

# Zoologia

## Tema B: Diversidade de Vertebrados

### 4 Crescimento e Adaptação



## 1 Início de Conversa

Ao ramo da Biologia que estuda o desenvolvimento, da fecundação à senescência, dá-se o nome de “ontogenia” [gr. *ontos* = criatura; *genesis* = origem].

Este é um campo bastante fértil e elucidativo, contribuindo muito para a compreensão de alguns fenômenos adaptativos e evolutivos, como os que serão comentados nesse tópico.

Veja a imagem a seguir que se refere ao peixe-lagarto. Será que ele realiza muda, como os répteis? Ou apenas consegue se esconder em seu meio ambiente através da camuflagem, usando suas manchas que lembram um lagarto?



Figura 4.1 Peixe-lagarto. Reino Animalia; Filo Chordata; Classe Actinopterygii; Ordem Aulopiformes; Família Synodontidae; Gênero *Synodus*. / Fonte: <http://cifonauta.cebi-mar.usp.br/photo/11625/>



### 1.1 O crescimento

É importante para um animal nascer pequeno, comparativamente aos pais, por vários motivos. Em primeiro lugar, ele precisará se desenvolver com os recursos alimentares providenciados pelos pais, mesmo que de forma indireta e passiva (como é o caso de muitos parasitas, que despejam ovos em seus hospedeiros), e isso por si só já é um fator limitante (afinal, quanto maior o animal, mais rapidamente o recurso se esgota).

Além disso, ele ainda não conhece o meio em que viverá, tampouco como se comportar em situações de perigo; portanto, idealmente, ele deve evitar seus potenciais predadores (se o jovem for grande, poderá afastar predadores menores; por outro lado, se pequeno, poderá se esconder melhor). De forma similar, enquanto cresce, ele aprenderá a desenvolver técnicas de

obtenção de recursos (alimento, parceiro, abrigo), e para isso deve ter uma tolerância grande na taxa inicial de insucesso.

Contudo, linhagens divergentes forneceram diferentes soluções para problemas semelhantes, e ambas foram selecionadas. O que se espera, assim como se observa em quase todas as outras formas de vida, é que o organismo cresça continuamente até um limite, tendendo a curva a ser mais acentuada no início do desenvolvimento e mais suave no final, num padrão tipicamente sigmoide, tal qual o verificado nos vertebrados (Figura 4.2).

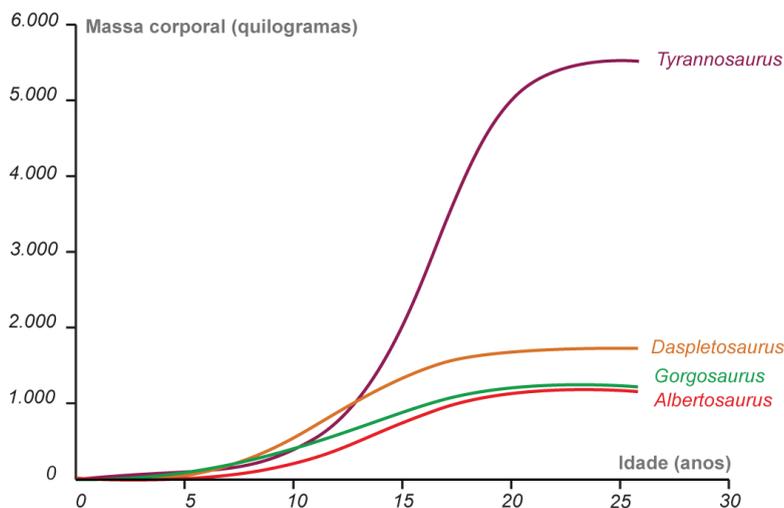


Figura 4.2 Curva de aumento de massa corpórea (e volume, conseqüentemente) em função da idade, em quatro espécies de tiranossaurídeos. Em todos eles, o crescimento é acelerado no início da vida e desacelerado no final. / Fonte: CEPA; dados: <http://svr225.stepx.com:3388/tyrannosaurus/file/35068.png>

Entretanto, mais da metade das espécies atuais (entre todas as formas de vida conhecidas) não segue esse modelo. Para os ecdisozoários trata-se de uma imposição, uma restrição corporal. Os artrópodes são dotados de um exoesqueleto com quitina (enriquecido com carbonato de cálcio no caso dos crustáceos), mas os demais membros desse grande grupo apresentam outras proteínas, como queratina e colágeno (nematódeos, nematomorfos, quinorrincos, loricíferos, priapulídeos, onicóforos, tardígrados e lobopódiost), o que põe em dúvida a homologia do exoesqueleto.

Faremos, portanto, uma breve incursão fora do universo dos vertebrados, para tentar entender melhor não só esses animais, mas também os demais. Veja as informações no próximo subtópico.



## 1.2 A Pré-muda

Esses animais são incapazes de crescer continuamente. Para tanto, eles sofrem mudas e ecdises periódicas em números definidos ao longo de seus ciclos de vida (Figura 4.3). Durante o processo de muda (Figura 4.4, no próximo subtópico), bastante investigado em artrópodes e no qual nos basearemos para explicar esse tipo de crescimento, um novo exoesqueleto é secretado pela epiderme do animal enquanto seu exoesqueleto velho vai sendo digerido. Ao final do processo, ocorre a ecdise, que é a eliminação do exoesqueleto velho. O processo é controlado por dois hormônios: a ecdisona (desencadeia e estimula o processo) e seu antagonista, o hormônio inibidor da muda. Com o aumento da quantidade de ecdisona na hemolinfa desencadeia-se no animal a fase denominada pré-muda.

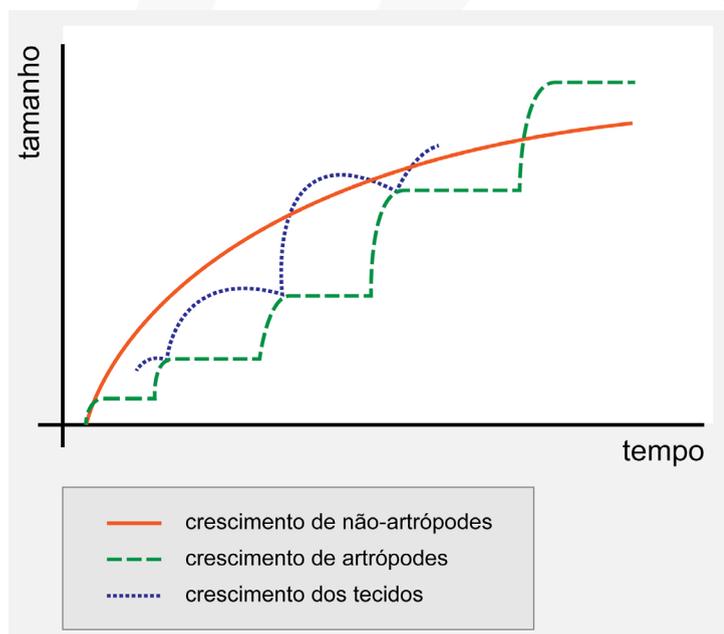
Inicialmente, ocorre a separação da epiderme do exoesqueleto. Células da epiderme passam a sofrer sucessivas mitoses e tornam-se altas devido à intensa atividade metabólica

em seus citoplasmas. Então, já tem início a produção do exoesqueleto novo (representado por sua epicutícula) no estreito espaço surgido entre a epiderme e a porção mais basal da endocutícula do exoesqueleto velho.

Essa epicutícula é permeável tanto à passagem das enzimas proteolíticas produzidas pela epiderme como aos componentes que estão no líquido exuvial e sujeitos a reabsorção pelo animal para incorporação ao exoesqueleto novo em produção; outros tantos elementos do líquido exuvial acabam caindo na hemolinfa.

A endocutícula do exoesqueleto velho vai sendo progressivamente digerida enquanto a pró-cutícula nova vai sendo secretada. Esse antagonismo persiste até ocorrer a muda. O espaço existente entre os dois exoesqueletos é preenchido pelo líquido exuvial (composto de água + enzimas proteolíticas secretadas pela epiderme + componentes da endocutícula do exoesqueleto velho que está sendo digerido, como as moléculas de quitina).

Ao final da pré-muda, o exoesqueleto novo está formado em sua grande parte, o exoesqueleto velho está relativamente fino e bastante frágil ao longo das linhas de fratura, mas nada é notado externamente no animal, que continua ativo, alimentando-se, locomovendo-se etc. Toda a intensa atividade metabólica (evidenciada pelo aumento do número de corpos celulares na hemolinfa na pós-muda — ver Figura 4.4i), em operação no corpo do animal, está mascarada pela presença do exoesqueleto velho que permanece aparentemente intacto, inalterado.



**Figura 4.3** Comparação do aumento em tamanho entre artrópodes e não artrópodes. A linha pontilhada representa o crescimento dos tecidos dos artrópodes: você consegue imaginar o motivo pelo qual ele aumenta durante a ecdise? / Fonte: cortesia de Carlos Eduardo Falavigna da Rocha.



### 1.3 Imagens e esquemas do processo de muda

Veja as ilustrações a seguir para você poder compreender em detalhes o processo de muda nos artrópodes.

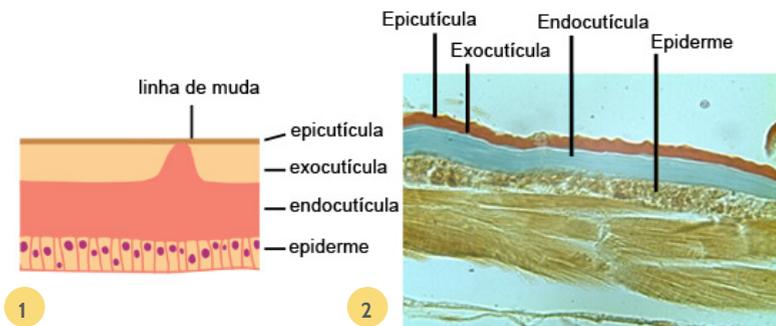


Figura 4.4a (1) Esquema de exoesqueleto em fase de intermuda e (2) uma fotografia correspondente ao lado, extraída de um grilo. Adaptado de Ruppert, E., Fox, R.S. & Barnes, R.D., 2005. *Zoologia dos Invertebrados – Uma abordagem funcional-evolutiva*. Editora Roca. / Fonte: CEPA

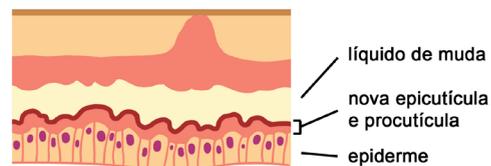


Figura 4.4b Esquema de exoesqueleto em fase inicial de pré-muda. Adaptado de Ruppert, E., Fox, R.S. & Barnes, R.D., 2005. *Zoologia dos Invertebrados – Uma abordagem funcional-evolutiva*. Editora Roca. / Fonte: CEPA

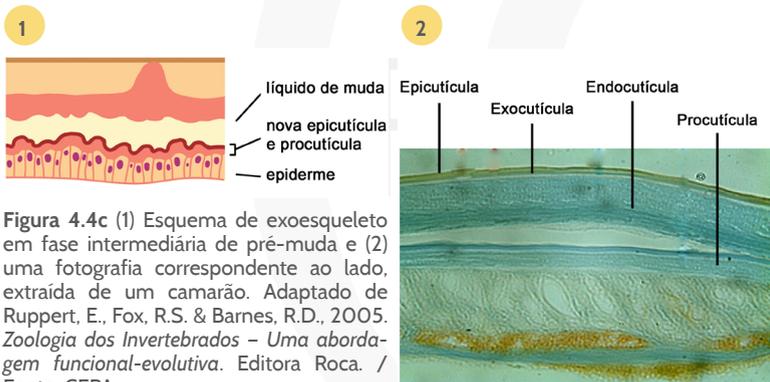


Figura 4.4c (1) Esquema de exoesqueleto em fase intermediária de pré-muda e (2) uma fotografia correspondente ao lado, extraída de um camarão. Adaptado de Ruppert, E., Fox, R.S. & Barnes, R.D., 2005. *Zoologia dos Invertebrados – Uma abordagem funcional-evolutiva*. Editora Roca. / Fonte: CEPA

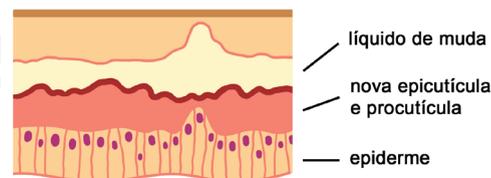


Figura 4.4d Esquema de exoesqueleto em fase tardia de pré-muda. Adaptado de Ruppert, E., Fox, R.S. & Barnes, R.D., 2005. *Zoologia dos Invertebrados – Uma abordagem funcional-evolutiva*. Editora Roca. / Fonte: CEPA

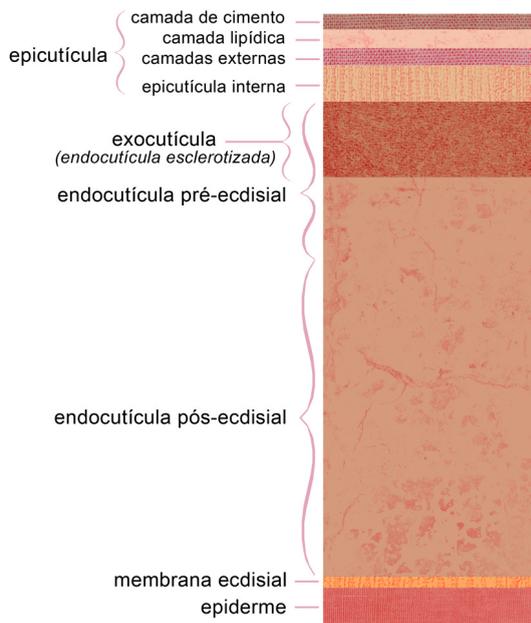
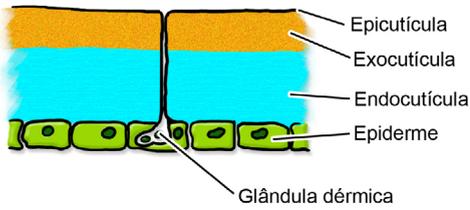
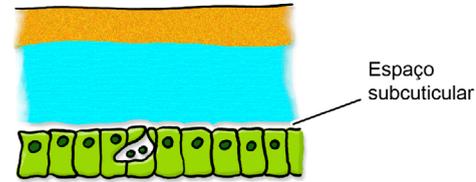


Figura 4.4e Camadas do exoesqueleto e ordem segundo a qual elas são secretadas. Adaptado de Ruppert, E., Fox, R.S. & Barnes, R.D., 2005. *Zoologia dos Invertebrados – Uma abordagem funcional-evolutiva*. Editora Roca. / Fonte: CEPA

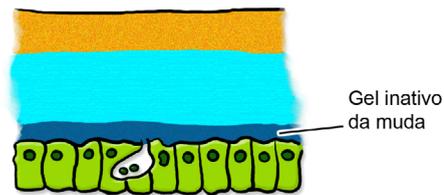
CUTÍCULA ADULTA



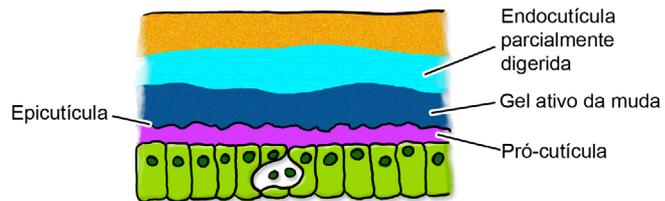
1. APÓLISE



2. NOVA EICUTÍCULA PRODUZIDA



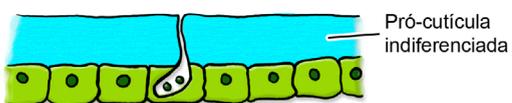
3. DEPOSIÇÃO DA PRÓ-CUTÍCULA



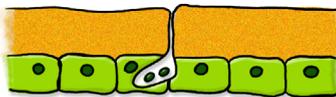
4. ECDISE



5. EXPANSÃO



6. ESCURECIMENTO E ENDURECIMENTO



7. DEPOSIÇÃO DA ENDOCUTÍCULA

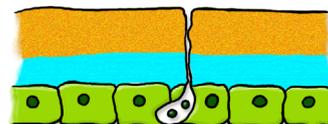


Figura 4.4f Esquema sequencial do processo de muda. Adaptado de Snodgrass RE (1993). *Principles of insect morphology* - (Cornell University Press, Ithaca) 2nd Ed p 667. / Fonte: CEPA

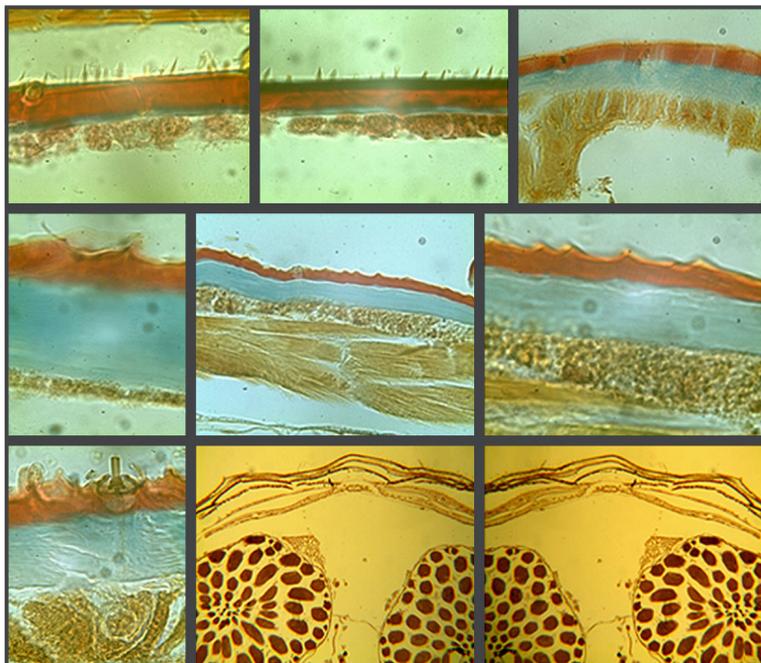
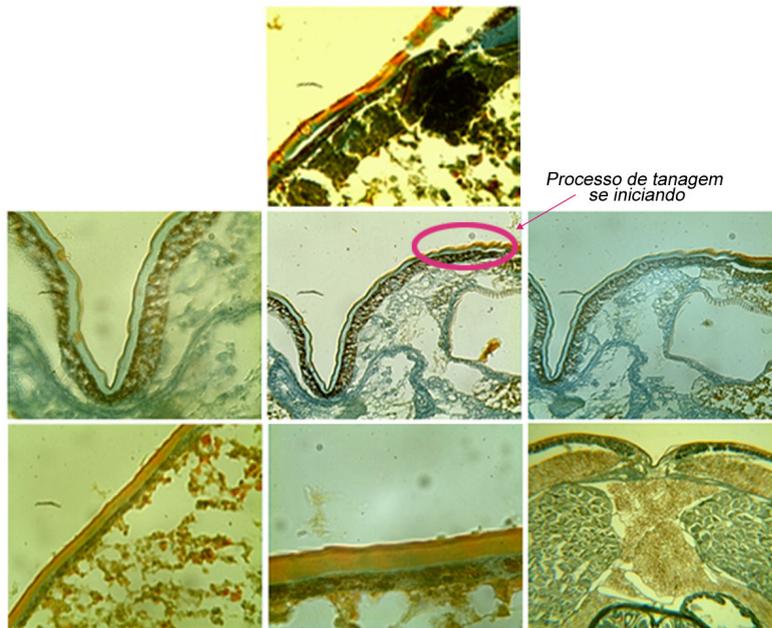


Figura 4.4g Fotografias de exoesqueletos de grilos durante a intermuda (comparar com os esquemas). / Fonte: cortesia de Elise Vargas Pereira.



Processo de tanagem se iniciando

Figura 4.4h Fotografias de exoesqueletos de camarões durante a pré-muda (comparar com os esquemas). / Fonte: cortesia de Elise Vargas Pereira.

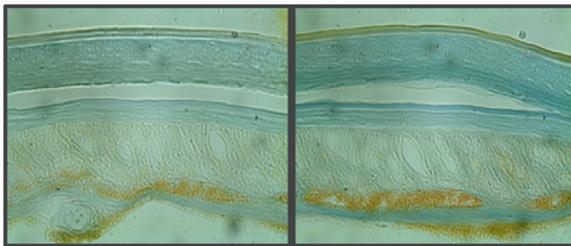


Figura 4.4i: Fotografias de exoesqueletos de grilos durante a pós-muda (comparar com os esquemas). / Fonte: cortesia de Elise Vargas Pereira.



## 1.4 A muda

Na passagem para o estágio de muda propriamente dita ou ecdise, o animal torna-se pouco ativo ou mesmo totalmente imóvel; geralmente, ele se abriga: se for terrestre, passa a tomar grandes quantidades de ar e, se aquático, água (assista aos seguintes vídeos no final desse subtópico). Isso aumenta a pressão interna e provoca o rompimento do exoesqueleto velho ao longo das linhas de fratura (regiões lineares do exoesqueleto em que falta a exocutícula, existindo, portanto, apenas a endo e a epicutícula, que não são resistentes). Com a ruptura, o animal sai do exoesqueleto velho com seu exoesqueleto novo em grande parte secretado, contudo flexível e enrugado.

Inicia-se, então, a fase de pós-muda, em que o animal, muitas vezes posicionado ao lado de sua exúvia, pouco se movimenta e continua a tomar água ou ar para distender o exoesqueleto novo. Nessa fase, ocorre a deposição paulatina de carbonato de cálcio (caso de muitos crustáceos) ou pontes fenólicas, ligando moléculas de quitina (como nos insetos), nas camadas mais externas da pró-cutícula. Isso resulta na diferenciação da pró-cutícula em duas camadas (ainda menos definidas que na intermuda: compare as figuras 4.4g e 4.4i no subtópico anterior): a endocutícula, que conserva as mesmas propriedades e natureza da pró-cutícula, e a exocutícula, que se torna enrijecida ao final da calcificação (em muitos crustáceos) ou da tanagem (em muitos artrópodes terrestres).

É durante a pós-muda que o animal tem a chance de crescer em tamanho (distendendo seu exoesqueleto — perceba a elevação da dobra interna nas fotografias sequenciais da figura 4.4i) e diminuir em peso por perda de água, principalmente, e de ar. Nessa fase, também os artrópodes terrestres (insetos, principalmente) depositam secreções lipídicas sobre a epicutícula, impermeabilizando-a. Ao final da pós-muda, que pode durar alguns minutos ou mesmo horas, o animal tem um novo esqueleto, rígido e resistente a injúrias físicas e químicas, e volta a ter condições de executar suas funções vitais. Tem início a fase de intermuda.

Os vertebrados, de maneira geral, como possuem esqueleto interno, apresentam crescimento gradual, sem mudanças bruscas, pois herdaram isso de seus ancestrais (trata-se de uma plesiomorfia). Isso não significa que apresentem pouca variação na taxa de crescimento, nem no tamanho máximo; na verdade, a variação pode ser notável, mesmo em táxons próximos (Figura 4.2).

A tendência é os predadores apresentarem taxas de crescimento mais lentas; uma explicação para isso é a de que, ao longo da história dos grupos, as variedades de predadores que cresciam mais lentamente dispunham de um tempo de aprendizado maior, pois passavam mais tempo ao lado dos pais, tendendo a apresentar maior sucesso na caçada.

Entre os herbívoros, é mais frequente encontrar taxas mais rápidas de crescimento. Uma possível explicação é a de que, durante o curso evolutivo, os animais que cresciam mais rapidamente possuíam menor tempo de dependência da mãe, aumentando a chance de sobrevivência da prole e da mãe, o que claramente aumenta o valor adaptativo das espécies.

Há, ainda, exceções à regra. Por exemplo, nos anfíbios, nos quais ocorre metamorfose gradativa sob a influência antagonista de dois hormônios (prolactina e tiroxina), o crescimento é concomitante à metamorfose, mas, à medida que um se intensifica, o outro desacelera. Essa interação hormonal, aliada à influência da disponibilidade alimentar, chega a alterar, em algumas espécies (por exemplo, a salamandra de corredeira *Batrachuperus tibetanus*), o padrão sigmoide da curva de crescimento.



Ecdise em efêmeras. Insetos da Ordem Ephemeroptera. Disponível em <<http://youtu.be/fxMx3QFK7X8>>

Caranguejo-aranha-gigante realizando o processo de muda. Disponível em <<http://youtu.be/VgCDcobtZHs>>



## 1.5 Aspectos Embriológicos

Outros aspectos do crescimento que devem ser considerados dizem respeito à embriologia (abordada sob uma óptica evolutiva no Tópico C) e ao desenvolvimento. Embriologicamente, os vertebrados são triploblásticos (animais cuja gástrula [gr. *gaster* = barriga; lat. *-ula* = pequena] possui ectoderme, mesoderme e endoderme), deuterostômios (nos quais o blastóporo — uma invaginação da blástula [gr. *blastos* = botão, broto] — origina o ânus) e apresentam clivagem radial indeterminada: as células no início das divisões celulares ainda não estão destinadas a locais e funções específicos, são totipotentes, podendo diferenciar-se em qualquer célula do adulto; é o caso das células-tronco embrionárias. Seu celoma é **enterocélico** (i.e., surge como evaginação do arquêntero, o “intestino antigo” da gástrula) e neurulação (processo no qual uma dobra dorsal da ectoderme origina o tubo neural). As demais particularidades do desenvolvimento são variadas entre as linhagens de vertebrados, dependendo, principalmente, da quantidade inicial de vitelo (substância nutritiva do embrião) presente no ovo.



Diferentes fases embriológicas, da clivagem à neurulação. Disponível em <<http://youtu.be/nuL2wUOZKf8>>

Em relação ao que sucede às etapas iniciais do desenvolvimento embriológico, alguns traços importantes na história evolutiva do grupo devem ser igualmente salientados. Vertebrados descendem de ancestrais segmentados, e carregam este legado consigo. O valor adaptativo da segmentação (que deve ter surgido mais de uma vez no curso evolutivo) é atribuído tanto ao aumento da eficácia na transferência de forças em um sistema hidráulico (Figura 4.5 — no caso de anelídeos e panartropodes, a segmentação ou metamerização é muito mais extensa) quanto ao aprimoramento na capacidade de compartimentalização e especialização de sistemas de órgãos (especialmente na segmentação heterônoma de alguns invertebrados, na qual os segmentos diferem entre si em forma e função). Adicionalmente, a repetição de estruturas úteis, ao longo de um eixo longitudinal, é possibilitada através da expressão de determinados conjuntos gênicos; de maneira geral, esses são genes de segmentação e genes *homeobox* [gr.: *homoios* = semelhante; ing.: *box* = caixa], que estabelecem o padrão do corpo e regulam seu desenvolvimento. Até em animais muito derivados, como tartarugas e macacos, pode-se reconhecer a segmentação ao observarmos suas costelas, cinturas escapular e pélvica, musculatura abdominal, pares de nervos e vértebras, características que permitem aos vertebrados potencializar a exploração do ambiente.

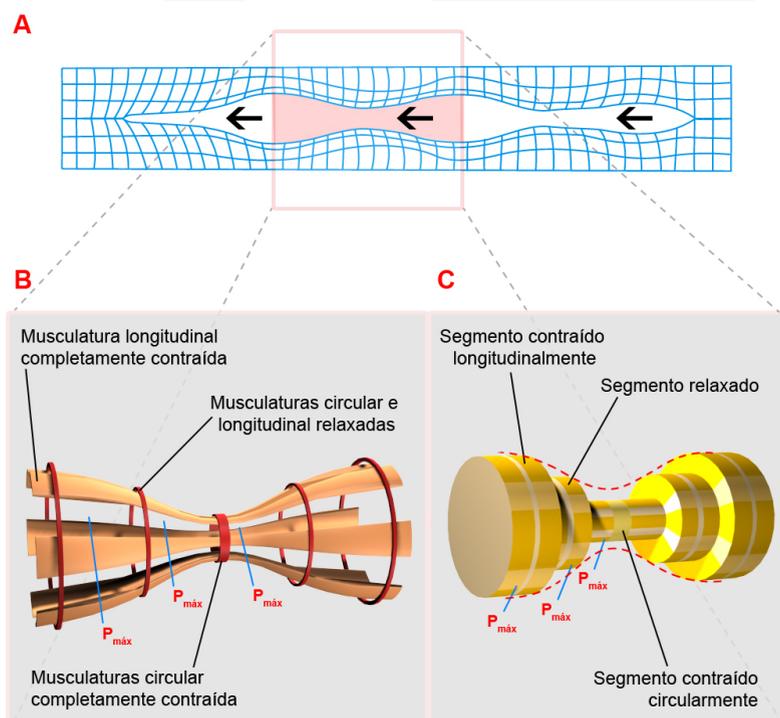


Figura 4.5: Esquema ilustrando o mecanismo de transferência de forças internas em um esqueleto hidrostático em relação às musculaturas longitudinais e circulares: a) impulsos musculares na escavação de um verme; b) sem segmentação, a força exercida pelos músculos é máxima em todos os pontos; c) com segmentação, a força exercida pelos músculos possui pontos mínimos, o que garante a economia energética ao animal. / Fonte:CEPA

A presença de metamorfose [gr.: *meta* = em seguida, sobre; *morfos* = forma] na sequência ontogenética de alguns vertebrados é outra estratégia, que deve ter surgido várias vezes na história dos animais. A vantagem evolutiva que esse tipo de desenvolvimento (denominado “indireto” porque as formas juvenis, ou larvas, são morfologicamente bastante distintas dos adultos) traz é a ocupação de diferentes nichos ecológicos (conjunto de atividades que uma espécie realiza durante seu ciclo de vida) durante o crescimento do organismo, diminuindo, assim, a competição intraespecífica. Em algumas espécies, a heterocronia [gr.: *heteros* = diferente; *chronos* = tempo] deve ter sido o resultado evolutivo de milênios de interações ecológicas, tornando possível a existência de adultos

pedomórficos, com características juvenis, através de dois processos básicos: a neotenia [gr.: *neo* = novo; *tenio* = manter] e a progênese [gr.: *pro* = antes; *genesis* = origem].

Veja algumas imagens de Salamandras adultas ilustrando a heterocronia em Caudata (ramo de anfíbios que representa os urodelos atuais): *Bolitoglossa occidentalis*, progenética, na qual o crescimento gonadal é acelerado. Veja também, *Necturus maculosus*, neotênica, na qual o crescimento somático é desacelerado.



## 1.6 Alometria

Durante o crescimento, alguns animais podem exibir um grau de alometria [gr.: *alo* = desigual; *metria* = medida], mudança brusca nas proporções de seus corpos (Figura 4.6). Para explicar isso, há várias hipóteses evolutivas, que analisam as vantagens adaptativas que cada forma traz ao respectivo período de vida. A alometria também pode ser observada entre linhagens próximas, como é o caso de alguns ungulados, como girafídeos e brontoteriídeos (Figura 4.7).

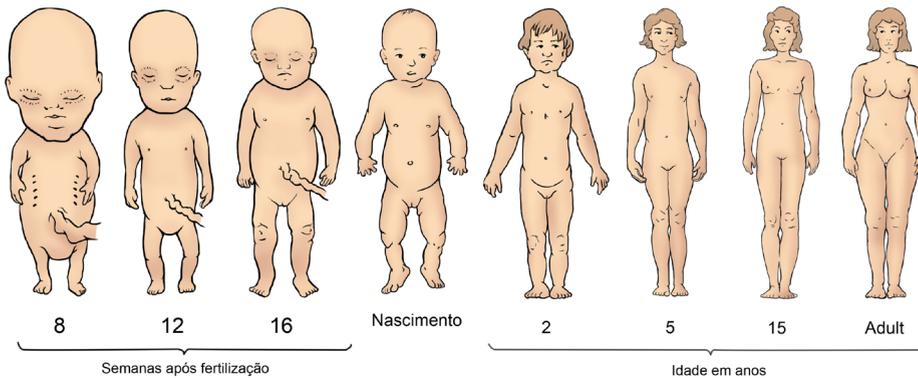


Figura 4.6 Ilustração da alometria no crescimento humano. A locomoção, no início da vida, é pouco útil (a criança é carregada pela mãe), mas a expressão facial é essencial para sua comunicação e sobrevivência. Isso poderia explicar o crescimento alométrico em humanos. Adaptado de Kardong, K., 2001. *Vertebrates: Comparative Anatomy, Function, Evolution*. Editora McGraw-Hill. / Fonte: CEPA

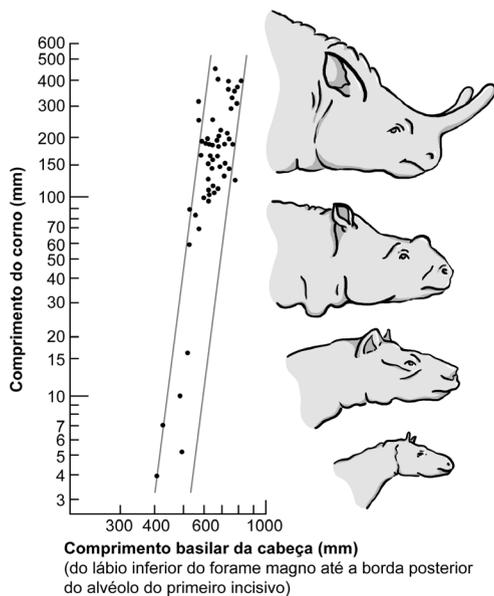


Figura 4.7 Ilustração da alometria na filogenia de brontoteriídeos, neárticos e já extintos. A cabeça tendeu a aumentar ao longo do tempo, mas não tanto quanto os chifres. Adaptado de Kardong, K., 2001. *Vertebrates: Comparative Anatomy, Function, Evolution*. Editora McGraw-Hill. / Fonte: CEPA

A esta altura, possivelmente ficou evidente como a evolução pode atuar nos mecanismos de desenvolvimento. Ernst Haeckel, zoólogo alemão do séc. XIX, chegou a enunciar a **Lei Biogenética** (ou da recapitulação), a qual costuma ser sintetizada em uma frase emblemática: “a ontogênese recapitula a filogênese”. Segundo Haeckel, as transformações observadas ao longo do desenvolvimento ontogenético de um organismo recuperam, reproduzem as transformações pelas quais teria passado a espécie ao longo da evolução, refletindo a filogenia da espécie à qual o organismo pertence. Até pouco tempo atrás (principalmente, antes das acusações de fraude, muitas delas póstumas, que sofreu), a lei de Haeckel costumava ser mencionada, às vezes de forma distorcida, para explicar, por exemplo, as modificações morfológicas e comportamentais durante a vida humana.

Contemporâneo de Haeckel e vigoroso opositor, Ernst von Baer propõe uma outra hipótese para explicar as semelhanças detectadas em embriões de diversas linhagens em suas etapas ontogenéticas iniciais. Segundo o raciocínio de von Baer, isso ocorre basicamente por três motivos:

- i. as características embrionárias são tanto mais simples e generalizadas quanto mais iniciais forem;
- ii. as estruturas simples permitem pouca plasticidade morfológica e baixa variabilidade;
- iii. as etapas iniciais são extremamente sensíveis às variações, pois elas serão carregadas por todo o desenvolvimento e, possivelmente, potencializadas no animal maduro, tornando-o quase sempre inviável; dessa forma, variações geralmente se efetivam, se perpetuam, quando se dão em etapas mais tardias do desenvolvimento. Hoje sabemos que essas transformações são desencadeadas geneticamente; os desdobramentos desse complexo fenômeno são estudados por um ramo recente da biologia conhecido como biologia evolutiva do desenvolvimento (ou “evo-devo”).

## 2 Mãos à obra

Conforme acabamos de ver, alguns animais possuem uma barreira externa que limitaria seu crescimento, se não fosse trocada: é o caso, por exemplo, dos artrópodes, que costumam ser caracterizados pelas mudas de exoesqueleto pelas quais passam. Mas... Você já deve ter reparado que os escamados (Squamata: lagartos e serpentes) passam por um processo similar várias vezes ao ano.

### Questionário 1 ATIVIDADE 1

Poderia, então, a muda dos escamados ser considerada homóloga à dos artrópodes? Considere aspectos histológicos e etológicos.

Para responder a esta pergunta com um texto argumentativo, compare uma exúvia de cigarra ou de outro artrópode com uma pele trocada de lagartixa ou de outro escamado (se dispuser dos materiais coletados, melhor ainda, inclusive para guardá-los para os alunos), compare as figuras 4.4 e 4.8, e assista aos vídeos abaixo.



Troca de pele em um boídeo – Boa constrictor.

Disponível em <<http://youtu.be/xmCflSFk4t0>>

Processo de muda em larva de um lepdóptero – Papilio indra.

Disponível em <<http://youtu.be/NsMPxvsdDdk>>

As perguntas que se seguem ajudarão a estruturar seu pensamento:

1. Quais são as atitudes tomadas por esses animais para se desprenderem do revestimento antigo?
2. O processo histológico de troca de revestimento é semelhante? Compare.
3. Podemos dizer que ambos os materiais são tecidos verdadeiros? Explique.
4. Qual é a textura dos materiais comparados? A que se deve? Quais suas composições bioquímicas?

Vamos para a Atividade 1?

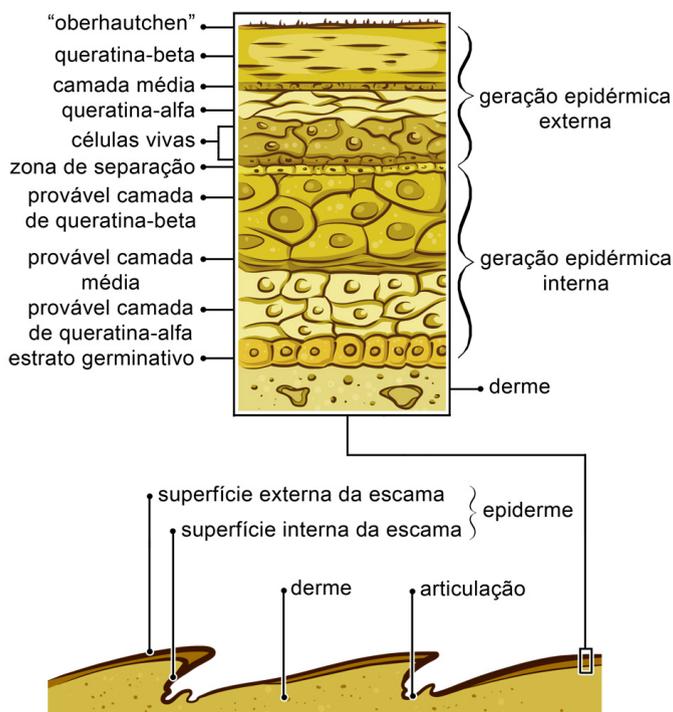


Figura 4.8 Ilustração mostrando o processo de troca de pele por um lagarto. Adaptado de Hildebrand, G., 1999. Análise da Estrutura dos Vertebrados. Editora Atheneu. / Fonte: CEPA



### 3 Finalizando

Após estudar os protostômios, ao começar o estudo dos vertebrados, estamos passando para a segunda grande linhagem de animais bilaterais, os deuterostômios, entre os quais o maior grupo é o dos cordados Vertebrata. Isso nos dá maior capacidade de estabelecer uma comparação direta com o maior grupo dos protostômios, os Arthropoda. Os fatores principais evocados neste tópico foram o crescimento e alguns elementos adaptativos (que, ainda que parcial e indiretamente, podem ser estendidos a outros animais), usados como indícios de que, após mais de 0,5 bilhão de anos, grupos animais bastante divergentes apresentaram soluções diferentes, mas satisfatórias, em relação às restrições impostas pelo ambiente — restrições seletivas e dinâmicas, que em ambas as linhagens provocaram muitas extinções.

Apesar de esse ser um pequeno grupo de seres vivos (com pouco mais de 60.000 espécies atuais, representando menos de 4% da biodiversidade), não é à toa que recebe grande parte de nossas atenções, e os motivos incluem a sensação de familiaridade e de pertinência (afinal, o homem é um vertebrado - estudando os vertebrados, entendemos nossa história), identificação de linguagem corporal e apelo sentimental (é intuitivo para nós percebermos quando um cão está com medo), muitas espécies são estruturadoras de ecossistemas, facilidade de fossilização, animais de tamanho avantajado, várias espécies bandeira, dentre outros.

O sucesso evolutivo dos vertebrados é bastante significativo, e continuaremos analisando o contexto histórico pelo qual ele se estabeleceu no próximo tópico.



Figura 4.9 Lobo cinzento (*Canis lupus*) é o maior membro sobrevivente da família Canidae devido, por exemplo, à sua capacidade de adaptação à sazonalidade ambiental. É encontrado na Eurásia, Norte da África e América do Norte. / Fonte: Thinkstock



## 4 Ampliando os Conhecimentos

Algumas fontes interessantes para aprofundamento nos assuntos tratados neste tópico são: ATTENBOROUGH, D., 2006. *Pequenos Monstros*. Editora Abril. [filmes curtos com excelentes imagens de mudas e metamorfose de hexápodes.]

ORR, R.T., 1986. *Desenvolvimento Animal*. In *Biologia dos Vertebrados*. Editora Roca.

ORR, R.T., 1986. *Crescimento Animal*. In *Biologia dos Vertebrados*. Editora Roca.

### Links

[Revista Pesquisa FAPESP, 2008: 152](#). [alguns detalhes sobre evo-devo.]

Sandrin, M.F.N., Puerto, G., Nardi, R. [Serpentes e acidentes ofídicos: um estudo sobre os erros conceituais em livros didáticos](#). [erros comuns em livros didáticos; relação entre guizo, muda e idade de cascavéis.]



## 5 Sugestão de Atividades

### Questionário 2 ATIVIDADE 2

- a. Um garoto observa no muro de sua casa três vaga-lumes da mesma espécie: um grande, um médio e um pequeno. O menino conclui, após se lembrar da aula de Biologia: “devem ser da mesma espécie, talvez até mesmo da mesma família; o pequeno deve ser um filhote que sofreu menos mudas que os pais”. Analise essa conclusão.
- b. Algumas pessoas garantem que as cigarras cantam até estourar. “Será?”, perguntará um aluno. Através dos contrastes (de rigor científico, perceptivo e cognitivo), a exibição dos dois vídeos abaixo pode reforçar o argumento do professor. Assista com postura crítica às capturas nos botões abaixo, decida qual delas deve retratar o que acontece com esses insetos e justifique a sua resposta.



[Vídeo 1](#) (se desejar fazer o download, [clique aqui](#))

[Vídeo 2](#) (se desejar fazer o download, [clique aqui](#))

Vamos para a Atividade 2?



## 6 Bibliografia

- HILDEBRAND, G., 1999. *Análise da Estrutura dos Vertebrados*. Editora Atheneu.
- KARDONG, K., 2001. *Vertebrates: Comparative Anatomy, Function, Evolution*. Editora McGraw-Hill.
- RUPPERT, E., FOX, R.S. & BARNES, R.D., 2005. *Zoologia dos Invertebrados – Uma abordagem funcional-evolutiva*. Editora Roca.

### Links

- <http://www.thinkstockphotos.com/>  
<http://www.cifonauta.cebimar.usp.br/>



## 7 Anexos

Consulte os anexos a seguir que podem ser apresentados aos seus alunos do Ensino médio se desejar! Acesse também os seguintes materiais fornecidos na semana 3 desta disciplina: um mapa de conceitos com glossário separado para o professor e uma revisão geral de embriologia mais aprofundada. Esses documentos estão disponíveis na página de abertura da semana 3.

- Embriologia  
<http://youtu.be/8v6cXkzIEQA>  
<http://youtu.be/ykvlzqTFARA>
- Muda  
<http://youtu.be/yPz2ik9OXg4>