EVOLUÇÃO

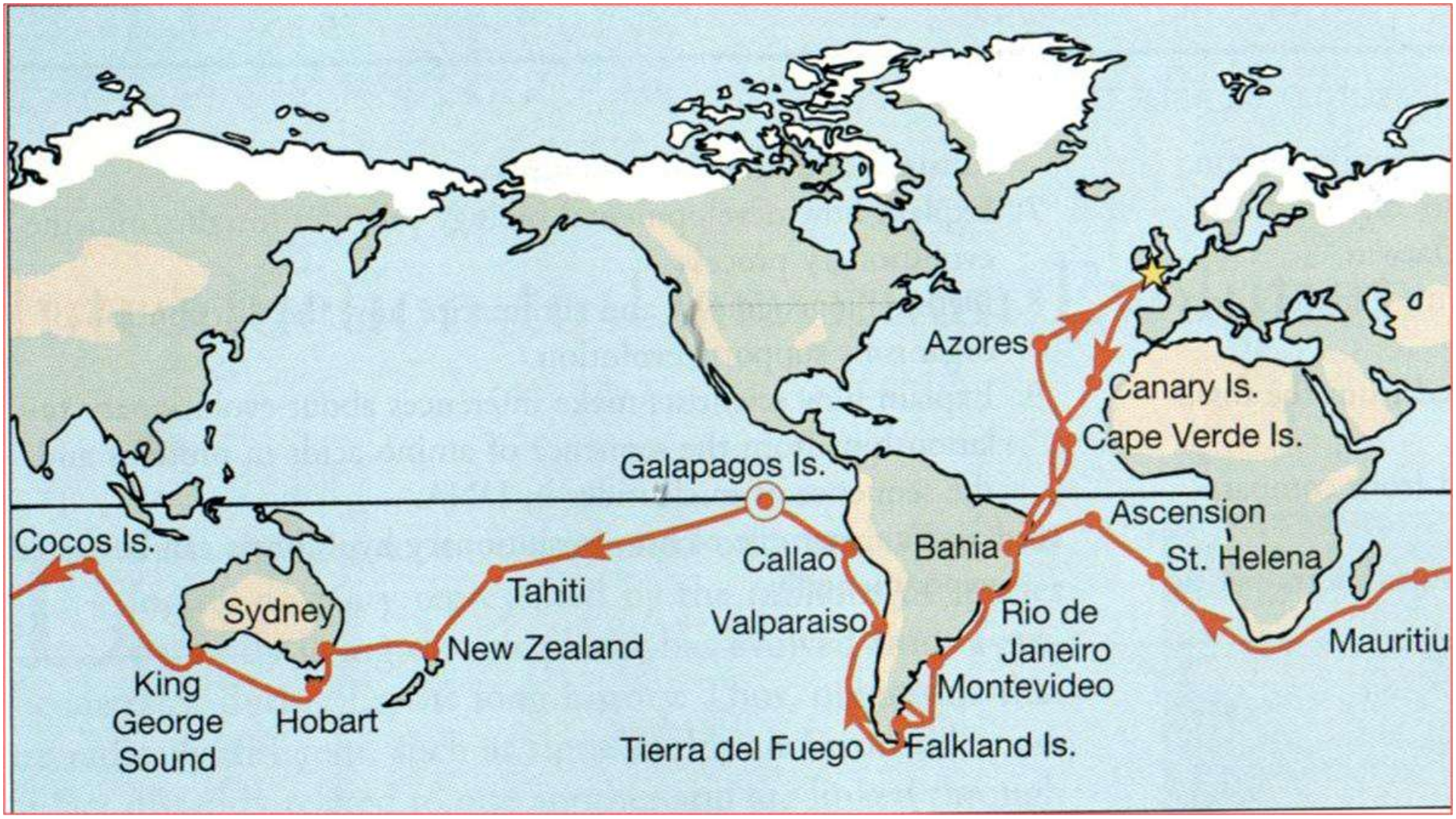
- Teoria de Evolução formulada por Darwin
  - Teoria Sintética de Evolução (Neodarwinismo)

CHARLES ROBERT DARWIN (1809 - 1882)

→ documenta e comprova a evolução
→ torna esta idéia aceitável pelos cientistas e público em geral

- Destrói o conceito válido até então de um mundo estável
- Nasce na Inglaterra, em 1809
- Estuda medicina e, mais tarde, teologia
- Já nasceu naturalista!!
- Teve contatos com geólogos, botânicos, entomologistas e outros naturalistas na universidade

- Aos 22 anos embarca no navio "The Beagle"
- Uma viagem de 5 anos (1831 a 1835) como naturalista de bordo
- Encontra nessa viagem evidências a favor da evolução e contra a idéia de espécies fixas


Azores
Canary Is.
Cape Verde Is.
Galapagos Is.
Ascension
Cocos Is.
Bahia
St. Helena
Callao
Tahiti
Sydney
Valparaiso
Rio de
Janeiro
New Zealand
Mauritiu
Montevideo
King
George
Sound
Hobart
Tierra del Fuego
Falkland Is.

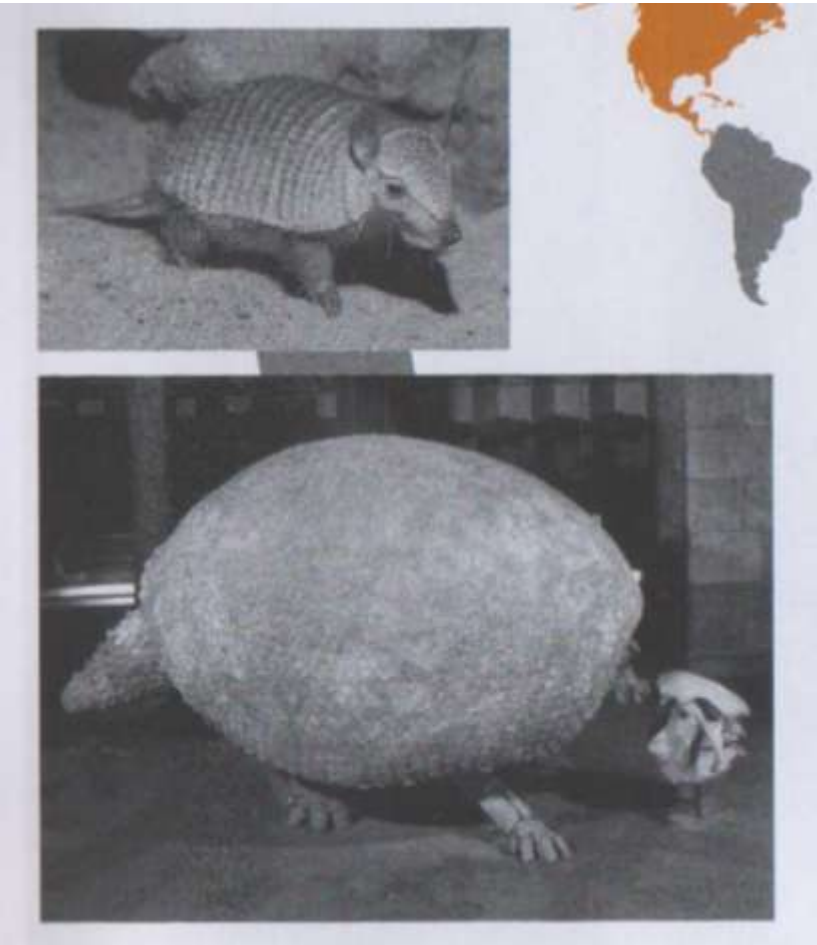
Roteiro:

- Fernando de Noronha, Bahia e Rio de Janeiro => contato com a imensa diversidade da floresta tropical, da mata atlântica

➢ Argentina, Patagônia => observa fósseis de animais extintos e compara com os animais existentes no continente

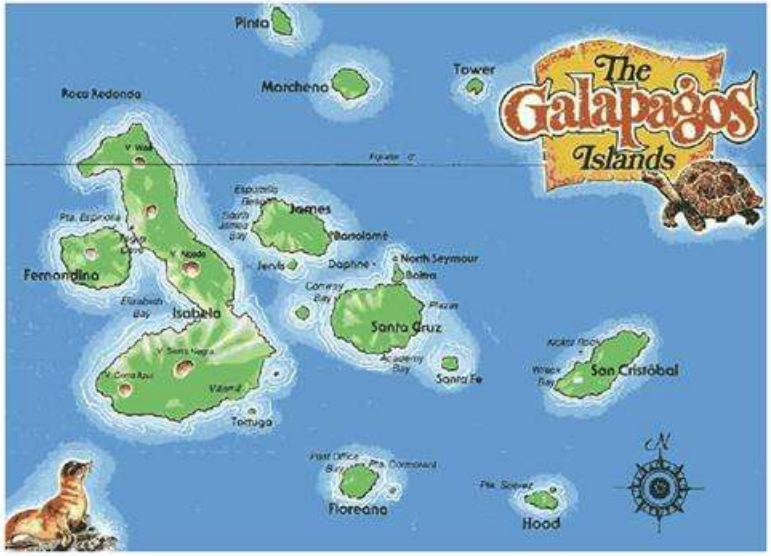
Tatu pigmeu contemporâneo (*Zaedyus pichiy*)

Gliptodonte fóssil da Argentina

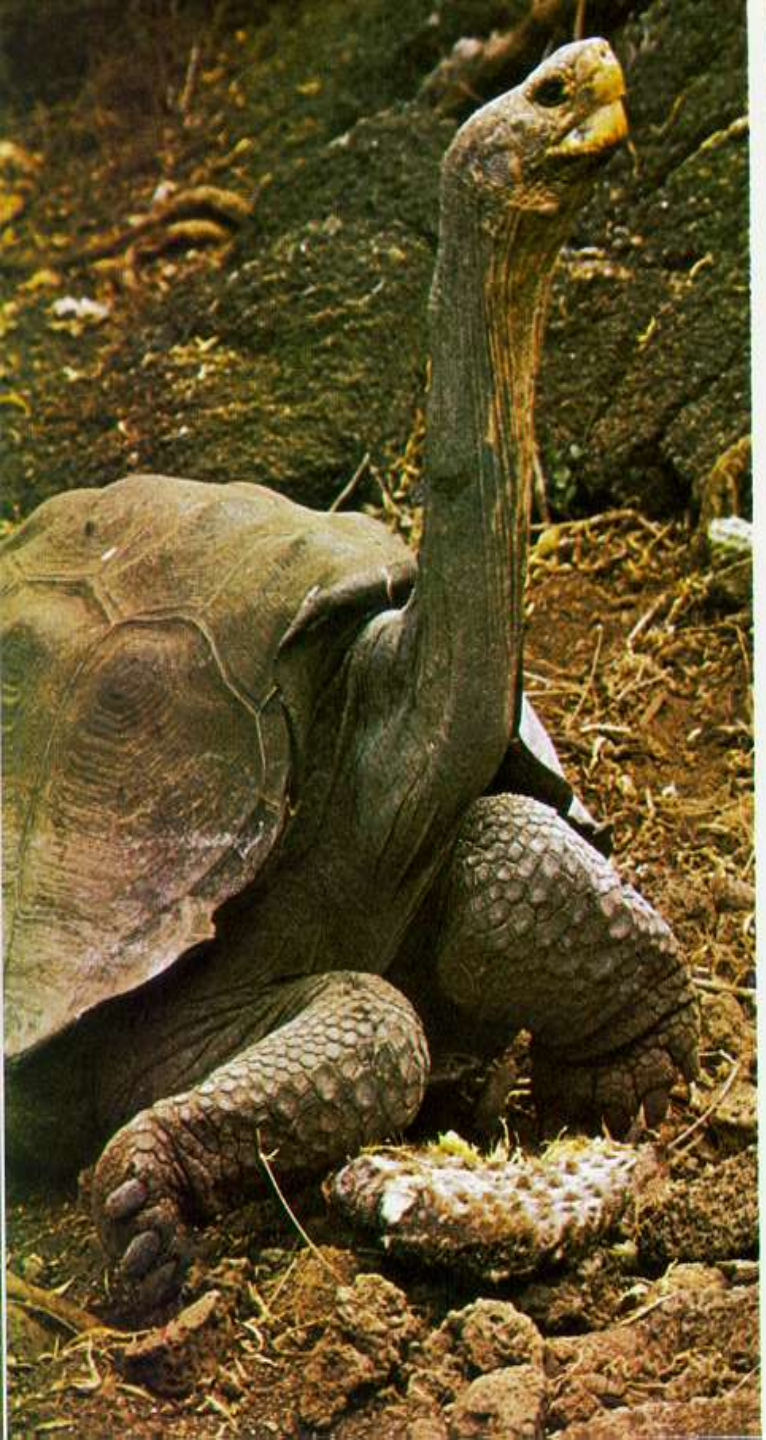


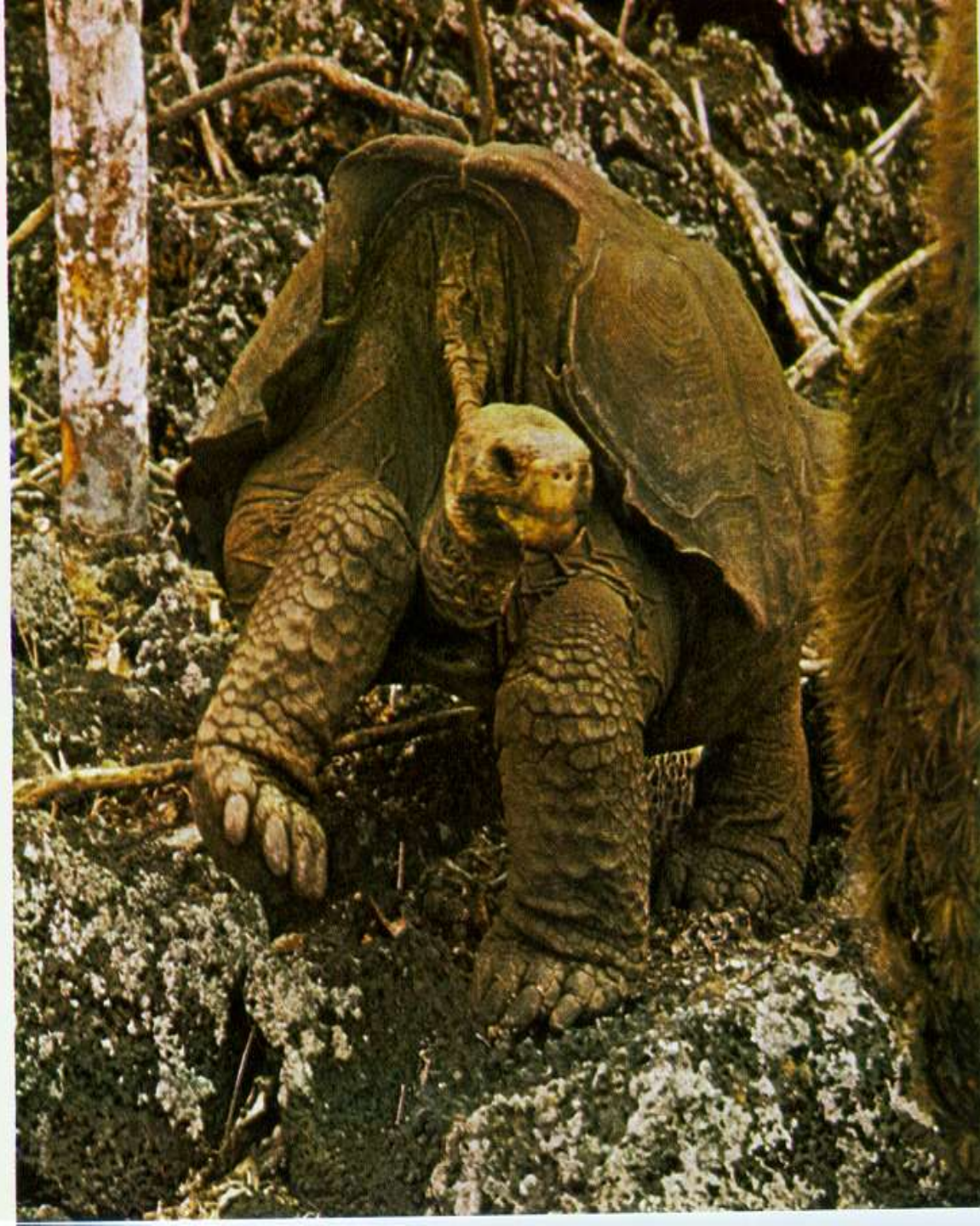
Naquela época havia apenas um fóssil de mamífero extinto na Inglaterra, mas em Punta Alta Darwin escavou toneladas de ossos

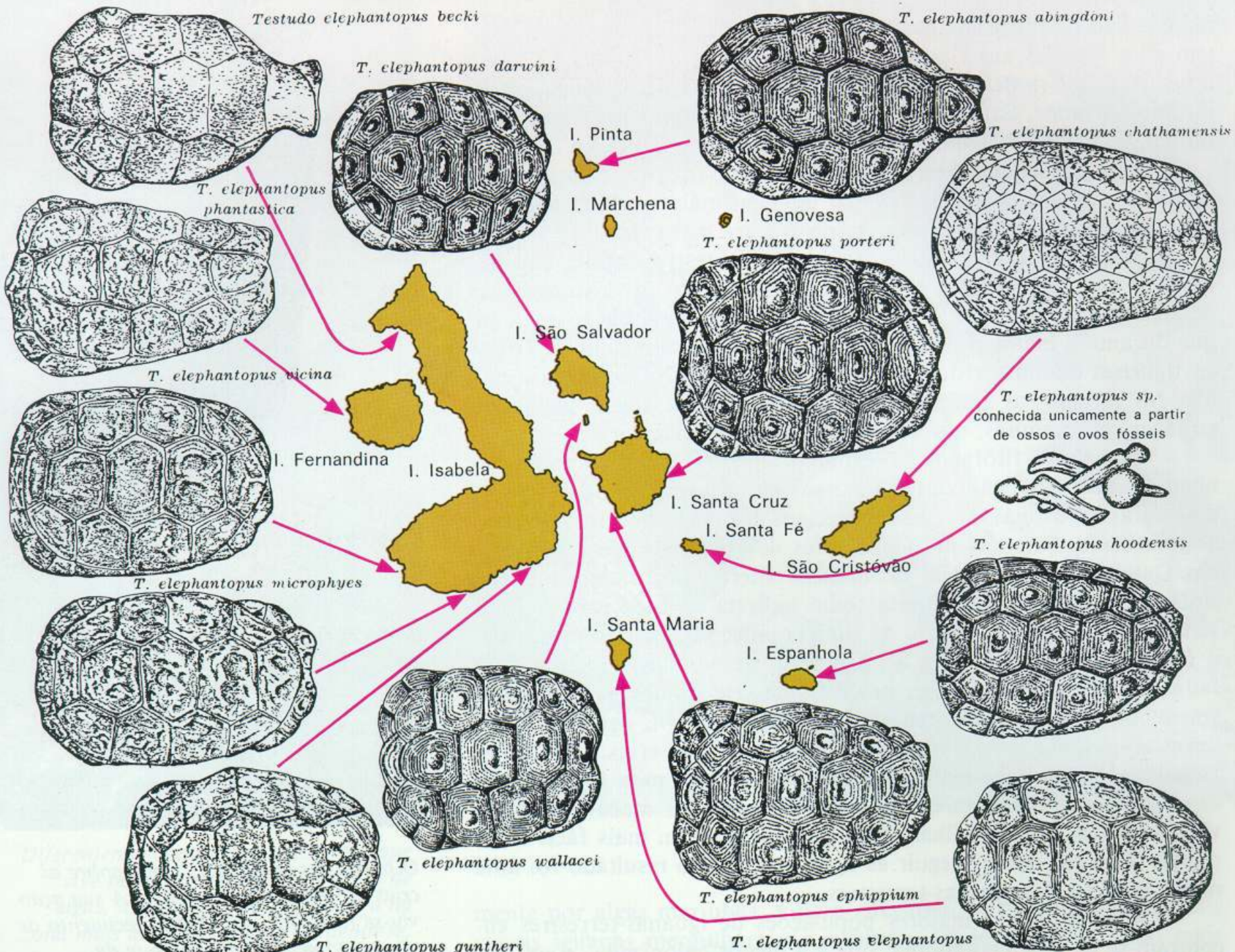
- Galápagos, na Costa do Equador (arquipélago de origem vulcânica e recente).



Darwin compara a vegetação e fauna dessas ilhas com as do continente. Ex: *Scalesia* - arbóreas nas ilhas e herbáceas/arbustivas no continente






Testudo elephantopus becki
T. elephantopus darwini
T. elephantopus abingdoni
T. elephantopus chathamensis
I. Pinta
I. Marchena
I. Genovesa
T. elephantopus phantastica
T. elephantopus porteri
I. São Salvador
T. elephantopus vicina
T. elephantopus sp.
conhecida unicamente a partir
de ossos e ovos fósseis
I. Fernandina
I. Isabela
I. Santa Cruz
I. Santa Fé
I. São Cristóvão
T. elephantopus hoodensis
T. elephantopus microphyes
I. Santa Maria
I. Espanhola
T. elephantopus wallacei
T. elephantopus ephippium
T. elephantopus guntheri
T. elephantopus elephantopus

- Pássaros (tentilhões)
  - -> diferentes ilhas
  - -> diferenças morfológicas, principalmente em relação ao bico
  - -> pressões seletivas diferentes em ambientes diferentes -> nichos diferentes

- Darwin observa 14 espécies, embora conhecesse apenas uma no continente

Tentilhão-insetívoro

Certhidea olivacea

Tentilhão-insetívoro que come algumas plantas

Cactospiza pallida

Tentilhão-herbívoro que come alguns insetos

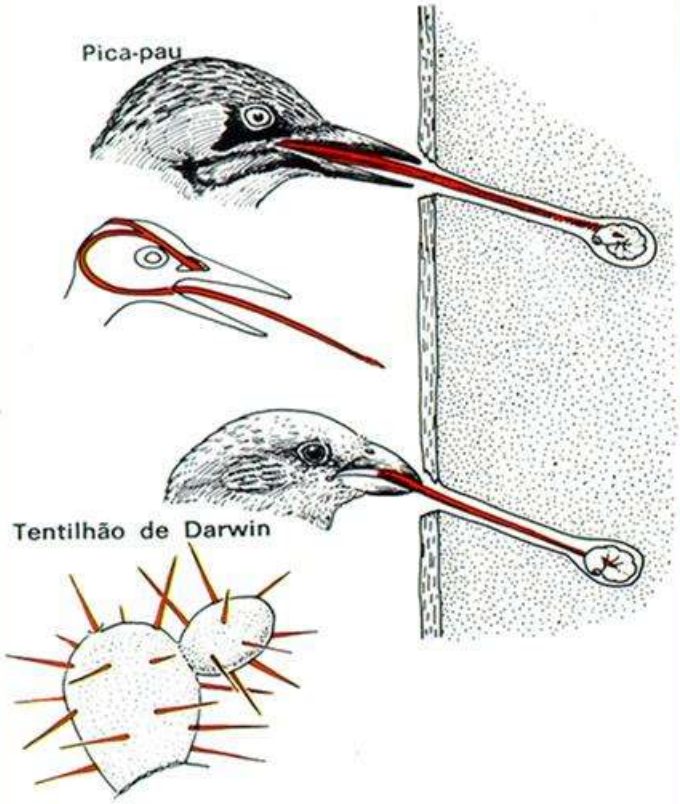
Geospiza conirostris

Tentilhão-arborícola-herbívoro

Platyspiza crassirostris

Os diversos tentilhões de Darwin não competem entre si, pois cada um tem uma alimentação distinta, existindo uma gradação completa desde os exclusivamente herbívoros até os que se alimentam unicamente de insetos.

O tentilhão-pica-pau, alimenta-se de insetos que extrai do interior dos troncos. Ocupa assim um nicho ecológico semelhante ao dos pica-paus, mas, como carece da longa língua destes, utiliza espinhos de cactos, que maneja com grande habilidade.



small ground finch

medium ground finch

large ground finch

sharp-beaked ground finch

cactus finch

large cactus finch

small tree finch

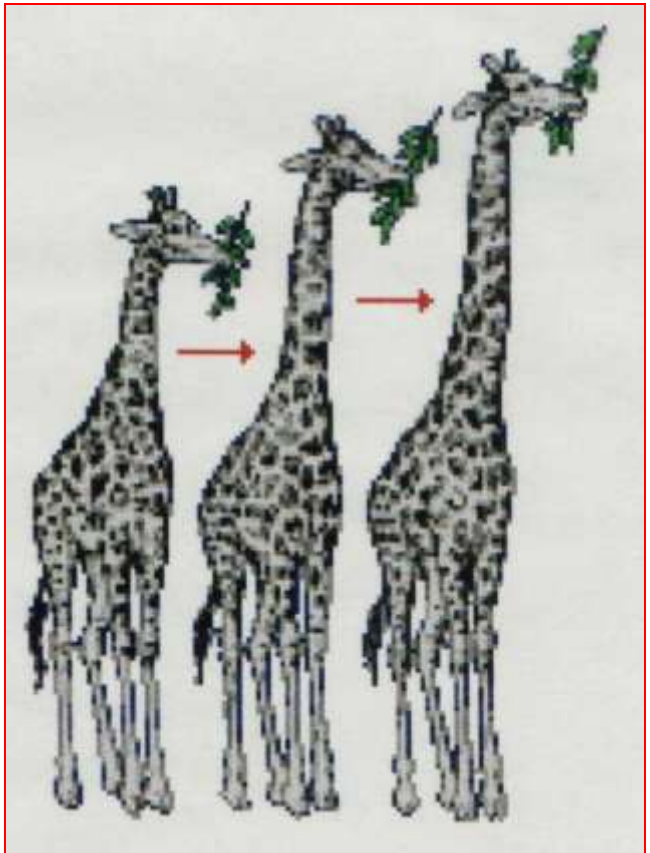
large tree finch?

vegetarian finch

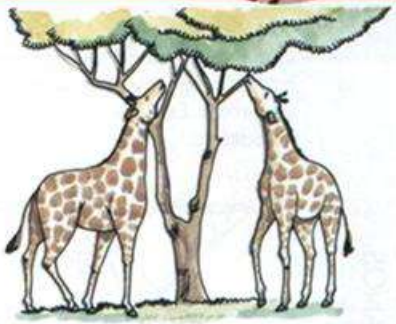
woodpecker finch

warbler finch

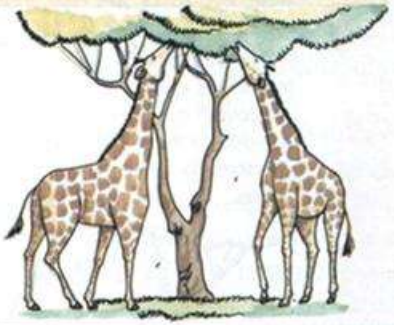
- Diferente da teoria incorreta de LAMARCK de que o ambiente altera a forma dos indivíduos, a qual é herdada, DARWIN acredita que a variação já existia e que o ambiente selecionava o tipo mais adaptado => seleção natural => sobrevivência do mais apto;



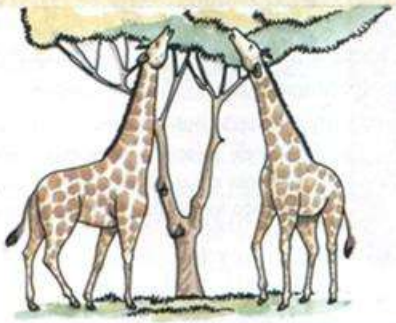
MILHARES DE ANOS



Os ancestrais das girafas eram animais de pescoço curto. A necessidade de alcançar as folhas das árvores provocava o alongamento do pescoço.



Como resultado do exercício constante, o pescoço ia se tornando cada vez mais comprido. Essa característica adquirida era transmitida à descendência.

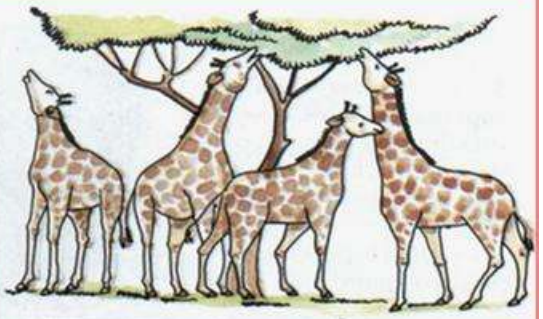


Milhares de anos depois, em conseqüência do uso intensivo e da transmissão à prole dos caracteres adquiridos, as girafas desenvolveram pescoços longos e musculosos.

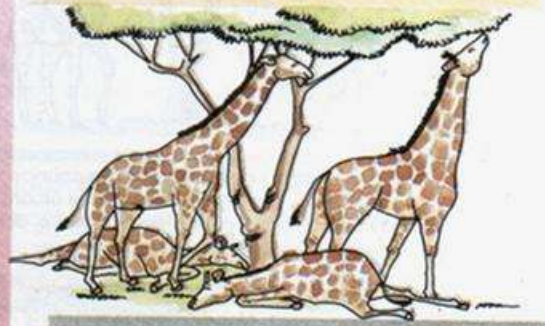
Teoria de Lamarck

Teoria de Darwin ->

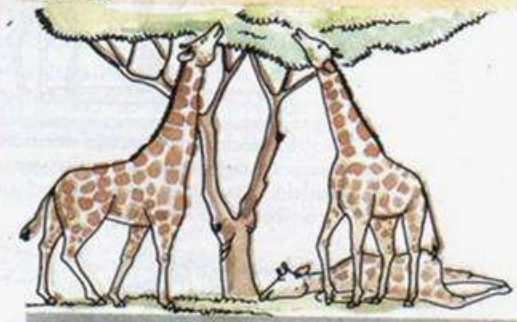
MILHÕES DE ANOS



O comprimento do pescoço variava entre os indivíduos das populações ancestrais de girafas. Essa variação era de natureza hereditária.



Indivíduos com pescoços mais longos alcançavam o alimento dos ramos mais altos das árvores. Por isso, tinham mais chances de sobreviver e deixar descendentes.



A seleção natural, privilegiando os indivíduos de pescoço mais comprido durante milhares de gerações, é responsável pelo pescoço longo das girafas atuais.

LAMARCK (Chevalier of Lamarck - 1744-1829)

→ "Philosophie Zoologique" em 1809, um marco na evolução.

→ Primeiro naturalista a formular uma teoria de evolução. Foi quem dividiu o reino animal em duas categorias: vertebrados e invertebrados.

São quatro as afirmações contidas em sua teoria:

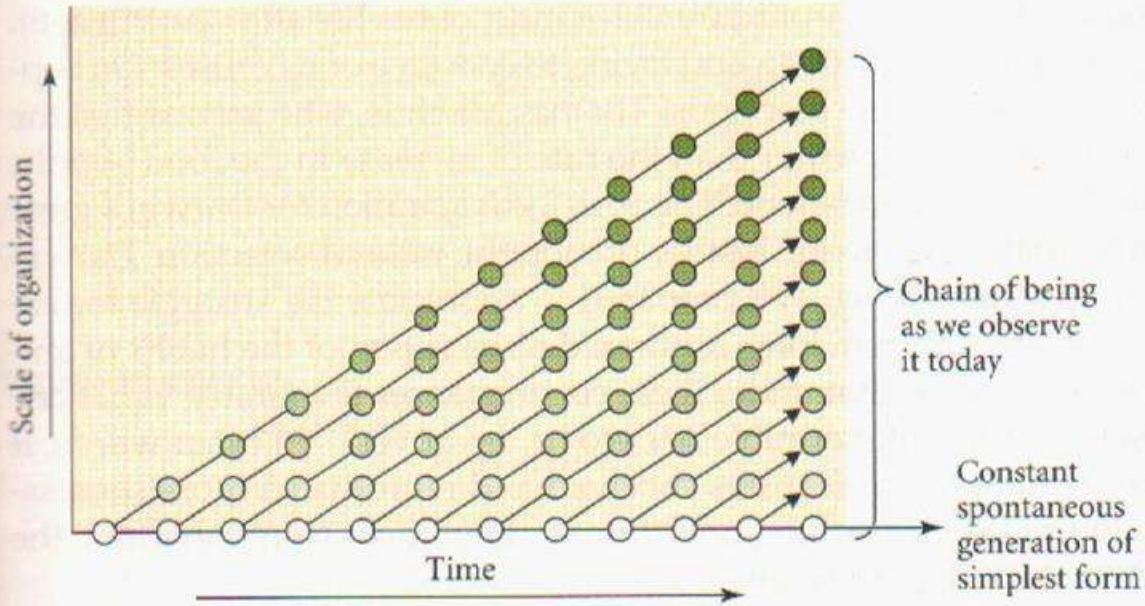
1) Existência no organismo de uma força direcional no sentido da perfeição;

2) Capacidade dos organismos se adaptarem aos ambientes;

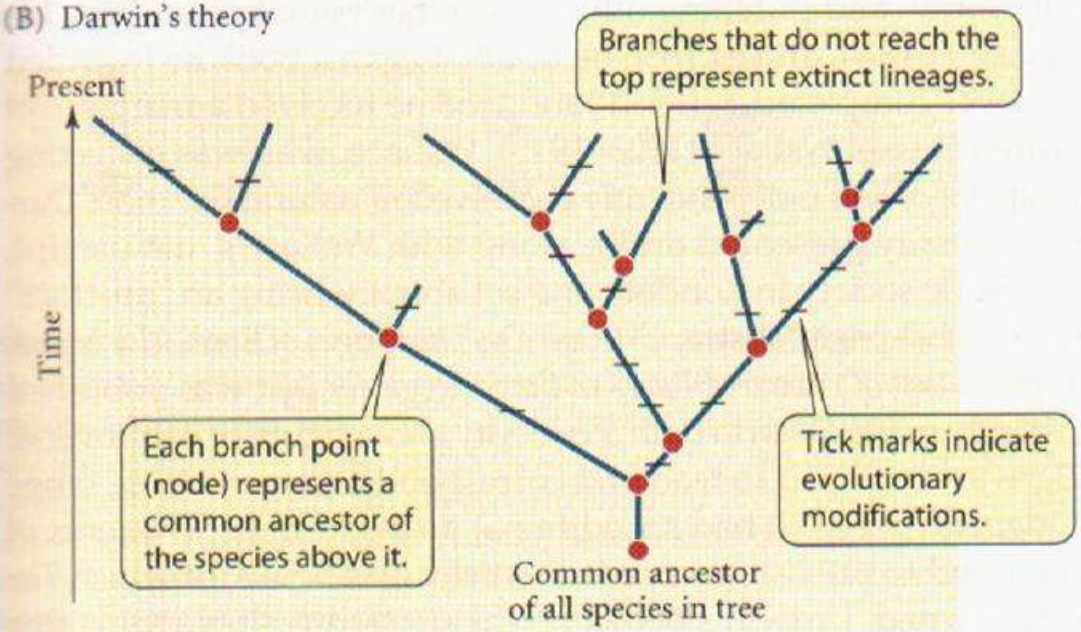
3) Herança dos caracteres adquiridos, através da lei do uso e desuso (ex: girafas);

4) Ocorrência de geração espontânea. A vida surge por geração espontânea da matéria inanimada e progride em direção à perfeição.

(A) Lamarck's theory



(B) Darwin's theory



↳ DARWIN observa que a variabilidade ocorre ao nível da população, mas não sabe explicar como surge

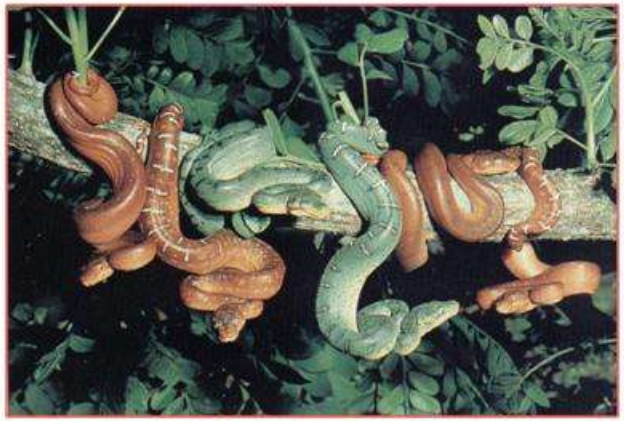


Fig. 27.4 ■ Variação de cores na neve-do-deserto (*Linanthus parryae*).

Caramujo de bandas marrons (*Liguus fasciatus*)

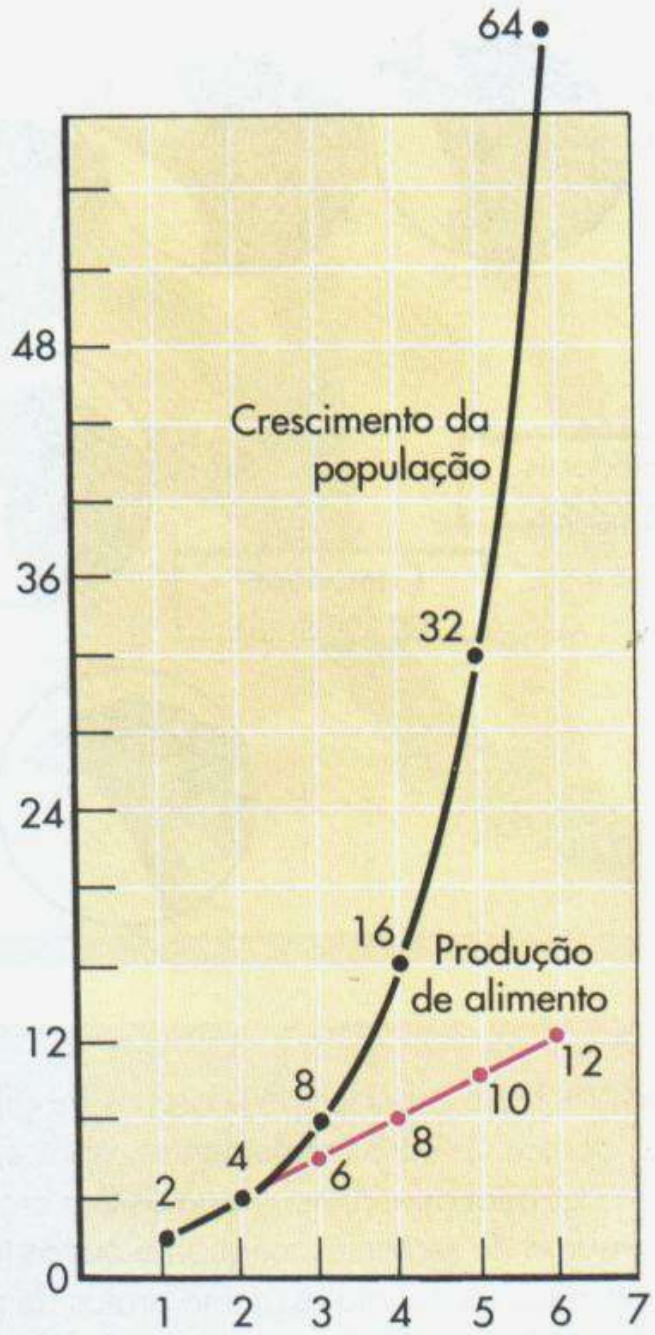
Caramujo de bandas amarelas

Esquilo cinza (*Sciurus carolinensis*)

Esquilo albino

Rabo de andorinha tigre amarelo (*Papilio glaucus*)

Rabo de andorinha tigre preto



↳DARWIN lê o ensaio de MALTHUS -> argumenta que o crescimento sem controle da pop. humana deveria levar à fome => ajuda Darwin a formular sua teoria baseada na

Seleção Natural

Teoria de Darwin:

1) todos os organismos têm potencialidade para aumentar em número em progressão geométrica;

2) em cada geração, entretanto, o número de indivíduos de uma mesma espécie permanece constante;

3) conclui-se que deve haver competição pela sobrevivência;

4) variações (que podem ser herdadas) são encontradas entre indivíduos de todas as espécies;

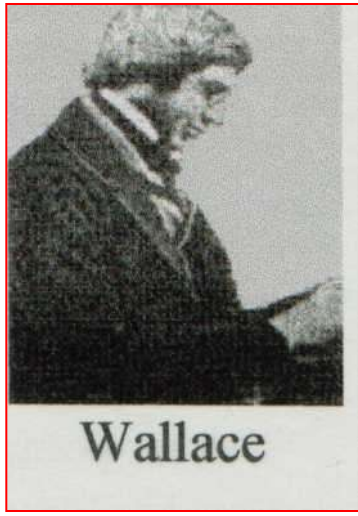
5) algumas variações são favoráveis a um organismo em um determinado ambiente e auxiliam na sua sobrevivência e reprodução → seleção natural;

6) variações favoráveis são transmitidas para os descendentes e, acumulando-se com o tempo, dão origem a grandes diferenças. Assim, eventualmente, novas espécies se reproduzem a partir de espécies antigas.

4. Teoria da Evolução de Darwin

- Pode ser resumida em três princípios:
  - **Princípio da variação**: entre os indivíduos de qualquer população, há variações quanto à morfologia, à fisiologia e ao comportamento
  - **Princípio da hereditariedade**: os descendentes se assemelham aos seus genitores mais que a indivíduos não aparentados
  - **Princípio da seleção**: algumas formas são mais bem-sucedidas do que outras em sobreviver e se reproduzir em um determinado ambiente (Seleção Natural)
- Para que ocorra evolução por um mecanismo variacional, os princípios de Darwin de variação, hereditariedade e seleção devem se manter

- Darwin tem esta idéia em 1838, mas só apresenta em 1858 => apresenta junto com a mesma teoria de Wallace, mas com mais evidências.



- Em 1859, publica a "Origem das Espécies"

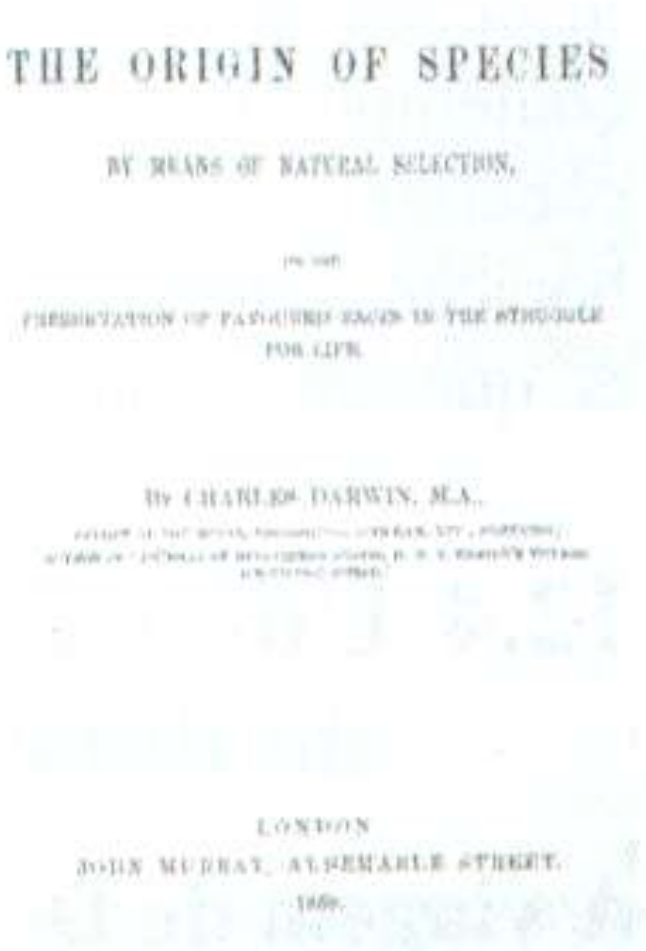
  (1ª edição em 1859 e última edição em 1872)

Contém duas teses separadas:

a) todos os organismos descenderam com modificação a partir de ancestrais comuns

b) o principal agente de modificação é a *seleção natural* sobre a variação individual

SPL-STOCK PHOTOS



THE ORIGIN OF SPECIES

BY MEANS OF NATURAL SELECTION,

PRESERVATION OF FAVOURED RACES IN THE STRUGGLE FOR LIFE.

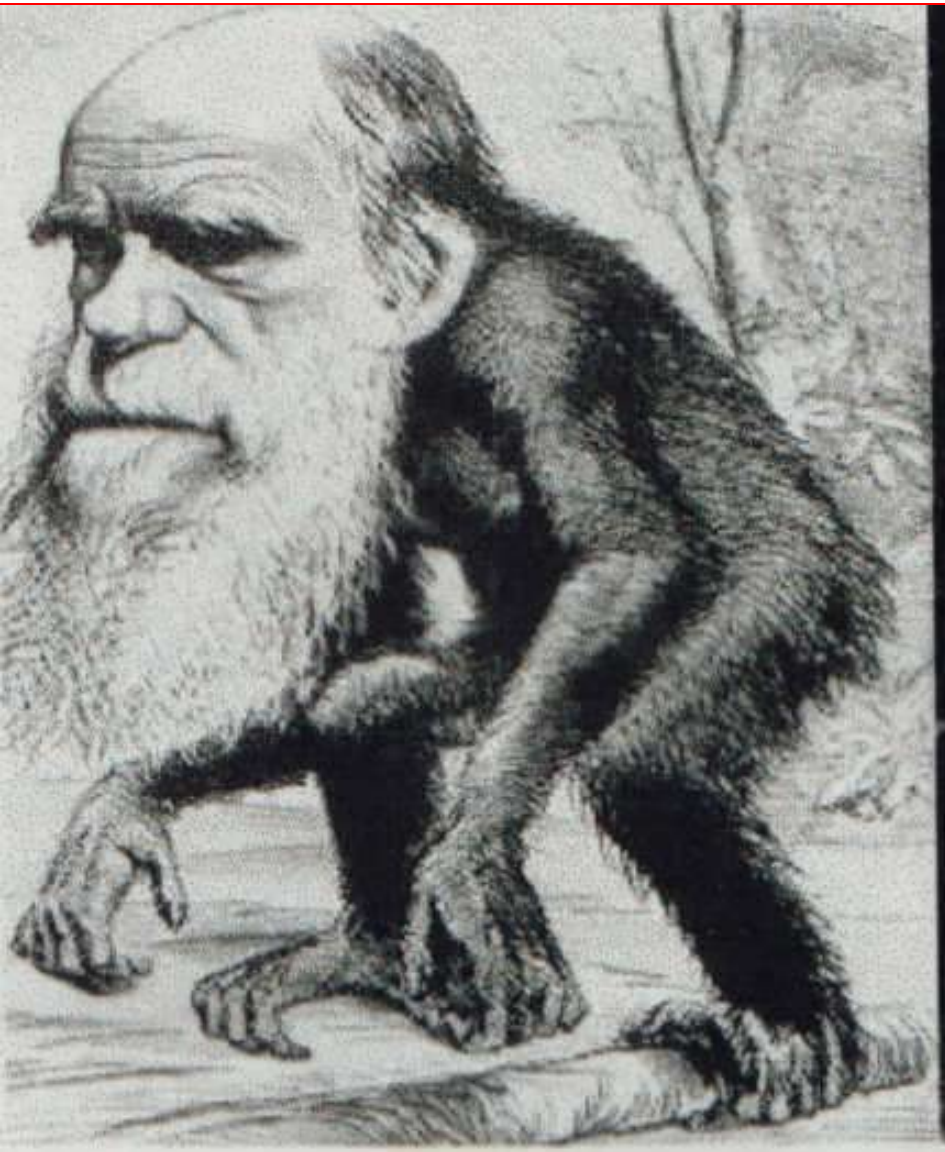
By CHARLES DARWIN, M.A.,

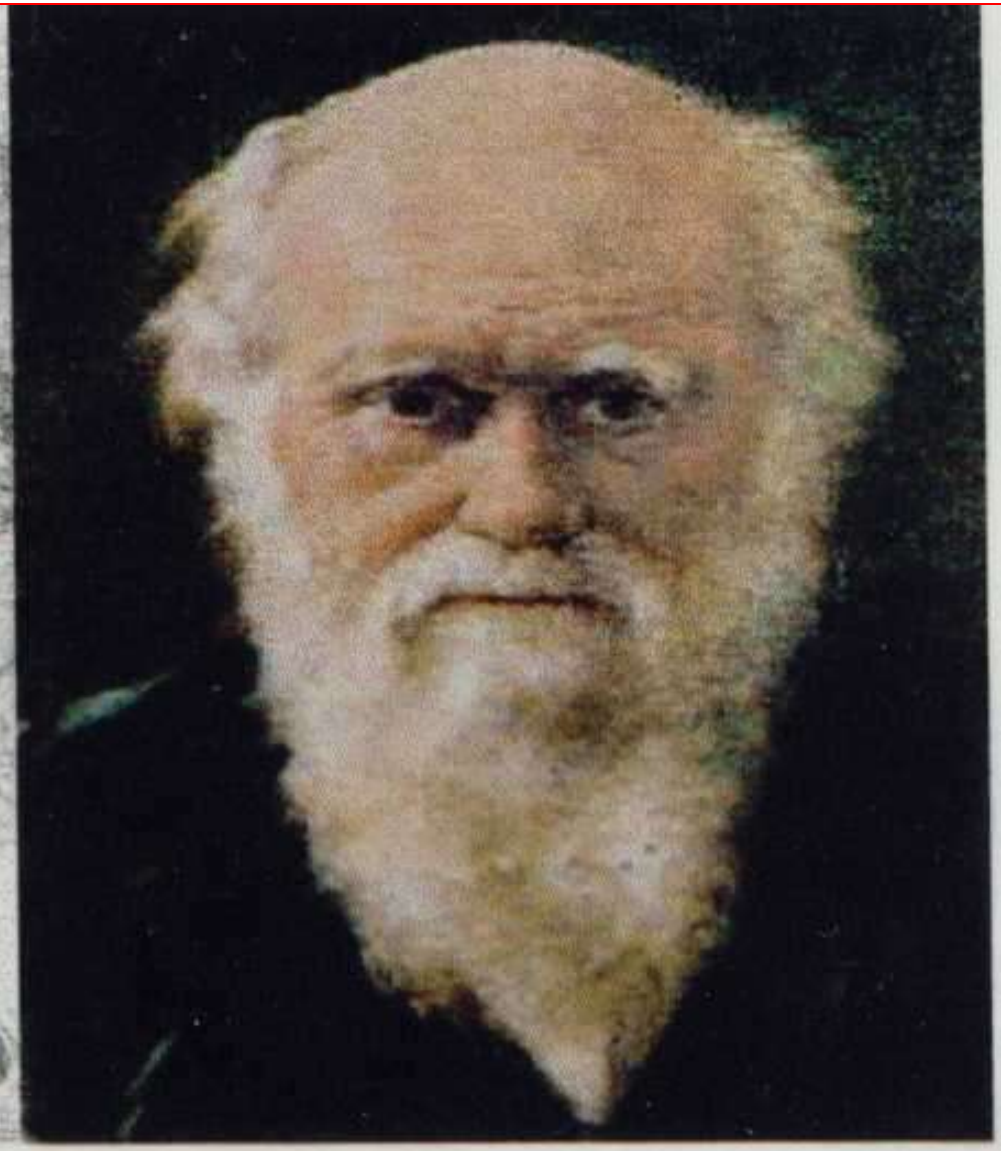
LONDON

JOHN MURRAY, ALBEMARLE STREET.

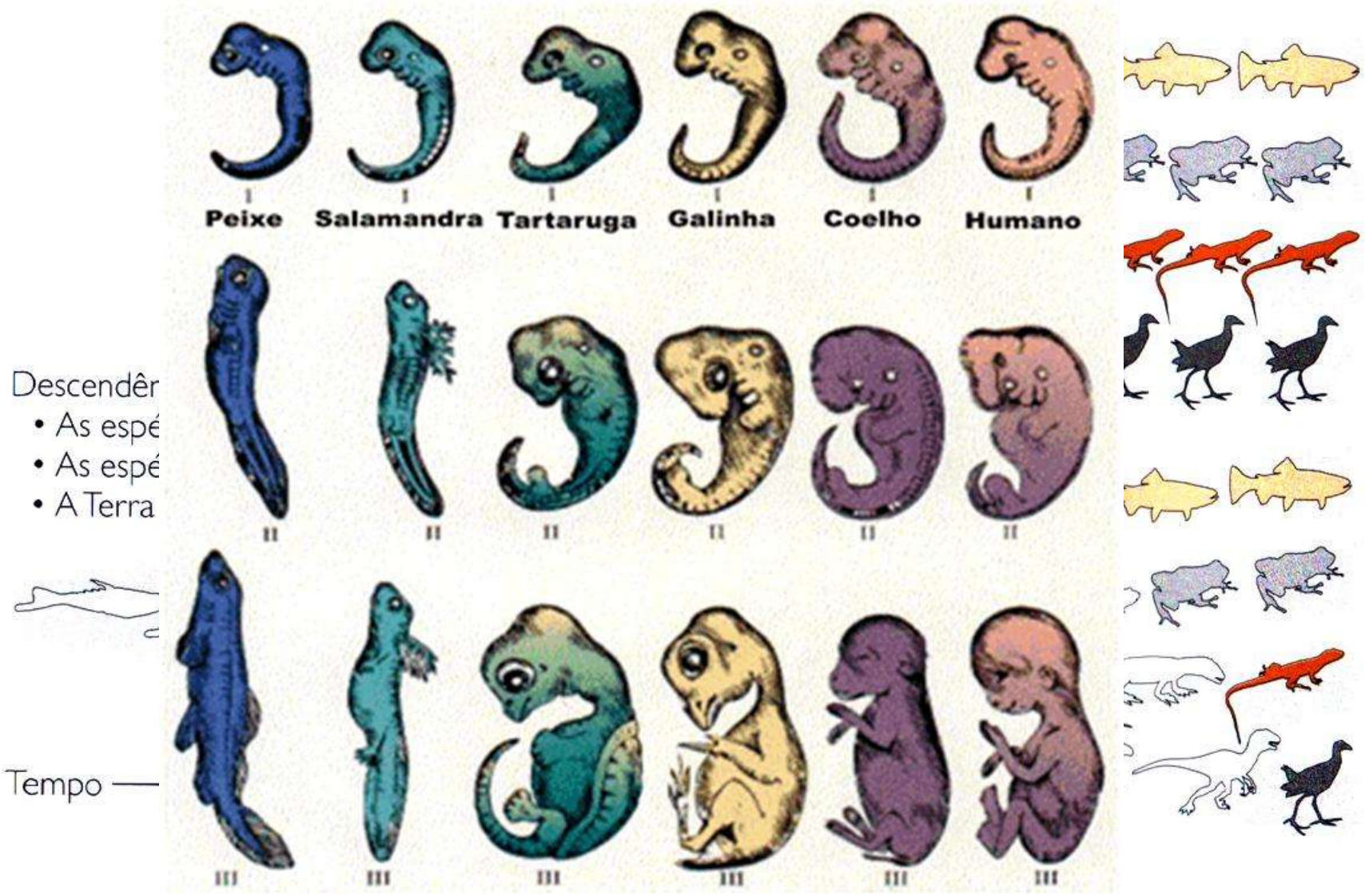
SPL-STOCK PHOTOS

Figura 12.2 Darwin registrou suas teorias evolucionistas no livro *The origin of species by means of natural selection* (A origem das espécies por meio da seleção natural), em 1859.

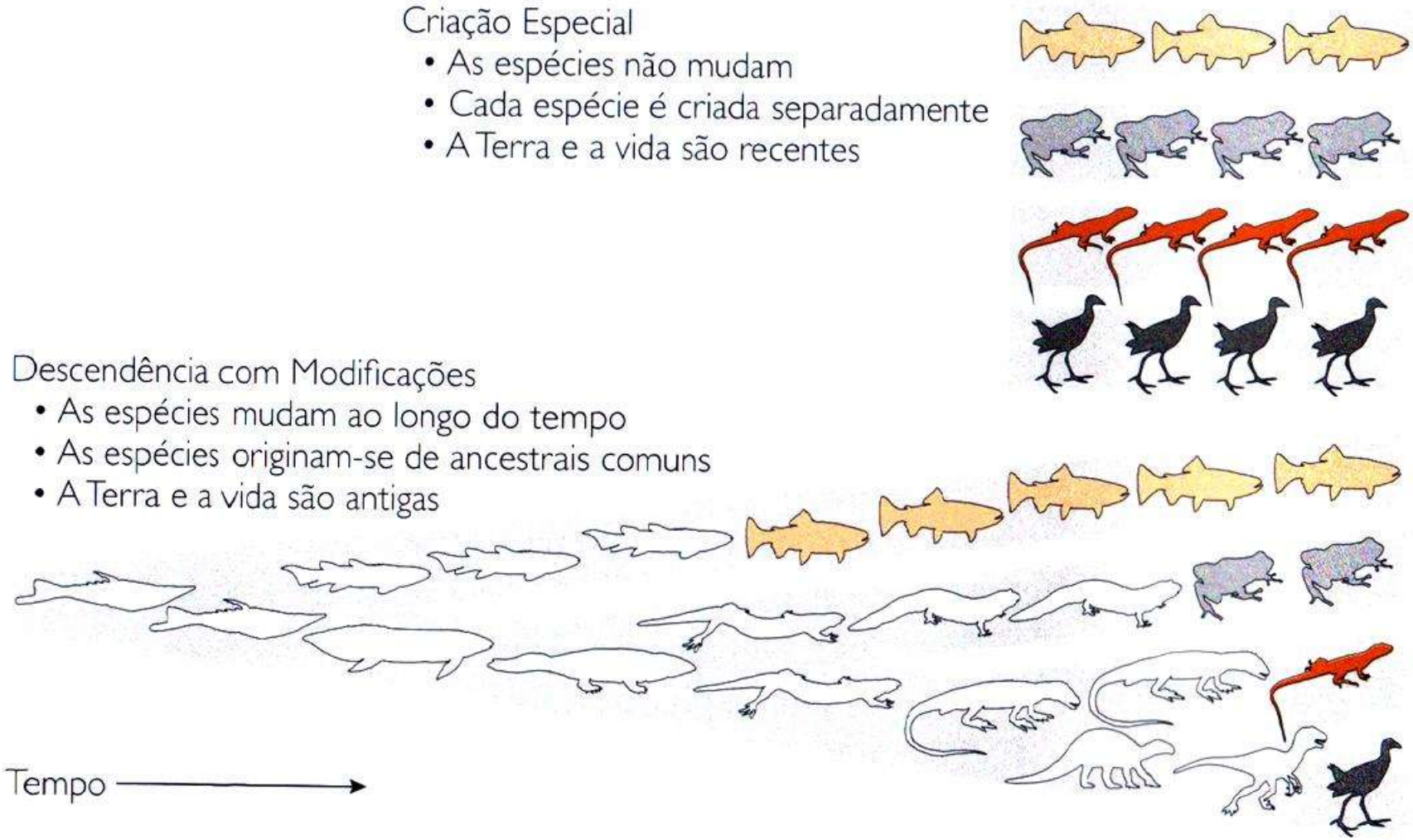




a) todos os organismos descenderam com modificação a partir de ancestrais comuns



a) todos os organismos descenderam com modificação a partir de ancestrais comuns



b) o principal agente de modificação é a *seleção natural* sobre a variação individual

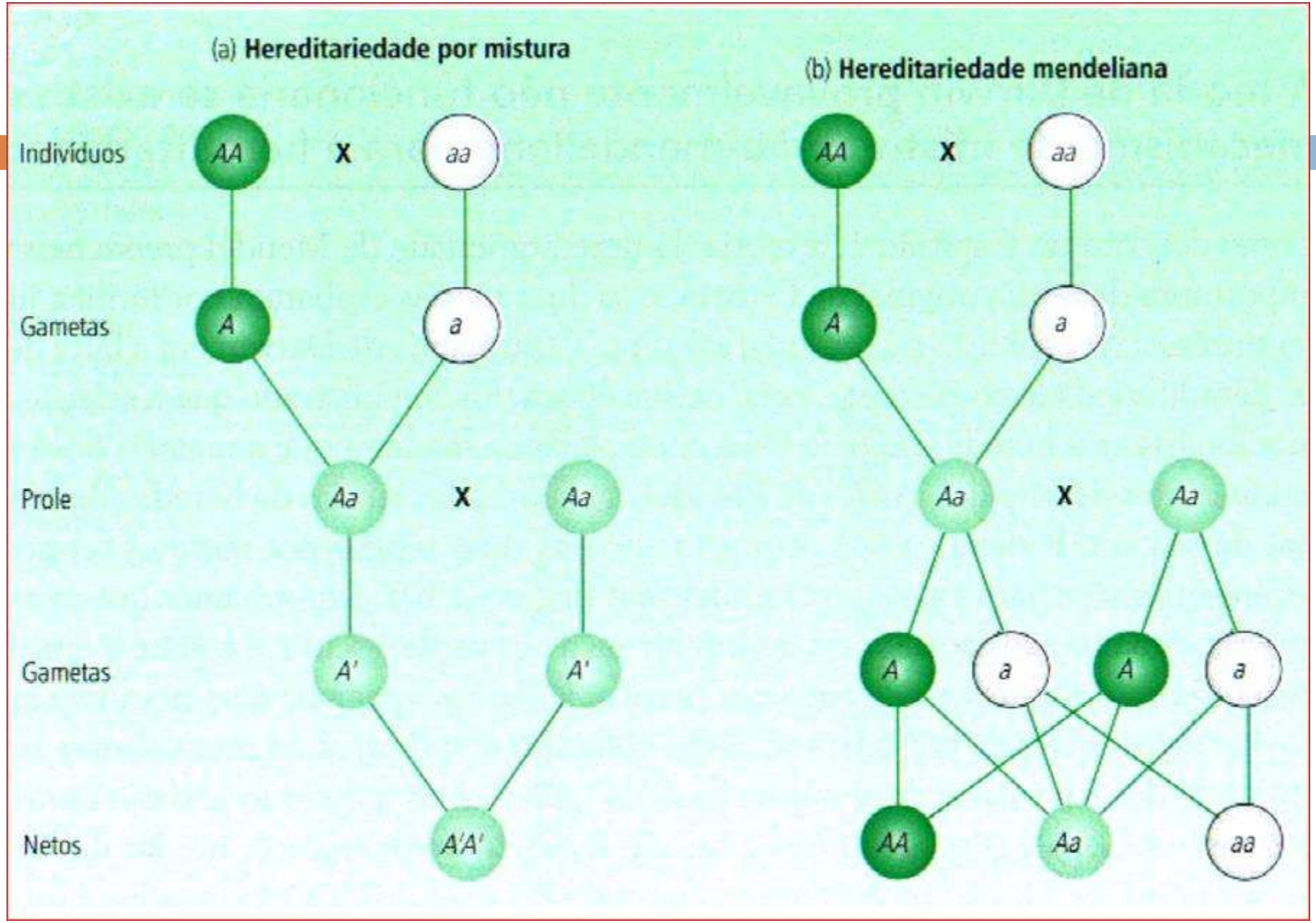
Darwinismo e Mendelismo

⇨ Grande falha de Darwin => desconhecia as causas da variação hereditária

⇨ Acreditava, junto a criadores de animais, que haviam substâncias de natureza fluida, e que o caráter intermediário dos híbridos era resultante da "mistura" em seus corpos, de fluidos dos ascendentes

⇨ Críticas à seleção natural

=> Fleming Jenkin -> seleção natural não poderia escolher os melhores fluidos numa mistura


(a) Hereditariedade por mistura
(b) Hereditariedade mendeliana
Indivíduos
AA
X
aa
Gametas
A
a
Prole
Aa
X
Aa
Gametas
A'
A'
Netos
A'A'
AA
X
aa
A
a
Aa
X
Aa
A
a
A
a
AA
Aa
aa

- Críticos da seleção natural => descartaram a variação contínua como sendo não genética, enfatizando o papel das variações descontínuas, que mostravam as freqüências Mendelianas

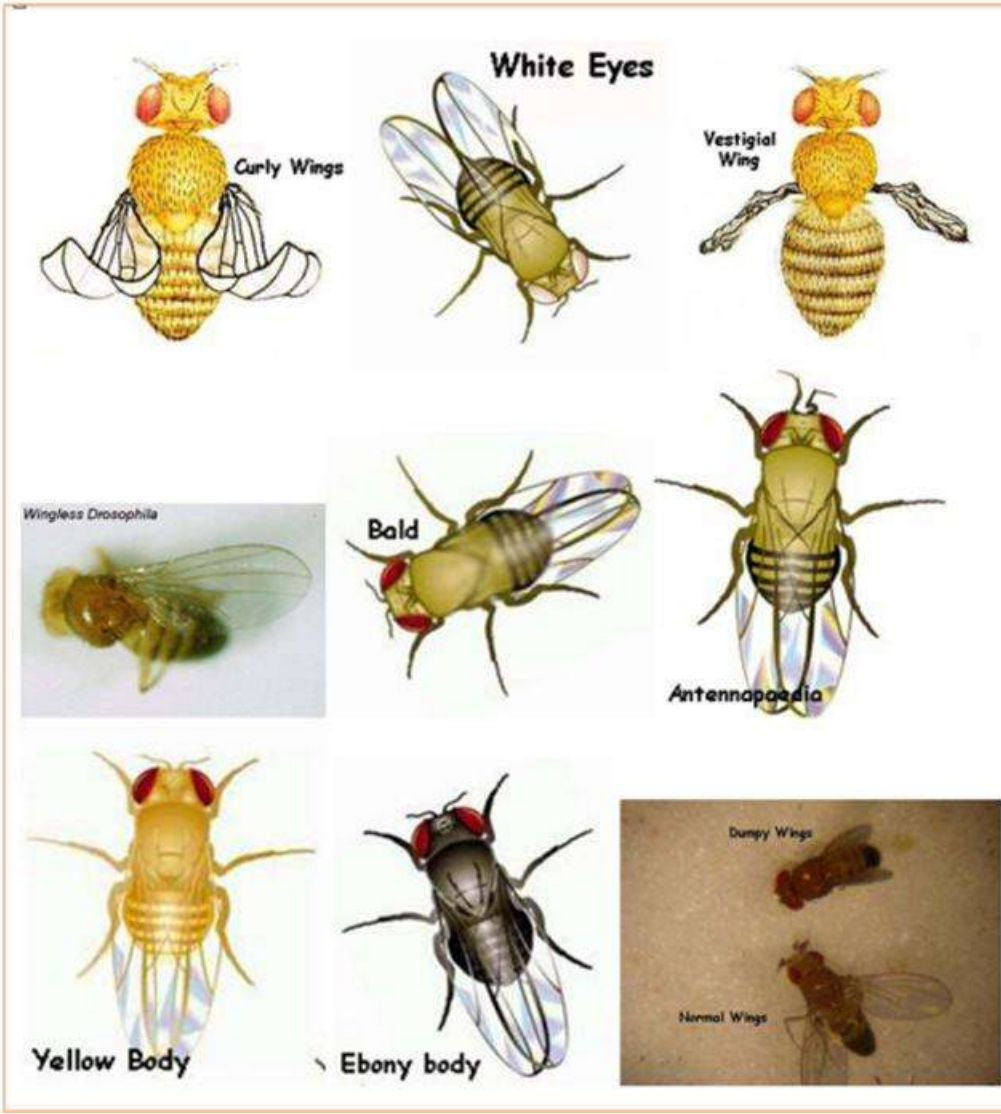
- Para eles, as espécies eram formas que diferiam de modo discreto quanto à morfologia, surgindo de forma descontínua através da mutação

- Os princípios de Darwin de mudança gradual e seleção natural foram descartados

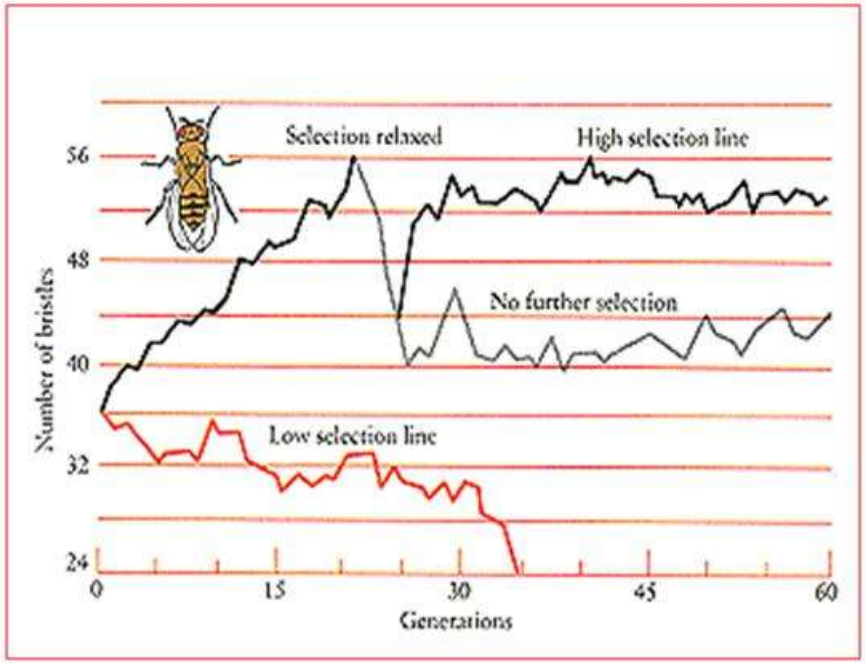
Mais tarde, Thomas H. Morgan e seus associados encontraram verdadeiras mutações em *Drosophila* :

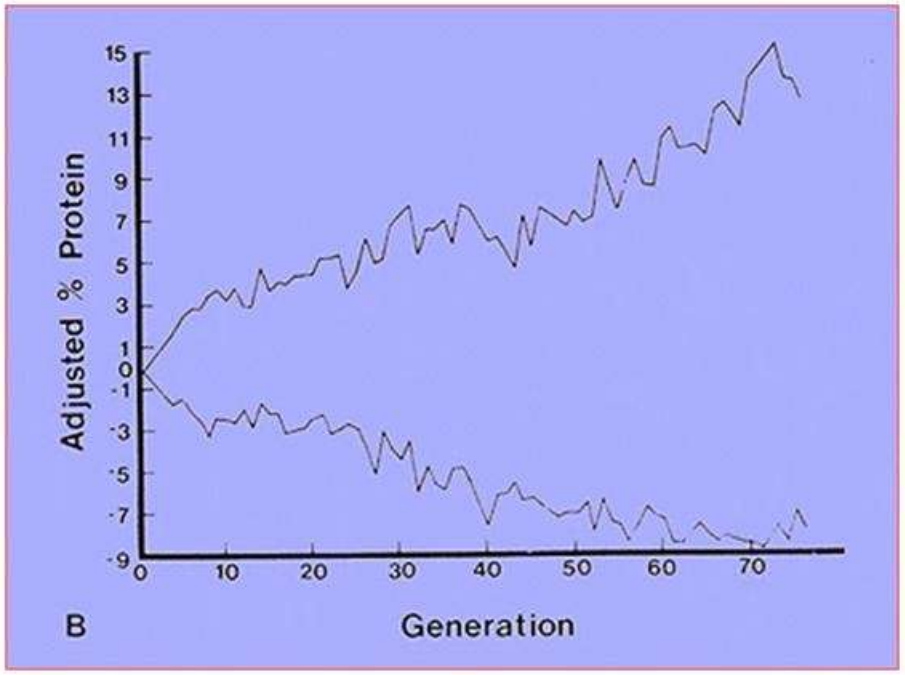
-> alterações espontâneas em genes (efeitos drásticos na cor do olho, forma da asa, cor do corpo, etc...)

-> mutações com grandes modificações tornavam o organismo mais fraco e incapaz de competir com os não mutantes



- Posteriormente, foram feitos experimentos de seleção com moscas, camundongos, milho, produzindo resultados com mudanças progressivas por 50 a 100 gerações





Teoria Sintética da Evolução

⇨PROBLEMA: como reconciliar a teoria MENDELIANA como a descrição biométrica da variação contínua em populações naturais

⇨ Início da genética de populações (1908) -> teorema de Hardy e Weinberg ($p^2 + 2pq + q^2 = 1$)

⇨ Anos 30 => famosos cientistas (Fisher, Haldane, Wright, etc...) => fundadores da *Teoria sintética da evolução*

TEORIA SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO

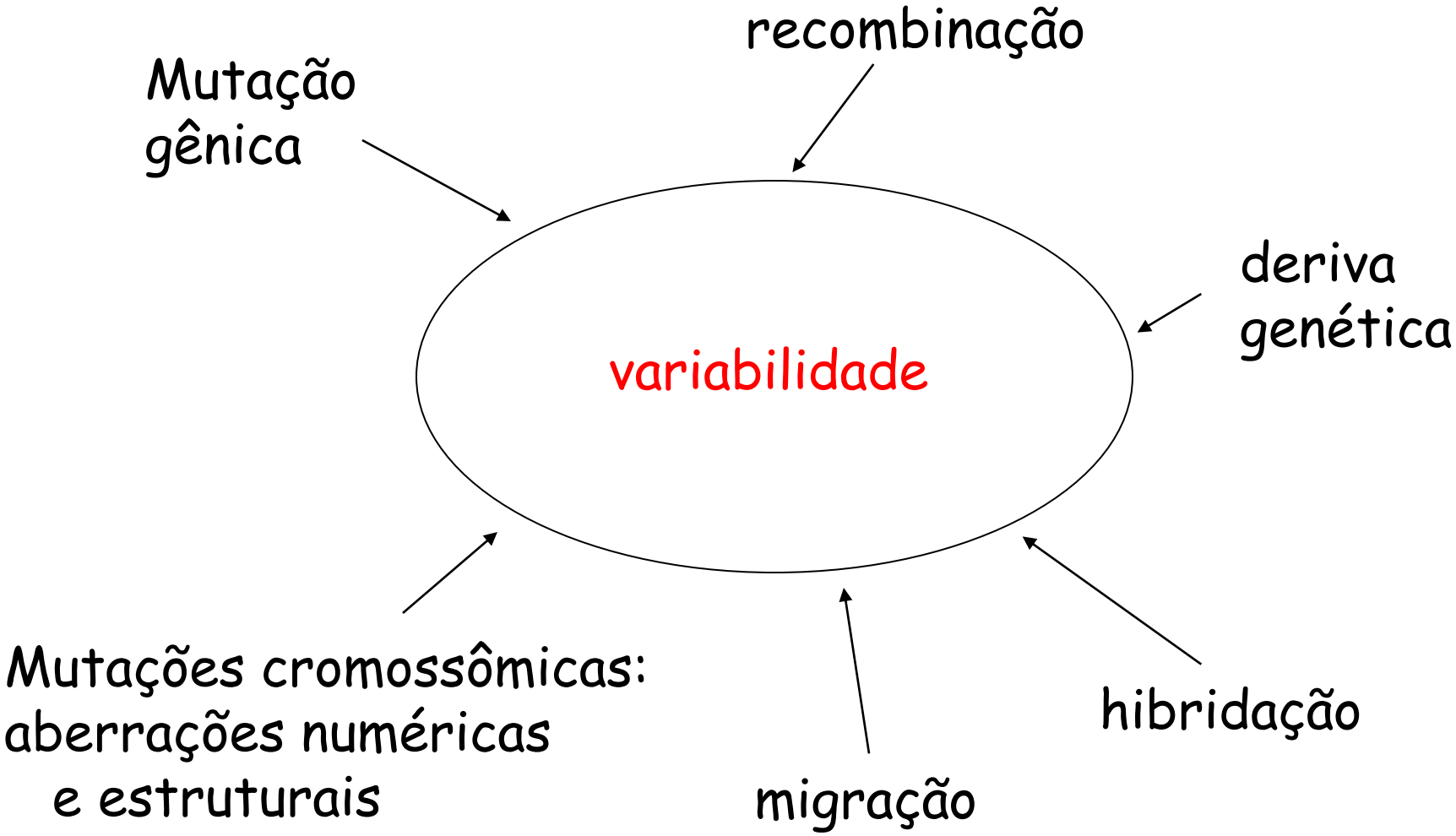
Acrescenta à teoria de Darwin a explicação de como surge a variabilidade => condição básica para que ocorram processos evolutivos (componente genético e ambiental)

Propõe mecanismos básicos (que ocorrem ao acaso) que produzem e amplificam a variabilidade:

Mutação gênica e cromossômica
Recombinação
Migração
Hibridação
Deriva genética

} Ocorrem ao acaso

Seleção natural → direcionada → seleciona os mais aptos → maior sucesso reprodutivo diferencial


recombinação
Mutação gênica
deriva genética
variabilidade
Mutações cromossômicas: aberrações numéricas e estruturais
migração
hibridação

MUTAÇÕES

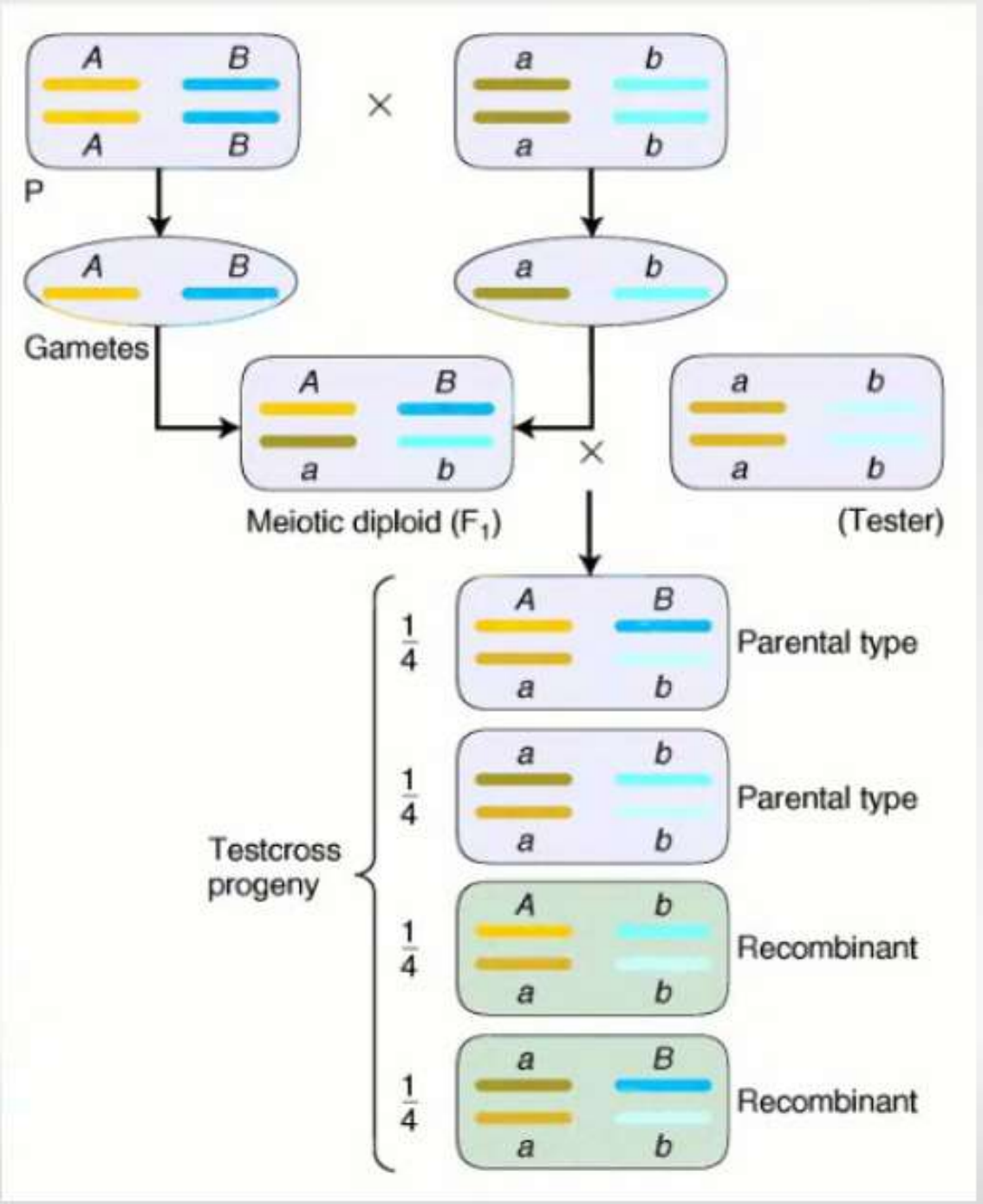
Mutação gênica ou mutação de ponto:

Alterações muito pequenas num número reduzido de nucleotídeos da molécula de DNA.

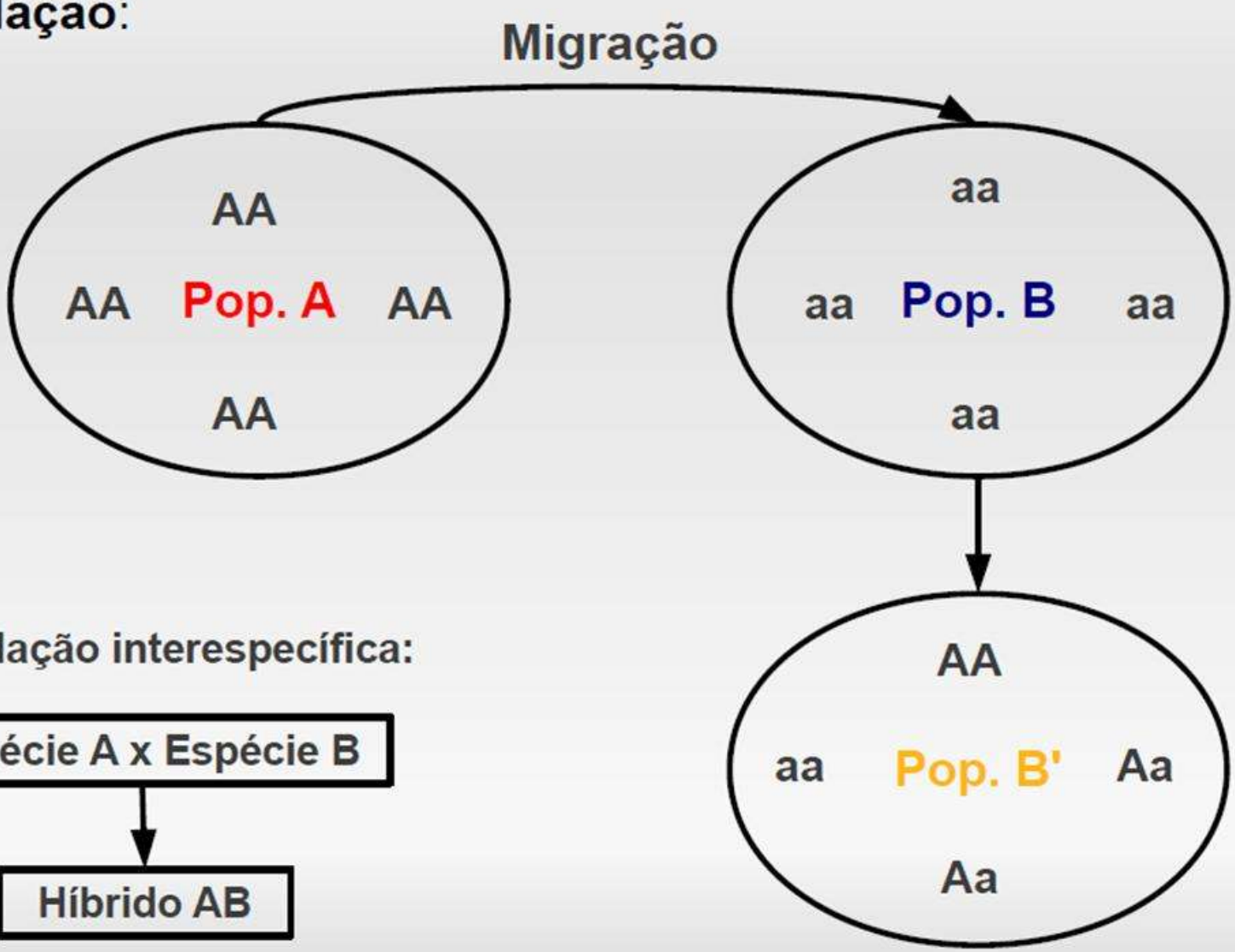
Mutação cromossômica ou aberração cromossômica:

Mutações que alteram de maneira visível ao microscópio, o número ou a estrutura dos cromossomos.

Recombinação



- **Hibridação**:



Hibridação interespecífica:

Espécie A x Espécie B

↓

Híbrido AB

Hibridação

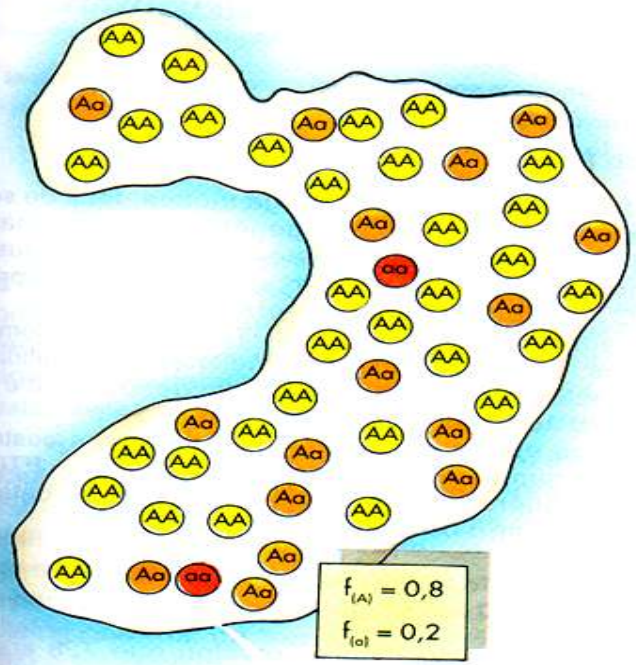
Nicotiana tabacum
2n = 48

N. tomentosiformis

X

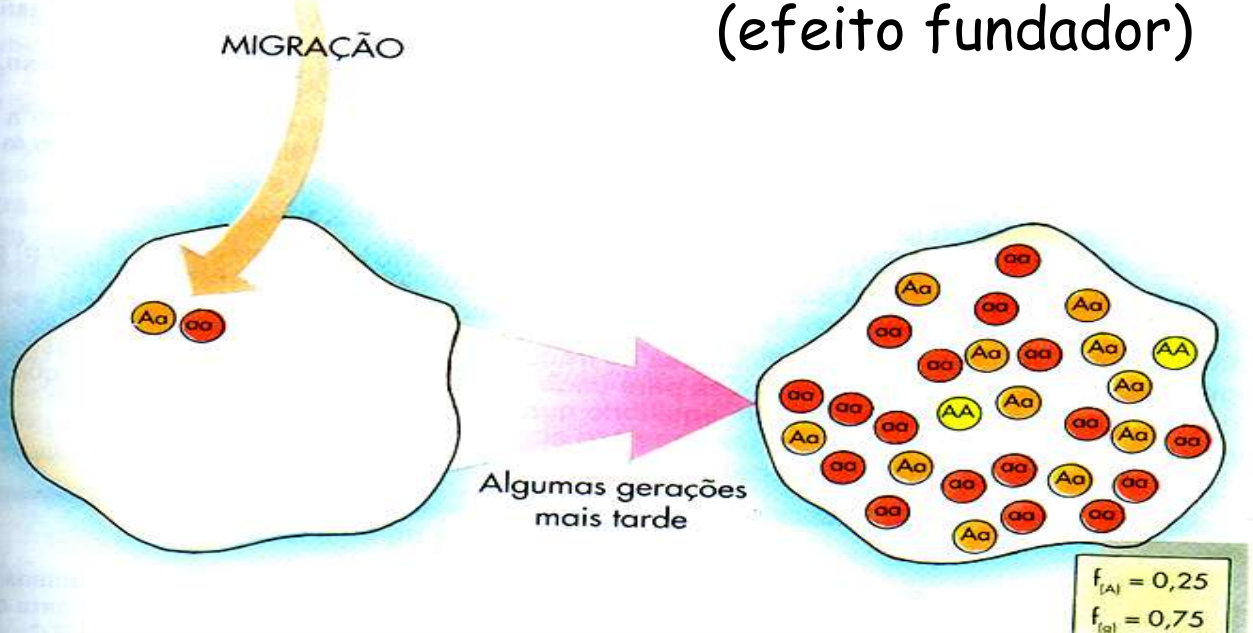
(2n=24)

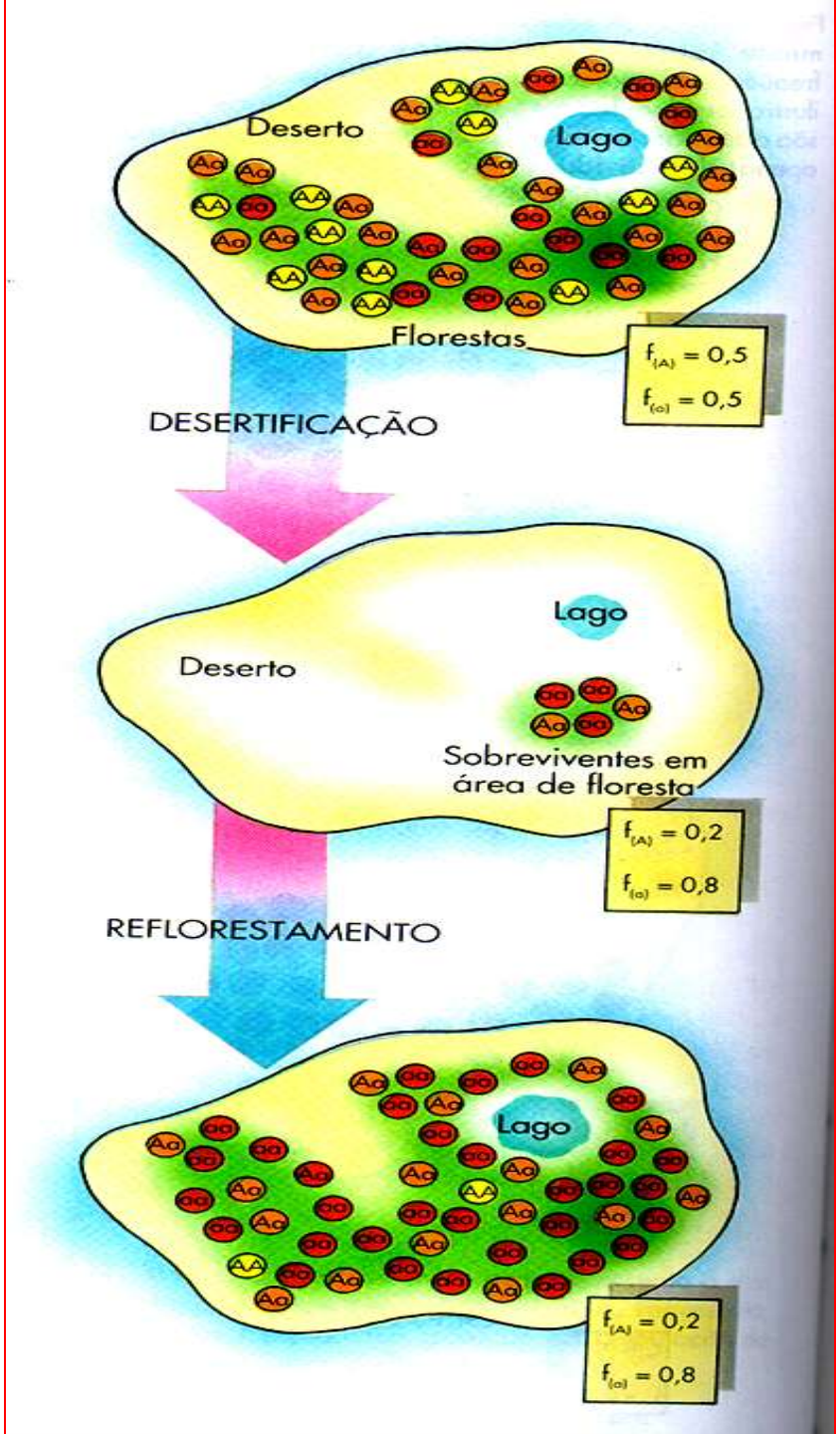
N. sylvestris



Alterações nas frequências alélicas ao acaso

Deriva genética
(efeito fundador)





Deriva genética

(efeito gargalo de garrafa)

ou

(afunilamento)

Deriva => sempre associada à redução do tamanho de uma população → amostragem

Conseqüências da deriva:

-> redução da variabilidade genética

-> redução da heterozigosidade

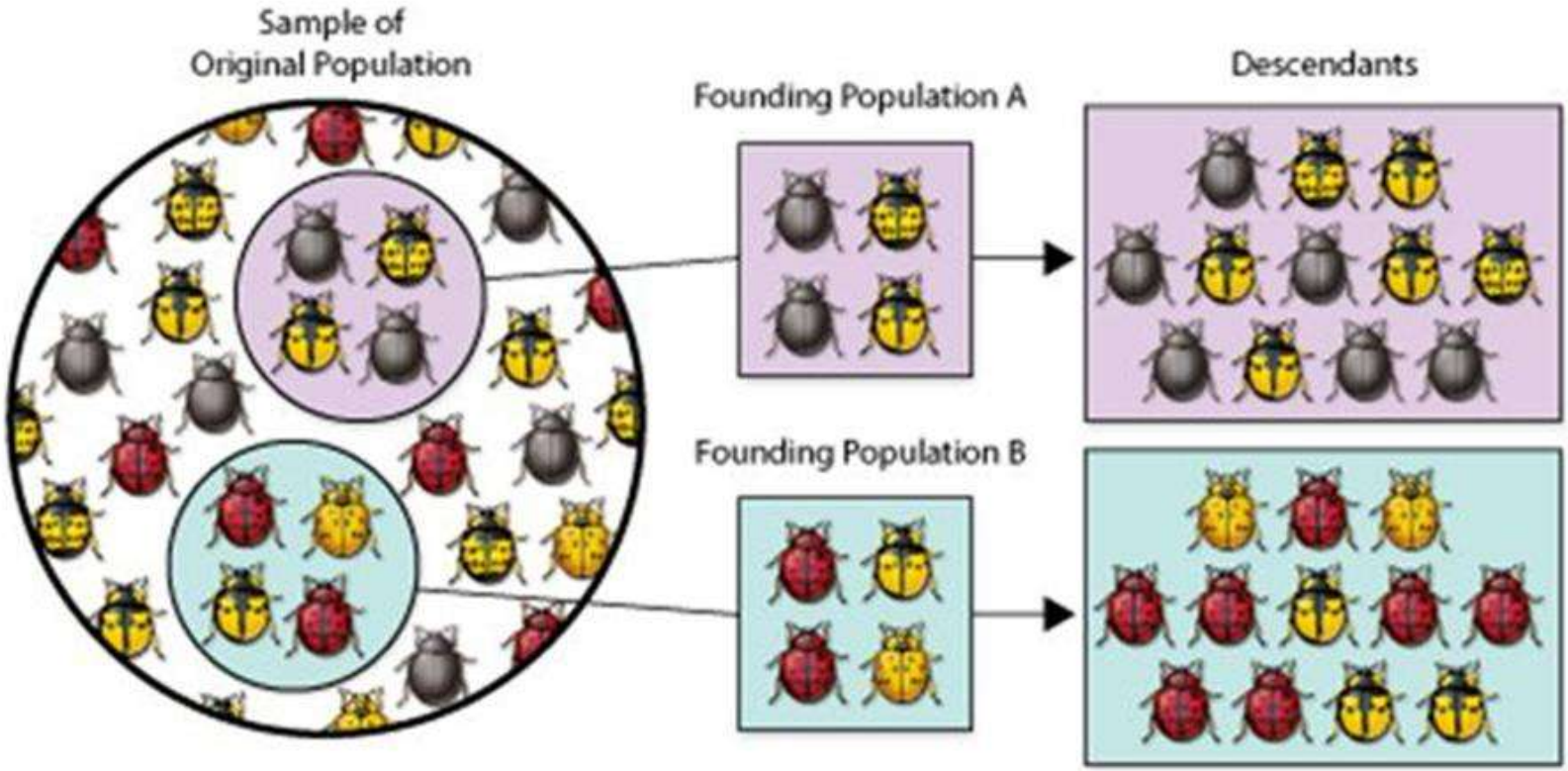
-> fixação de alelos

-> perda de alelos

DERIVA: ↑VARIABILIDADE

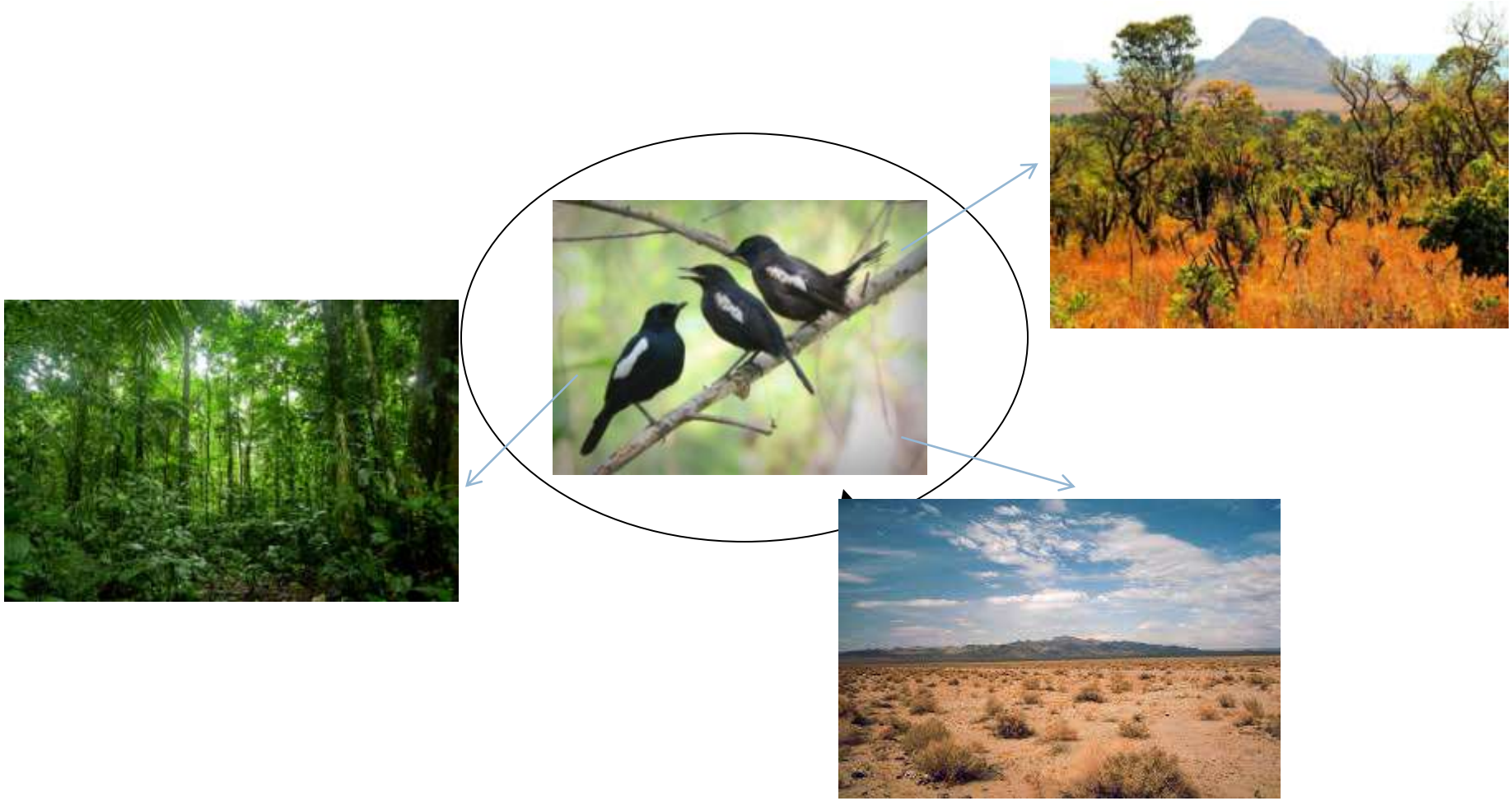
- *Se a deriva está associada sempre com a redução de variabilidade e fixação de alelos, como é que ela pode ser um mecanismo amplificador de variabilidade?*

DERIVA: ↓VARIABILIDADE DENTRO DE POP. E ↑VARIABILIDADE ENTRE POPULAÇÕES



Os seis mecanismos produtores e amplificadores de variabilidade ocorrem ao acaso

A Seleção Natural é um mecanismo direcional, não aleatório

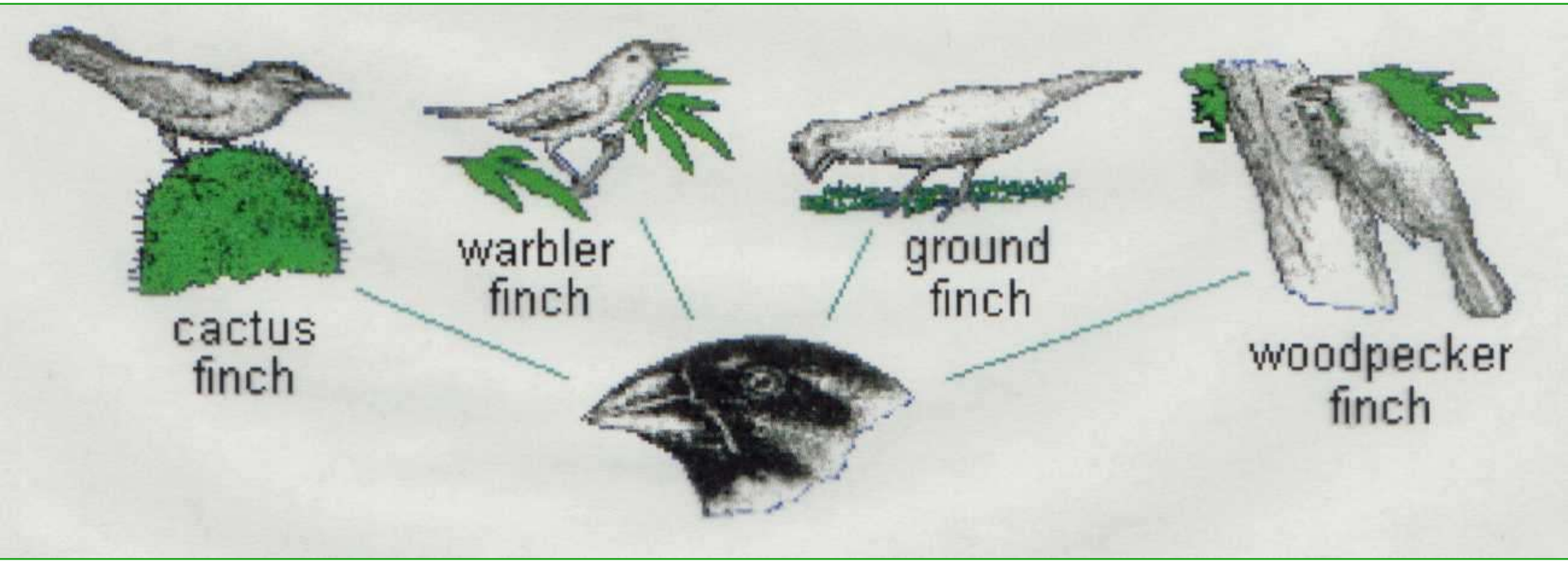


Ex: forma do bico dos tentilhões de Darwin

=> diferentes ambientes => diferentes pressões de seleção

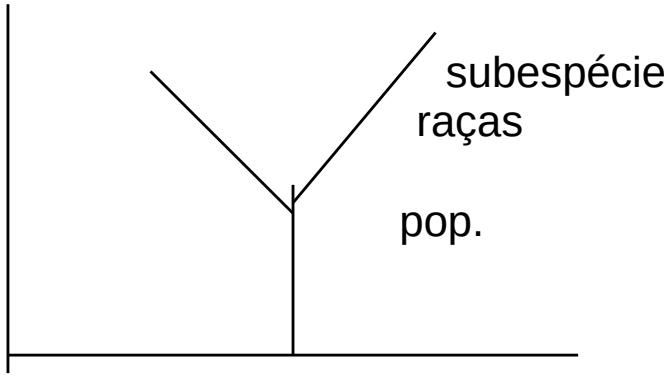
=> diferenciação morfológica => isolamento reprodutivo

=> diferentes espécies



Essa divergência vai aumentando no tempo, desde que ocorra mais um mecanismo → mecanismos de isolamento reprodutivo.

Portanto, segundo a TSE, além da diferenciação entre populações, é preciso que ocorra <u>mecanismos de isolamento reprodutivo</u>. Ligados ao mecanismos de isolamento reprodutivo estão os mecanismos de <u>especiação</u>.



Mecanismos de Isolamento Reprodutivo:

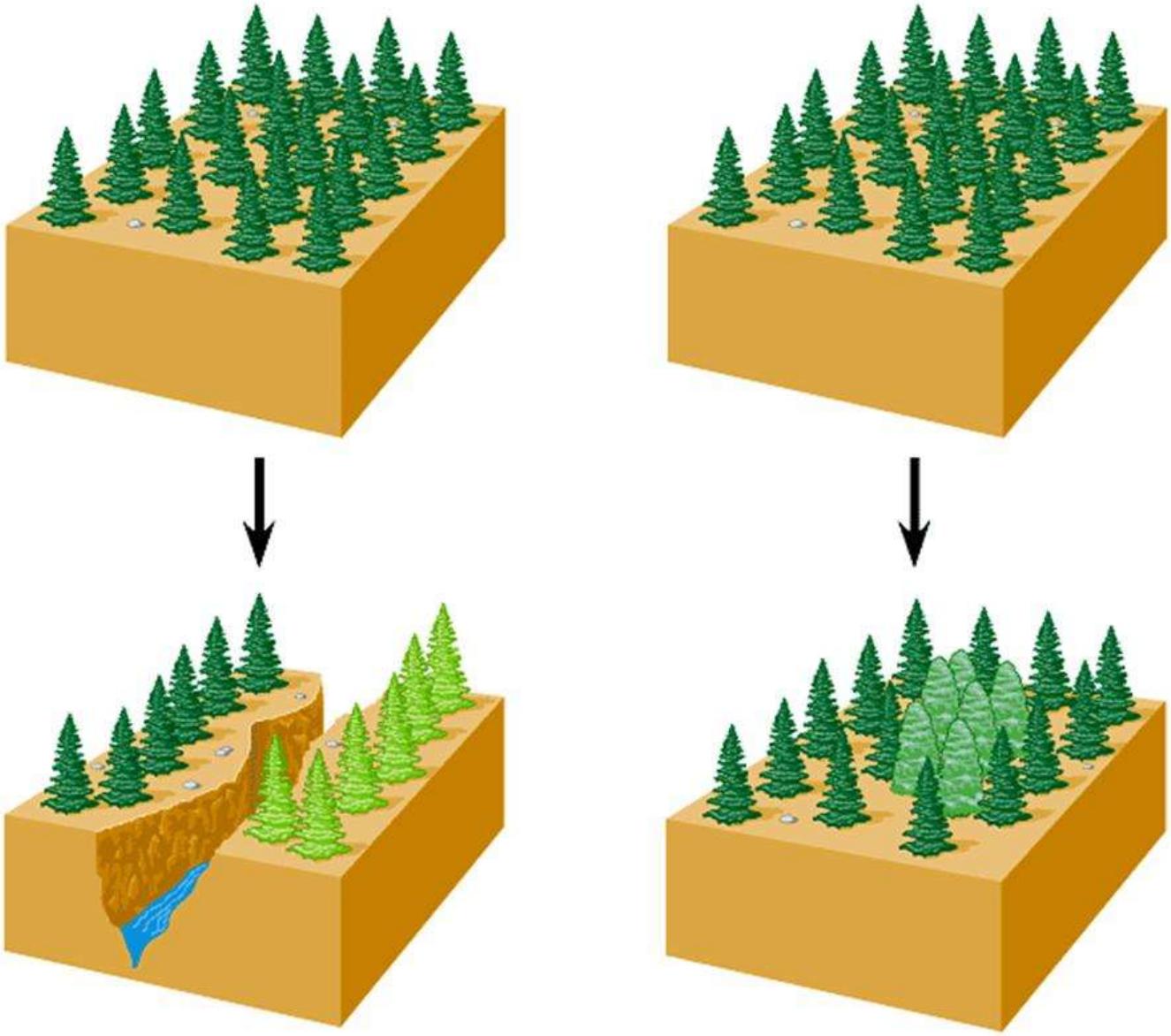
Mecanismos Pré-zigóticos: impedem a fecundação e a formação do zigoto

Mecanismos Pós-zigóticos: a fecundação ocorre e zigotos híbridos são formados, mas estes são inviáveis, ou dão origem a híbridos fracos ou estéreis

↓

Especiação

tempo



(a) Allopatric speciation

(b) Sympatric speciation

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

Referência para estudos:

SNUSTAD, D.P.; SIMMONS, M.J. 2010. **Fundamentos de Genética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 4ª Ed. **[575.1 S674f4].**

Cap. 27 – Genética Evolutiva

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; PINTO, C.A.B.P. 2004. **Genética na Agropecuária**. Lavras: Editora UFLA, 3ª Ed. 472p. **[R165g4 e.1 95052].**

Cap. 15 – Teoria Sintética da Evolução