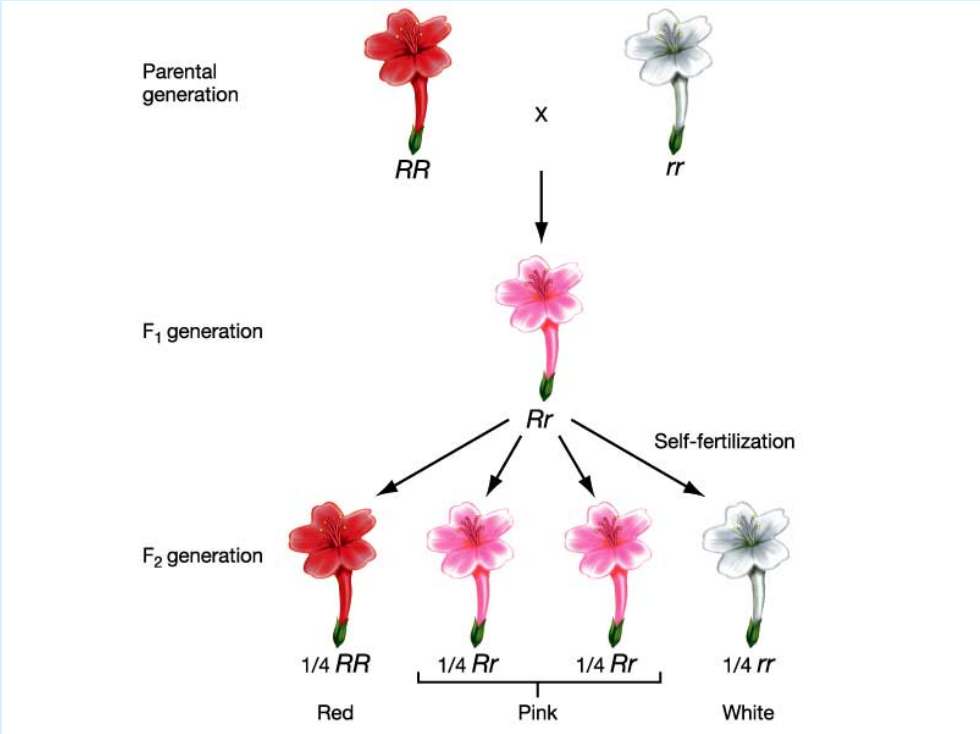
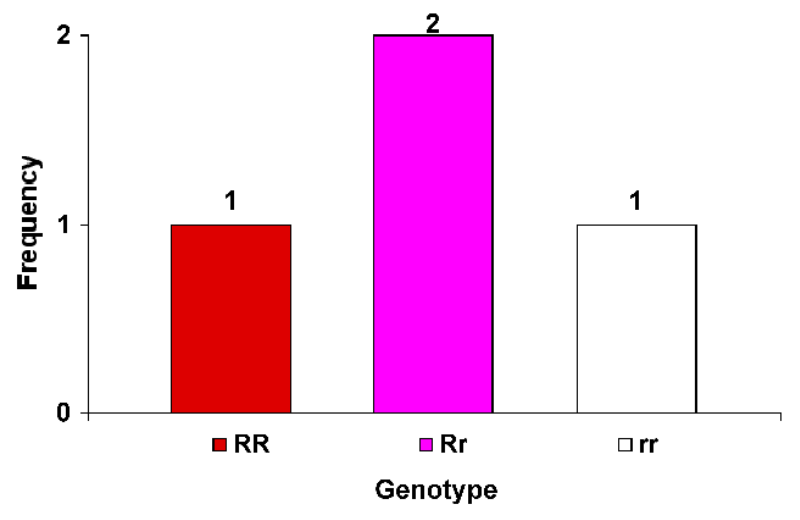
Evolução morfológica: Genética e desenvolvimento

Sergio Russo Matioli
IB - USP

Caráter simples: Cor de flores

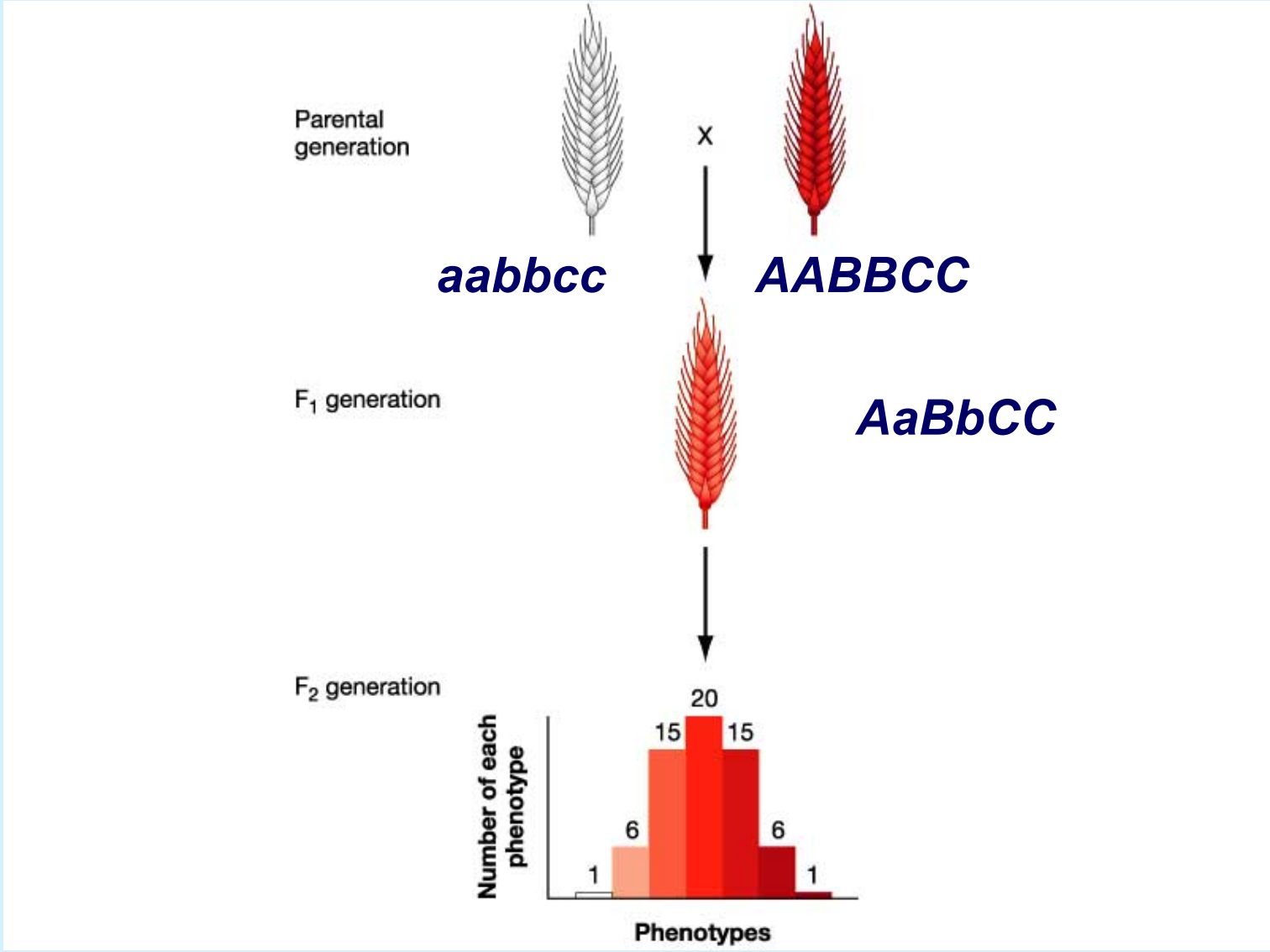


Codominância ou
Efeito aditivo

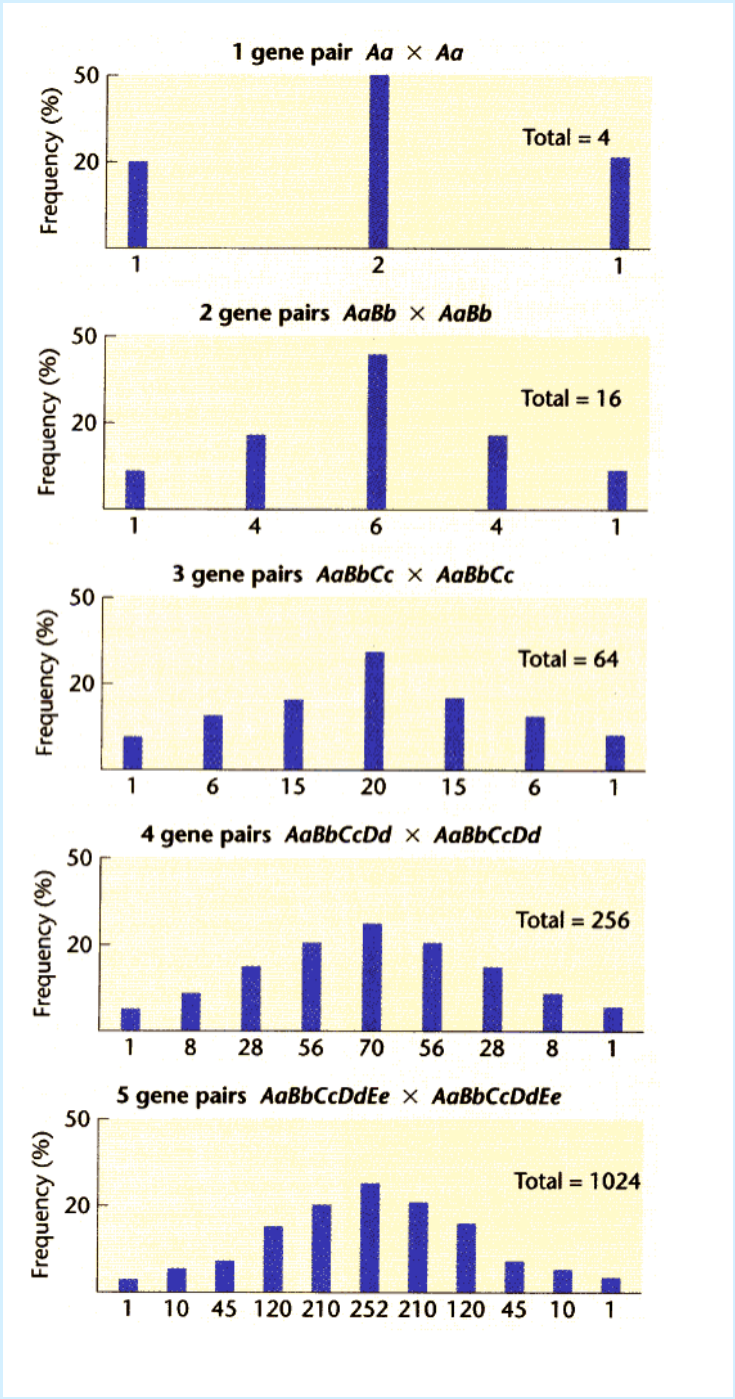


Distribuição descontínua

Característica mais complexa: 3 locos com efeito aditivo (trigo)



Efeitos genéticos em características quantitativas



Características de herança complexa: efeitos genéticos e não genéticos



Média e variância de uma distribuição

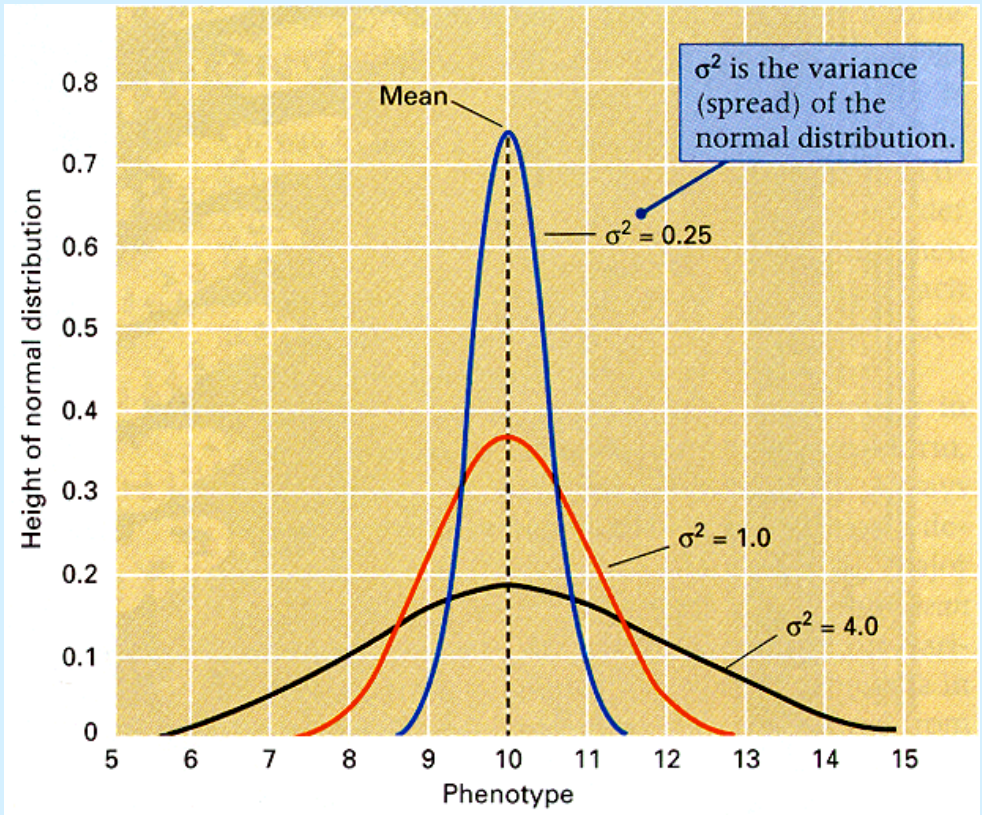


Figure 14.4 Graphs showing that the variance of a distribution measures the spread of the distribution around the mean. The area under each curve covering any range of phenotypes equals the proportion of individuals having phenotypes within the range.

Tipos de variância

Variância fenotípica: é a variância total da população. Inclui efeitos genéticos e não genéticos.

Variância genética: é a variância que é devida às diferenças genéticas existente entre os indivíduos da população. Exclui a variação causada por fatores ambintais.

Genética quantitativa

- A Genética quantitativa é muito mais geral que a Genética clássica.
- Seus fundamentos são facilmente associáveis aos achados mais recentes de Biologia molecular, Bioquímica, Genômica e Proteômica.
- Entretanto… As análises são muito difíceis e são pouco generalizáveis.

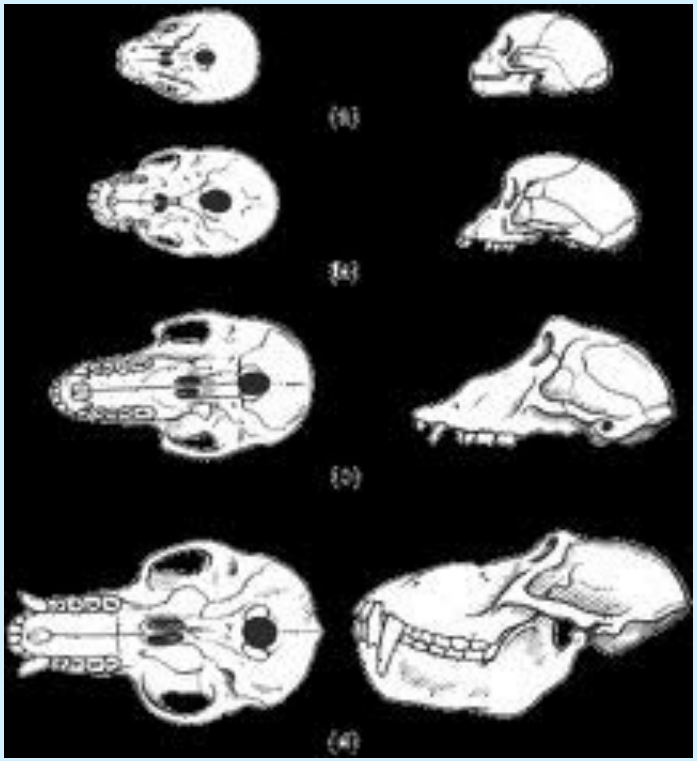
Desenvolvimento embrionário e evolução (“Evo Devo”)

“Evo Devo” é um jargão em inglês da área “Evolutionary Developmental Biology”, que pode ser traduzida como “Biologia evolutiva do desenvolvimento”.

Crescimento isométrico



Crescimento alométrico



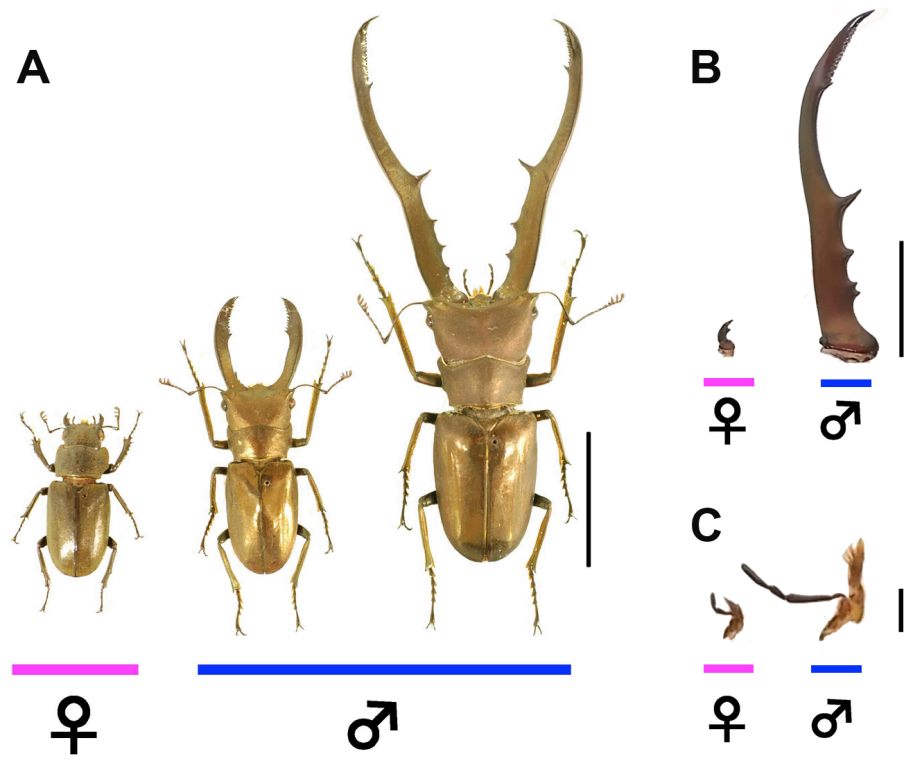
Crânio de babuínos ao longo do desenvolvimento. Notar a diferença nas taxas de crescimento da face e do crânio

Crescimento alométrico



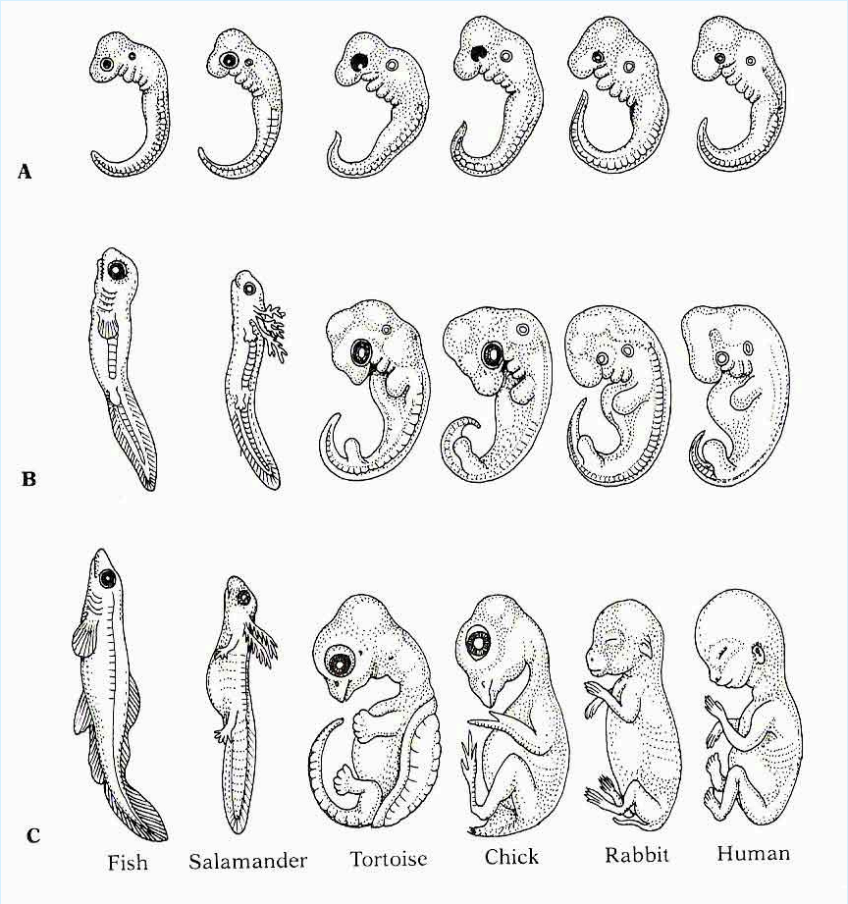
Indivíduos de diferentes tamanhos do coleóptero *Metopodontus savagei*. Notar a diferença de proporção entre o tamanho do corpo e dos chifres.

Crescimento alométrico e dimorfismo sexual



Cyclommatus metallifer. A interação entre os genes de determinação sexual e a expressão do hormônio juvenil produzem o dimorfismo por tamanho e alometria.

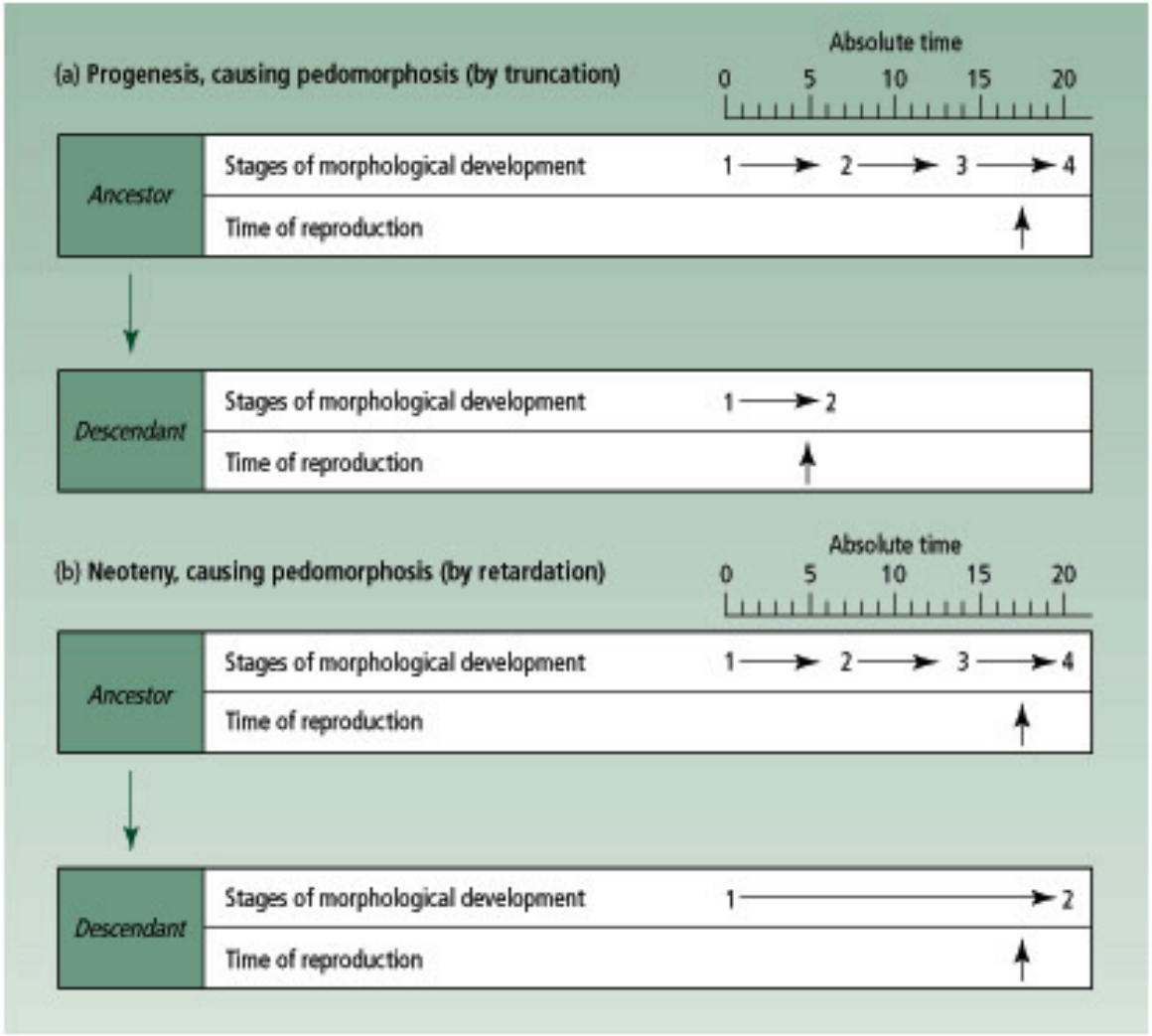
Teoria da recapitulação



Gravura inspirada nos desenhos de Ernst Haeckel

Heterocronia.
Pedomorfose: Progênese e neotenia

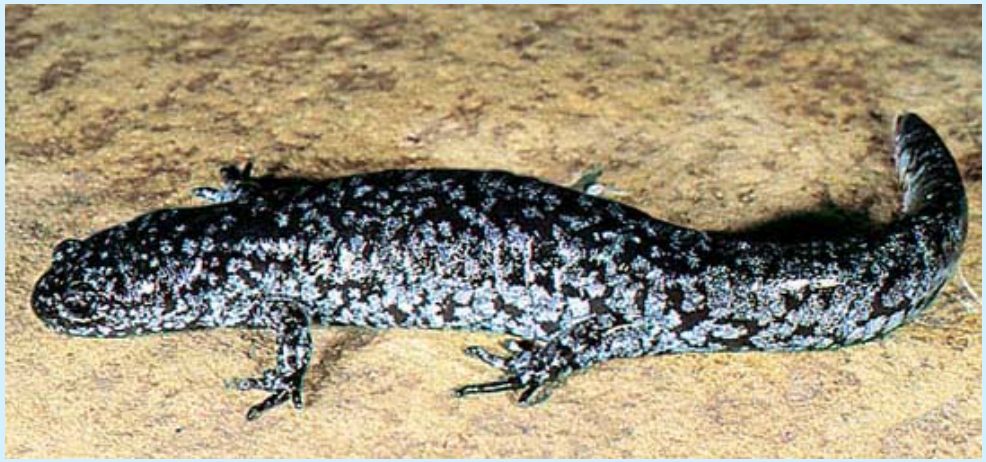
Figure 20.3
Pedomorphosis, in which a descendant species reproduces at a morphological stage that was juvenile in its ancestors, can be caused by (a) progenesis, in which reproduction is earlier in absolute time, or (b) neoteny, in which reproduction is at the same age but somatic development has slowed down.



Neotenia



Ambystoma mabeei jovem



Ambystoma mabeei adulto

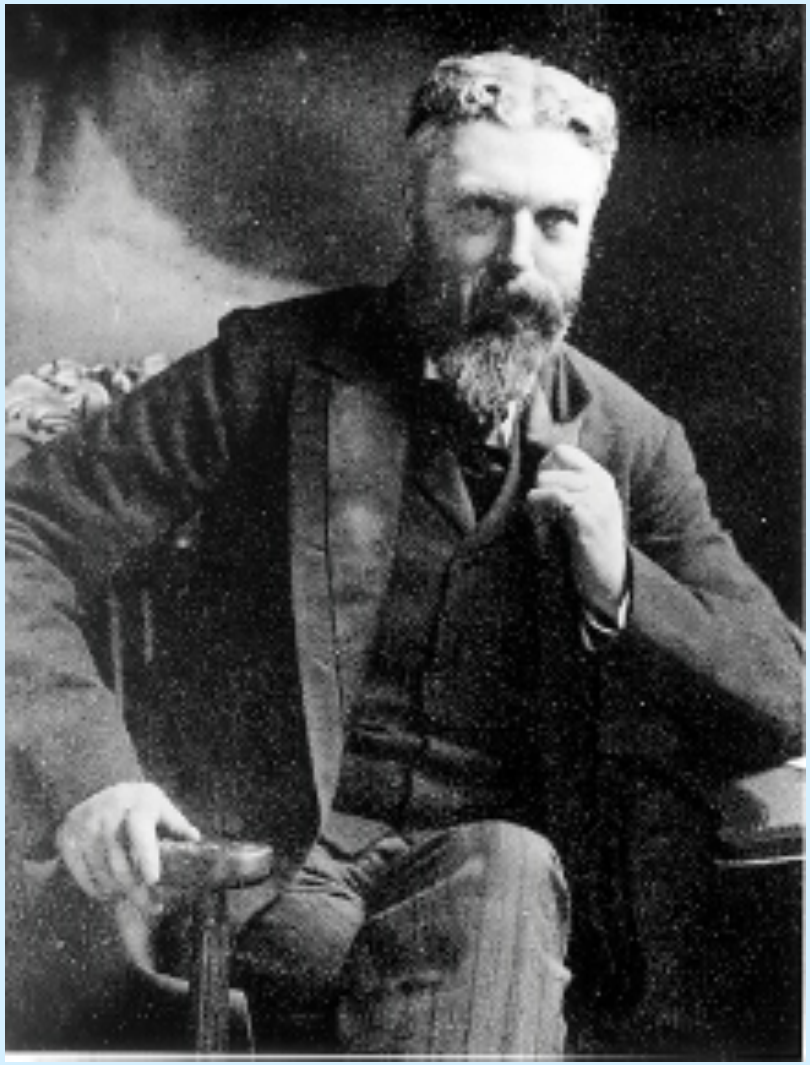


Ambystoma mexicanum adulto

Heterocronia

Desenvolvimento somático	Desenvolvimento sexual	Tipo de heterocronia	Resultado morfológico
Acelerado	---	Aceleração	Recapitulação
---	Acelerado	Progênese	Pedomorfose
Retardado	---	Neotenia	Pedomorfose
---	Retardado	Hipermorfose	Recapitulação

Transformações de D'Arcy Thompson



D'Arcy Wentworth Thompson (1860-1948), matemático e biólogo escocês, escreveu, em 1917, "On growth and form" onde enfatizou os papéis da física e da mecânica no desenvolvimento dos organismos.

Transformações de D'Arcy Thompson

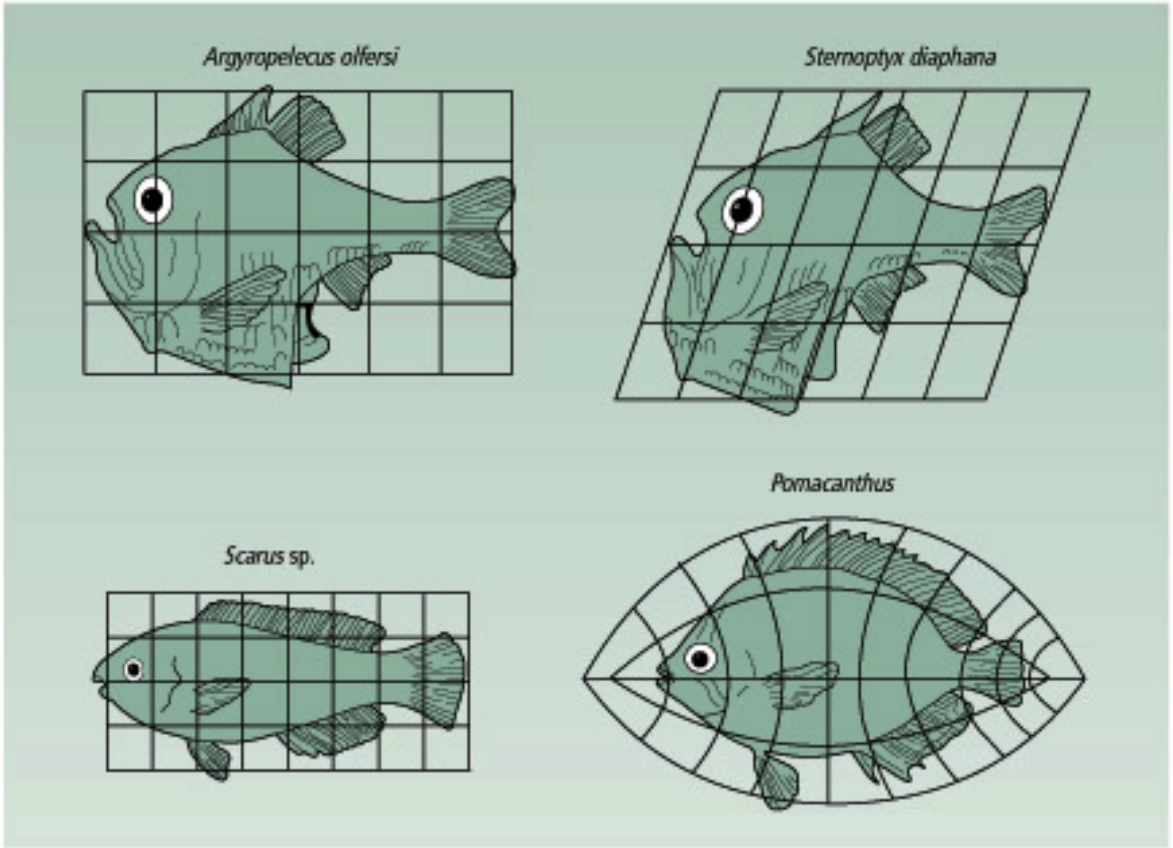
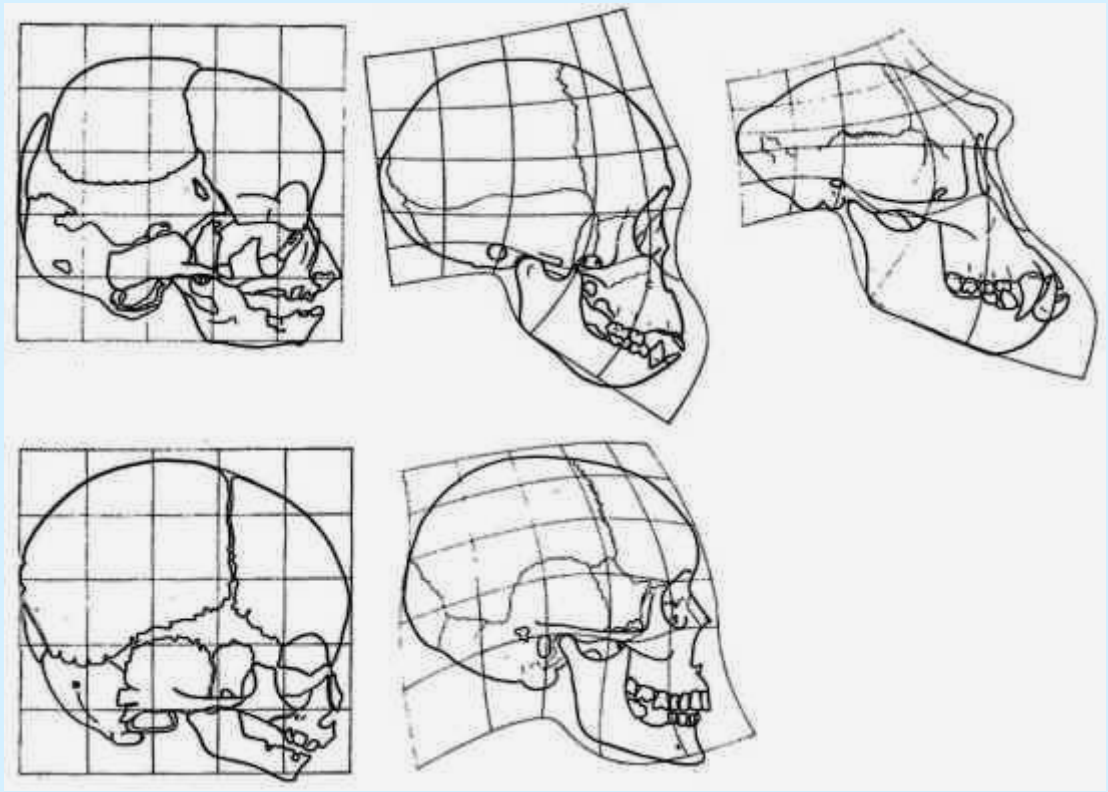


Figure 20.4
A D'Arcy Thompson transformational diagram. The shapes of two species of fish have been plotted on Cartesian grids. *Argyropelecus olfersi* could have evolved from *Sternoptyx diaphana* by changes in growth patterns corresponding to the distortions of the axes, or the direction of evolution could have been in the other direction, or they could have evolved from a common ancestral species. Likewise for *Scarus* and *Pomacanthus*. Reprinted, by permission of the publisher, from Thompson (1942).

Transformações de D'Arcy Thompson e neotenia

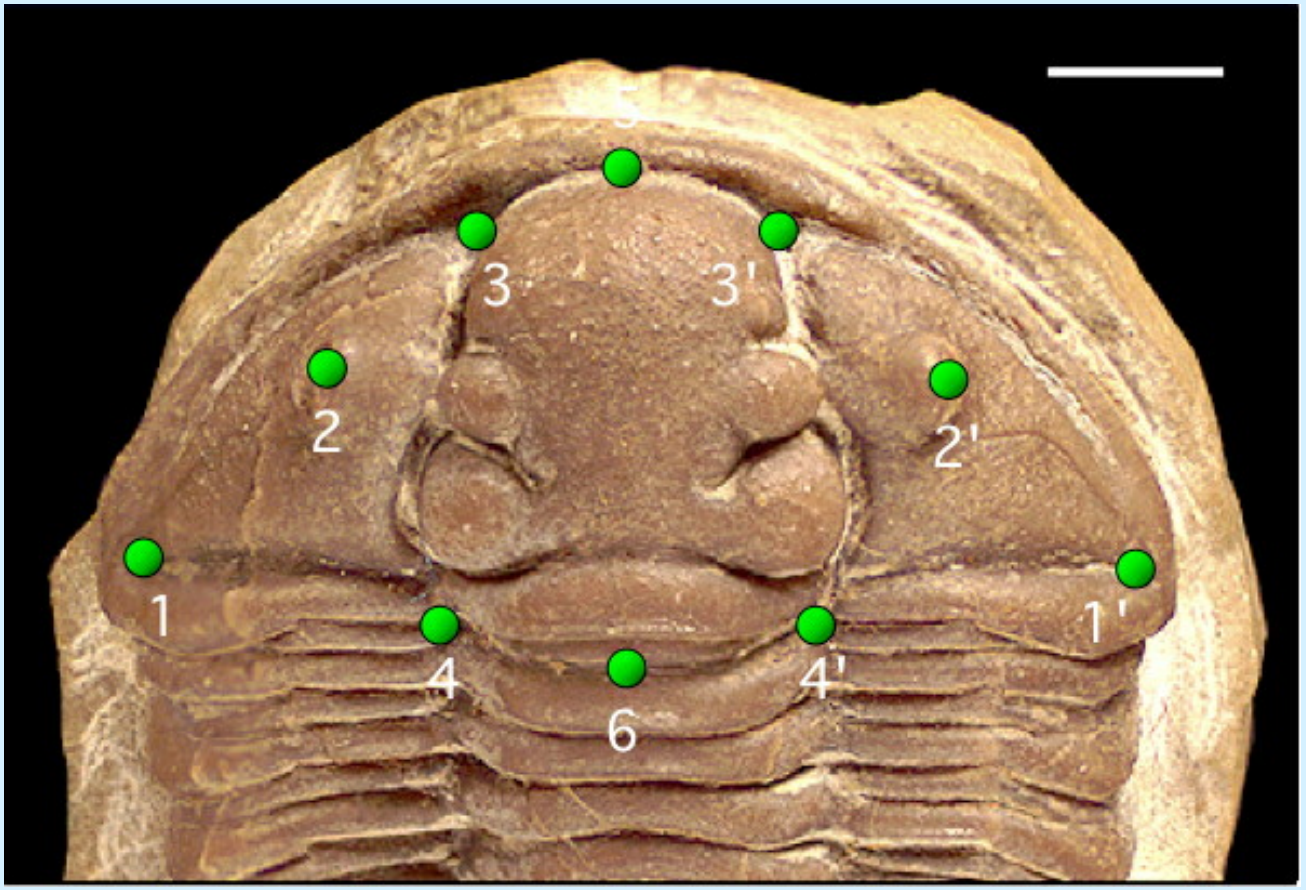


Chimpanzé

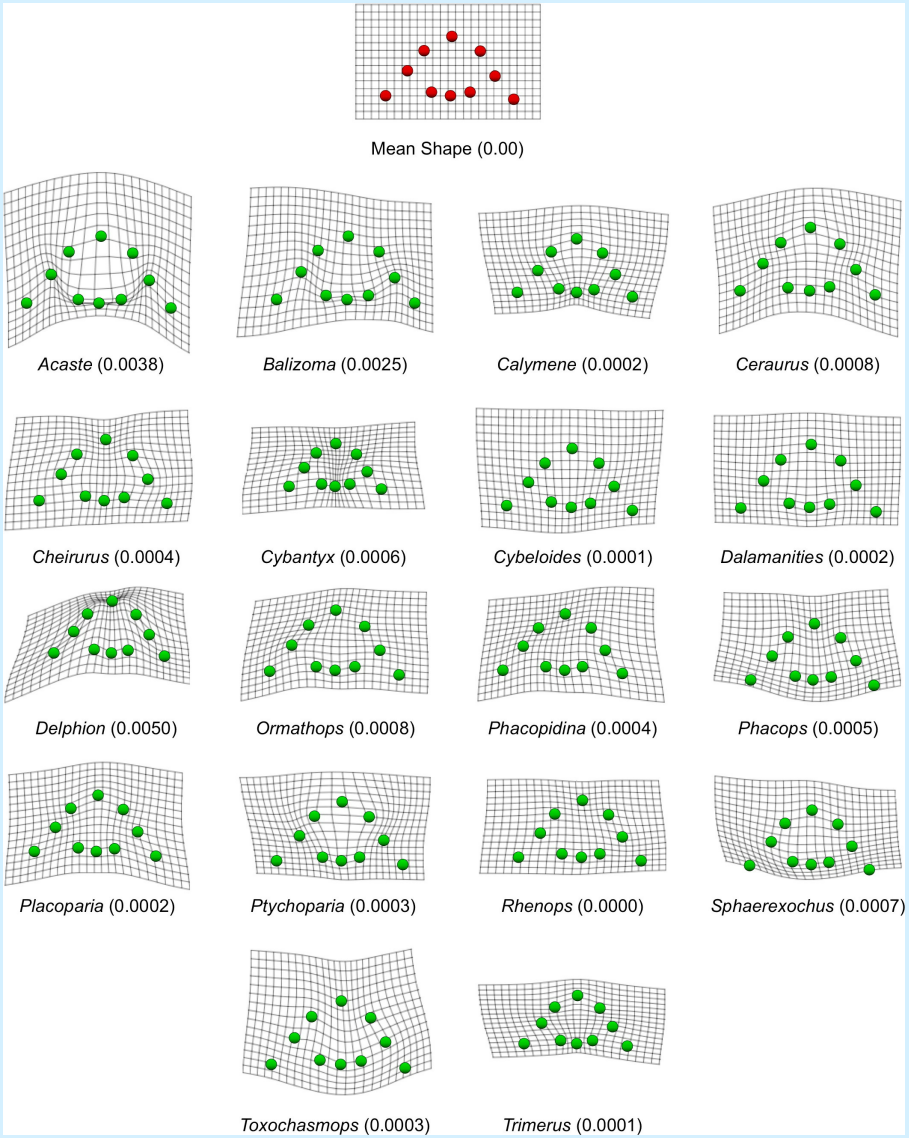
Humano

jovem → adulto

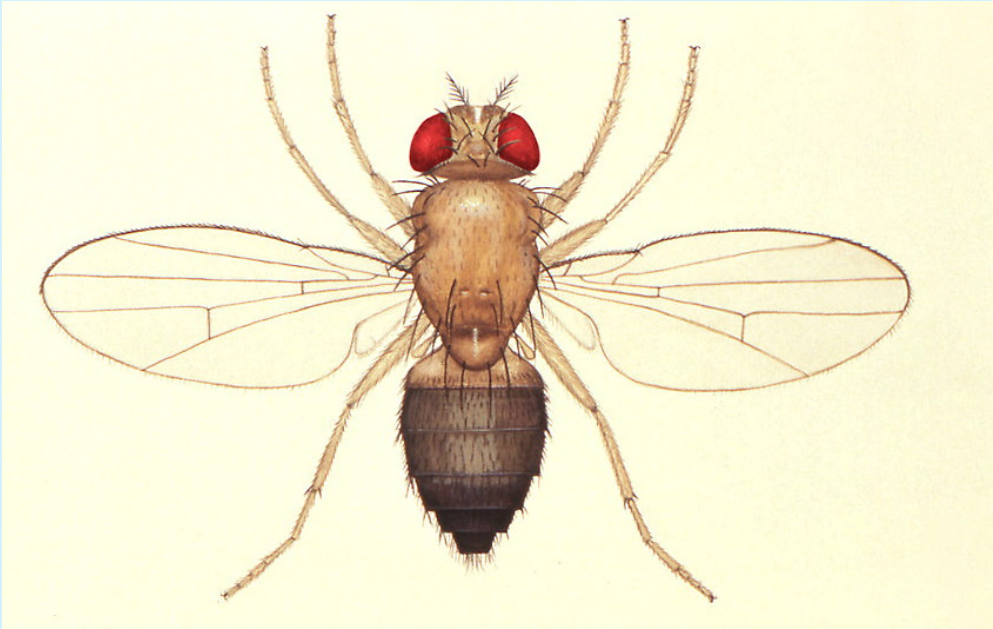
Trilobitas: marcos anatômicos



Gêneros de trilobitas fósseis

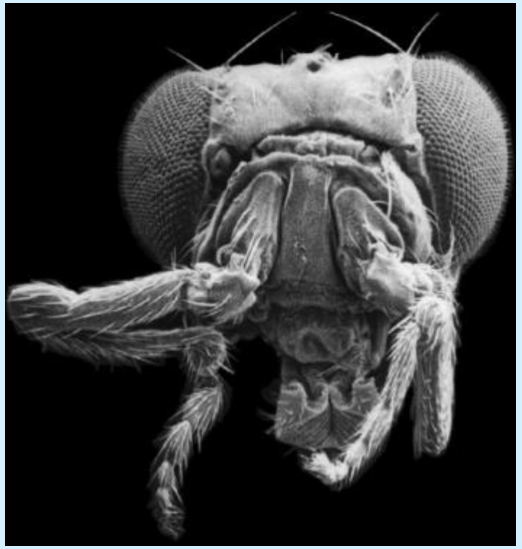


Mutações homeóticas



Drosophila melanogaster

selvagem



Antennapedia



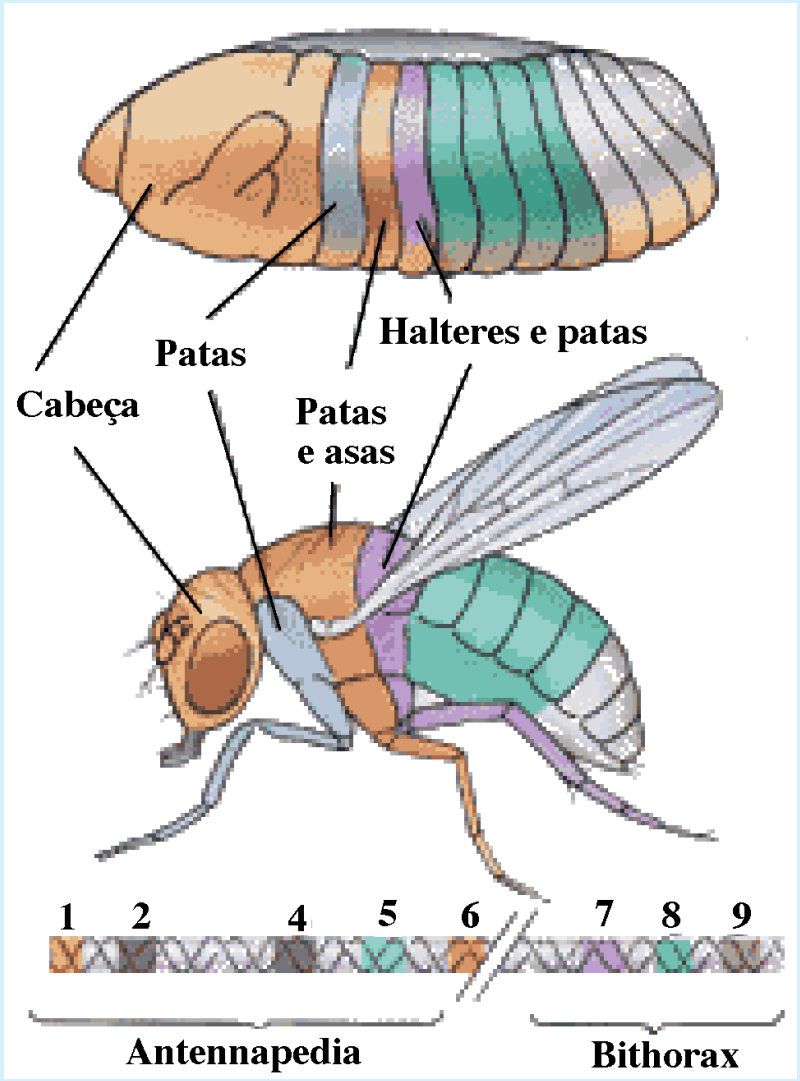
Ultrabithorax

Mutações homeóticas e a teoria de Richard Goldschmidt

Diversos fenótipos de mutantes genéticos bem caracterizados poderiam ser produzidos também de alterações ambientais durante o desenvolvimento de *Drosophila melanogaster*.

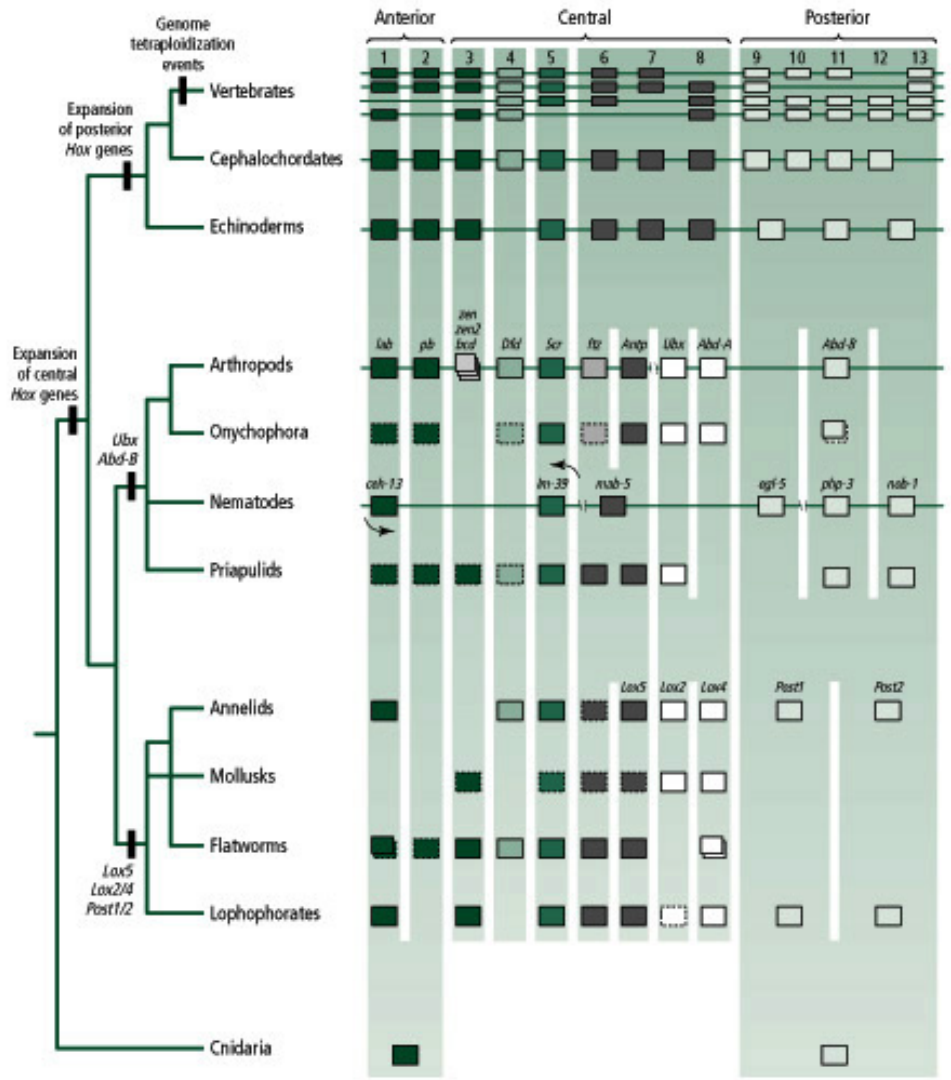
Goldschmidt propôs que as mutações no "sistema de reação" estariam para a macroevolução assim como as mutações genéticas estariam para a microevolução.

Genes homeóticos



Genes homeóticos

Figure 20.6
History of the *Hox* genes. Modern taxa contain many homologous *Hox* genes, and the distribution of the genes can be used to infer the time when new genes originated, and of a possible tetraploidization near the origin of vertebrates (compare Figure 19.2, p. 561). From Carroll *et al.* (2001).



Vertebrados
Cefalocordados
Equinodermos

Artrópodos
Onicóforos
Nemátodos
Priapulídeos

Anelídeos
Moluscos
Platielmintos
Lofoforados

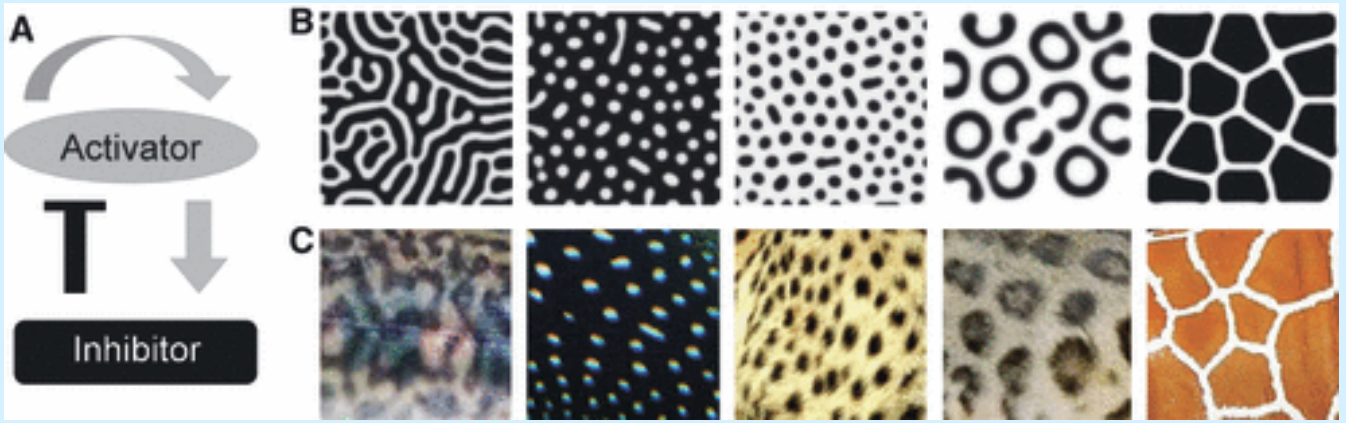
Cnidários

Alan Turing (1912-1954)



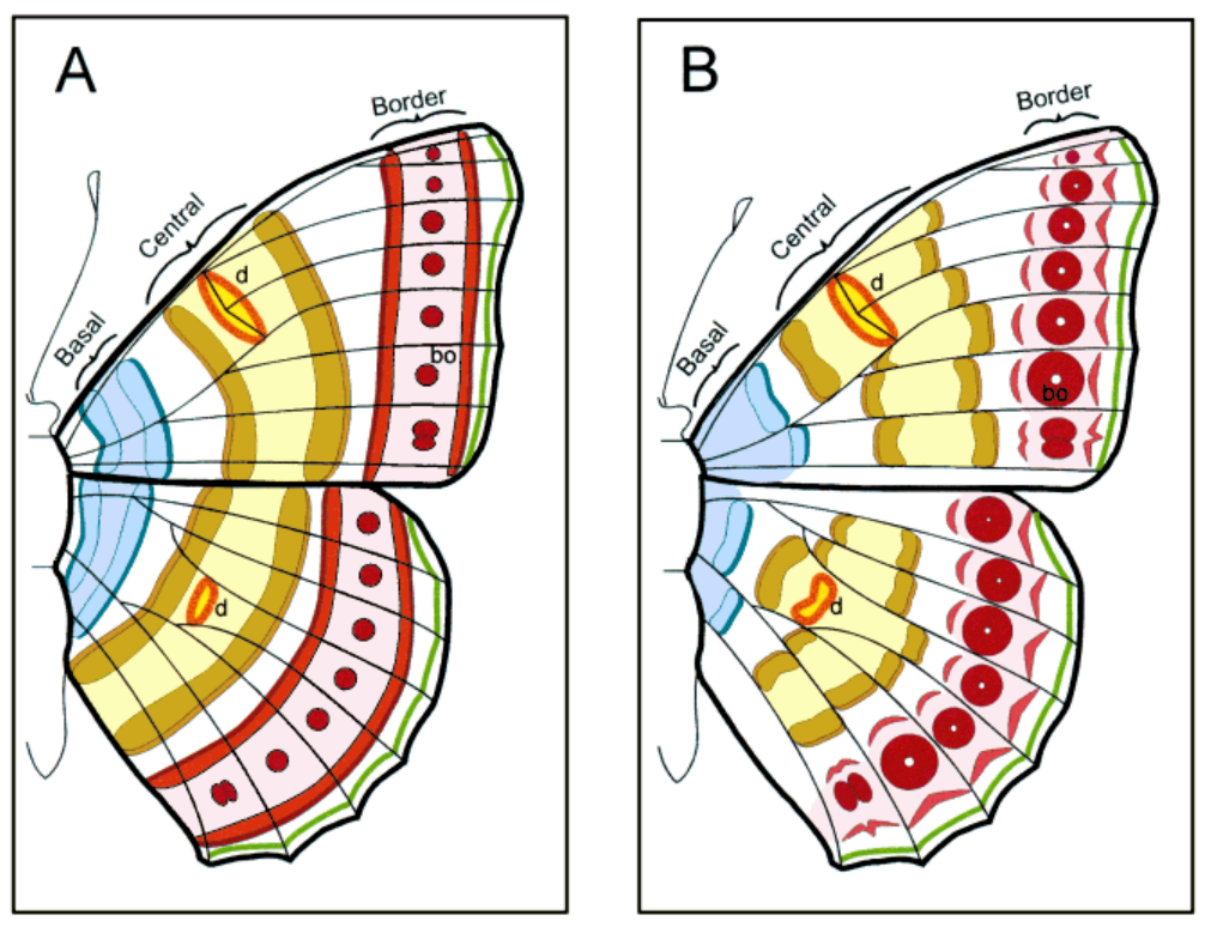
Matemático e lógico inglês, estabeleceu os princípios da computação eletrônica com Von Neumann, atuou na II guerra com o problema da desencriptação de documentos.

Padrões Turing de coloração



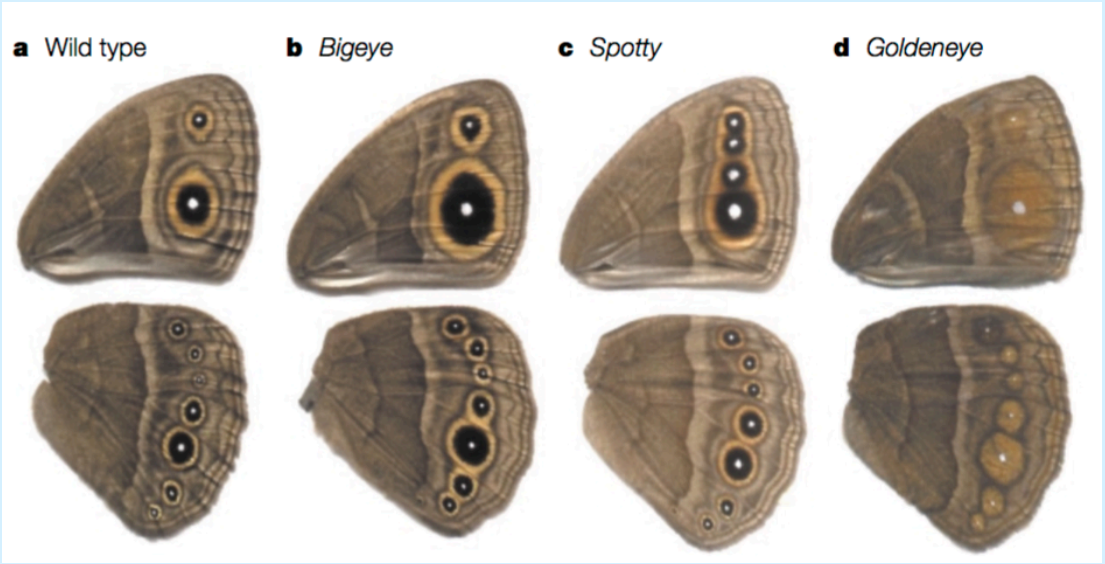
Pigment Cell & Melanoma Research, Volume: 24, Issue: 1, Pages: 12-14, First published: 30 November 2010, DOI: (10.1111/j.1755-148X.2010.00814.x)

Padrões Turing de coloração



Nijhout, H. F. (2001) Elements of butterfly wing patterns. Mol. Dev. Evol. 291:213-225

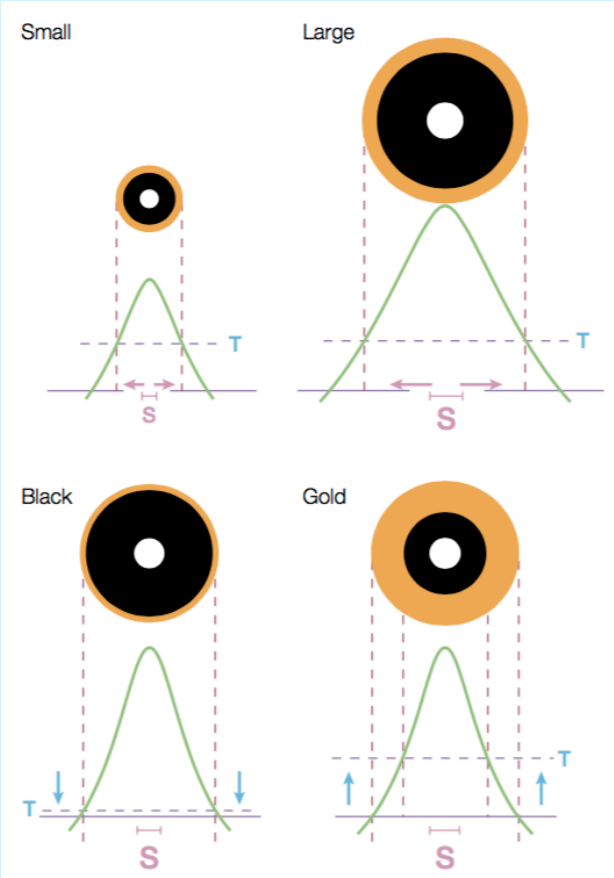
Padrões Turing de coloração



Mutantes de *Bicyclus anyanana* isolados em labotatório

Beldade, P. & Brakefield. (2002) The genetics and evo-devo of butterfly wing patterns. Nature Rev. Genet. 3:443-452

Padrões Turing de coloração



Beldade, P. & Brakefield. (2002) The genetics and evo-devo of butterfly wing patterns. Nature Rev. Genet. 3:443-452

Desenvolvimento embrionário

L´odissée de la vie:

https://youtu.be/Awhml-XQqrY

(resumo)

https://youtu.be/u5A60Cq5Iww

(completo)

https://youtu.be/xK9wsWOffbM

(paródia Evo Devo)