



Introdução à Protostomia e Spiralia

Prof. Luiz Rafael Silva da Silva

Descrição

A aquisição da bilateralidade para a exploração de novos nichos ecológicos e as consequências do aparecimento de uma mesoderme nos animais.

Propósito

O entendimento do processo evolutivo se dá pelo acompanhamento de aquisições de caracteres ao longo do tempo pelos seres vivos. O estudo da presença da bilateralidade e da mesoderme possibilita analisar o desenvolvimento dos animais e sua diversidade.

Objetivos

Módulo 1

Bilateria e Protostomia

Identificar os aspectos evolutivos de Bilateria e Protostomia.

Módulo 2

Diversidade de Platyhelminthes

Comparar os nichos ecológicos da grande diversidade de Platyhelminthes.

Módulo 3

Importância dos rotíferos nos ciclos de matéria

Reconhecer a importância dos rotíferos nos ciclos de matéria em ambientes naturais.

Módulo 4

Deuterostomia de Chaetognatha

Analisar a deuterostomia de *Chaetognatha* em relação aos outros protostomados.

Introdução

À espreita de sua presa, um verme pré-histórico, caçador, aguarda o momento certo para ativar sua musculatura e dar o bote para ter sua refeição. Sensações físicas e químicas percorrem o tegumento

do animal, sendo recebidas por terminais nervosos que conduzem a informação a uma pequena massa conglomerada de neurônios, um pequeno cérebro, ganglionar, que se aloja em sua cabeça.

Com cabeça, um cérebro em local determinado e tecidos originados de três folhetos distintos, esse pequeno verme pré-histórico representa um marco na evolução e surge com novidades evolutivas marcantes, relacionadas ao seu desenvolvimento e também às suas características embrionárias.

Esse ser é ancestral de milhões de outros seres atuais. O estudo dessas aquisições evolutivas, ao longo deste conteúdo, vai ajudar você a relacionar toda a diversidade de animais recentes, em uma emaranhada teia de interações filogenéticas. Observe e analise o quanto os grupos diretamente originados desse ancestral influenciam direta, ou indiretamente sua vida, atuando próximo a você ou ao seu redor.

AVISO: [orientações sobre unidades de medida](#).

Orientações sobre unidades de medida

Em nosso material, unidades de medida e números são escritos juntos (ex.: 25km) por questões de tecnologia e didáticas. No entanto, o Inmetro estabelece que deve existir um espaço entre o número e a unidade (ex.: 25 km). Logo, os relatórios técnicos e demais materiais escritos por você devem seguir o padrão internacional de separação dos números e das unidades.



1 - Bilateria e Protostomia

Ao final deste módulo, você será capaz de identificar os aspectos evolutivos de Bilateria e Protostomia.

Surgimento da bilateralidade e da mesoderme

Que tal fazermos uma viagem no tempo até cerca de 585 milhões de anos atrás? Dentro de um ambiente ainda inóspito, de uma Terra no período Pré-Cambriano, mais precisamente no Ediacarano. Nessa época, nosso planeta passava por diversos momentos de glaciação, e um grande continente chamado Gondwana era formado.

Nesse continente, um pequeno ser, vermiforme, deixa rastros no sedimento parecendo saber aonde vai. Ele se locomove com sentido e orientação. Não está mais a esmo. Esse registro de locomoção é a evidência de duas características complementares: **cabeça e simetria bilateral**.

Esses dados são resultado de uma longa pesquisa publicada na revista Science, em 2012, e mudaram muita coisa na forma de pensarmos a origem da bilateralidade



Hallucigenia, indivíduo vermiforme que existiu há 541 milhões de anos.

Mas o que seria simetria?

Quando falamos na simetria dos animais, observamos a influência do processo do desenvolvimento embrionário em sua estrutura final e, a partir disso, como será seu comportamento, fisiologia e nichos ecológicos.

A simetria definirá a distribuição das estruturas internas, suas localizações, e influenciará diretamente os hábitos desses seres. A melhor forma de compreendermos como ela pode nos ajudar a identificar esses fatores é compararmos dois de seus tipos: **a simetria radial e a simetria bilateral**.

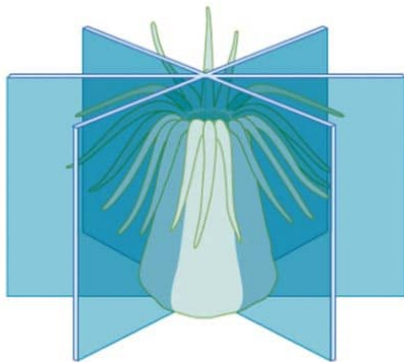
Simetria radial

Esse é um tipo de simetria em que o desenvolvimento embrionário leva a uma distribuição equânime de estruturas corporais por todos os eixos do corpo.

Pense em um cilindro. Note que esse bloco pode ser dividido em qualquer eixo, e o resultado sempre será com duas metades iguais. Pense, por exemplo, em uma anêmona. Perceba que você pode dividi-la em qualquer eixo e, mesmo assim, as duas metades serão iguais.



Observe a imagem abaixo que ilustra este exemplo. Três cortes foram feitos na anêmona:



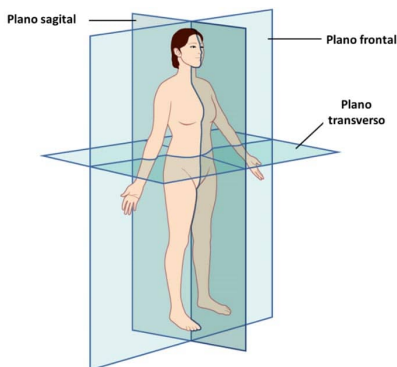
Anêmona e a demonstração da simetria radial.

Viu que as metades no primeiro corte são iguais? Notou que as metades do segundo e do terceiro cortes também são? Ou seja, em qualquer direção que houver a secção desse ser, suas metades sempre serão iguais.

Simetria bilateral

Esse tipo de simetria só permite a divisão igual entre as metades do corpo apenas por um eixo. Pense um pouco em você... é, você mesmo! Fique de pé e imagine a sua divisão em duas partes iguais. Como seria essa divisão?

Agora, observe a imagem abaixo e veja algumas possibilidades:



Os planos de divisão corporal.

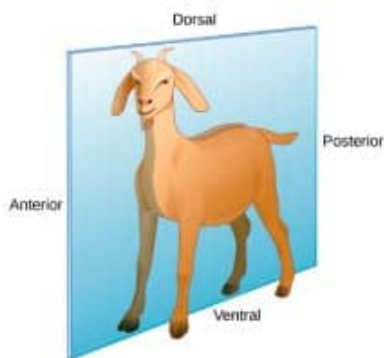
Bem, você viu que existe uma única opção para se dividir em partes iguais, correto? Então, isso determina que somos seres com simetria bilateral.

Mas qual a relação entre a nossa estrutura e a de uma anêmona?

Resposta

Existe algo muito especial em nós que evidentemente não existe nela. A cabeça! É a cabeça que nos indica as direções e nos permite tomar os caminhos que desejarmos. Foi essa condição especial de **bilateralidade** que possibilitou o aparecimento dos primeiros animais caçadores.

A bilateralidade acaba determinando não só as metades iguais em uma divisão, mas também dá origem a outras seções no organismo de bilateria.



Um exemplo de animal com simetria bilateral.

Se fizermos uma secção frontal, teremos a divisão em uma porção dorsal e uma porção ventral. Caso façamos uma secção transversal, teremos uma porção anterior e outra posterior. Já em uma secção sagital, temos um lado direito e um esquerdo – e ambos são simétricos.

Viu como a bilateralidade permitiu ao indivíduo animal se orientar? Fique com isso em mente para o momento em que falarmos dos processos de predação!

Mas como a bilateralidade se origina no desenvolvimento embrionário?

Primeiramente, precisamos entender que a bilateralidade está intimamente ligada a dois caracteres importantes no processo evolutivo:

- A formação de um eixo corporal anteroposterior durante o desenvolvimento.
- O surgimento de mais um **folheto embrionário**, o terceiro, chamado de mesoderma.

Folheto embrionário

Existem três folhetos embrionários: ectoderma, endoderma e mesoderma. No caso, os animais pertencentes ao grupo dos cnidários, por exemplo, apresentam apenas os dois primeiros folhetos.

Os folhetos embrionários dão origem às estruturas corporais do animal. A mesoderme começa a surgir, a princípio, com um grupo de animais gelatinosos chamados de **ctenóforos**.

Mas por que a princípio? Análises biomoleculares indicam que a mesoderme desses seres gelatinosos tem uma origem diferente da dos outros indivíduos triblásticos (também chamados de Bilateria).



Um ctenóforo. Seria sua mesoderme homóloga à dos Bilateria?

Com isso, podemos relacionar a triploblastia com a bilateralidade. Suas condições permitiram o desenvolvimento de estruturas que proporcionaram a conquista de diversos ambientes e uma grande variedade de formas.

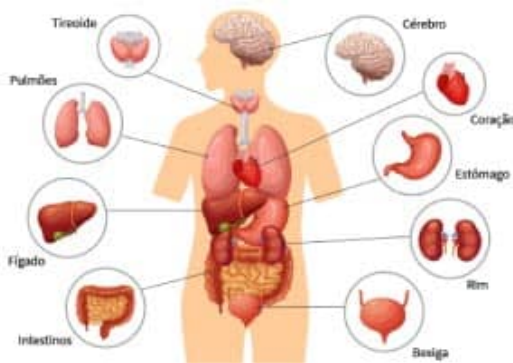
Vamos falar sobre a mesoderme!



A mesoderme é um tecido embrionário que, na maior parte das vezes, fica entre a ectoderme e a endoderme. Ela apresenta sua origem a partir de um tecido formado na gastrulação (fase de desenvolvimento do embrião) chamado de mesentoderme.

A mesoderme comumente originará na organogênese estruturas como músculos e vasos de condução. Obviamente, você poderá encontrar exceções ao longo de seus estudos, mas, de maneira geral, ela tem essa função.

Surgimento do celoma e diferenciação do pseudoceloma



Pense um pouco em seus órgãos: coração, estômago, intestino, pulmões e rins, entre outros. Observe a localização de cada um deles. Agora pense: por qual motivo, ao nos mexermos, nos contorcemos, nos comprimimos e esticamos sem danificar esses órgãos? Por que, ao fazermos um exercício abdominal, não esmagamos nosso estômago e intestino?

Você alguma vez já parou para pensar que toda nossa musculatura estriada esquelética teria esse potencial caso nossos órgãos não tivessem alguma "proteção"?

Ao longo do desenvolvimento evolutivo dos animais, alguns desses indivíduos apareceram com cavidades criadas pela mesoderme que poderiam muito bem comportar órgãos, embebendo-os em fluidos extracelulares e, assim, protegendo mais essas estruturas.

O celoma

O nome "celoma" tem origem grega, proveniente de *koiros*, que significa cavidade ou seja, **o celoma é uma cavidade real**, interna ao corpo de boa parte dos animais.

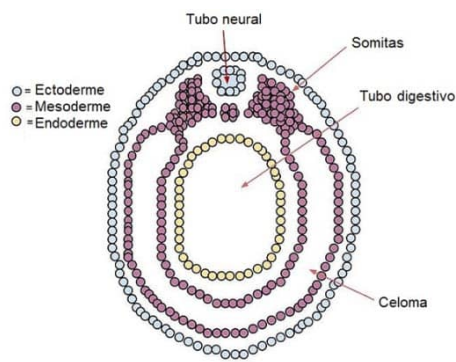
O celoma é uma aquisição que simplesmente permitiu a especialização e um aumento de complexidade entre os animais. Se antes do celoma os animais não poderiam ter sistemas simples relacionados à respiração e à circulação, com o celoma surgiram indivíduos com sistemas complexos de captação e condução de gases e nutrientes, sistemas que agilizavam esse processo e indiretamente promoviam o aumento de tamanho desses animais.

Mas por que isso ocorria?

Resposta

Com cavidades que permitem a passagem de vasos específicos para condução de substâncias, nutrientes, gases e hormônios, estes demorariam muito menos tempo para trafegar de um lugar para o outro.

Esquemáticamente, analisemos um celoma:



Esquema do embrião de um celomado em desenvolvimento. Observe o celoma formado pela mesoderme.

Perceba na imagem uma cavidade específica, delimitada e separada do tubo digestivo, podendo ser dividida em compartimentos. Essa cavidade é o celoma.

Seres que apresentam celoma têm vantagens, que permitem a esses indivíduos que possam se complexificar, se diversificar e dominar uma série de novos ambientes. Abaixo, listamos essas vantagens:

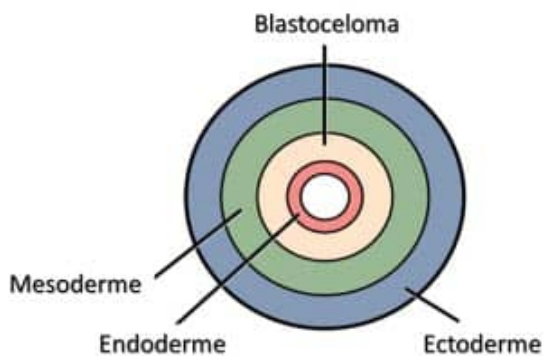
Uma cavidade flexível que protege os órgãos internos de movimentos musculares.

Um líquido que reveste as estruturas e se situa internamente a essa cavidade, que pode ter uma série de funções – entre elas, a circulação de substratos.

A possibilidade do desenvolvimento de sistemas complexos e dinâmicos para potencializar a manutenção energética do indivíduo.

A possibilidade de se ter um esqueleto hidrostático onde um fluido correrá pelas cavidades celomáticas, dando turgência e resistência à estrutura de alguns animais.

Os pseudocelomas



Desenho esquemático de um corte em blastocelomado.

Lembre-se da imagem que apresentamos anteriormente, com o esquema de um celoma. Agora observe a imagem ao lado, representando um animal pseudocelomático e, em seguida, procure destacar a principal diferença entre as duas.

Perceba que, junto ao tubo digestivo, não existe uma camada mesodérmica, ou seja, a cavidade formada não é necessariamente uma cavidade encerrada pela mesoderme, já que a mesoderme está presente apenas na região mais periférica do indivíduo.

Como o celoma é uma cavidade que se origina e é encerrada pela mesoderme, não podemos chamar a cavidade da imagem de celoma, chamamos então **pseudoceloma**. Muitos animais apresentam essa disposição e, entre eles, talvez a principal referência seja o grupo dos nematódeos, vermes pseudocelomados, com uma grande abundância de indivíduos em diversos ambientes.

'seudoceloma

Falso celoma.

Comentário

Na verdade, quando analisamos a origem embrionária dessa cavidade, vemos que o espaço (ao centro) representa uma blastocele (cavidade embrionária) que ainda permanece e, de fato, é uma cavidade verdadeira, mas que não tem a mesma origem que o celoma. Por isso, o mais comum é que ouçamos falar sobre esses indivíduos como blastocelomados, e não como pseudocelomados.

Evolução, classificação e características de Protostomia – Spiralia x Ecdysozoa

Já tratamos sobre os bilaterios, porém ainda não fizemos uma associação fundamental para compreendermos melhor esse grupo.

O grupo **Bilateria** surge a partir do momento em que um embrião oco, animal, triploblástico, começa a se originar de sua blastocele, uma estrutura que será a boca. Esta estrutura terá sua continuidade em um tubo digestivo e irá culminar, na maior parte dos animais, em um ânus. Dessa forma, surgem, ao mesmo tempo, um **ser bilateral e protostomado**.

O nome “protostomia” vem da junção de duas palavras de origem grega: *proto*, que significa primeiro, antes, e *stoma*, que significa boca. Ou seja, nesses animais a blastocele origina primeiramente a boca.

Os bilaterais se dividem em **protostomados e deuterostomados**. A diferença entre ambos está no fato de, nos deuterostomados, o ânus surgir antes que a boca ao longo do desenvolvimento embrionário.

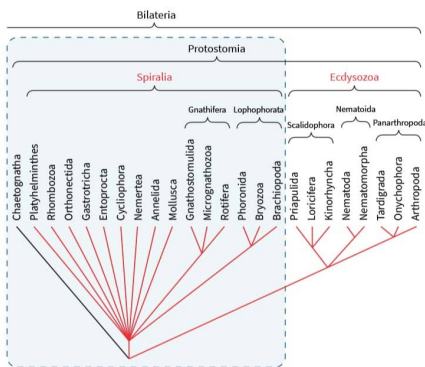
Exemplo

No desenvolvimento embrionário dos seres humanos, a blastocele gerou o ânus, o que nos classifica como bilaterais deuterostomados. Outro exemplo de animal deuterostomado são as estrelas-do-mar, inclusive essa característica nos une como parentes.

Algo que precisa ser pontuado é que, no caso dos protostomados, todos os seus indivíduos se originam de um único ancestral, sendo, assim, um grupo monofilético, e diferente dos deuterostomados, que até hoje os pesquisadores desse grupo ainda tentam montar o quebra-cabeça de sua origem.

O grupo dos protostomados se divide em dois grupos imensos: **Spiralia** e **Ecdysozoa**. Vamos analisar o cladograma ao lado e entender melhor quais caracteres separam os protostomados nesses dois grandes

grupos. Ele demonstra a monofilia de Spiralia.



Cladograma com a monofilia de Spiralia.

A característica que reúne todos os indivíduos do grupo dos Spiralia é o fato de as clivagens que ocorrem no embrião desses animais acontecerem de forma espiral. O nome “spiralia” vem da maneira como as células do embrião se dividem e se organizam.

No outro grupo, os Ecdysozoa, o embrião não se comporta dessa forma. Porém, infelizmente, esse padrão determinado anteriormente pela observação de diversos pesquisadores, não foi corroborado pelas análises moleculares e pelos agrupamentos filogenéticos.

Comentário

Surgem evidências que questionam o grupo Spiralia como um grupo que se define pela espiralização da divisão celular embrionária, de forma que, hoje em dia, alguns grupos classificados como Spiralia não apresentam esse padrão de mitose e de organização de suas células. Esse fato pode, futuramente, gerar uma revisão na classificação do grupo Spiralia.



As hipóteses filogenéticas em protostomados

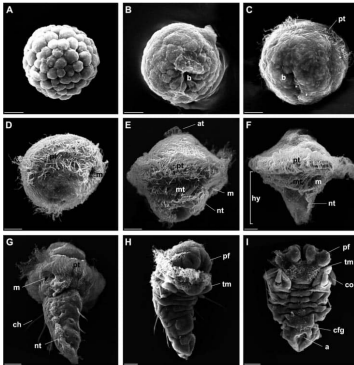
Neste vídeo, abordaremos as hipóteses filogenéticas de classificação entre os protostomados, comentando o seu histórico e discutindo a hipótese mais aceita atualmente.

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Dentro do grande grupo dos espirálíios, alguns animais apresentam um padrão de desenvolvimento larval, chamado de larva trocófora. Essa larva será muito observada ao longo do estudo dos diversos grupos de animais protostômios, mas cabe aqui a análise de suas principais características.

Essas larvas apresentam algumas bandas ciliares, que possibilitam seu movimento, principalmente em corpos aquáticos. É interessante observar que grupos, às vezes muito distintos em forma, apresentam larvas com a mesma padronização. De certa maneira, isso demonstra que tais grupos podem apresentar uma mesma origem embrionária. Observe o esquema desta pequena larva:



Esquema de uma larva trocófora e uma imagem do desenvolvimento larval de um anelídeo.

Partindo para o outro clado do grande grupo dos protostomados, temos o grupo Ecdysozoa. Esse grupo se caracteriza por mudas periódicas de sua cutícula, promovendo, desse modo, a chamada **ecdise**.



A cigarra em processo de ecdise.

Você já chegou a ver, por exemplo, uma cigarra abandonando seu exoesqueleto, ou uma borboleta saindo de seu casulo? Então, você viu um processo de ecdise. Essa é a característica principal que define todos os oito filos integrantes de Ecdysozoa!

Os ecdisozoários têm a façanha de apresentar cerca de 80% de toda a diversidade animal do planeta e uma variedade imensa de formas e tamanhos. De certa forma, a presença dessa cutícula que envolve seus corpos foi um dos principais fatores para esse sucesso evolutivo relacionado à distribuição dos indivíduos pelos diferentes ambientes. Além disso, os integrantes desse grupo não apresentam a divisão de suas células embrionárias de maneira espiral e muito menos a larva trocófora.

Dentro desse grupo, podemos definir claramente três subgrupos:



Scalidophora.



Panarthropoda.



Nematoida.

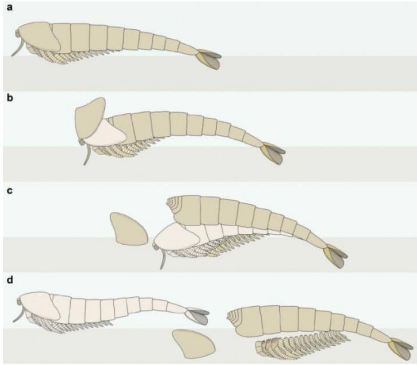
Esses grupos ainda apresentam certa nebulosidade quanto às suas origens e relações; por isso, ao observar um cladograma desse grande grupo, é possível que você veja uma tricomia, ainda não bem esclarecida, ou

seja, os três grupos saindo de um único nó.

Comentário

É claro que, ao longo dos anos, diversas hipóteses sobre a relação desses três grupos vêm sendo levantadas, mas até agora nenhuma conclusão mais precisa foi obtida.

Vejamos agora as etapas de uma ecdise, processo que ocorre naturalmente nos animais desse grupo:



Ecdise em um grupo de artrópodes do Cambriano.

Essa caminhada que trilhamos, indo do princípio dos Bilateria até o aparecimento dos ecdisozoários, na realidade levou alguns milhões de anos para acontecer e, a partir disso, uma grande explosão de diversidade aconteceu. O que você vê hoje, quando observa os diversos animais que o cercam, é uma mínima parte do resultado desse longo processo evolutivo.

Falta pouco para atingir seus objetivos.

Vamos praticar alguns conceitos?

Questão 1

De acordo com a revista Nature, um indivíduo fóssil, vermiforme *Hallucigenia*, que existiu há 541/485 milhões de anos, é um dos membros mais ancestrais dos artrópodes, nos quais se incluem os insetos, os aracnídeos e os crustáceos. É por isso que a reconstrução da cabeça do animal vai poder auxiliar no estudo da evolução desses seres vivos.

As características encontradas por meio dos restos desses seres vivos também existem em outros grupos. Por exemplo, alguns desses aspectos são comuns à Nematoida e à Scalidophora, que são

grupos de vermes. A partir desses dados, poderíamos incluir a espécie *Hallucigenia* em clados que apresentassem apomorfias, como:

- A Apresentar simetria bilateral.
- B Apresentar sistema de ecdises de cutículas.
- C Apresentar uma estrutura como um lofóforo.
- D Apresentar larva trocófora.
- E Apresentar três folhetos embrionários.

Parabéns! A alternativa B está correta.

Observa-se que o ancestral encontrado é comum aos indivíduos do grupo Ecdysozoa. Por causa disso, o caráter principal para definir esse grupo é a apresentação do sistema de ecdises de cutículas.

Questão 2

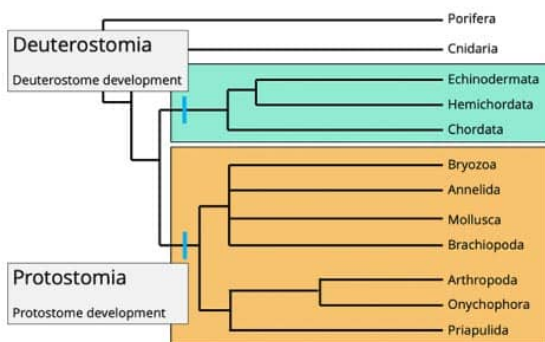
A partir da imagem abaixo, que representa um cladograma baseado no gene ribossômico 18S do DNA (18S rDNA) para a relação de parentesco entre os protostômios, podemos classificar a Protostomia como um grupo:

- A Monofilético, pois todos os indivíduos apresentam um mesmo ancestral comum direto.
- B Polifilético, pois apresenta ramos sem origem e ancestralidade definida.

- C Parafilético, pois observa-se que alguns táxons, como *Kynorincha*, *Priapulida* e *Loricifera*, são classificados em um único grupo.
- D Monofilético, já que ele não apresenta todos os ramos com uma ancestralidade comum.
- E Polifilético, pois observa-se que não há uma relação direta com os deuterostomados.

Parabéns! A alternativa A está correta.

Ao analisar a imagem do cladograma, observa-se que todos os indivíduos classificados como Protostomia apresentam um ancestral em comum, fazendo com que esse grupo seja monofilético.





2 - Diversidade dos Platyhelminthes

Ao final deste módulo, você será capaz de comparar os nichos ecológicos da grande diversidade de Platyhelminthes.

Os Platyhelminthes

Escondida no interstício do solo de uma área florestada, a planária vai fazendo o seu caminho. Como uma exímia predadora, ela vai, com sua faringe eversível, engolindo lesmas, minhocas e outros indivíduos que se encontram à sua frente. Em seu rastro, um muco pegajoso a ajuda a deslizar pelo substrato. De maneira dinâmica, esse pequeno verme achatado vai enfrentando diversos obstáculos naturais para sobreviver.



Essa narrativa conta um pouco sobre o nicho de uma planária. Um verme achatado que costuma ser bem famoso nos estudos em biologia por conta de sua incrível capacidade regenerativa.

Mas o que a planária e todos os outros representantes do filo Platyhelminthes têm de relevante não só para o ambiente, mas também para a vida humana? A resposta a essa pergunta você poderá obter ao longo de nossa trilha. A propósito, não é porque esses seres são vermes, que eles também não podem ser fascinantes.

Os platelmintos – características morfofuncionais e ciclo de vida

Dentre todos os possíveis grupos de vermes, talvez o dos platelmintos seja o mais primitivo, mas, ainda assim, complexo se comparado a indivíduos de um outro grupo, os radiatas (cnidários). Esse grupo apresenta uma série de características consideradas novas – porém sem exclusividade, – para o processo evolutivo da bilateralidade e a adaptabilidade de seus indivíduos, o que fez com que eles ocupassem espaços e nichos diversos.

A primeira característica que precisamos destacar é seu **corpo achatado**.

Essa estrutura é a mais evidente nos indivíduos do grupo. Daí vem o nome desse filo: *platys*, em grego, significa achatado, enquanto *helminthes* significa verme. Daí temos os platelmintos como vermes achatados.



Ilustração do corpo achatado de uma planária.

Para fins de comparação com os grupos já apresentados, cabe aqui enumerar as características embrionárias desses seres:

1. Todos são triploblásticos.

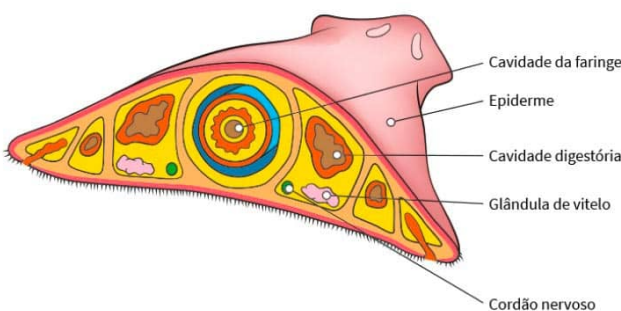
2. Apresentam a divisão de suas células embrionárias de maneira em espiral.

3. São acelomados.

Comentário

Não se sabe ao certo se a condição acelomada dos platelmintos é uma variação de um verme celomado anterior que, ao longo do tempo, perde sua cavidade, ou se realmente é um grupo ancestral dos indivíduos celomados. O que se conhece é que a ausência de cavidades no corpo desses indivíduos resulta em uma série de características fisiológicas.

Observe na imagem abaixo o que representa um platelminto ser acelomado. Perceba que o único espaço real dentro desse indivíduo é seu tubo digestivo. Não há outro tipo de cavidade.



Corte esquemático de um indivíduo acelomado. Perceba que só existem cavidades gastrofaringeas.

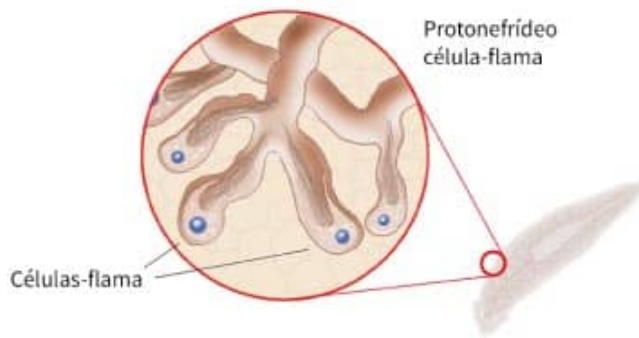
Mas se não há cavidade, onde se encaixaria um sistema circulatório, ou um sistema de vasos de condução de gases, caracterizando um sistema respiratório?

Resposta

É por isso que os animais pertencentes ao filo dos platelmintos não apresentam sistemas definidos para esses fins. Fisiologicamente, a respiração e a circulação ocorrem de outra forma.

Os platelmintos apresentam a circulação de nutrientes e gases pelo **processo de difusão**. Por conta disso, ter um corpo achatado é uma estratégia evolutiva interessante para encurtar distâncias entre as células dos indivíduos.

Algo a se destacar nos platelmintos é o surgimento de uma estrutura exclusivamente voltada para a filtração e a excreção: **os protonefrídios**.



Esquema demonstrando uma célula-flama.

Esses protonefrídios são caracterizados por terem um grupamento de cílios de tamanhos diversos que se projetam para uma pequena estrutura em forma de taça. Essa combinação dá o aspecto de uma chama para esses primeiros rins. Por isso, eles são comumente chamados de **células-flama**.

Esse processo de excreção não é o único e nem o principal nos platelmintos, que excretam a maior parte de substâncias por difusão. Mesmo assim, cabe citar essa estrutura, pois ela dá uma base para que possamos entender o processo de evolução de sistemas excretores mais complexos.

O estilo de vida dos platelmintos é definido pela sua fisiologia.

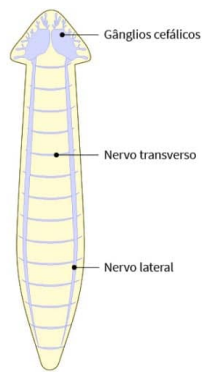
Algo muito importante a ser trabalhado em platelmintos é a sua diversidade quanto aos nichos.

Encontramos platelmintos de vida livre, herbívoros, detritívoros e muitos carnívoros, mas encontramos também, e em grande número, aqueles que apresentam uma alimentação estritamente parasitária.

Muitos platelmintos são parasitos restritos e, por conta dessa condição, mesmo entre os integrantes desse grupo, nem sempre as **estruturas fisiológicas** são as mesmas. Observe, por exemplo, o sistema digestório. Apresentar um tubo digestório relativamente desenvolvido é algo exclusivo daqueles que têm vida livre. Os platelmintos parasitos ou não apresentam tubo digestório ou apresentam estruturas curtas e rudimentares.

Outra diferença marcante é o processo de **cefalização**. De fato, os platelmintos representam os primeiros seres realmente cefalizados, que apresentam estruturas ganglionares nervosas, e estas, por sua vez, fazem o papel de centro de comando do organismo. Essa cefalização, porém, pode ser bem evidente, quanto pode não ser.

Para indivíduos predadores, como algumas planárias, uma cabeça bem definida é algo fundamental para sua ação de caça. Perceba na imagem ao lado toda a distribuição nervosa de um desses indivíduos. Note que, a partir de um gânglio cerebral, se originam cordões nervosos que inervam diversas regiões do corpo.



Desenho esquemático do sistema nervoso em uma planária.

O **processo de reprodução** dos platelmintos também é diverso, apresentando variações que se adequam ao seu estilo de vida. Platelmintos de vida livre podem apresentar reprodução assexuada, clivando transversalmente seus corpos, gerando novos indivíduos a partir dessa clivagem.

É comum observarmos em livros didáticos e vídeos o exemplo de uma planária, cortada em diversos pedaços, sendo que cada um desses pedaços gera um novo ser. Esse processo ocorre pela capacidade de diferenciação que algumas células da região mediana desses indivíduos apresentam, podendo se transformar em vários tipos celulares.

Platelmintos de vida livre também se reproduzem sexuadamente, assim como os de vida parasitária. É importante sinalizar que, neste quesito, as estruturas reprodutoras são muito bem desenvolvidas e definidas. Alguns platelmintos são monoicos e outros são dioicos, mas independente disso a formação de gônadas é clara e pode ser facilmente observada em qualquer indivíduo, utilizando um microscópio.

A classificação dos platelmintos

A classificação de platelmintos ainda é confusa, pois, mesmo se tratando de um grupo monofilético, internamente sua organização é bem complicada. Atualmente, contamos com quatro **grupos**:

grupos

Caracterizados como classes.



Turbellaria.



Trematoda.



Monogenea.

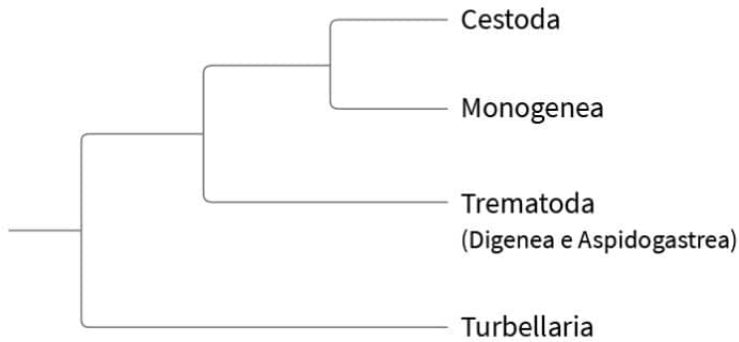


Cestoda.

Comentário

Essa quantidade de grupos pode sofrer alterações, pois observa-se que Turbellaria provavelmente não é um grupo monofilético.

Abaixo, vemos de maneira simplificada como as quatro classes de platelmintos estão relacionadas filogeneticamente:



A filogenia do filo Platyhelminthes.

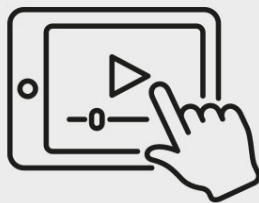
Vamos iniciar, então, nossa trilha pelos grupos de platelmintos.



Xenacoelomorpha – um novo filo para vermes sem lar

Neste vídeo, falaremos sobre a criação do filo Xenacoelomorpha, que engloba uma série de indivíduos que antes eram classificados como platelmintos.

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Turbellaria

A este grupo pertencem as famosas planárias! Esses seres com aspecto vermiforme, mole e pegajoso, com uma epiderme ciliada, e que podem frequentar uma série de ambientes em nosso planeta.

Comentário

É bem provável, durante uma trilha em uma floresta (caso você pratique essa atividade), que você tenha esbarrado com uma dessas figuras por aí. Porém, como muitas delas podem ser diminutas, também é provável que você nem tenha percebido esse encontro.

Turbelários são indivíduos, em sua maior parte, de vida livre. Costumam ser bem pequenos, e uma significativa parte das espécies desse grupo está presente no mar. O interessante é observar a diversidade de cores desses indivíduos no ambiente marinho.

Em relação ao seus **hábitos alimentares**, podemos falar que, em sua maioria, as planárias são predadoras, tendo algumas detritívoras, poucas comensais, herbívoras – e até mesmo algumas, parasitas. Perceba que esses indivíduos apresentam uma diversidade enorme de nichos e de habitats, evidenciando o seu sucesso ecológico e evolutivo.



Exemplos da diversidade de formas e cores das planárias.

Dentre as características importantes que podem ser observadas na classe Turbellaria, podemos citar:

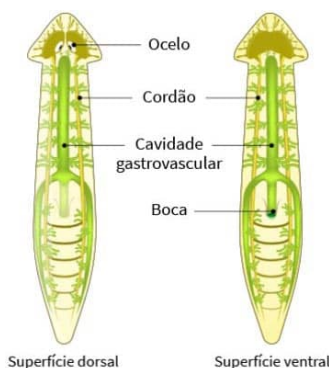
Expansões em sua região cefálica

Chamadas de aurículas. Essas expansões servem para captar estímulos químicos e físicos do ambiente. De certa forma, isso colabora para que o indivíduo possa sentir variações e mudanças que possam colocá-lo em perigo.

Presença de ocelos

São estruturas fotorreceptoras que têm a capacidade de distinguir luz e sombra. Isso ajuda as planárias a se esconderem em locais longe de predadores.

Já que estamos falando sobre alguns hábitos da planária, vale a pena mencionar a predação que elas exercem sobre diversos indivíduos em substratos terrestres e marinhos. Um órgão de destaque para essa ação predatória é sua faringe, uma estrutura eversível, com capacidade elástica que culmina em um intestino de fundo cego sincicial.



Ao se aproximar de sua presa, a planária pode ter duas formas de ação. Caso sua presa seja menor, ela, com a sua faringe, ingere a vítima completamente, promovendo uma digestão intracorpórea e extracelular.

De outro modo, caso a presa seja maior que esse verme, a planária confecciona algumas armadilhas, que deixam a vítima parada em um local. Com isso, a planária joga conteúdo enzimático digestivo no pobre infeliz que está preso. Pronto! Uma vítima previamente digerida está pronta para ser sugada pela faringe de nosso turbelário. Na imagem ao lado, mostramos algumas estruturas das planárias.

Curiosidade

A predação e a fome voraz das planárias já foram objeto de estudo por conta de um caso ocorrido na Grã-Bretanha na década de 1960. Uma planária típica da Nova Zelândia, medindo cerca de 15 a 20 centímetros, foi introduzida por acidente em solo britânico. Tal planária começou a se alimentar de minhocas presentes no solo, reduzindo assim as populações dessas minhocas. Com isso, tempos depois, começou-se a observar que o solo da Grã-Bretanha e da Irlanda estava escasso em nutrientes, além de ter seu processo de

aeração interrompido, já que as minhocas não desempenhavam mais seu papel. Ou seja, a introdução acidental dessa planária causou um grande impacto ecológico na região.

Por esse motivo, ao estudarmos os Turbellaria, temos um campo imenso de análises ecológicas a ser desbravado. Tratam-se de animais que apresentam papéis-chave em diversas cadeias tróficas. Sendo assim, a ciência da biodiversidade desse grupo ajuda no processo de conservação e manutenção ambiental.

Reprodução em turbelários

Neste grupo, merece especial atenção seu processo reprodutivo. Os turbelários apresentam uma das reproduções assexuadas mais exemplificadas em livros didáticos no Brasil. De fato, a capacidade regenerativa das planárias é de se exaltar.

A partir de secções transversais, voluntárias ou não, um turbelário tem a capacidade de regenerar sua parte seccionada em um novo ser. Todo o processo de cicatrização e regeneração dessas partes é feito por células não especializadas do parênquima e da epiderme.

É incrível observar esse processo de regeneração reprodutiva. Corta-se uma cabeça, e nascem duas planárias!

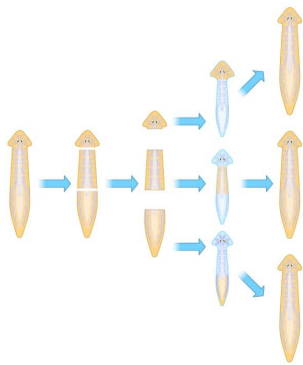


Ilustração demonstrando o processo de reprodução assexuada de planárias.

Além desse processo, as planárias também fazem a reprodução sexuada. Os indivíduos desse grupo são monoicos (hermafroditas) e, por isso, realizam a chamada fecundação cruzada, ou seja, ao mesmo tempo, os indivíduos ajustam suas gônadas reprodutivas masculinas próximo das femininas.

Os Trematódeos

Apresentaremos, neste tópico, seres que instigam nossa curiosidade. Inicialmente, ao compararmos anatomicamente os trematódeos com os Turbellaria, podemos perceber a ausência de cílios em sua epiderme. Praticamente todas as demais características são muito similares, mas existe um fator que também promove uma grande distinção entre ambos – e ele está relacionado ao seu hábito de vida. trematódeos são ecto e endoparasitos de vertebrados, ou seja, esses animais estritamente apresentam um **nicho parasitário**.

O trematódeo mais conhecido hoje é o *Schistosoma mansoni* (esquistossoma), causador da esquistossomose mansônica. Seu estudo no Brasil é intenso e muito relevante, visto que essa doença é considerada uma das principais doenças parasitárias negligenciadas em nosso país.

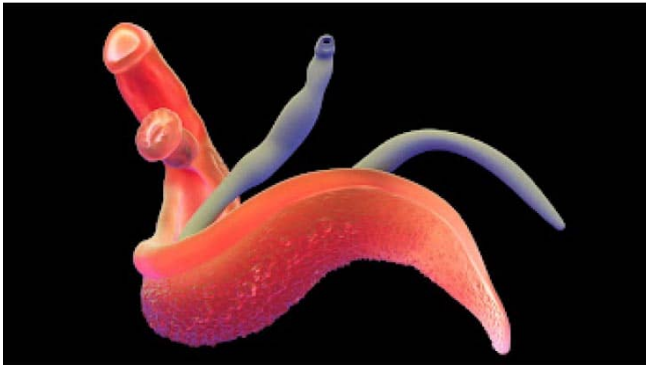


Ilustração 3D com casal de *Schistosoma mansoni*.

Os Trematoda adquiriram, ao longo do processo evolutivo, uma série de **características** para o estilo de vida parasitário, a partir das quais podemos perceber que esses indivíduos surgiram preparados para parasitar:

Uma ventosa oral, com alta capacidade sugadora.

Uma fecundidade altíssima, que permite uma grande disseminação entre hospedeiros.

A possibilidade de se encistar e ganhar resistência a diversos fatores externos.

Dentro desse grupo, destacamos a subclasse Digenea, que tem esse nome pois precisa de um hospedeiro intermediário antes de migrar para o seu hospedeiro definitivo.

Esse fato é realmente interessante, visto que o ciclo de vida de um indivíduo dessa subclasse está condicionado à presença dos seus hospedeiros, intermediários e finais. O esquistossoma, já citado anteriormente, pertence a essa subclasse.

Sobre seu processo reprodutivo, muitos indivíduos desse grupo são hermafroditas, mas alguns, como o próprio esquistossoma, podem ser dioicos, apresentando machos e fêmeas com grande dimorfismo entre eles.

Vale mencionar que as larvas desses indivíduos podem ser livres natantes, apresentando estruturas ciliares ou até mesmo caudas natatórias, como é o caso de uma cercária.



Cercária, uma das fases de desenvolvimento do Schistosoma.

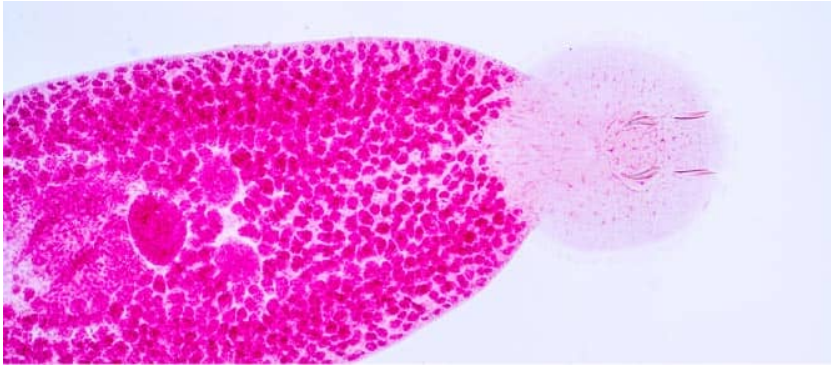
Grupo Monogenea

Provavelmente você nunca ouviu falar de um monogêneo. Isso ocorre porque esse grupo não tem tanta importância médica, talvez apenas alguma relevância nos estudos veterinários, pois a maior parte dos indivíduos desse grupo é de ectoparasitas de animais que vão desde peixes até anfíbios, ou seja, seres que vivem em ambientes aquáticos. Por esse motivo, os indivíduos desse grupo podem, economicamente, trazer problemas para as pisciculturas, já que alguns de seus componentes parasitam barbatanas, brânquias e até mesmo a cavidade oral de alguns peixes.

Todos os indivíduos de Monogenea são **monoxenos**, ou seja, em sua vida parasitária, precisam apenas de um indivíduo para cumprir todo o ciclo de vida, culminando em sua reprodução, o que já os diferencia dos Digenea, do grupo dos trematódeos.

Mas, além do ciclo de vida, o que mais pode diferenciar esse indivíduo dos demais platelmintos? ▾

A presença de uma estrutura, com ganchos ou ventosas, opostas à cavidade oral – própria para a fixação no hospedeiro –, chamada de haptor. Somente os monogêneos apresentam essa estrutura. Observe, na imagem, o haptor com os ganchos de fixação.



Assim como os trematódeos, os Monogenea **são hermafroditas** em sua maioria e promovem uma fecundação cruzada.

O grupo dos cestódeos

Se você mora ou já morou em algumas regiões no interior do país, principalmente aquelas sem saneamento, é provável que, em algum momento, tenha ouvido alguém falar sobre a famosa solitária. É comum ouvir de pessoas que nasceram antes da década de 1960, histórias de quem tenha visto ou vivenciado um processo de retirada de verme, em que um indivíduo sentava em uma bacia de leite morno, para esperar o verme sair de seu ânus. Esse incômodo verme é um platelminto do grupo dos cestódeos.

Os cestódeos são vermes parasitos exclusivos do sistema digestivo de vertebrados. São todos **heteróxeos** e costumam apresentar uma adequação muito grande aos seus hospedeiros definitivos, permanecendo às vezes por anos dentro do organismo sem serem percebidos. Algo interessante é que, como todo platelminto, além de não apresentar um sistema respiratório e circulatório, esse grupo também não tem um tubo digestivo. Mas, então, como esses indivíduos se alimentam?

Ieteróxeos

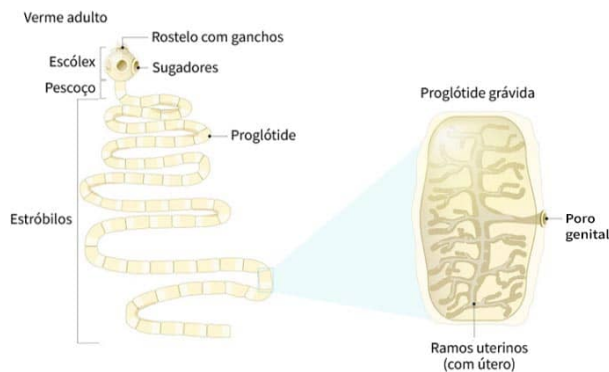
Fazem o seu ciclo completo em mais de um hospedeiro.

Resposta

Por difusão dos nutrientes previamente digeridos pelo hospedeiro, no intestino delgado. Esses nutrientes passam por difusão e já entram nas células para que ocorra naturalmente todo o processo metabólico. De

certa forma, é uma boa estratégia, pois não há gasto energético produzindo enzimas digestivas ou até mesmo no processo físico da digestão.

Morfologicamente, os indivíduos desse grupo são muito característicos, apresentando uma cabeça bem definida, chamada de escólex, e uma série de segmentos denominados proglotes, que podem se proliferar e aumentar o tamanho do indivíduo em até 10 metros.



Desenho esquemático de um Cestoda.

Cada uma dessas proglotes apresenta estruturas gonadais masculinas e femininas, já que esses seres são monoicos. Além disso, esses indivíduos promovem uma **autofecundação**, gerando milhares de ovos por dia, e aumentando a chance de proliferação para outros potenciais hospedeiros.

Dentro desse grupo, existem diversos gêneros, mas o mais conhecido é o gênero *Taenia*. Ele é o responsável pela teníase, doença que ainda assola boa parte da população no Brasil.

Principais representantes platelmintos de importância médica no Brasil

Antes de falarmos propriamente dos platelmintos parasitos patogênicos, cabe mostrar o motivo para que as parasitoses que serão aqui citadas ainda sejam uma preocupação em um país que está em desenvolvimento e que figura entre uma das principais economias mundiais.

A heterogeneidade sociocultural em nosso país é evidente. Por todo lugar no qual você passe, é possível encontrar características marcantes de cada grupo social, bem como as diferenças estruturais. Alguns lugares são bem abastecidos de serviços básicos e fundamentais para a sobrevivência humana e outros simplesmente desconhecem esses serviços e, por isso, ficam enquadrados dentro de algo chamado de **ciclo da pobreza**.

Saiba mais

No ciclo da pobreza, os bens e serviços que deveriam ser fornecidos pelo Estado não chegam às comunidades. Sem acesso à educação e à saúde de qualidade, o indivíduo não tem como conseguir melhores empregos. Sem conseguir fontes de renda maiores, ele não consegue sair do lugar onde está; por isso, temos um ciclo.



A falta de saneamento é um dos grandes problemas sociais.

Um desses serviços básicos mal oferecidos é o saneamento, que representa um conjunto de ações estruturais para melhorar a qualidade de vida humana. O tratamento de água e esgoto, e a coleta e o tratamento do lixo de maneira periódica, representam parte da estrutura do saneamento básico de uma região.

As parasitoses que veremos aqui são fruto dessa carência. Todas elas têm relação direta com a falta de saneamento básico, educação e higiene. Mesmo hoje em nosso país, com boa parte da população tendo acesso à informação, muitos ainda não sabem como interpretar e lidar com ela. Por isso, ao ler sobre as parasitoses, sempre pense que o quadro poderia ser outro se tivéssemos políticas públicas eficazes para o combate à pobreza.

Esquistossomose

Somente no Brasil, estima-se um número maior que 6 milhões de indivíduos infectados com essa doença, o que a tornou alvo de investigação de grandes instituições científicas, como a Fiocruz. Além dos problemas constantes relacionados à falta de saneamento básico, algumas regiões apresentam aumento de casos dessa doença por conta do desenvolvimento de recursos hídricos para a irrigação de plantações e a geração de energia hidrelétrica, além do represamento de alguns rios.



O desenvolvimento precário de recursos hídricos é causa do aumento de casos de esquistossomose em algumas regiões.

Todas essas modificações ambientais acabam impactando – e muito – o ciclo do parasito. Comumente, por manifestar sintomas crônicos nos indivíduos infectados, como o aumento do fígado e do baço (hepatoesplenomegalia), dilatando o abdômen, essa doença é também chamada de **barriga d'água**. Para compreendermos isso melhor, vamos analisar um pouco esse platelminto.

O *Schistosoma mansoni*, causador da esquistossomose, é um endoparasito obrigatório, com ciclo de vida heteróximo, tendo como hospedeiro final um mamífero – no caso, nós, indivíduos humanos, somos o principal hospedeiro para essa espécie. Outras espécies do gênero parasitam outros mamíferos, como cães e gatos.

Dentre os platelmintos, ele é um dos únicos gêneros a apresentar seus representantes dioicos, com grande dimorfismo sexual, sendo o macho menor, mais largo, e a fêmea, mais filiforme.



Imagem de um casal de esquistossomos observados em um microscópio.

Quando adulto, sua alimentação se dá pela absorção de nutrientes por difusão e, principalmente, pela ingestão de hemácias. Um único indivíduo tem a capacidade de ingerir cerca de 300.000 hemácias por dia. Por conta disso, já podemos concluir que um dos principais locais de alojamento desses vermes fica em nossos vasos sanguíneos e, nesse caso, nas veias mesentéricas. Com essa ingestão, não é de se espantar que eles tenham um metabolismo extremamente alto, sendo maior até do que células tumorais.

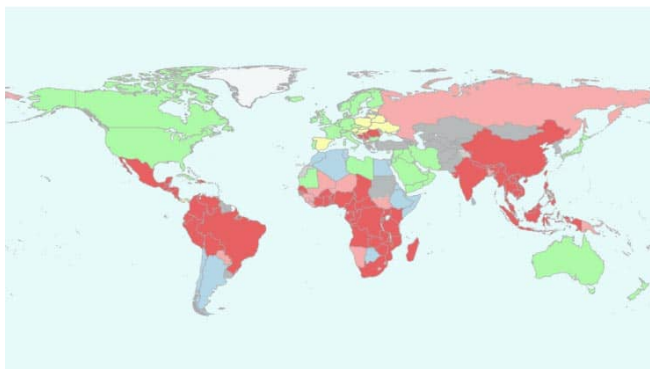
Ainda, para garantir sua reprodução, a fêmea tende a colocar cerca de 300 ovos por dia. Vale lembrar que, dentro da interação de um parasito com o seu hospedeiro, quanto menos um parasito incomodar ou for notado, mais sucesso reprodutivo ele terá, já que seu hospedeiro não tentará eliminá-lo.

Curiosidade

Ao longo do tempo, a interação *Schistosoma* X humano foi tão bem-sucedida, que existem registros de espécimes de *Schistosoma mansoni* que viveram durante 30 anos dentro do corpo de um hospedeiro sem ser notados.

Teníase e Cisticercose

Uma outra parasitose negligenciada em nosso país é a teníase. Já conhecida de longa data, essa parasitose ainda assola comunidades, principalmente do interior do país. No mapa abaixo, podemos observar a distribuição dessa parasitose no mundo. Perceba que o Brasil é considerado um local de alta prevalência dessa doença (colorido em vermelho), assim como outras regiões da África e Indo-Malaia. Por isso, é preciso muito cuidado e orientação para prevenção da teníase.



Mapa de transmissão da teníase solium e cisticercose no mundo, dados do ano de 2018.

Há dois tipos de teníases em evidência:

- Teníase solium (ligada ao consumo de carne suína);
- Teníase saginata (ligada ao consumo de carne bovina).

Para ambos os casos, o homem é o hospedeiro definitivo, ocorrendo em seu interior a reprodução sexuada desse verme. Dividindo seu ciclo de vida em fases, teríamos a primeira fase, como um ovo, bem característico desse gênero, uma larva de características bem peculiares chamada de cisticerco, e o adulto, longilíneo, aparentando uma fita.

Os indivíduos humanos podem contrair essa doença a partir do consumo de carne bovina e suína, contendo as larvas (cisticercos) das tênia. É até relativamente comum, dentro de mercados e açougues, as carnes desses indivíduos conterem algumas dessas larvas, já que as normas sanitárias para o destino de carne infectada em nosso país não são tão severas.

Recomendação

É fundamental que, ao se preparar carnes bovina e suína, elas sejam bem cozidas, pois as larvas resistem a temperaturas de até 50°C.



Taenia solium aderida ao intestino delgado.

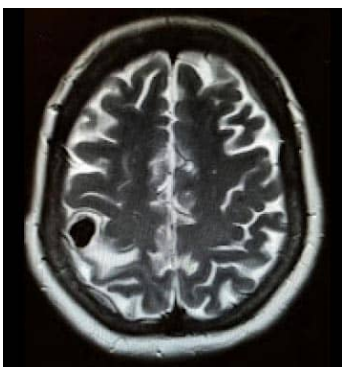
As tênia são enormes, podendo chegar a até 10 metros de comprimento. Mas, como são finas, conseguem permanecer no intestino por muito tempo antes de serem percebidas. Durante o processo de permanência no hospedeiro, as tênia podem gerar até 100.000 ovos por proglotes, o que aumenta – e muito – o risco de contaminação de outros indivíduos.

Os sintomas para a teníase são bem inespecíficos, como desconforto abdominal, perda de peso e prurido anal. Por isso, estima-se que um grande número de brasileiros esteja infectado, mas não saiba disso. E, mesmo sendo uma doença que preocupa, ela está longe de trazer consequências graves, que possam levar à morte, diferente da cisticercose, uma doença igualmente causada pela tênia, mais especificamente pela *Taenia solium*, o verme do porco.

A cisticercose ocorre quando um indivíduo ingere o ovo de uma *Taenia solium*. Esse ovo eclode no intestino, como cisticerco, que rompe a parede do intestino delgado, migrando para a corrente sanguínea, para se alimentar, principalmente, de ferro.

A partir da corrente sanguínea, o cisticerco pode se alojar em diversos locais, como músculos estriados esqueléticos, músculos cardíacos e, de forma intensa e preocupante, também pode se alojar no cérebro, ocasionando a neurocisticercose.

Dependendo do número de ovos ingeridos, vários desses cistos podem se alojar. Existem imagens clássicas de exames que demonstram o cérebro totalmente infestado por esses indivíduos. Os sintomas vão desde enxaquecas, perda de memória e mudanças de comportamento, até quadros mais graves, podendo levar o indivíduo à morte.



Embora alguns avanços já tenham acontecido para reduzir a quantidade de indivíduos infectados por platelmintos parasitas em nosso país, ainda há muito a se fazer. Vacinas com potencial para impedir o desenvolvimento do esquistossomo no indivíduo humano, por exemplo, estão sendo criadas e testadas, mas, mesmo assim, é necessária uma política pública de saúde séria e comprometida com a qualidade de vida da população.

Falta pouco para atingir seus objetivos.

Vamos praticar alguns conceitos?

Questão 1

Durante uma pesquisa realizada em um laboratório de referência de esquistossomose, com o objetivo de elaborar medicamentos que pudessem inibir a ação do indivíduo adulto no organismo humano, um integrante do grupo levantou a possibilidade de gerar um remédio que inibisse a motilidade de cílios epidérmicos, impedindo, assim, que esses platelmintos pudessem se movimentar através da corrente sanguínea.

Analisando o caso, aponte se a proposta de ação do medicamento será eficaz contra a doença.

- A Será eficaz. Ao inibir a movimentação dos cílios epidérmicos, o esquistossoma não poderá transitar pelas veias mesentéricas.
- B Não será eficaz. Trematódeos, como, por exemplo, o Schistosoma, não apresentam cílios, diferindo-os dos Turbellaria.
- C Terá eficácia, pois agirá nas principais estruturas responsáveis para o acoplamento da reprodução sexuada.

- D Não apresentará eficácia, já que esse medicamento só serviria para inibir os cílios desse verme, mas não suas ventosas de ancoragem.
- E Será eficaz, pois ela reduzirá a motilidade dos miracídeos antes de entrar nos caramujos para poder se transformar em cercária.

Parabéns! A alternativa B está correta.

Os trematódeos são anatomicamente muito similares aos Turbellaria, mas a ausência de cílios apresenta um ponto principal de separação entre os grupos. Por não apresentarem cílios, esse medicamento não terá efeito.

Questão 2

Um pequeno produtor agrícola, que abastece os mercados de uma cidade do interior, começou a notar uma redução de sua produção de vegetais folhosos, como alface e couve. Ao fazer uma análise do solo, percebeu que ele estava mais compactado que o habitual e que a concentração de nutrientes, como nitrogênio, estava abaixo do adequado.

Investigando a fauna desse solo, o agricultor encontrou em abundância indivíduos vermiformes de corpo achatado, medindo cerca de 10cm, como mostra esta imagem:

De que maneira a presença desses indivíduos pode ter colaborado para a redução da produção agrícola?

- A Tais indivíduos são predadores de minhocas, reduzindo a população desses anelídeos e impedindo os processos realizados por elas no solo.
- B Esses indivíduos são prioritariamente herbívoros e, com isso, comem as raízes das plantações, reduzindo a produtividade agrícola.
- C Como boa parte desses vermes é detritívora, eles acabam se alimentando de nutrientes do solo, não os fazendo retornar para o ciclo de matéria.

D

Esses indivíduos secretam um muco pegajoso que faz com que os grãos do solo fiquem aderidos, reduzindo a aeração.

E

Os excretas desses indivíduos reagem com nutrientes, como o nitrogênio, inviabilizando sua absorção pelos vegetais.

Parabéns! A alternativa A está correta.

Planárias são exímias predadoras – e as minhocas fazem parte de sua refeição. Com o consumo dessas minhocas, processos como a aeração do solo e a deposição dos nutrientes ficam inviabilizados.



3 - Importância dos Rotíferos nos ciclos de Matéria

Ao final deste módulo, você será capaz de explicar a importância dos rotíferos nos ciclos de matéria em ambientes naturais.

Os rotíferos

Uma simples gota de água, proveniente de um ambiente dulciaquícola, pode revelar uma extensa biodiversidade. Muitas vezes não observamos o fato de que organismos microscópicos – e alguns macroscópicos, mas pequenos – podem frequentar ambientes que, a princípio, não demonstrariam muita atividade biológica, pelo seu tamanho.



Vejamos como exemplo o tanque de água de uma bromélia. Ao pegarmos uma amostra dessa água e a lançarmos no microscópio, observaremos uma diversidade enorme de animais, que talvez nunca tenhamos imaginado. Dos animais, frequentes nessa amostra, temos de destacar os indivíduos representantes do filo Rotifera.

Talvez você nunca tenha ouvido falar desse filo, mas ele está presente em abundância no ambiente e tem papel importantíssimo dentro de cadeias tróficas. Criadores de aquários, principalmente marinhos, estudam e fazem a cultura desses animais, pois eles servem de alimento para os peixes. Por isso, aprender sobre sua biologia, ecologia e outros aspectos é importante a fim de dar uma base para a criação desses microinvertebrados.

Mas, para que você saiba do que estamos falando, observe a imagem que demonstra um representante desse grupo:



Floscularia, um tipo de rotífero dulcícola que reside em tubos construídos por ele.

O que caracteriza um rotífero?

Inicialmente, precisamos definir esse grupo de animais como **blastocelomados**. Anteriormente chamados de pseudocelomados, eles apresentam uma cavidade interna, não totalmente delimitada pela mesoderme, e um líquido circundante que auxilia na circulação de gases e nutrientes. Além disso, são bilatérios e não segmentados.

Esses animais costumam apresentar um tubo digestivo completo, com boca e ânus e, dentro desse tubo digestivo, contam com um tipo de estrutura especializada para "mastigar" seu alimento, o **mástax**.

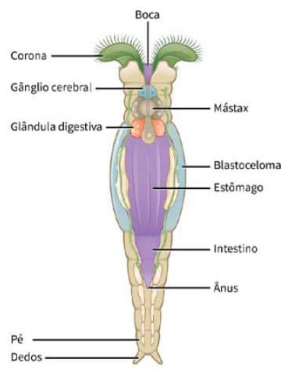
Mas algo que realmente caracteriza os indivíduos desse grupo são as **coronas ciliadas na extremidade de seu corpo**. **No caso, o nome do filo se dá por conta disso**. "Rotifera" vem do latim *rota* (roda) e de *ferres* (portar), ou seja, indivíduos que carregam "rodas". No caso, as rodas seriam essas coroas de cílios, bem evidentes em sua extremidade.

Mástax

É um aparelho originado de sua faringe modificada, que apresenta uma série de estruturas mandibulares, chamada de trofos.

Saiba mais

Essas coroas são estruturas importantíssimas para a alimentação – diga-se de passagem, voraz – desses animais. Elas promovem um fluxo intenso de água a seu redor, permitindo uma grande circulação de partículas suspensas, algas e até outros microinvertebrados que, desavisados, porventura estejam passando por perto.



Desenho esquemático de um rotífero.

Outra característica importante para esses seres é a presença de estruturas chamadas de **dedos**, ou então de estruturas adesivas, na sua região posterior. Por mais que sejam de vida livre, alguns rotíferos se prendem ao substrato, fazendo a suspensão de parte da coluna d'água e direcionando o alimento, com suas coronas ciliadas, para a boca. Convenhamos: é mais confortável ficar parado esperando o alimento, não é?

Também chama a atenção nos indivíduos desse grupo a formação de uma **epiderme sincicial**. Isso significa que suas células não apresentam delimitações.

Já seus núcleos celulares, eles sempre estão em números iguais para cada espécie, o que é algo muito curioso. Você sempre contará a mesma quantidade de células ou núcleos no epitélio de indivíduos da mesma espécie. A esse fenômeno damos o nome de **eutelia**.

Algumas espécies podem apresentar uma estrutura mais dura, ao redor de sua epiderme, chamada de **lorica**. Ela vem a partir da secreção de proteínas do glicocálice de suas células da epiderme

Mesmo sendo blastocelomados, os rotíferos **não apresentam estruturas próprias para a circulação de gases e nutrientes**.

E como funciona o processo circulatório desse grupo?

Resposta

O papel de circulação de gases e nutrientes é realizado tanto pela difusão entre as células (e facilitado pelas regiões sinciciais) quanto pelo líquido celomático que se encontra dentro dessa cavidade interna (anteriormente chamada de pseudoceloma). De certa forma, esse é um padrão para todo indivíduo blastocelomado. A formação de estruturas especializadas para circulação, mas não protegidas por áreas musculares e membranas de revestimento, acabaria resultando em danos, o que levaria o indivíduo à morte.

Mesmo não apresentando órgãos complexos para as funções respiratórias e circulatórias, os rotíferos apresentam um sistema excretor. Esse sistema, com função osmorreguladora é, principalmente, composto por protonefrídios, localizados anteriormente no corpo, em formato de células-flama, assim como se observa em platelmintos.

Como representantes dos bilatérios, os rotíferos apresentam uma estrutura cerebral, ganglionar, situada na região anterior do seu corpo com uma emissão de feixes de nervos longitudinais ventral e dorsal. Apresentam, ainda, uma estrutura específica desse grupo chamada de órgão retrocerebral, mas não se sabe ao certo sua real função.

A reprodução em Rotifera

Caso venha a fazer uma pesquisa de campo sobre esse grupo, desafiemos você a encontrar um macho de qualquer espécie de Rotifera. Você ficará muito tempo buscando em vão. Isso porque machos em espécies de rotíferas estão ausentes ou reduzidos a pouquíssimos espécimes

Mas o que poderia ter levado o grupo Rotifera a esse quadro de ausência de machos?



O sistema de reprodução por partenogênese. Para os criadores de microfauna – principalmente para alimentar peixes em aquários –, esse tipo de reprodução garante um grande número de indivíduos em pouco tempo. É comum observar fêmeas de rotíferos com ovócitos acoplados em sua região posterior. Alguns deles podem ser aderidos ao substrato.

Classificação dos rotíferos

O filo dos rotíferos apresenta cerca de 2.200 espécies. No Brasil, existem cerca de 600 representantes desse filo, o que demonstra haver uma grande diversidade desse grupo em nosso país.

Comentário

A classificação do filo Rotifera passa constantemente por mudanças, principalmente com os novos estudos biomoleculares. É comum que você observe em diferentes materiais o filo apresentando três classes, enquanto, em outras fontes, a classificação se dê por superclasses em rotíferos.

A reunião dos indivíduos desse grupo não se dá por análise morfológica, e sim biomolecular. Por isso, dentro dessa classe, podemos observar uma diversidade de formas, funcionalidades e nichos. Na verdade,

precisamos definir um estudo científico como referência. Por conta disso, seguiremos a classificação realizada por Segers em 2007. **Segers** divide o filo em três grupos distintos:

Seisonida

Considerada uma superclasse, ela conta com espécies marinhas parasitos de brânquias de crustáceos. Eles apresentam as cerdas de suas coronas reduzidas, até mesmo pelo seu nicho parasitário.

Nesse grupo, podemos, de forma excepcional em relação aos outros rotíferos, encontrar machos bem desenvolvidos e diploides, tendo a reprodução sexuada como referência principal de modelo reprodutivo

Eurotatoria

A segunda superclasse de rotíferos é composta por indivíduos, em sua maioria, de água doce. Uma das classes desse grupo é a **Monogononta**: você até pode encontrar nela alguns seres marinhos, embora, em sua maior parte, esses rotíferos sejam encontrados em ambientes dulcícolas.

Aqui, os machos (quando presentes) apresentam haploidia e uma vida muito curta, vivendo, de certa forma, apenas para o processo reprodutivo. Com isso, é comum que sejam encontrados apenas indivíduos fêmeas em amostras. Essa classe apresenta mais de 100 gêneros e cerca de 1.570 espécies, sendo a classe com maior representação em diversidade do grupo, sendo encontrados em diversas partes do planeta.

Temos, ainda, a classe **Bdelloidea** que, apesar de ter indivíduos majoritariamente de água doce, também tem representantes marinhos e até terrestres. Os seres dessa classe são muito utilizados em aquarismo.

Acanthocephala

Seus indivíduos são endoparasitos de vertebrados, principalmente peixes e anfíbios, sem tubo digestivo, com ganchos em sua probóscide eversível para a fixação no hospedeiro.

Perceba que essa superclasse demonstra aspectos totalmente diferentes das outras duas, quando falamos de morfologia e fisiologia. Portanto, sem uma avaliação biomolecular, seu agrupamento seria impossível.

Aspectos ecológicos em Rotifera

Os rotíferos fazem parte da grande comunidade planctônica de ambientes dulcícolas. Na verdade, onde você encontrar esses indivíduos em abundância, significa que a água do local provavelmente é de boa qualidade.

Rotíferos podem ser utilizados nas pesquisas como bioindicadores da qualidade da água. Isso porque eles apresentam uma intensa dinâmica nutricional no ambiente onde se encontram.

Uma boa disponibilidade de substâncias nutritivas, de algas ou de outros tipos de alimentos para um rotífero, é suficiente para fazer com que a população de rotíferos cresça e sirva como um meio para a alimentação de macroinvertebrados, peixes e outros indivíduos. Para se ter uma noção desse crescimento, 18 horas são suficientes para que os ovos de rotíferos eclodam e se transformem em indivíduos com capacidade reprodutiva. Bem rápido, não é?

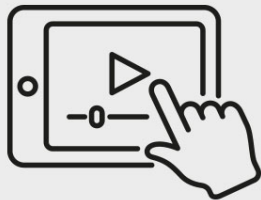
Alguns especialistas nesse grupo costumam dizer que são indivíduos que gostam de grandes variações ambientais, pois são oportunistas, com alta taxa reprodutiva e também com uma ampla dieta alimentar. Onde não há rotíferos, ou quando estão em número pequeno, significa que, provavelmente, existe um processo preocupante de eutrofização no local.



Como coletar rotíferos e outros indivíduos da microfauna dulcícola?

Neste vídeo, falaremos sobre os métodos de coleta da microfauna dulcícola em alguns ambientes naturais.

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Como o filo apresenta um grande número de nichos, falar de sua ecologia é falarmos sobre uma diversidade de aspectos interacionais, com o ambiente e com outros indivíduos, de maneira que o estudo da ecologia dos rotíferos tem importância para algumas áreas de pesquisa e da economia.

Como esses animais podem ser utilizados como alimento de peixes, é comum observar sua cultura em práticas de aquarismo ou na criação de peixes em tanques, para comercialização. Eles também são muito utilizados para a larvicultura de peixes bênticos, pois, com seus pés adesivos, costumam se prender ao substrato para se alimentar, sendo presas fáceis para os diminutos alevinos.



Stephanoceros fimbriatus, um rotífero filtrador, capturando fitoplâncton.

Dentro dos aspectos ecológicos de alguns rotíferos, observa-se uma enorme capacidade de resistir às alterações ambientais. Alguns bdeloides passam por um processo chamado de criptobiose, no qual reduzem seu metabolismo a taxas baixíssimas, promovendo também uma dessecação de suas estruturas.

Esse processo também chamou a atenção da indústria da larvicultura de peixes, pois eles conseguem produzir um material seco e congelado para comercialização. É espantoso, mas você pode encontrar rotíferos secos sendo vendidos em lojas de aquarismo.

Curiosidade

Um estudo recente, publicado no periódico científico Current Biology, trouxe a informação de que um rotífero bdeloide voltou à vida depois de ter ficado 24 mil anos congelado. Isso mesmo: 24 mil anos em um estado de dormência e, quando descongelado, conseguiu retornar com suas taxas normais de metabolismo. Impressionante essa capacidade de sobrevivência, não?

Falta pouco para atingir seus objetivos.

Vamos praticar alguns conceitos?

Questão 1

Em um projeto de levantamento da microfauna de invertebrados planctônicos de uma bacia da Bahia, uma pesquisadora observou uma queda brusca no número de rotíferos presentes em suas amostras de coletas. Aponte se esse distúrbio no número de rotíferos pode indicar algum tipo de problema ambiental.

- A Não indicará. Como são organismos oportunistas, os rotíferos não influenciam tanto na manutenção da biodiversidade de ambientes dulcícolas.
- B Não indicará, já que o valor nutricional de rotíferos é baixo dentro de uma comunidade dulcícola, podendo facilmente ser substituído por outros seres.
- C Indicará, pois os rotíferos participam ativamente da dinâmica nutricional em ambientes dulcícolas, sendo, ainda, bioindicadores da qualidade da água.
- D Não indicará, uma vez que Rotifera é um filo exótico na maior parte das regiões, pois seus indivíduos são introduzidos facilmente em cadeias tróficas, alterando-as.
- E Indicará, pois os rotíferos têm alta capacidade reprodutiva, por conta de seu método eficaz de reprodução sexuada. Com isso, podemos ver que esses seres pararam de se proliferar.

Parabéns! A alternativa C está correta.

Os rotíferos são indicadores da qualidade da água, pois apresentam grande sensibilidade a processos de eutrofização e, por isso, podem sofrer quedas em sua população.

Questão 2

Um produtor de pescado, com o intuito de fazer a larvicultura de peixes, promoveu a cultura de uma certa espécie de Rotífera. Pegando indivíduos provenientes de uma mesma fêmea partenogenética, colocou microalgas para alimentar esses invertebrados. Ocorre que a cultura de rotíferos decresceu e ele não teve como iniciar sua larvicultura. Para compreender o que poderia ter acontecido, o produtor solicitou que um biólogo analisasse os rotíferos que restaram. Observando tais rotíferos, o biólogo aferiu que o mástax desses rotíferos apresentava má-formação e que isso induziu à queda no número desses indivíduos. De que maneira o biólogo associou a má-formação do mástax com a queda do número de indivíduos?

- A O mástax é a estrutura responsável pela reprodução partenogenética de rotíferos.
- B A má-formação do mástax acaba interrompendo o processo de osmorregulação.
- C O mástax malformado impede que o rotífero secrete substâncias adesivas para fixação.
- D Com o mástax danificado ou malformado, o rotífero não conseguirá se alimentar.
- E Sem o mástax, todo processo de condução de gases e nutrientes desse blastocelomado se encerra.

Parabéns! A alternativa D está correta.

Os rotíferos apresentam uma estrutura digestiva chamada de mástax, que apresenta mandíbulas mastigadoras. Com má-formação nessa estrutura, os rotíferos não poderão se alimentar com eficácia e

acabará morrendo.



4 - Deuterostomia de Chaetognatha

Ao final deste módulo, você será capaz de analisar a deuterostomia de Chaetognatha em relação aos outros protostomados.

O filo Chaetognatha



Imagem obtida por microscopia eletrônica de um Chaetognatha.

De todos os metazoários, se existe algum grupo que ainda inspira muitas incertezas quanto à sua classificação, é o Chaetognatha. Desde sua descoberta, ele simplesmente passou por vários filós, à medida que os cientistas tentavam classificar esse indivíduo vermiforme que mais parecia uma flecha. Por fim, recentemente, vem sendo considerado um filo isolado dentro dos bilatérios, mas permanecem as dúvidas sobre sua classificação.

Os membros desse grupo são vermes estritamente marinhos, com um número de cerca de 190 espécies. Embora trate-se de um número relativamente pequeno, esse grupo precisa e merece ser estudado, principalmente pelos desafios sobre o entendimento de sua evolução e filogenia.

Características morfofuncionais e o ciclo de vida dos chaetognatos

Quando observamos as características de um Chaetognatha, temos um indivíduo protostomado com corpo aerodinâmico, dividido em três partes por septos. Dizemos que ele tem um corpo trimérico, com cabeça, tronco e a cauda.

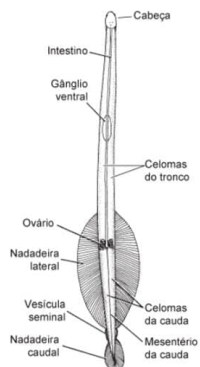


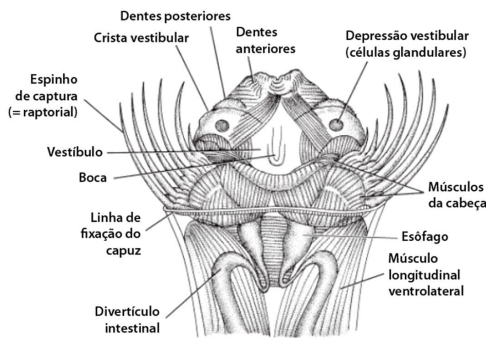
Imagem esquemática de um adulto de Chaetognatha.

É um indivíduo celomado que, por muito tempo, foi classificado como blastocelomado, em primeiro lugar, por conta de sua proximidade anatômica com vermes também sem o total revestimento de sua cavidade, assim como pela dificuldade de se estudar seus embriões em desenvolvimento. Somente depois do advento da microscopia eletrônica foi possível observar que suas cavidades eram completamente revestidas por tecidos originados da mesoderme, motivo pelo qual são classificados como celomados.

A epiderme desses indivíduos é ajustada por camadas, com um aspecto estratificado. Por conta de algumas expansões nessa estrutura, os chaetognatos apresentam nadadeiras caudais e laterais, com raios quitinosos para dar sustentabilidade a essa estrutura, o que, de certa forma, dá o aspecto de flecha ao indivíduo, além de sua cabeça triangular, em boa parte das espécies.

Quando vemos esse verme, que pode apresentar tamanhos entre 0,5cm e 12cm, pronto para atacar sua presa, notamos o aparecimento de uma coroa de espinhos longos envolvendo sua boca. Esses espinhos

são fundamentais para a captura de outros invertebrados! Quando não estão em ação, eles podem estar cobertos por um capuz retrátil.



Detalhe da cabeça de um Chaetognatha com os espinhos para a captura de presas.

Mesmo sendo celomados, você não encontrará nesses indivíduos um sistema respiratório bem definido, ou um sistema excretor e nem mesmo protonefrídios. Algo que é curioso, já que esses indivíduos apresentam cavidades que dariam suporte para a formação desses órgãos. Por outro lado, eles apresentam um sistema hemal, que é bem simples, transparente e fino, mas tem a função de condução dos gases que passam por difusão, e dos nutrientes obtidos de sua predação voraz.

Como boa parte dos indivíduos desse grupo se encontra no plâncton, ele vai atrás de sua presa (na maioria das vezes, copépodos), os ingerindo por completo. A fome e a voracidade desses chaetognatos são tão grandes que eles apresentam a capacidade de comer até mesmo peixes pequenos, os quais, por sua vez, são perfurados pelos seus espinhos e dentes cefálicos.

Existem registros de **canibalismo** entre os indivíduos desse filo. De certa forma, isso demonstra que tais seres são muito importantes para a manutenção e o equilíbrio de cadeias tróficas locais.

Por mais que seja um grupo pequeno em diversidade, seus membros apresentam uma biomassa de meia água muito grande, podendo ser o grupo predominante entre todos os zooplânctons de uma amostra. Talvez isso explique também sua ação canibal, caso outros invertebrados não estejam em abundância na localidade.

Curiosidade

Foi observada em algumas espécies a presença de uma neurotoxina, que é injetada em suas presas, impedindo o fluxo de sódio nas membranas celulares, ocasionando uma paralisia. Isso facilita bastante a captura de microinvertebrados que porventura sejam rápidos em sua natação.



Como os quetognatos capturam suas presas?

Neste vídeo, observaremos quais estruturas do corpo de um Chaetognatha reagem para a captura de uma presa.

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Existem, ainda, algumas espécies epibentônicas, mas são poucas. Já que falamos sobre predação, é importante citar seu tubo digestivo completo, culminando em um ânus em posição ventral, no último septo de divisão, na junção entre a cauda e o tronco.

Podemos dizer que os quetognatos apresentam **dois cérebros**, um na cabeça e outro no ventre, sendo chamados de **gânglios cefálico e caudal**. Esses gânglios se interligam e emitem nervos para diversas regiões do corpo desse indivíduo. Existem cerdas espalhadas pelo seu corpo que conseguem sentir as vibrações do ambiente marinho, mandando informações aos gânglios para que esses indivíduos reajam a tais variações.



Fotografia de espécie de águas profundas com bioluminescência.

Algo interessante de se pontuar é o registro de duas espécies que apresentam bioluminescência a partir da reação entre as proteínas luciferina e luciferase. A partir da emissão dessa luz, ainda são jogadas no mar partículas luminosas que distraem espécies desavisadas, deixando-as suscetíveis para a captura por esses quetognatos.

Em relação à sua reprodução, os quetognatos são hermafroditas. Eles apresentam suas gônadas femininas localizadas no tronco, enquanto seus testículos ficam na cauda. O comum é que ocorra uma fecundação

cruzada, interna, mas eventualmente pode ocorrer a autofecundação em alguns indivíduos.

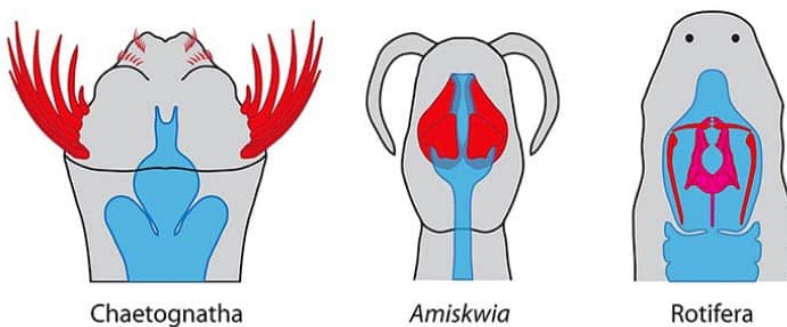
Independentemente da maneira em que ocorre a concepção dos indivíduos, os novos quetognatos nascem em 48 horas após a fecundação.

A classificação de Chaetognatha

O filo apresenta **duas classes**, sendo uma delas, fóssil:

Classe Archisagittoidea

Tem como representante um registro fóssil da espécie *Amiskwia sagittiformis*, que apresentava um tamanho de cerca de 2,5cm e tinha tentáculos na região anterior, a oral. A boca se encontrava na junção cabeça-tronco, que ficava na posição ventral.



Diferença das estruturas de captura e trituração do alimento em Chaetognatha, Amiskwia (fóssil) e Rotifera.

Infelizmente, como são animais de corpo mole, encontrar registros fósseis de Chaetognatha é difícil. Até mesmo por conta disso, a classificação desses indivíduos, bem como sua filogenia, ainda são muito incertas.

Classe Sagittoidea

Esta classe compreende todos os quetognatos atuais. As características do grupo englobam as características do filo como um todo. A classe Sagittoidea apresenta apenas **duas ordens**, em que seus indivíduos se diferenciam pela ausência ou presença de músculos transversais na cauda.

Problema de Chaetognatha – protostomia x deuterostomia

Como já vimos, encontrar um lugar para os chaetognatos dentro da filogenia dos metazoários não é algo fácil. Durante muito tempo, esses animais foram classificados como **deuterostomados**. Por conta de seu desenvolvimento embrionário indicar a formação de uma boca não originada do blastóporo e de sua mesoderme ser originada por meio da expansão da endoderme (enterocelia), os chaetognatos foram enquadrados como um grupo de animais pouco complexos e deuterostomados.

De certa forma, a inclusão desses indivíduos próximo ao grupo Deuterostomia sempre foi um ponto de desconfiança. Como um animal com características tão próximas às dos protostomados poderia estar em um grupo de animais deuterostomados? Durante um bom tempo, essas incertezas permearam o imaginário de pesquisadores.

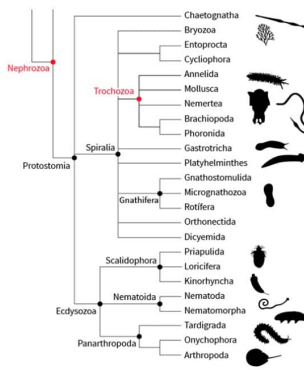
Saiba mais

Esses caracteres morfológicos e ontogenéticos, que são comuns aos dois grupos, isolam fortemente os Chaetognatha da maioria dos Bilateria. Por isso, em 1969, Beklemishev, um pesquisador desse grupo, classificou os chaetognatos e outros indivíduos, chamados de braquiópodes, em um clado separado, pois ele pensava que ambos não pertenciam a protostômios nem a deuterostômios.

Com o avanço da biotecnologia e, principalmente com análises biomoleculares sendo realizadas, observou-se que os indivíduos desse grupo apresentam uma proximidade maior com protostomados lótotrocozoários, mas, mesmo assim, ainda pairam muitas dúvidas no ar:

Quais são as sinapomorfias que aproximam esse filo dos outros filos protostomados? Qual é o grupo irmão direto de Chaetognatha?

Para essas e outras perguntas, ainda não temos respostas, porém, com o avanço das análises biomoleculares, conseguiremos estar cada vez mais perto de contar a história evolutiva desses indivíduos. Por enquanto, observe a filogenia mais atual deles:



Perceba que Chaetognatha é um grupo sem relação sinapomórfica com qualquer outro grupo de protostomado.

Falta pouco para atingir seus objetivos.

Vamos praticar alguns conceitos?

Questão 1

Em um mergulho na costa do litoral paulista, um pesquisador fez uma coleta de amostras de coluna d'água com o intuito de observar a microfauna planctônica da região. Em uma primeira análise, o pesquisador observou diversos copépodos e alguns espécimes de indivíduos do grupo Chaetognatha. Em seguida, guardou a amostra em um pote, com oxigenação constante e, seis dias depois, observou novamente essa amostra. Ao olhar, ficou espantado, pois encontrou ali um número relativamente grande de quetognatos e uma quase ausência de copépodos. O que pode ter acontecido com essa nova composição faunística da amostra?

A Provavelmente os quetognatos predaram os copépodos, uma vez que representam uma de suas principais fontes de alimento; além disso, eles se reproduziram em abundância.

B Os copépodos provavelmente morreram por estarem fora do seu habitat, enquanto os quetognatos, sem competidores, puderam aumentar seu número.

C Os quetognatos se reproduziram em abundância, reduzindo, assim, o substrato que servia de alimento a eles e aos copépodos, o que diminuiu a população desse

crustáceo.

- D Os copépodos são predadores dos quetognatos, mas, com o aumento da população desses vermes, eles não conseguiram ter número suficiente para consumir tais presas.
- E Certamente os quetognatos, por se reproduzirem por partenogênese, aumentaram em número, consumindo todos os copépodos da amostra coletada.

Parabéns! A alternativa A está correta.

Os copépodos tendem a ser a principal fonte de alimento dos quetognatos. Dentro de uma coluna de água, é comum observar todo o processo de ataque e captura desses seres. Na amostra, com o consumo de copépodos, os Chaetognatha obtiveram energia para sua reprodução sexuada. Como o processo de fertilização e desenvolvimento leva 48 horas, em seis dias, muitos outros Chaetognatha surgiram.

Questão 2

Um grupo de cientistas está pesquisando a taxonomia de indivíduos da macrofauna bentônica marinha. Após uma coleta realizada, eles descobriram um indivíduo que poderia ser um gnatostomado epibentônico. Para se ter certeza de que essa classificação está correta, quais estruturas precisam ser observadas nesse indivíduo?

- A O mástax, uma estrutura digestória própria para triturar alimentos.
- B Uma cabeça triangular com espinhos orais ventrais.
- C Um indivíduo vermiforme com protonefrídios como estrutura excretora.
- D Apresentação de sistema digestivo completo, com faringe musculosa.

E Uma estrutura de revestimento, quitinosa, formando uma carapaça, chamada de lorica.

Parabéns! A alternativa B está correta.

Gnatostomados apresentam como característica principal seu corpo vermiforme e uma cabeça triangular, o que dá a eles um aspecto de uma seta. Nessa cabeça, são encontrados espinhos, guardados em um capuz, e que são responsáveis por capturar presas.

Considerações finais

Vimos neste conteúdo que o surgimento dos Bilateria está intimamente associado ao surgimento de Protostomia. Não há um sem o outro. Demonstramos que, dentro do grupo dos bilatérios, há dois grandes grupos: os protostomados e os deuterostomados. Além disso, destacamos que os protostomados contam com outros dois grandes grupos: os Spiralia e os Ecdysozoa.

Pontuamos, ainda, que o grupo protostomado, apresenta uma série de filos – entre eles, os mais basais, como o filo Platyhelminthes. Esse filo apresenta vermes de corpo mole, achatado e acelomado, tendo algumas poucas especializações nervosas. Eles abrigam uma grande quantidade de nicho, além de uma vasta diversidade. Nesse grupo, o fato de haver alguns parasitos de mamíferos vertebrados faz com que o vejamos como um filo de grande importância médica.

Estudamos também o filo dos rotíferos, indivíduos blastocelomados, de grande importância ecológica e muito utilizados em piscicultura e aquarismo. Observamos também fatos curiosos, como a sua criptobiose. Finalizamos nosso estudo com os Chaetognatha e o grande dilema de sua classificação, já que seus dados biomoleculares não são tão compatíveis com sua estrutura anatomofisiológica e sua embriologia.



Neste podcast, o especialista fala sobre como estão os investimentos em pesquisa em evolução, classificação e filogenia de espirálios em nosso país e faz uma análise acerca da importância de investir nessas áreas para questões sociais e econômicas.

Para ouvir o *áudio*, acesse a versão online deste conteúdo.



Referências

BRUSCA, R. C.; MOORE, W.; SHUSTER, S. M. **Invertebrados**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

COELHO, P. N. *et al.* **Occurrence of concavities on the lorica of two species of Testudinella (Rotifera, Monogononta, Testudinellidae)**. Biota Neotropica, v. 19, n. 2 . 2019.

CSEH, A.; CARBAYO, F.; FROELICH, E. M. **Observations on food preference of Neotropical land planarians (Platyhelminthes), with emphasis on Obama anthropophila, and their phylogenetic diversification**. Zoologia, v. 34, Curitiba, 2017.

DIAS, R.; ROSSI, M.; BARBOSA, B. **Avanços da zoologia no século XXI**. 1. ed. Juiz de Fora: Edição dos autores, 2019.

HENDRICKS, J. R. **Animal phylogeny**. Digital atlas of ancient life. Publicado em: 22 maio 2019. Consultado na Internet em: 26 jul. 2021.

MARTINS, B. A. *et al.* **Composition and richness of monogonont rotifers from La Plata River Basin, South America**. Biota Neotropica, v. 20, n. 4 . 2020.

PECHENIK, J. A. **Biologia dos invertebrados**. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

ROCHA, M. A. *et al.* **Rotifers of Bahia State, Brazil: news records and limitations to studies**. Brazilian Journal of Biology, v. 82. 2021.

SILVA, C. O. *et al.* **Baixa riqueza zooplancônica indicando condições adversas de seca e eutrofização em um reservatório no Nordeste do Brasil**. Iheringia, Série Zoologia, v. 110, 2020.

VEGA-PÉREZ, L. A.; SCHINKE, K. P. **Checklist do filo Chaetognatha do Estado de São Paulo, Brasil**. Biota Neotropica, v. 11, n. 1. p. 541-550.

Explore +

Para saber mais sobre os assuntos tratados neste conteúdo, leia os artigos:

- “Vacina contra esquistossomose”, de Marcos de Oliveira, na Revista Pesquisa Fapesp, nº 243, para compreender em que momento estamos na elaboração de meios para combater e erradicar a esquistossomose de nosso país.
- “Epidemiologia da teníase/cisticercose por *Taenia solium* e *Taenia saginata*”, de Marcia Regina Pfuetzenreiter e Fernando Dias de Ávila-Pires, em Ciência Rural, volume 30, nº 3, para entender o quadro epidemiológico dessas doenças no Brasil.

Assista, no YouTube:

- “Cultura de rotíferos”, SUPER REEF, para compreender como os rotíferos são utilizados no aquarismo.
- “*Chaetognatha*”, YOUNGJAE CHO, para observar uma série de aspectos biológicos do grupo *Chaetognatha*, como seu desenvolvimento embrionário e o funcionamento de algumas estruturas.