pernas principalmente (por isso o nome da doença), mas também no escroto ou nos seios. Os adultos produzem juvenis que migram pelos vasos linfáticos e sanguíneos, até serem sugadas pela muriçoca quando ela pica um humano. O desenvolvimento da larva se dá no hospedeiro intermediário e finaliza ao inseto picar novamente outra pessoa, onde ele se desenvolve no adulto.

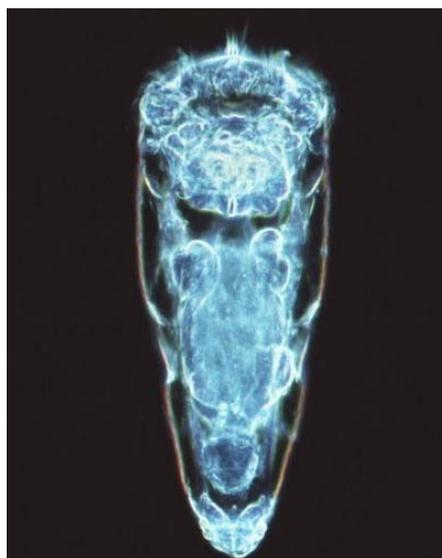
2. FILO ROTIFERA

Os rotíferos são vermes microscópicos muito comuns na água doce e no mar, podendo ser encontrados em pequenas poças d'água ou em solos úmidos de florestas (Figura 39). Eles possuem coroas ciliares na extremidade anterior, que batem de forma sincronizada, que se assemelham a rodas girando rapidamente (daí o nome do filo), que servem para a natação. Esses animais têm o plano básico muito parecido com os dos Nematoda, exceto pela coroa e uma mandíbula interna que serve para triturar o alimento.

Têm formas variadas de alimentação, incluindo detritívoria, filtração da água, predação, entre outras. Pela sua abundância e diversidade, são importantes representantes de diversos ecossistemas aquáticos.

Os representantes deste filo possuem uma característica impressionante, compartilhada por algumas espécies de Nematoda: suas espécies possuem um número fixo de células que não muda após atingir a fase adulta.

Figura 39: Representante de Rotifera.

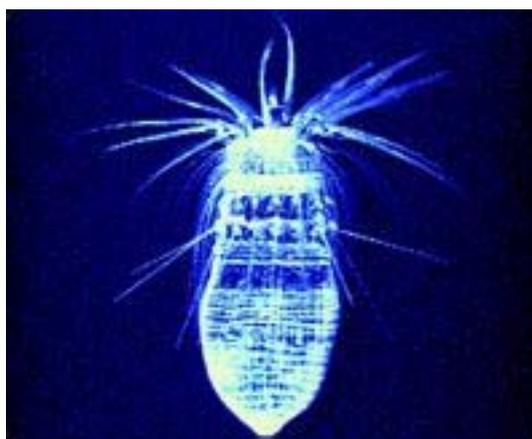


Fonte: <http://www.sciencephoto.com/media/366364/enlarge>

3. OUTROS FILOS DE BLASTOCELOMADOS

Existem vários outros filos de vermes blastocelomados de menor importância ecológica e em diversidade, cada um deles com características próprias, apesar de manterem o plano básico blastocelomado semelhante ao dos Nematoda. Alguns se diferenciam pela presença de variados e grandes espinhos, cerdas, carapaças e ornamentações cuticulares, como Loricifera (Figura 40), Gastrotricha e Kinorhyncha.

Figura 40: Loricifera.



Fonte: http://www.senckenberg.de/root/index.php?page_id=3920

Os Priapula apresentam uma probóscide eversível e são animais marinhos que podem ser grandes, atingindo até 20 centímetros de comprimento. Os Nematomorpha têm tubo digestivo reduzido, absorvendo alimento pelo tegumento. Os Acantocephala são parasitas de intestinos de vertebrados, principalmente peixes. Gnatosthomulida é formado por por microscópicos vermes intersticiais e Cyclophora foi descoberto em 1995 como comensais em pernas de crustáceos decápodes.

4. FILO NEMERTEA

Os nemertinos são vermes predominantemente marinhos, mas com representantes de água doce e terrestres. São triblásticos, bilaterais com sistema nervoso, protonefrídios e estruturas sensoriais bem parecidas com os dos platelmintos. Mas possuem um tubo digestivo completo, com ânus, sistema circulatório fechado e uma cavidade interna diferente, a rincocela, que guarda a probóscide eversível. Eles usam esta estrutura para a captura de presas quando a everte de dentro da boca com forças musculares e hidrostáticas.

Esses animais são principalmente bentônicos marinhos (vivem no fundo) e podem atingir tamanhos bem grandes, com registros de animais de 60 metros de comprimento! Muitas espécies são muito coloridas também.

A quantidade de características derivadas, como o sistema circulatório fechado, a musculatura em várias camadas e a rinocele faz alguns pesquisadores acreditarem que este filo seja celomado. Por outro lado eles têm caracteres semelhantes a platelmintos. A única certeza é que este filo é mais uma demonstração da espetacular diversificação e história evolutiva dos animais, especialmente dos invertebrados. A quantidade, a diversidade e importância ecológica dos vermes é impressionante e o que há ainda para se descobrir está além da nossa imaginação.

:: PERGUNTAS?? ::



Porque os Nematoda são parasitas tão comuns e tão importantes causadores dos seres humanos?
Quais são as características comuns aos Nematoda que favoreceram evolutivamente este hábito?

REFERÊNCIAS

- Barnes, R.S.K., Calow, P. & Olive, P.J.W. 2007. Os invertebrados. 2ª edição, São Paulo, Editora Atheneu.
- Brusca, C. & Brusca, G.J. 2007. Invertebrados. 2ª edição, Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan.
- Hickman Jr., C.P., Roberts, L.S. & Larson, A. 2004. Princípios Integrados de Zoologia. 11ª edição, Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan.
- Ribeiro-Costa, C.S. & Rocha, R.M. 2006. Invertebrados – manual de aulas práticas. 2ª edição, Ribeirão Preto, Holos, Editora.
- Ruppert, E.E., Fox, R.S. & Barnes, R.D. 2005. *Zoologia dos Invertebrados*. 7ª edição, São Paulo, Livraria Roca Ltda.



Homenagem ao Pólo de Apoio Presencial de Pombal, Paraíba.