



CURSO DE FÉRIAS 2020

GENÉTICA E EVOLUÇÃO

10 a 14 de fevereiro
Instituto de Biociências • USP

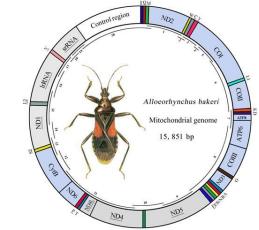
Curso: Biologia Evolutiva

Palestrantes: Dr. André Fonseca, Dr. Bruno Genevcius, Dr. Diogo Melo, Dra. Kelly Nunes, Dra. Monique Simon, Dr. Vitor Aguiar

Laboratórios: Laboratório de Expressão Gênica e Evolução, Laboratório de Evolução de Mamíferos e Laboratório de Genética Evolutiva



- Laboratório de Expressão Gênica e Evolução de Artrópodes
<https://torres.ib.usp.br/>



- Laboratório de Evolução de Mamíferos



- Laboratório de Genética Evolutiva
<https://genevol.ib.usp.br/>



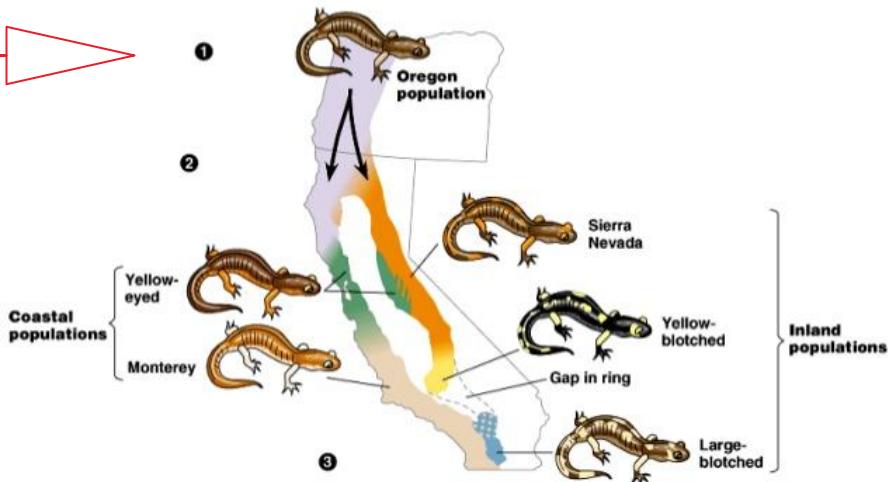
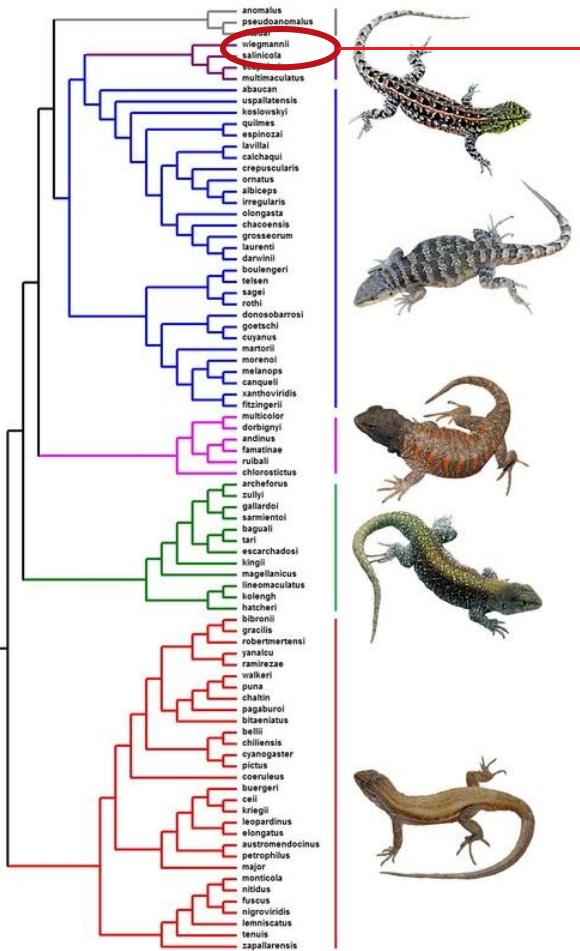
Roteiro

- Aula teórica 1: Evo-devo
- Aula teórica 2: Evolução Fenotípica
- Aula teórica 3: Genômica Populacional

- Aula prática 1: Evolução Fenotípica
- Aula prática 2: Genômica Populacional



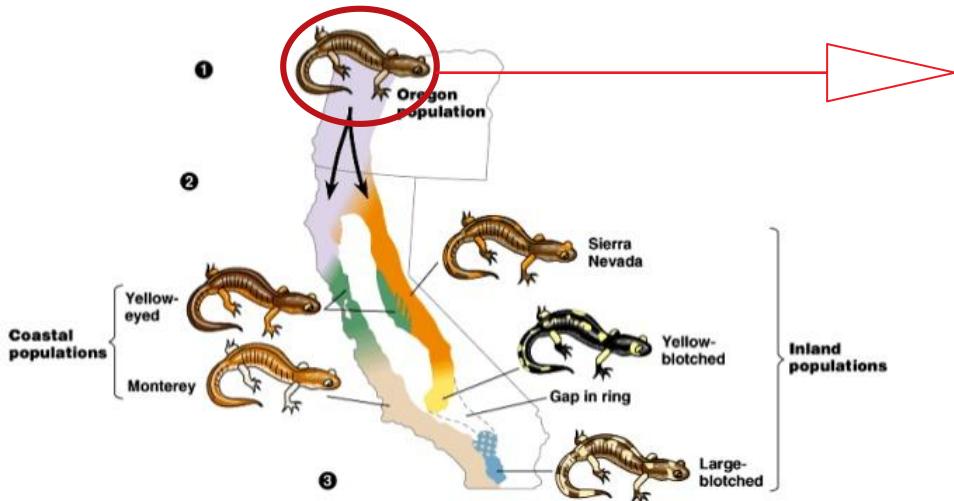
Escalas da evolução



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



Evo-devo

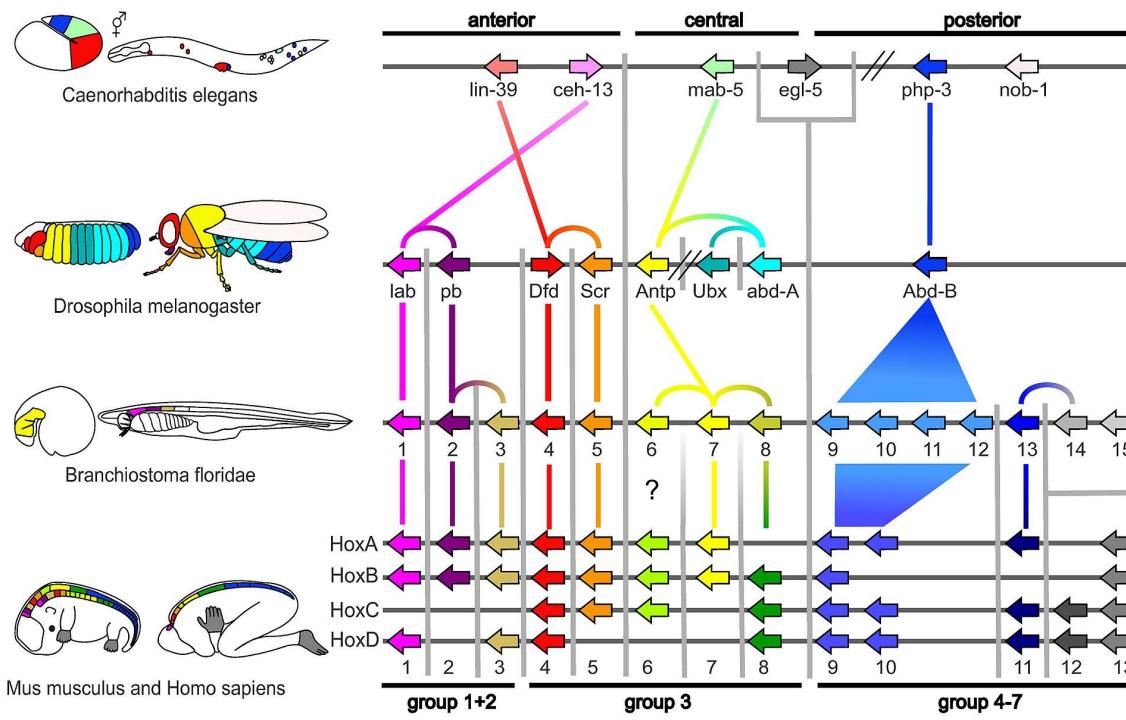


Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



Evo-devo

- “*Evolutionary developmental Biology*”
 - Processos do desenvolvimento
 - Comparação entre espécies



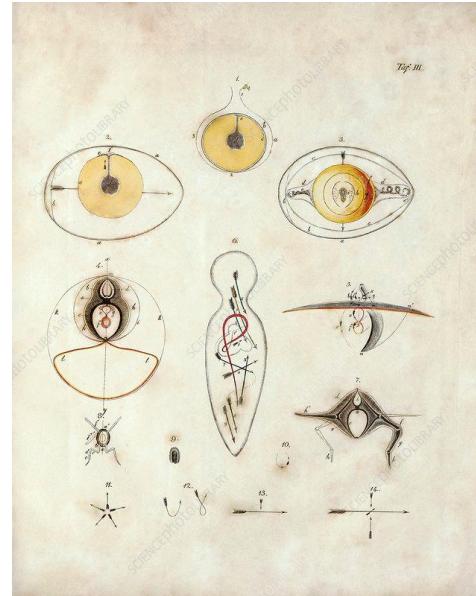
Evo-devo: histórico



1859

Karl Ernst von Baer

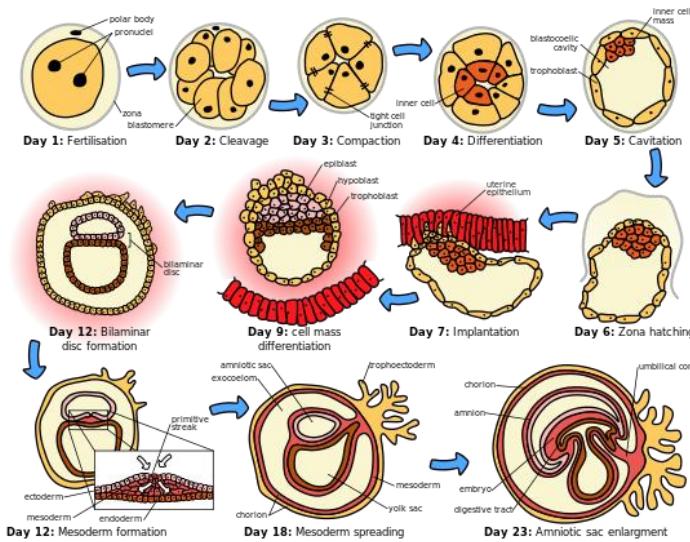
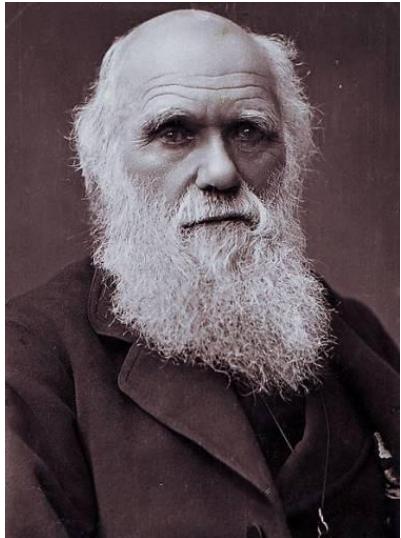
- importantes estudos embriológicos



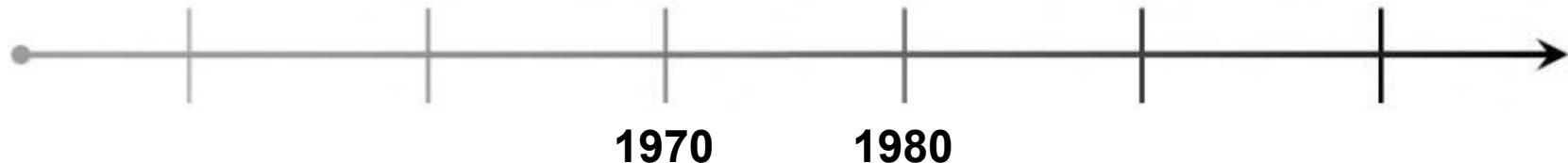
Evo-devo: histórico



- Embriões similares → ancestralidade comum
- Lacuna: embriões são controlados no nível molecular



Evo-devo: histórico



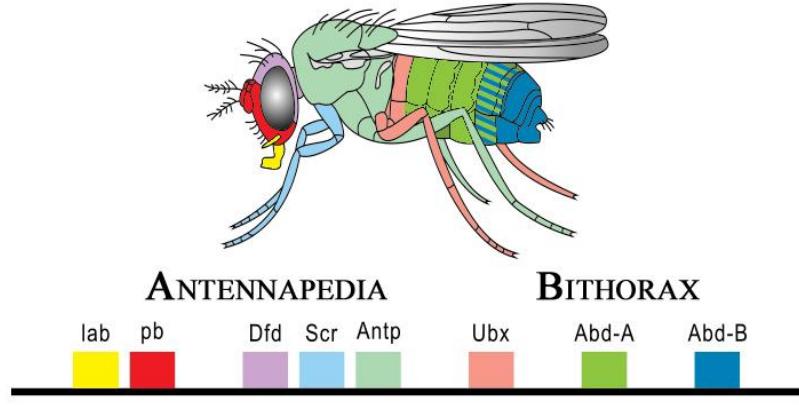
1977

King & Wilson

- Sequenciaram proteínas de primatas e não viram diferenças nas sequências codificantes
- Surgimento de técnicas de biologia molecular: sequenciamento, FISH
- Descoberta dos genes homeóticos
 - ~ Controlam migração, diferenciação, divisão e morte celular

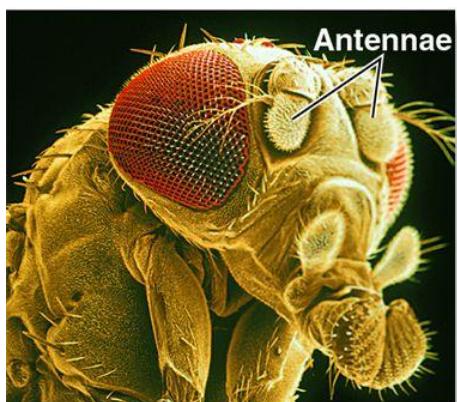


Evo-devo: histórico



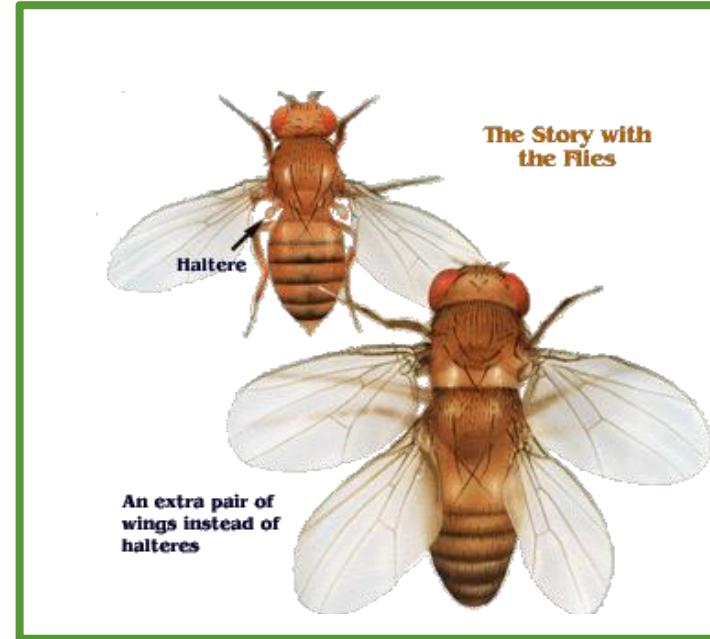
Lab: Labial
Pb: Proboscipedia
Dfd: Deformado
Scr: Comba sexual reducida
Antp: Antennapedia

Ubx: Ultrabithorax
Abd-A: Abdominal A
Abd-B: Abdominal B



(a) Normal fly

(b) Mutant fly



- Genes *Hox*: determinam a identidade posicional dos segmentos corpóreos

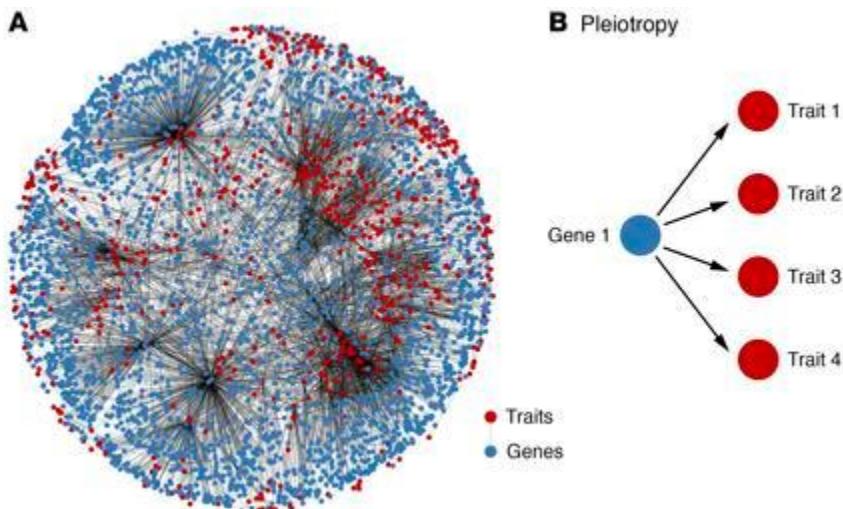


Evo-devo: perguntas

- 1) Quais os mecanismos genéticos por trás da diversidade?
- 2) Como os processos evolutivos afetam o desenvolvimento?
- 3) Como o desenvolvimento afeta os processos evolutivos?

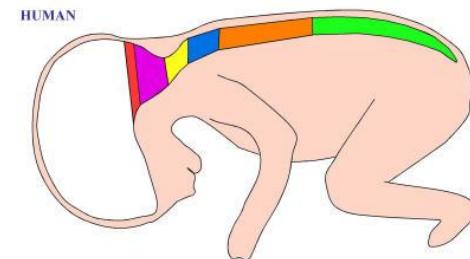
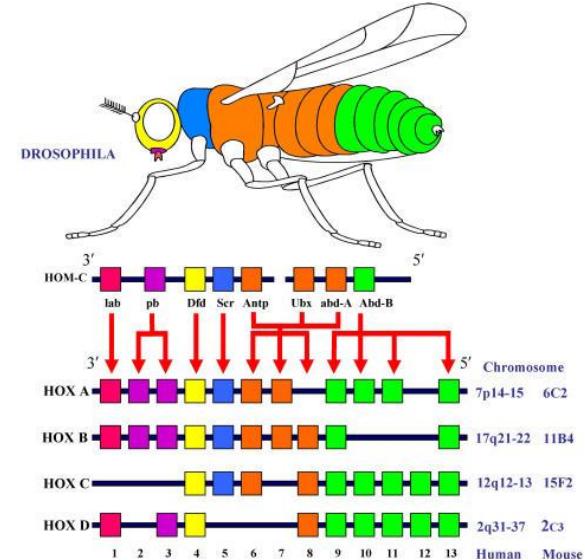
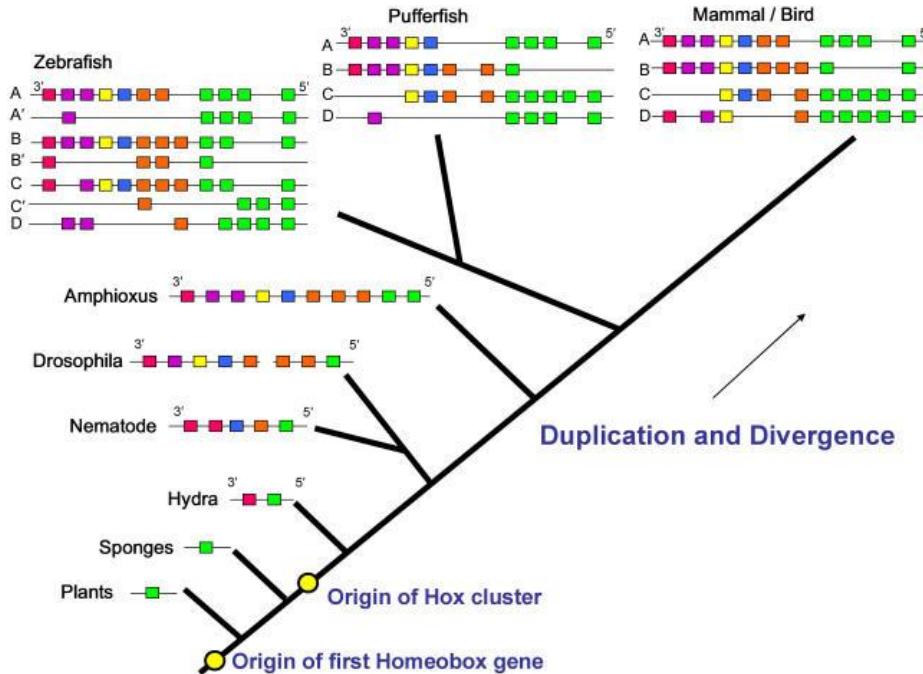


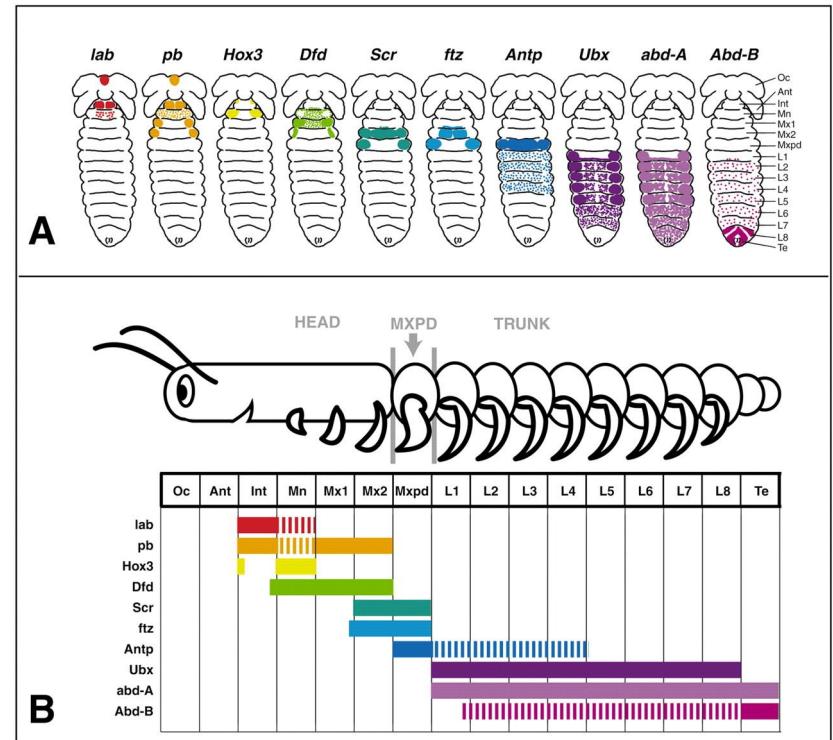
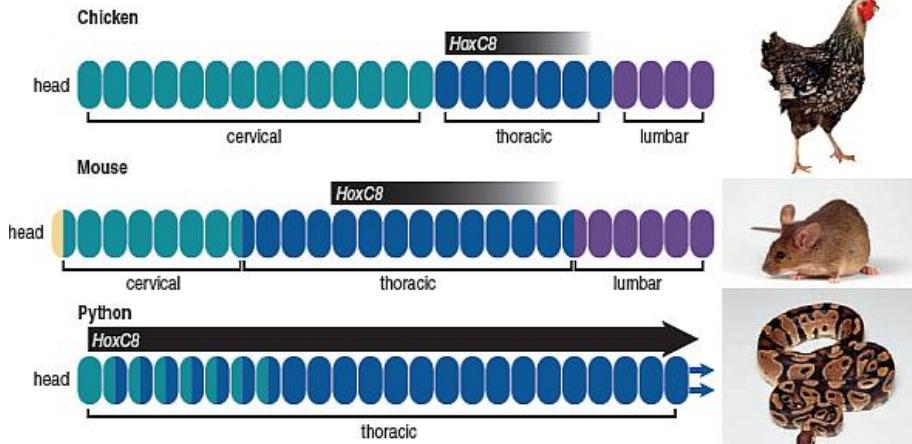
1) Pleiotropia



2) Complexidade ancestral

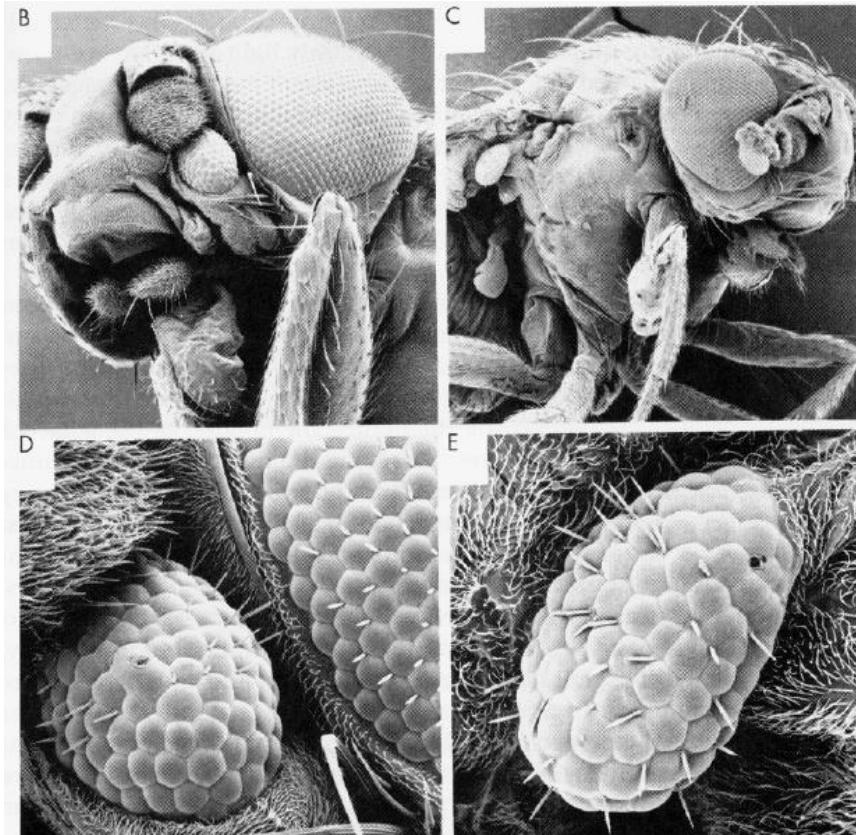
- Genes Hox controlam a padronização do eixo antero-posterior em todos os bilateria



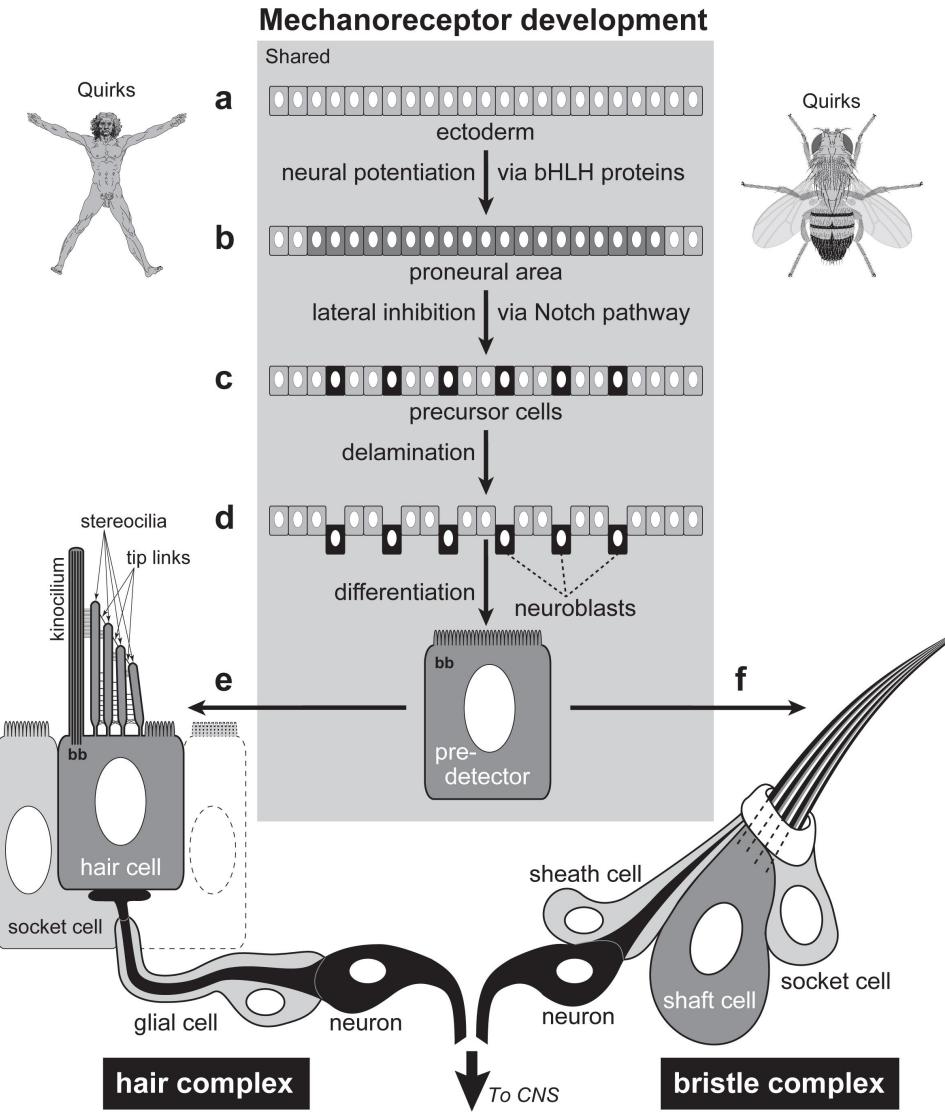


3) Equivalência funcional de ortólogos distantes e parálogos

- Gene *Pax6* de rato implantado em uma antena de *Drosophila*



4) Homologia profunda



- Epitélio não diferenciado é marcado pelas proteínas bHLH (basic helix-loop-helix)
- Células precursoras são geradas através da inibição via *notch*

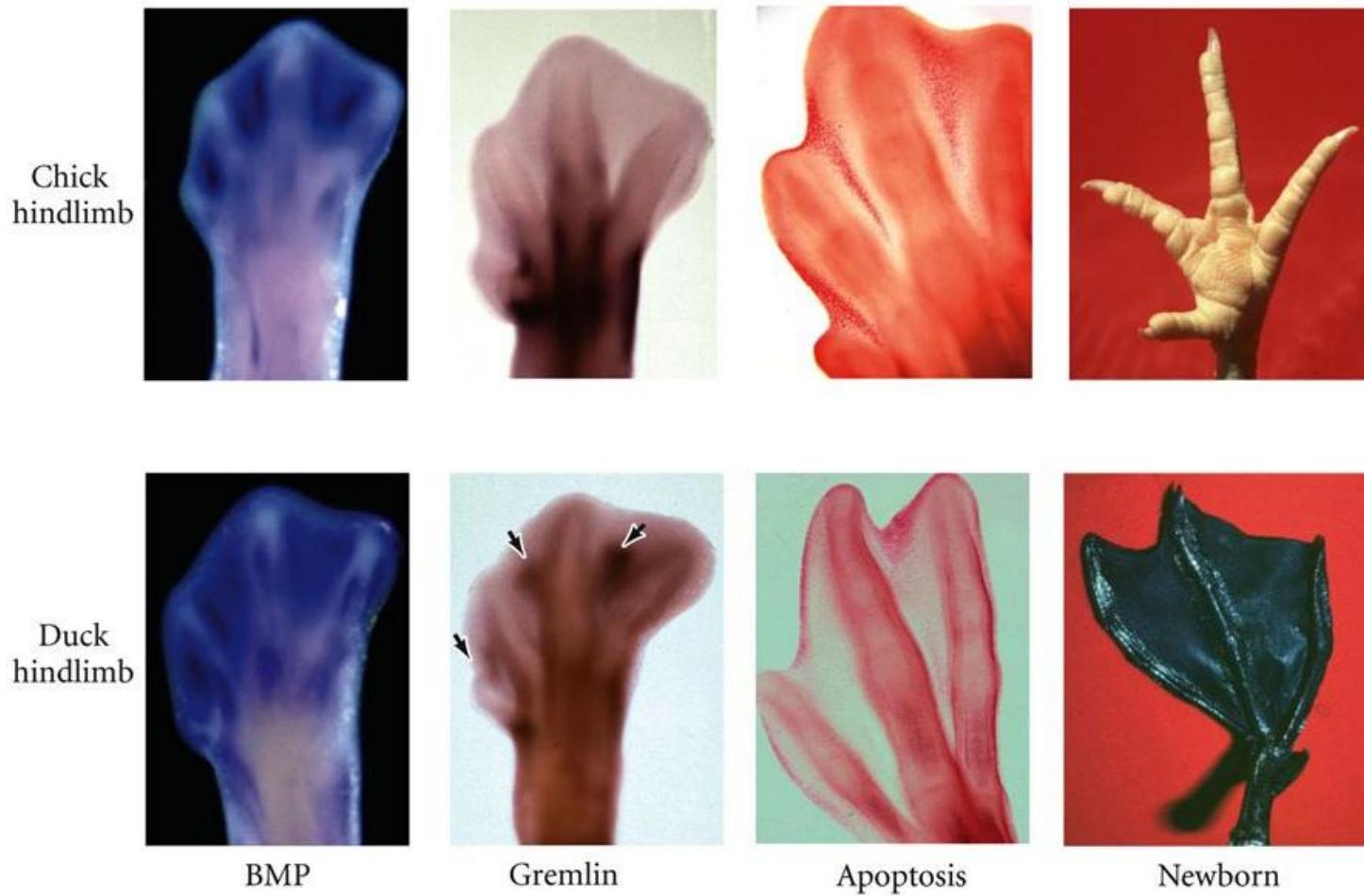


5) Mudanças nos produtos gênicos

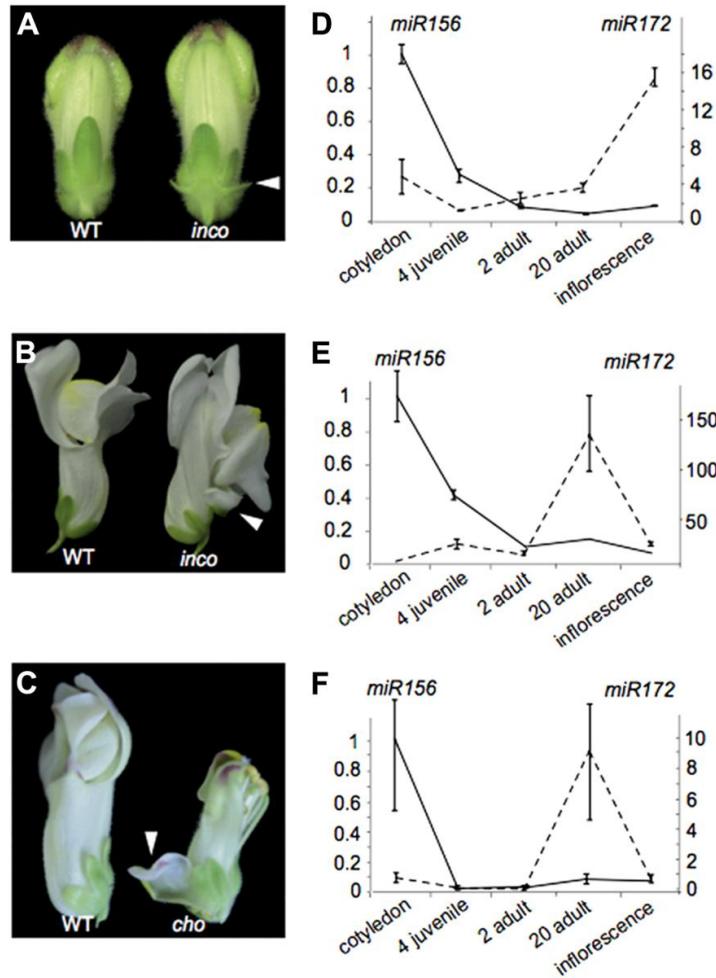
- Heterotopia: mudança no local da expressão gênica
- Heterocronia: mudança no momento da expressão
- Heterometria: mudança na magnitude de expressão
- Heterotipia: mudança na estrutura molecular



Heterotopia: expressão do inibidor de *Gremlin* previne apoptose nos interdígitos de patos



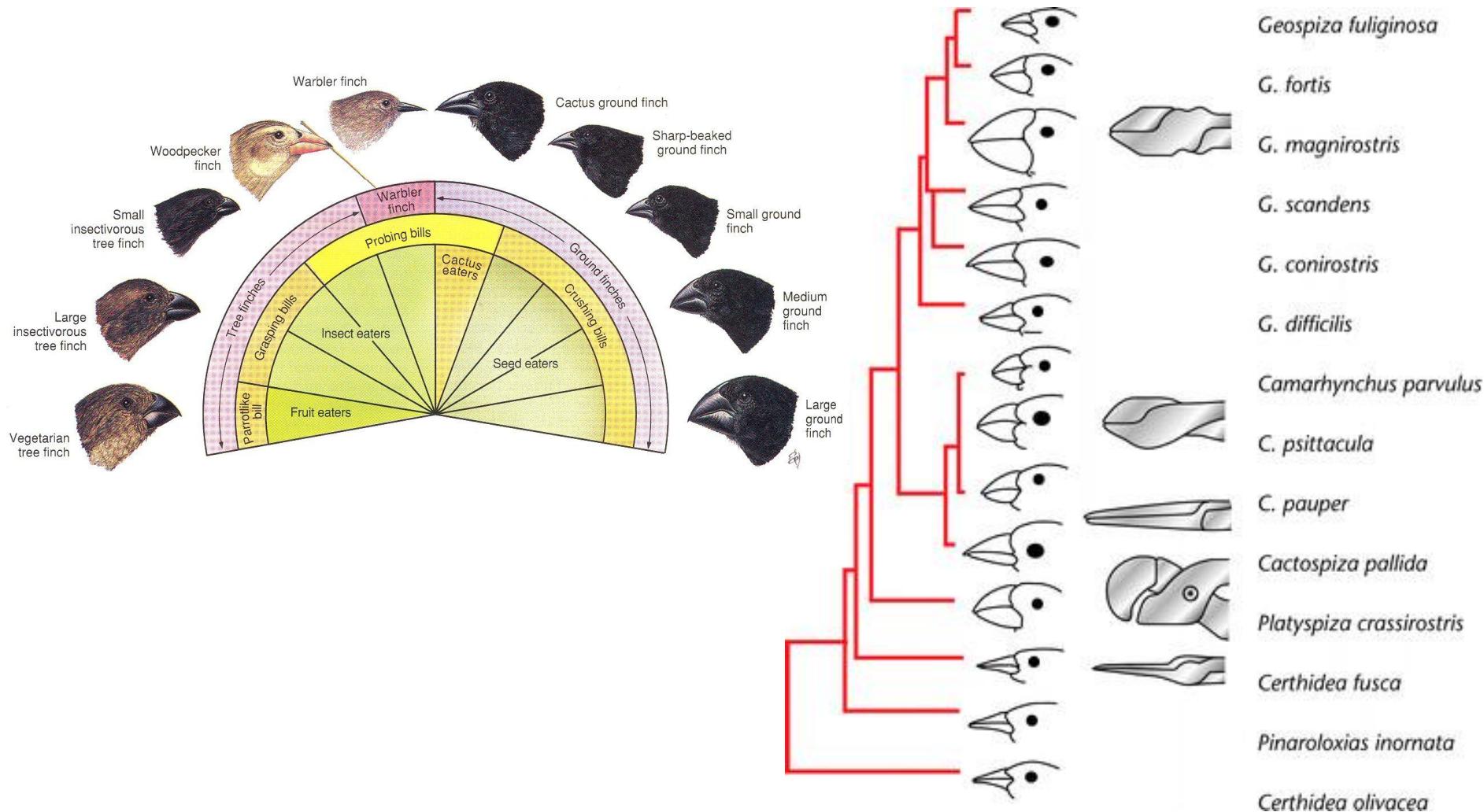
Heterocronia: mudanças no tempo de expressão e seus efeitos no desenvolvimento flores

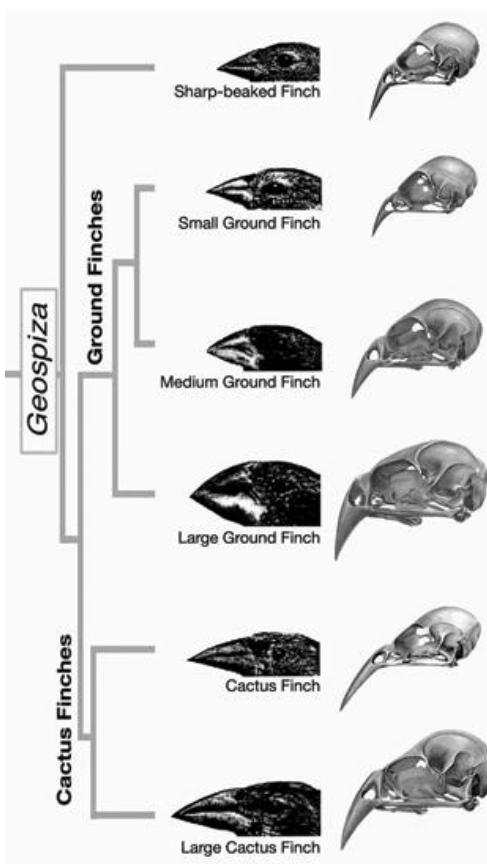
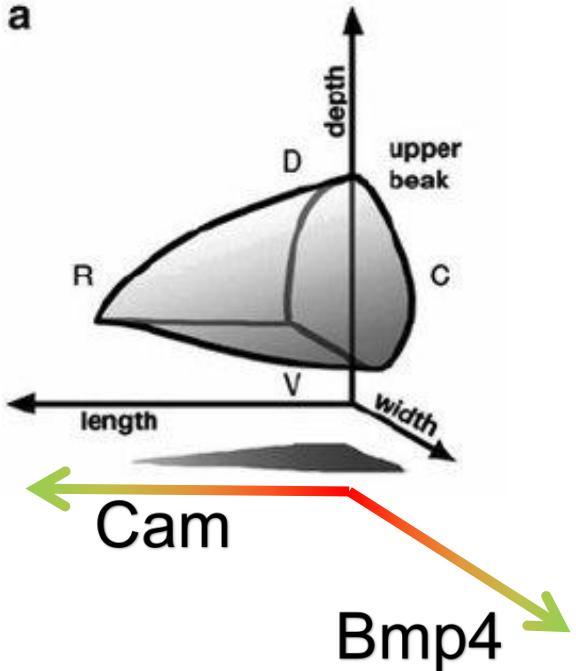


Heterometria: mudanças na magnitude de expressão nos bicos dos tentilhões

- Bone-morphogenic-protein (Bmp) e Calmodulina (Cam) mediam o crescimento do bico em eixos diferentes

Abzhanov et al. 2006



a

sharp beaked finch

dieta mista de insetos e sementes

Cam Bmp4
bico curto bico estreito



cactus finch

Cam Bmp4



large cactus finch

Cam Bmp4



medium ground finch

Cam Bmp4

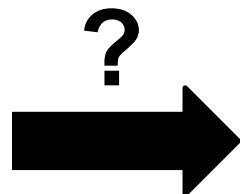
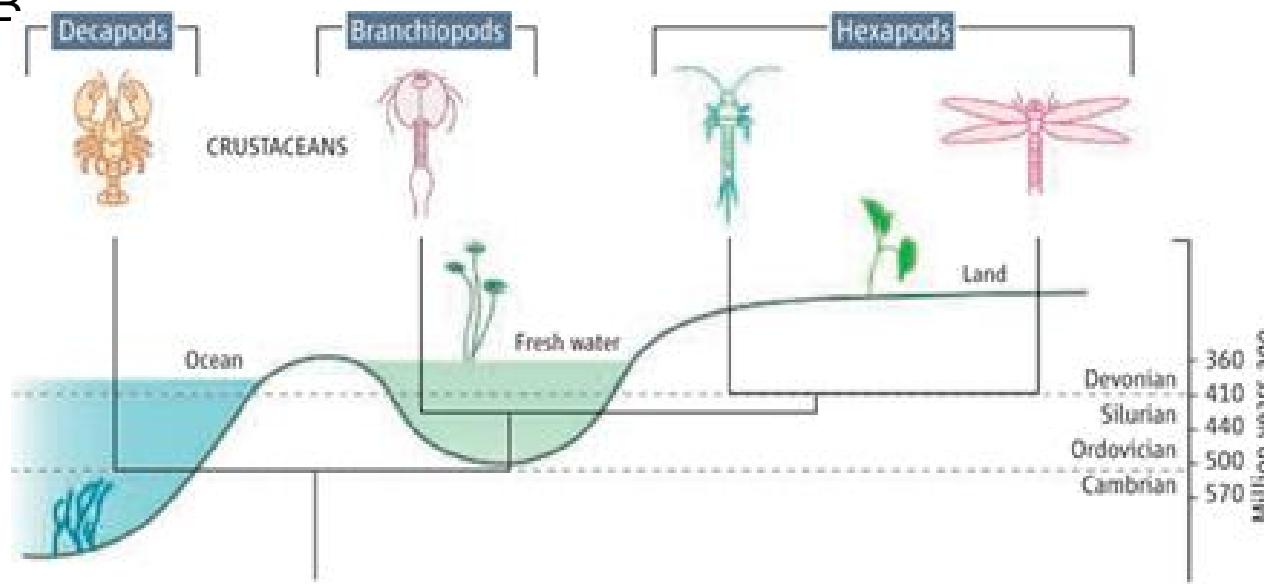


large ground finch

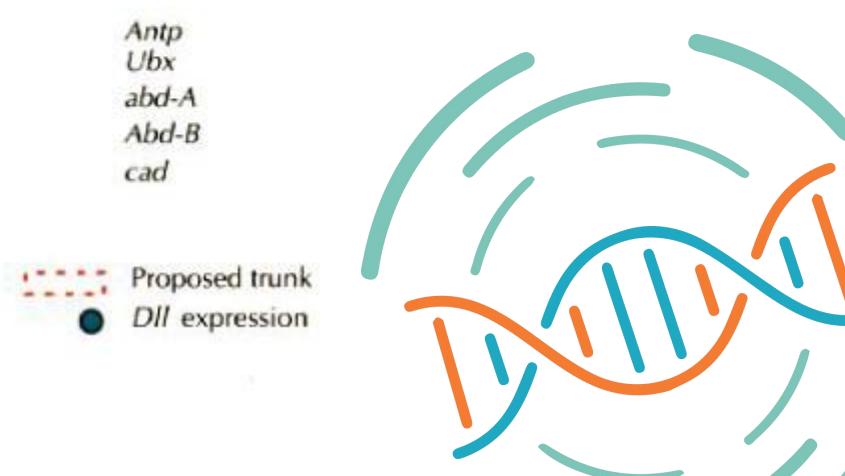
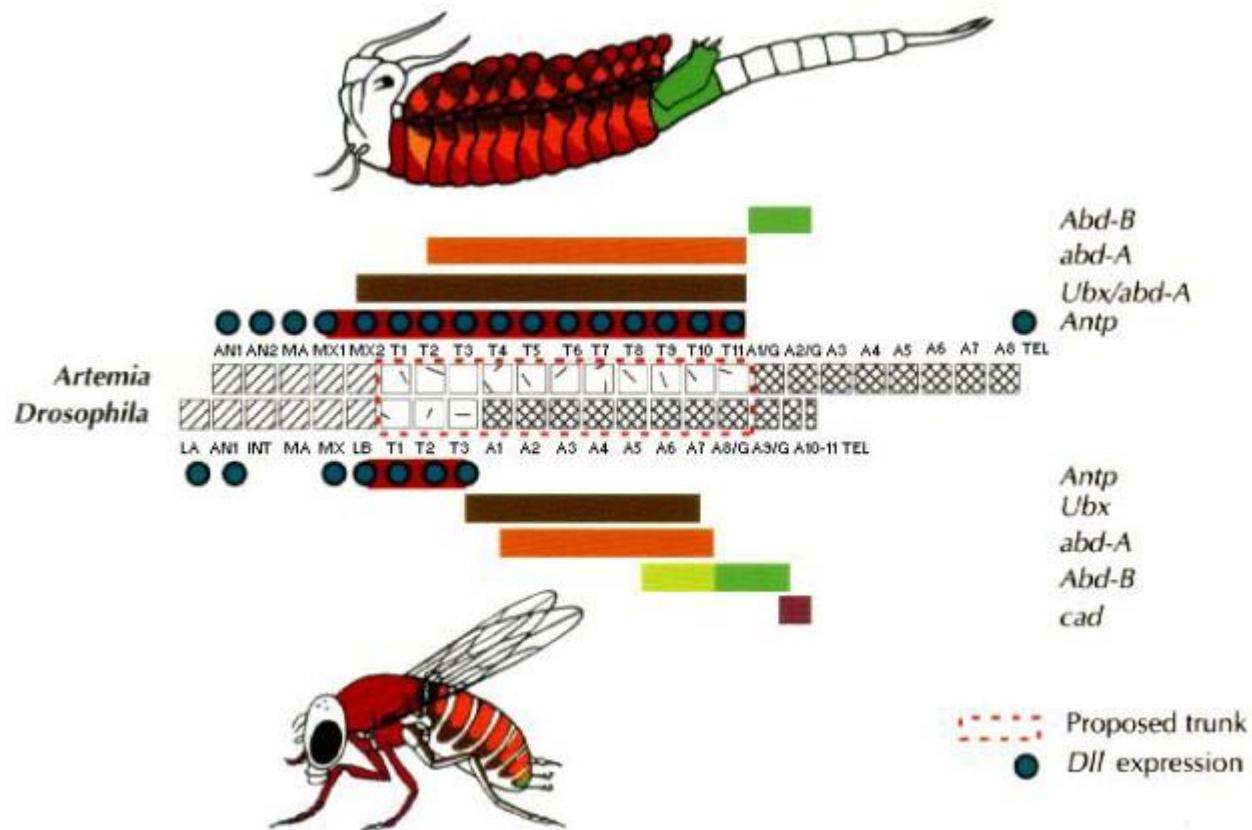
Cam Bmp4

Heterotipia: mudanças na estrutura do produto gênico

- B



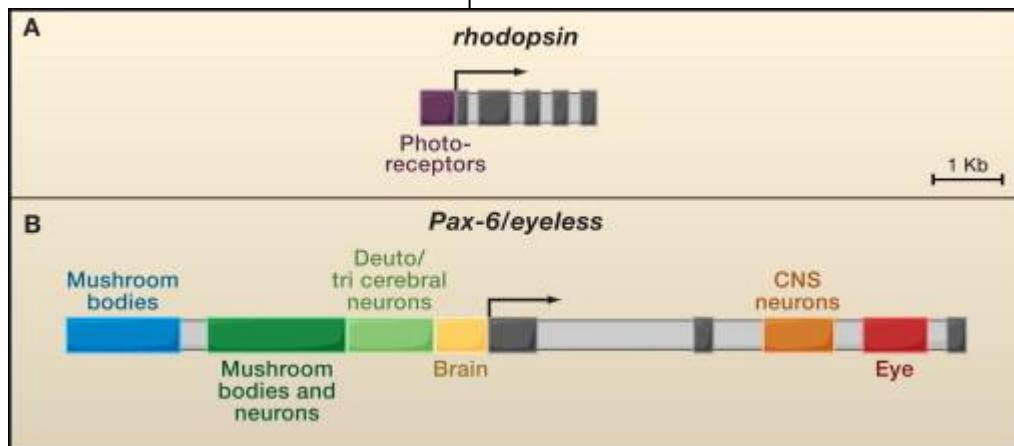
- *Ubx* suprime uma cascata de centenas de genes
- O ganho de uma única mutação permitiu a supressão completa da formação de pernas no abdômen
- Ativado no tórax, suprime a formação de pernas



6) Modularidade de regiões cis-regulatórias

- regiões cis-regulatórias em loci pleiotrópicos são muito mais complexas

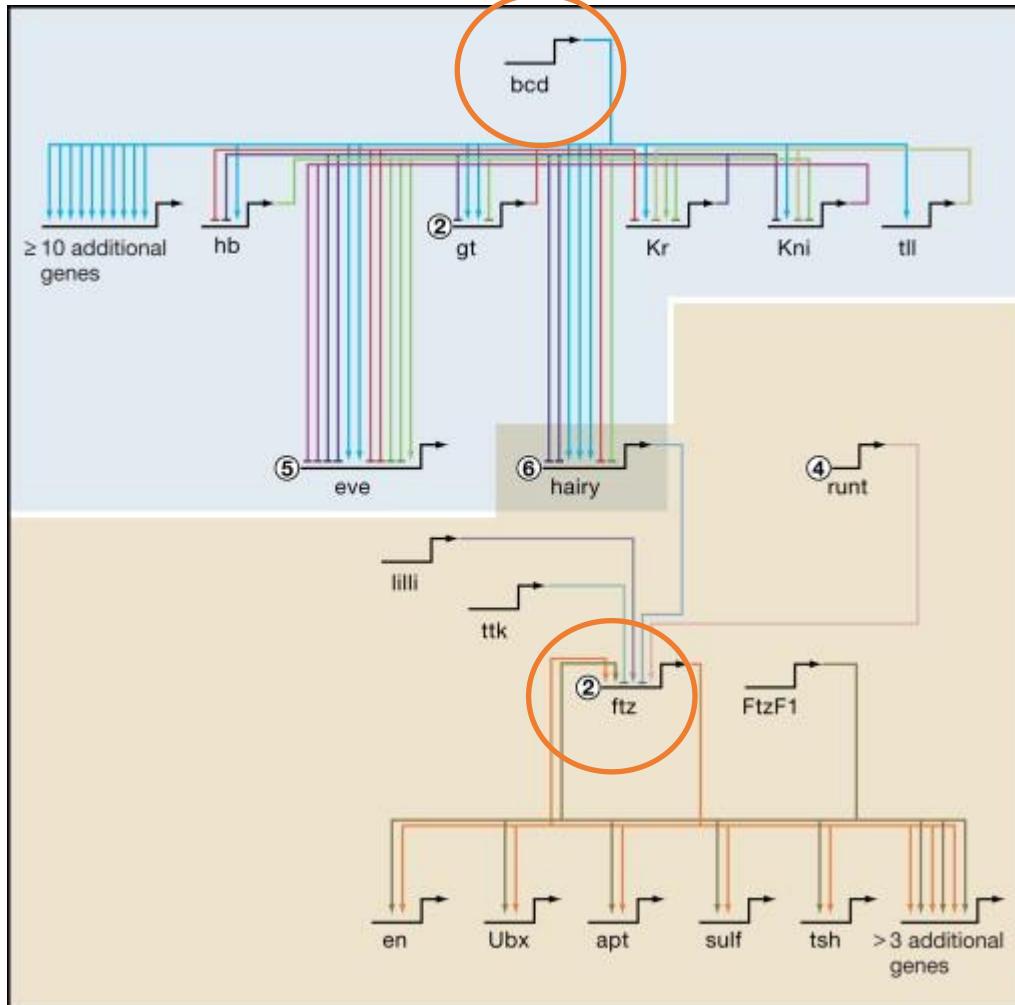
- 1 elemento cis-regulatório
- poucas centenas de pb



- 6 elementos cis-regulatórios
- 7kb de pb



7) Vastas redes regulatórias



- *Bicoid (bcd)* e *Fushi Tarazu* controlam dezenas de genes

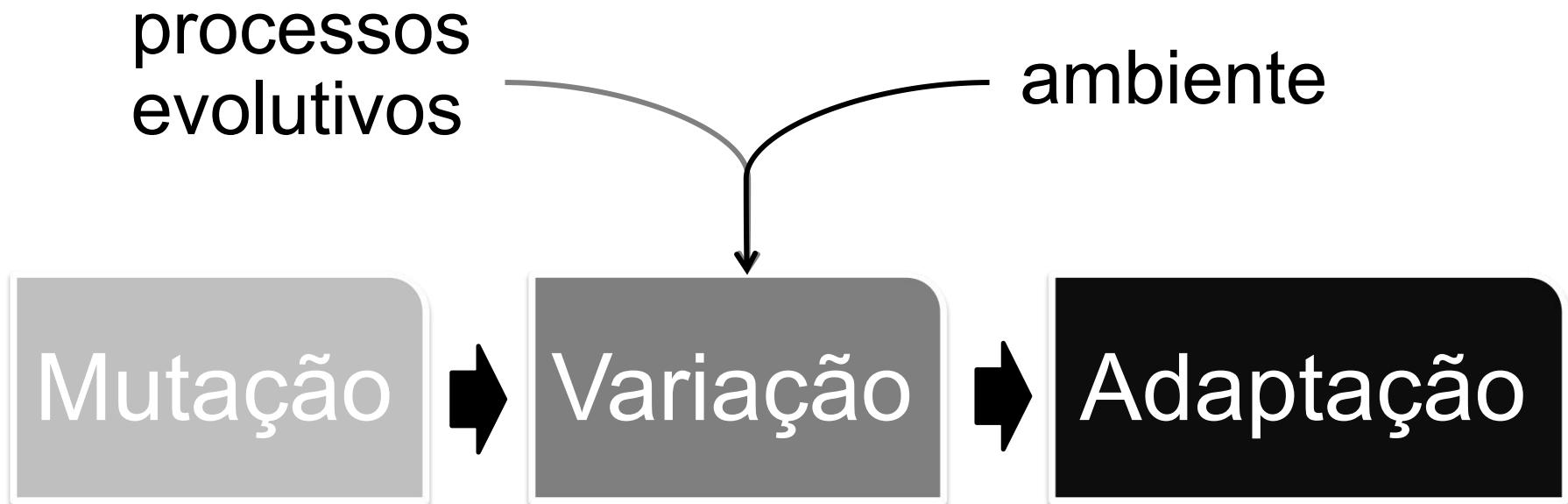


Evo-devo: perguntas

- 1) Quais os mecanismos genéticos por trás da diversidade?
- 2) **Como os processos evolutivos afetam o desenvolvimento?**
- 3) **Como o desenvolvimento afeta os processos evolutivos?**



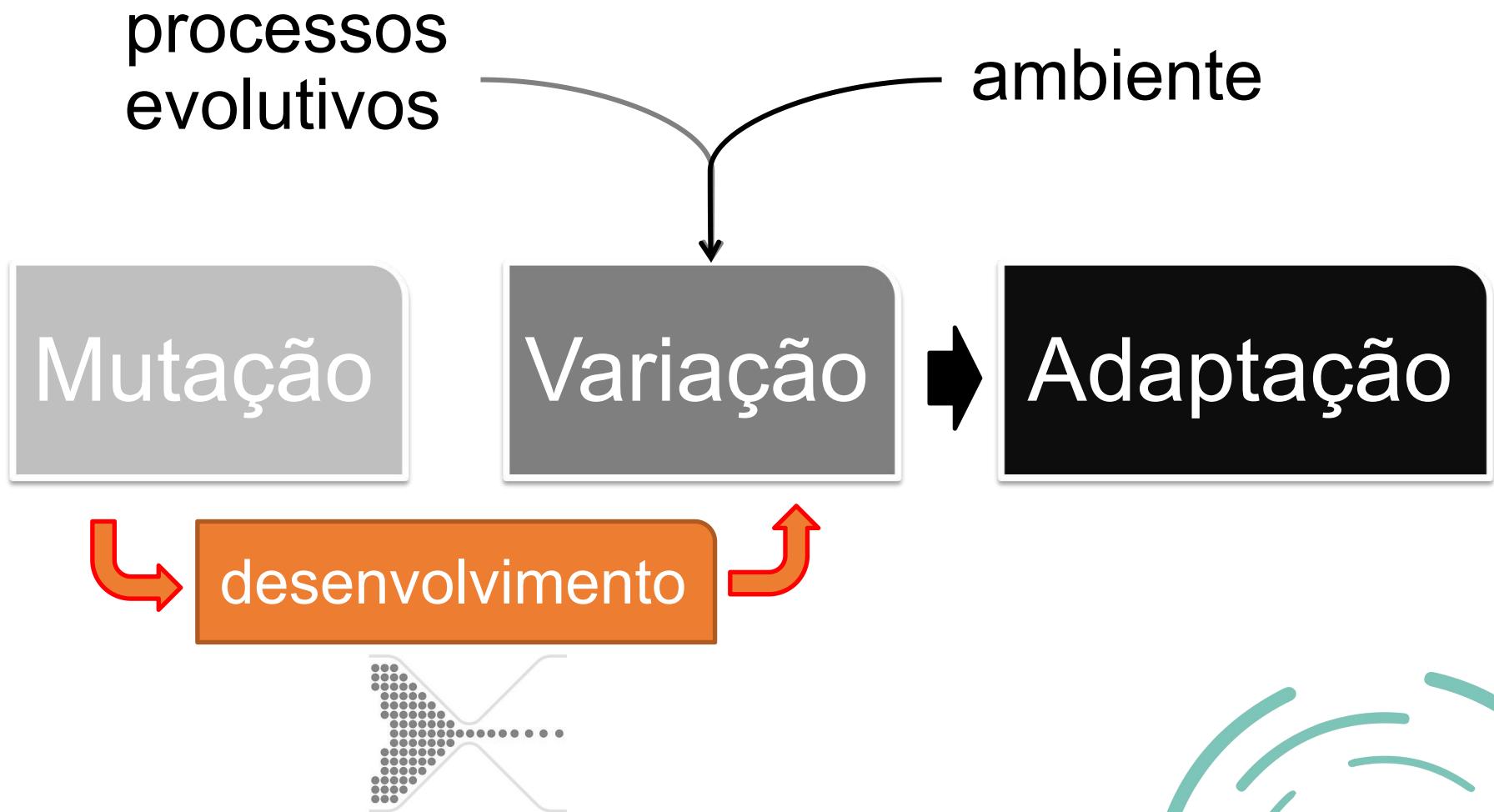
A visão clássica da evolução...



- mutações são aleatórias
- geram variação
- processos evolutivos atuam sob essa variação



A contribuição da evo-devo



- desenvolvimento funciona como um gargalo
- limita a possibilidade de variação disponível para os processos evolutivos atuarem ("developmental bias")

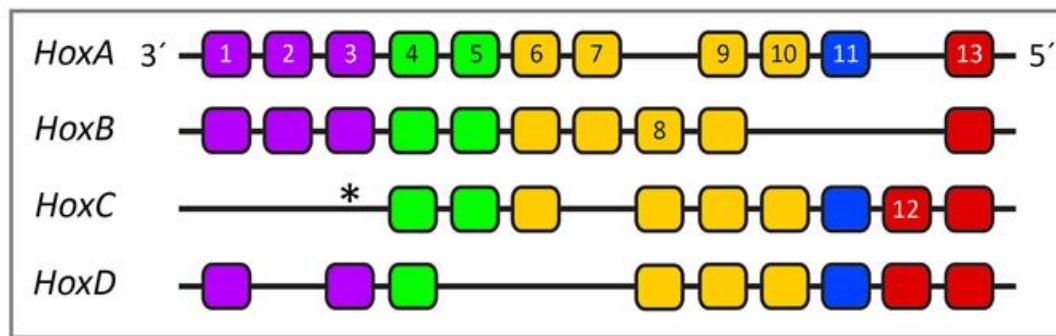
Viés de desenvolvimento

Surgimento de variação é limitado por:

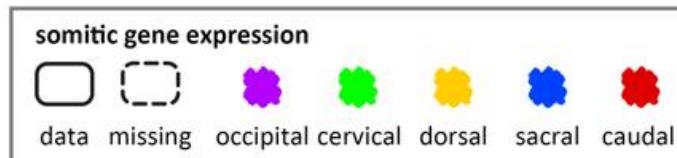
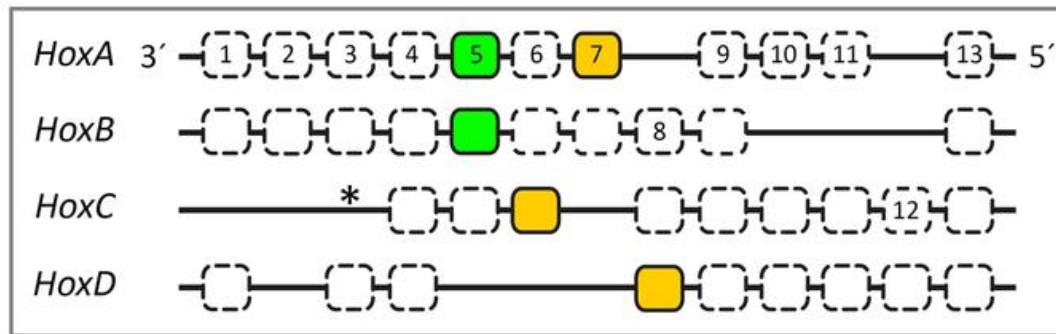
- natureza pleitrópica dos genes de desenvolvimento
- leis da física: difusão, hidráulica, biomecânica, etc.




model tetrapod
Mus musculus
(39 genes)




turtle
Pelodiscus sinensis
(39 genes)



* turtles, crocodiles, birds, and placental mammals lack *HoxC-3* compared with lizards and snakes

mamíferos:
7 vértebras cervicais

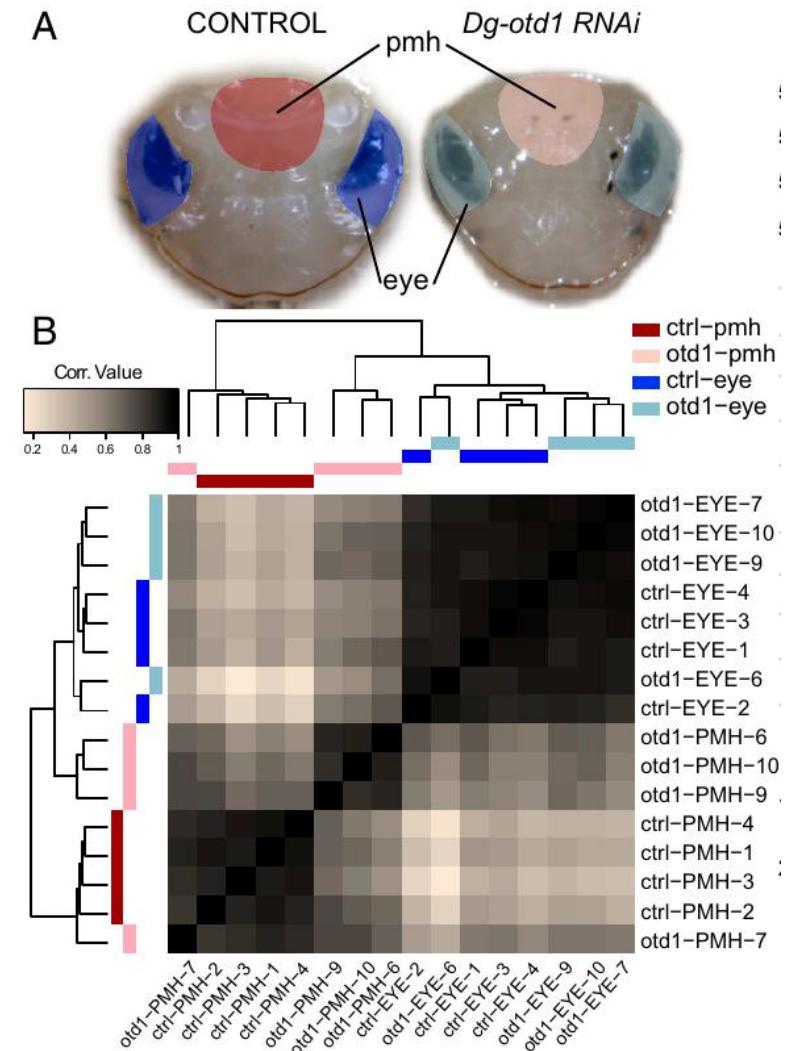
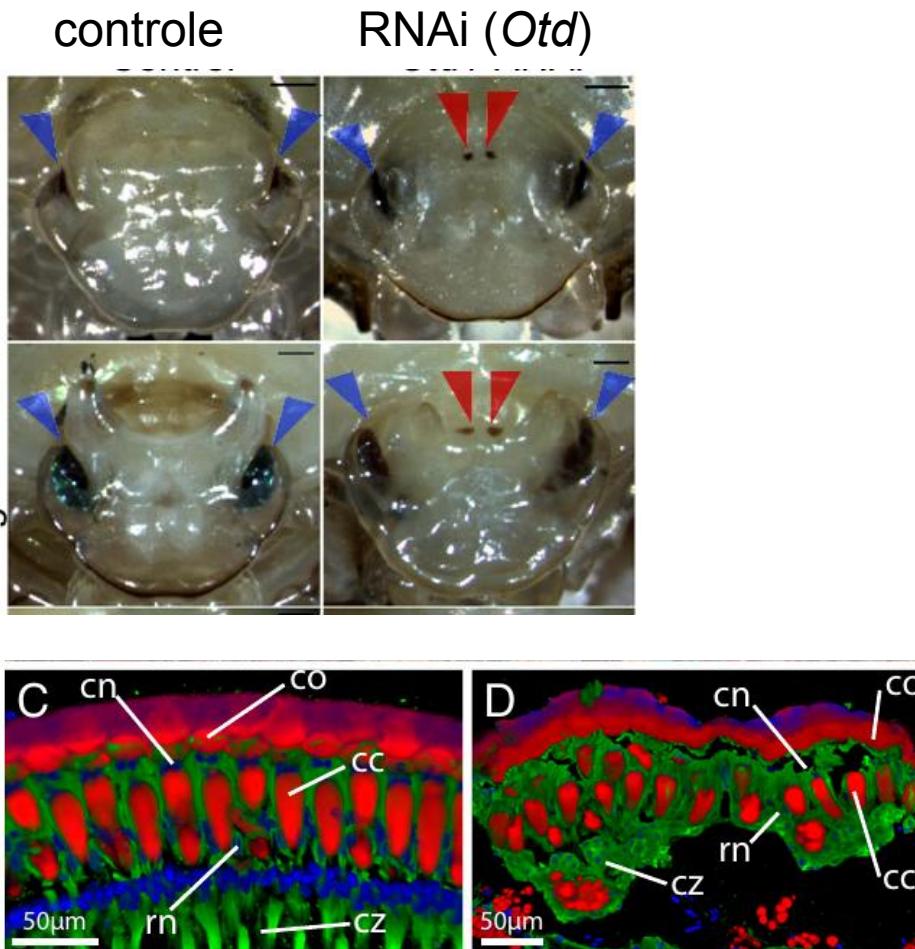
répteis:
enorme variação





Viés de desenvolvimento

Se o surgimento de variação é dificultado por restrições de desenvolvimento, como surgem as novidades evolutivas?



processos
evolutivos

ambiente

Mutação

Variação

Adaptação

desenvolvimento



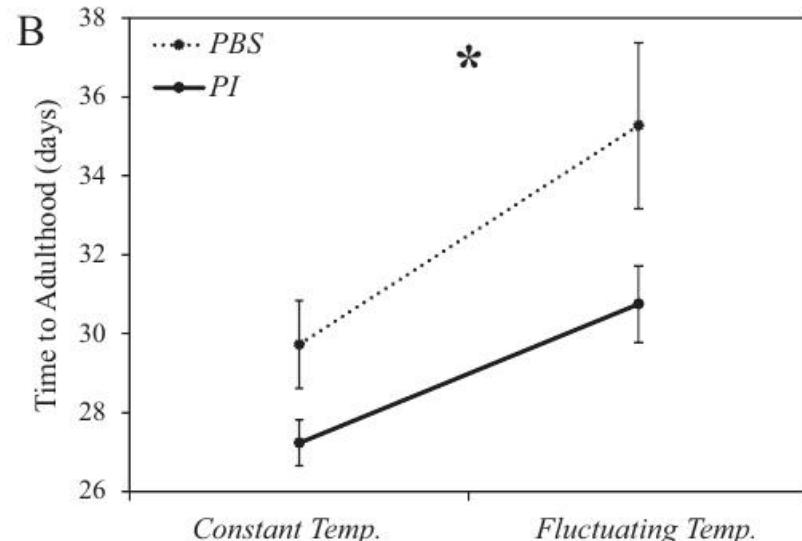
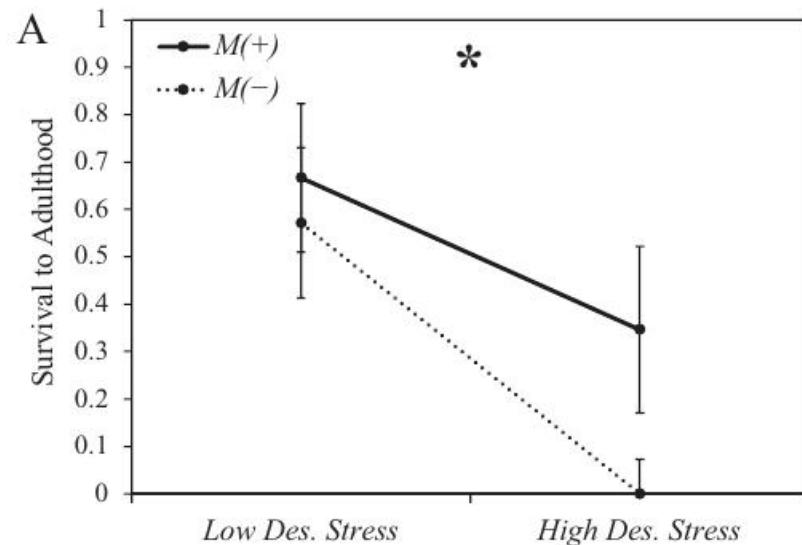
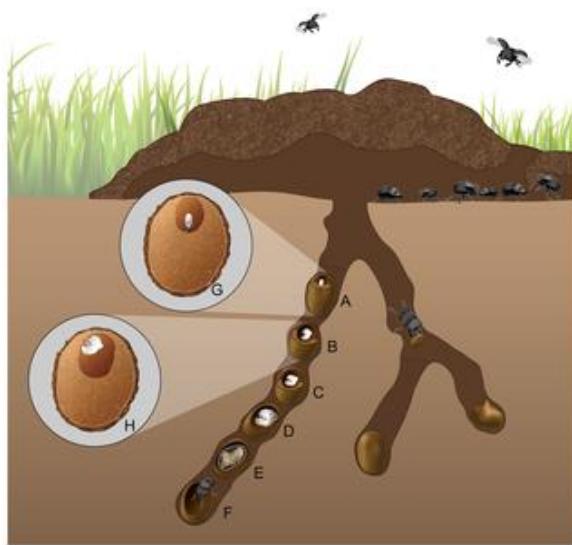
processos evolutivos



- o “ambiente interno” no desenvolvimento enviesa a disponibilidade de variação (**plasticidade**)
- desenvolvimento pode moldar o ambiente externo alterando a ação dos processos (**construção de nicho**)



- desenvolvimento afetado pelo ambiente interno do desenvolvimento
- essa variação é condição dependente!



processos evolutivos

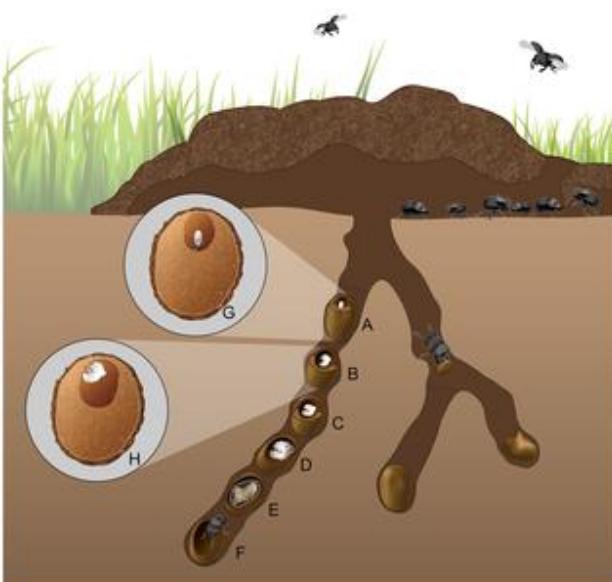


- o “ambiente interno” no desenvolvimento enviesa a disponibilidade de variação (**plasticidade**)
- desenvolvimento pode moldar o ambiente externo alterando a ação dos processos (**construção de nicho**)



Construção de nicho

- organismos modificam seus ambientes e portanto as condições de seleção através de comportamento, fisiologia, etc.
- larvas de rola-bosta modificam seu ambiente de desenvolvimento:
 - defecando e assim ampliando a população de micróbios simbiontes
 - manipulando mecanicamente para alterar a composição física da câmara



	Larva ⁺	Larva ⁻
Water	0.079	0.087
β-Methyl-D-Glucoside	0.727	
D-Cellobiose	1.147	
D-Galactonic Acid γ-Lactone	0.898	0.430 **
D-Mannitol	0.675	
N-Acetyl-D-Glucosamine	1.800	
L-Asparagine	0.758	0.431 ***
L-Serine	0.648	
D-Galacturonic Acid	1.011	
D-Glucosaminic Acid	0.811	
Pyruvic Acid Methyl Ester	0.672	

