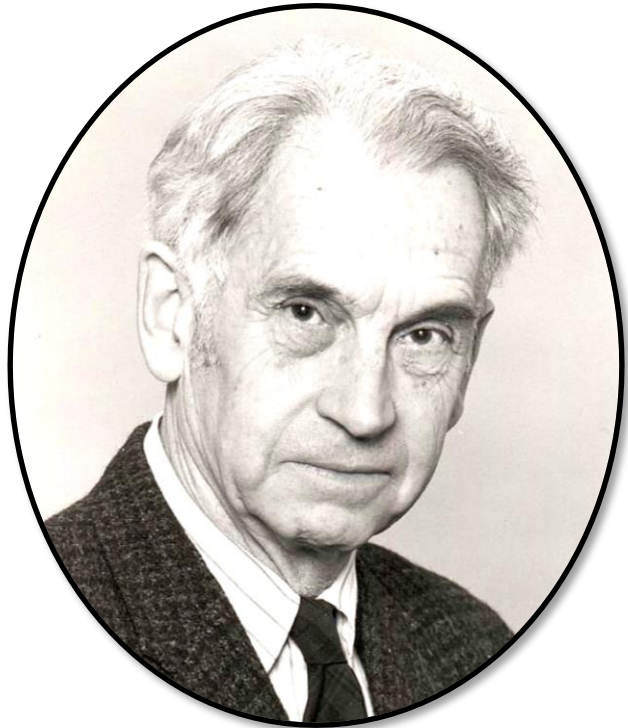




Aula 4: Formação de novas espécies

Conceitos fundamentais

► **Espécie:** conjunto de populações cujos organismos são capazes de cruzar entre si, em condições naturais, e **gerar descendentes férteis (intrafertilidade)**, estando, ao mesmo tempo, reprodutivamente isolados de organismos de outras espécies (**interesterilidade**).



Ernst Mayr
(1904-2005)

! Atenção

O conceito biológico de espécie não pode ser aplicado para as espécies que se reproduzem apenas de forma assexuada, como as bactérias, nem para os fósseis, que não se reproduzem mais. Nesses casos, as análises bioquímica e morfológica são ferramentas frequentemente utilizadas para a identificação das espécies.

A



Urso polar
(*Ursus maritimus*)

B



Urso marrom
(*Ursus arctos*)

Espécies diferentes

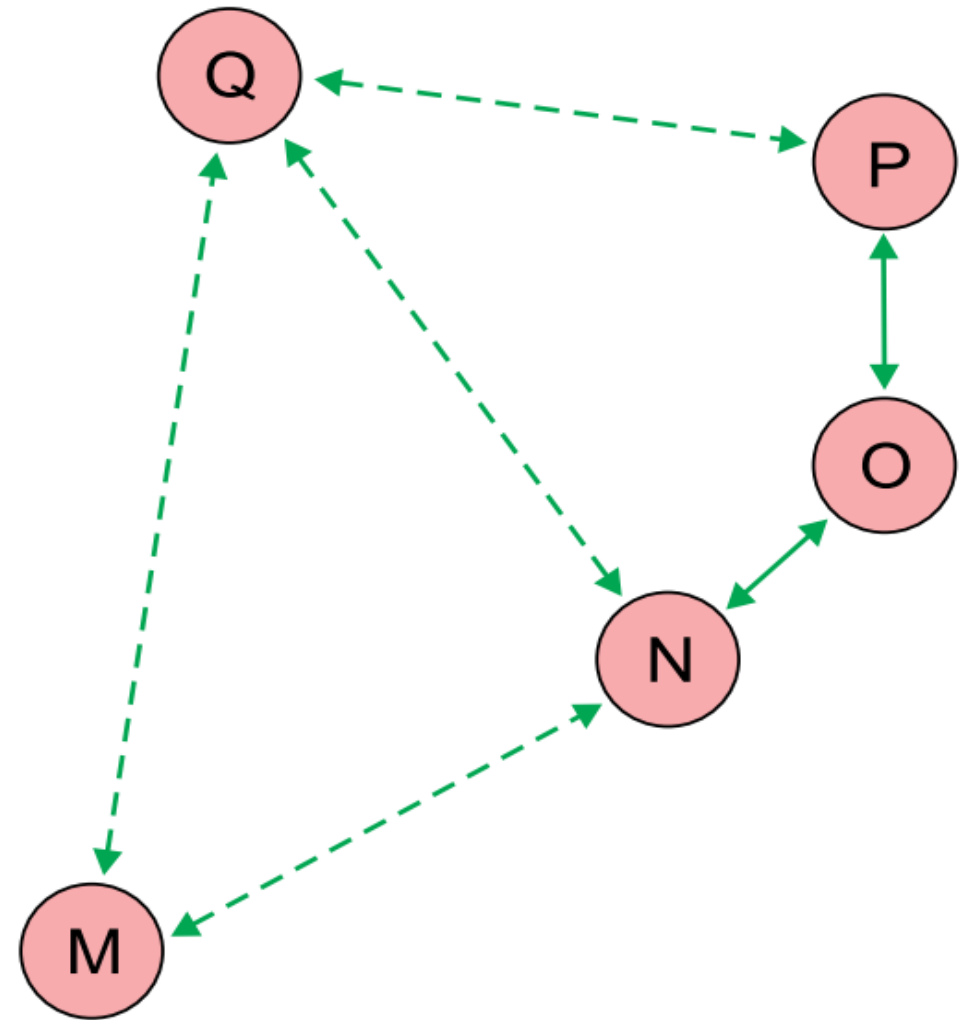
Grolar



Foco no Vestibular

FCMSCSP 2023 O esquema mostra grupos de animais, M, N, O, P e Q, todos com origem evolutiva a partir de M, distribuídos em cinco ilhas diferentes. As setas tracejadas indicam baixo fluxo gênico e as setas contínuas indicam intenso fluxo gênico entre esses grupos de animais. As distâncias entre os grupos revelam a distância física entre as ilhas. De acordo com o esquema e considerando que os baixos fluxos gênicos podem ser interrompidos no futuro, os grupos que terão maior probabilidade de serem classificadas como pertencentes à mesma espécie são

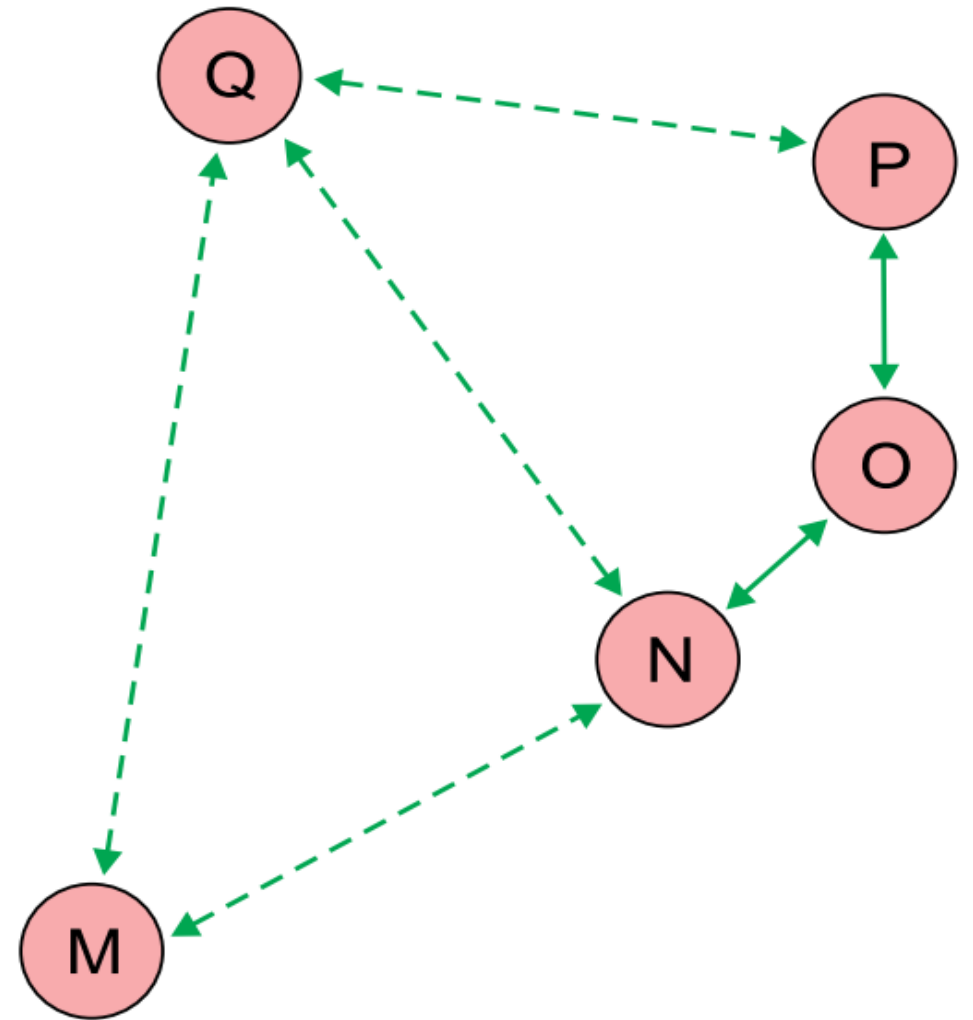
- a) M, N e O.
- b) M e Q.
- c) N e Q.
- d) O, P e Q.
- e) N, O e P.



Foco no Vestibular

FCMSCSP 2023 O esquema mostra grupos de animais, M, N, O, P e Q, todos com origem evolutiva a partir de M, distribuídos em cinco ilhas diferentes. As setas tracejadas indicam baixo fluxo gênico e as setas contínuas indicam intenso fluxo gênico entre esses grupos de animais. As distâncias entre os grupos revelam a distância física entre as ilhas. De acordo com o esquema e considerando que os baixos fluxos gênicos podem ser interrompidos no futuro, os grupos que terão maior probabilidade de serem classificadas como pertencentes à mesma espécie são

- a) M, N e O.
- b) M e Q.
- c) N e Q.
- d) O, P e Q.
- e) N, O e P.**



Conceitos fundamentais

- ▶ **Espécie:** conjunto de populações cujos organismos são capazes de cruzar entre si, em condições naturais, e **gerar descendentes férteis (intrafertilidade)**, estando, ao mesmo tempo, reprodutivamente isolados de organismos de outras espécies (**interesterilidade**).
- ▶ **Subespécies:** populações da mesma espécie de diferem com relação a determinados caracteres (morfológicos e/ou comportamentais).



Dingo
(*Canis lupus dingo*)



Lobo-do-ártico
(*Canis lupus arctos*)

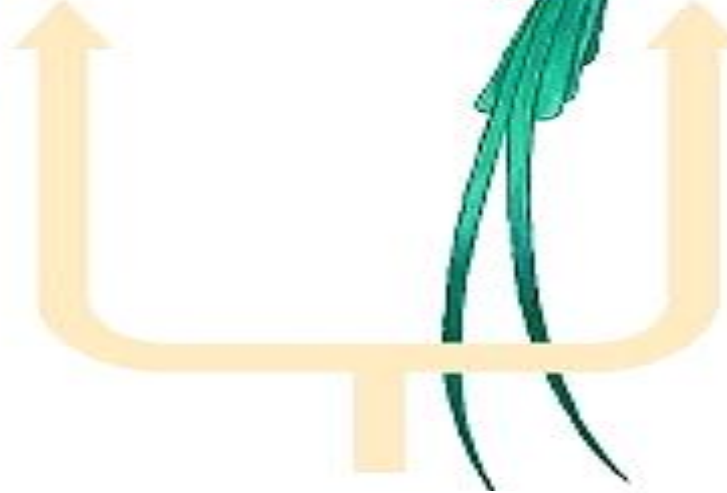
Subespécies

Conceitos fundamentais

- ▶ **Espécie:** conjunto de populações cujos organismos são capazes de cruzar entre si, em condições naturais, e **gerar descendentes férteis (intrafertilidade)**, estando, ao mesmo tempo, reprodutivamente isolados de organismos de outras espécies (**interesterilidade**).
- ▶ **Subespécies:** populações da mesma espécie de diferem com relação a determinados caracteres (morfológicos e/ou comportamentais).
- ▶ **Especiação:** processo de formação de novas espécies.
- ▶ **Anagênese:** processo evolutivo progressivo por meio do qual características surgem e/ou se modificam em uma mesma linhagem.
- ▶ **Cladogênese:** processo evolutivo por meio do qual duas ou mais linhagens se originam a partir de uma população ancestral.



Anagênese



Cladogênese



Foco no Vestibular

PUC-RS Medicina 2022 A afirmação “os seres humanos e os macacos possuem um ancestral comum” corrobora a ideia da especiação por

- a) anagênese.
- b) cladogênese.
- c) partenogênese.
- d) convergência evolutiva.

Foco no Vestibular

PUC-RS Medicina 2022 A afirmação “os seres humanos e os macacos possuem um ancestral comum” corrobora a ideia da especiação por

- a) anagênese.
- b) cladogênese.**
- c) partenogênese.
- d) convergência evolutiva.

Isolamento reprodutivo

▶ Existência de mecanismos que impedem a reprodução, com formação de descendentes férteis, entre membros de diferentes espécies.

Pré-zigótico

▶ Não ocorre fecundação e formação do zigoto híbrido.

. **Ecológico:** diferenças de *habitats* e/ou nichos ecológicos.

Isolamento ecológico



Panthera leo



Panthera tigris



Ligre

Isolamento reprodutivo

▶ Existência de mecanismos que impedem a reprodução, com formação de descendentes férteis, entre membros de diferentes espécies.

Pré-zigótico

▶ Não ocorre fecundação e formação do zigoto híbrido.

. **Ecológico:** diferenças de *habitats* e/ou nichos ecológicos.

. **Sazonal:** diferenças no período de fertilidade.

Lactuca graminifolia



Lactuca canadensis



Isolamento sazonal



Spilogale putorius



Spilogale gracilis

Isolamento sazonal

Isolamento reprodutivo

▶ Existência de mecanismos que impedem a reprodução, com formação de descendentes férteis, entre membros de diferentes espécies.

Pré-zigótico

▶ Não ocorre fecundação e formação do zigoto híbrido.

. **Ecológico:** diferenças de *habitats* e/ou nichos ecológicos.

. **Sazonal:** diferenças no período de fertilidade.

. **Etológico:** diferenças no comportamento reprodutivo.



Isolamento etológico

Isolamento reprodutivo

► Existência de mecanismos que impedem a reprodução, com formação de descendentes férteis, entre membros de diferentes espécies.

Pré-zigótico

► Não ocorre fecundação e formação do zigoto híbrido.

- . **Ecológico:** diferenças de *habitats* e/ou nichos ecológicos.
- . **Sazonal:** diferenças no período de fertilidade.
- . **Etológico:** diferenças no comportamento reprodutivo.
- . **Mecânico:** diferenças estruturais nas genitálias.

Isolamento mecânico



Isolamento reprodutivo

► Existência de mecanismos que impedem a reprodução, com formação de descendentes férteis, entre membros de diferentes espécies.

Pré-zigótico

► Não ocorre fecundação e formação do zigoto híbrido.

- . **Ecológico:** diferenças de *habitats* e/ou nichos ecológicos.
- . **Sazonal:** diferenças no período de fertilidade.
- . **Etológico:** diferenças no comportamento reprodutivo.
- . **Mecânico:** diferenças estruturais nas genitálias.
- . **Gamético:** diferenças bioquímicas entre os gametas.

**Isolamento
gamético**



Isolamento reprodutivo

▶ Existência de mecanismos que impedem a reprodução, com formação de descendentes férteis, entre membros de diferentes espécies.

Pós-zigótico

▶ Ocorre fecundação e formação do zigoto híbrido.

. **Inviabilidade do híbrido:** híbrido não completa o desenvolvimento embrionário, ou morre antes de atingir a maturidade reprodutiva.

A



Sapo-de-barriga-amarela
(*Bombina orientalis*)

B



Sapo-de-barriga-vermelha
(*Bombina variegata*)

Inviabilidade do híbrido

Isolamento reprodutivo

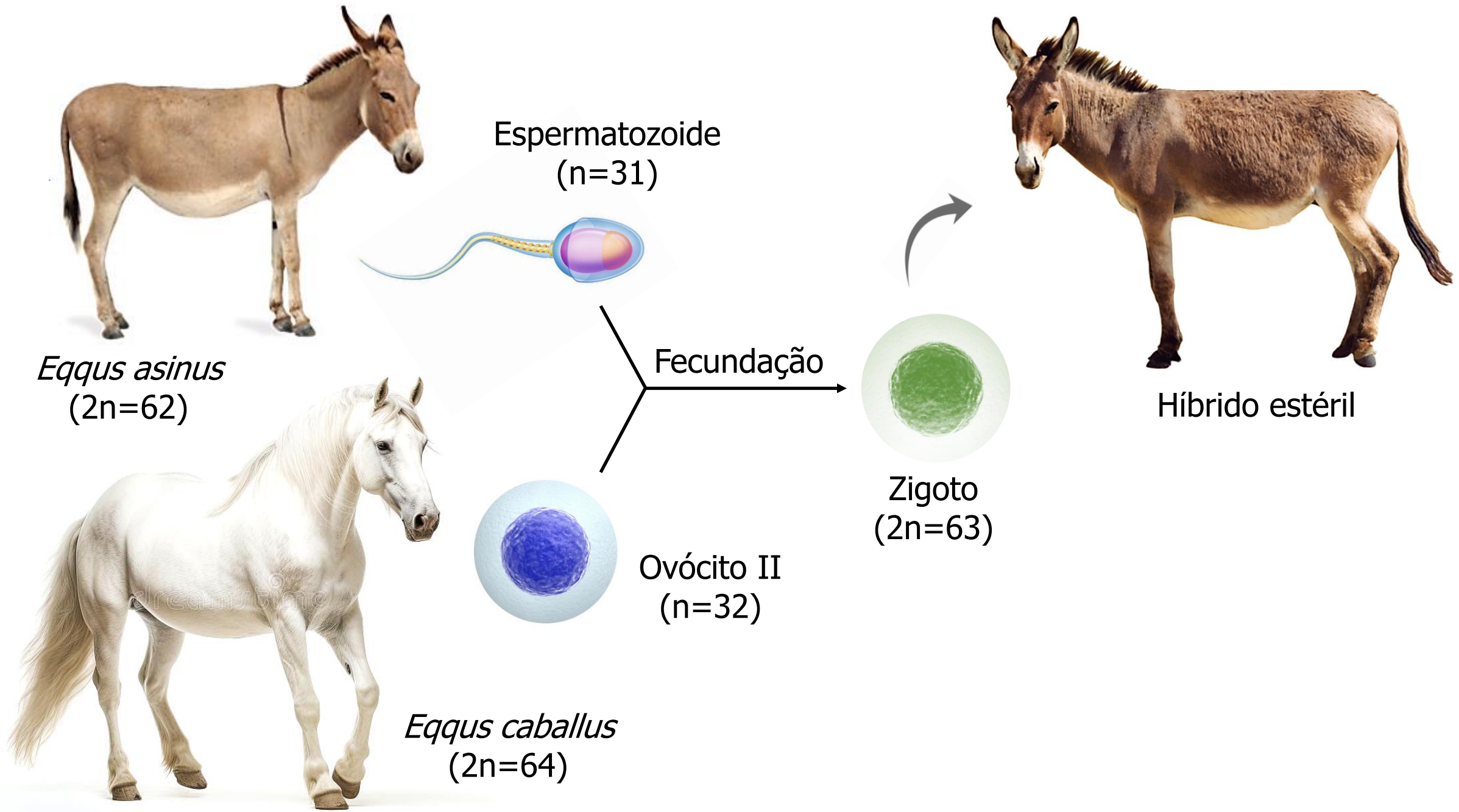
▶ Existência de mecanismos que impedem a reprodução, com formação de descendentes férteis, entre membros de diferentes espécies.

Pós-zigótico

▶ Ocorre fecundação e formação do zigoto híbrido.

. **Inviabilidade do híbrido:** híbrido não completa o desenvolvimento embrionário, ou morre antes de atingir a maturidade reprodutiva.

. **Esterilidade do híbrido:** híbrido é saudável, porém estéril.



Eqqus asinus
(2n=62)

Espermatozoide
(n=31)

Fecundação

Zigoto
(2n=63)

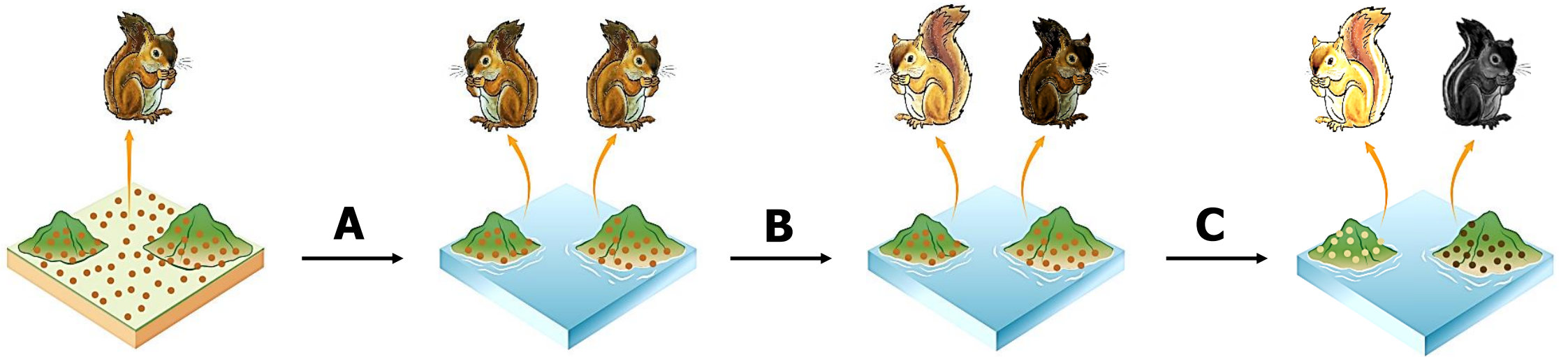
Híbrido estéril

Eqqus caballus
(2n=64)

Ovócito II
(n=32)

Especiação alopátrica (do grego *allos*, diferente, e *patra*, pátria)

- ▶ Ocorre isolamento geográfico.
- ▶ Formação de barreiras geográficas (cadeias de montanhas ou rios).
- ▶ Populações ficam separadas e isoladas.



População original

Populações diferentes

Raças diferentes

Espécies diferentes



Ammospermophilus harrisi

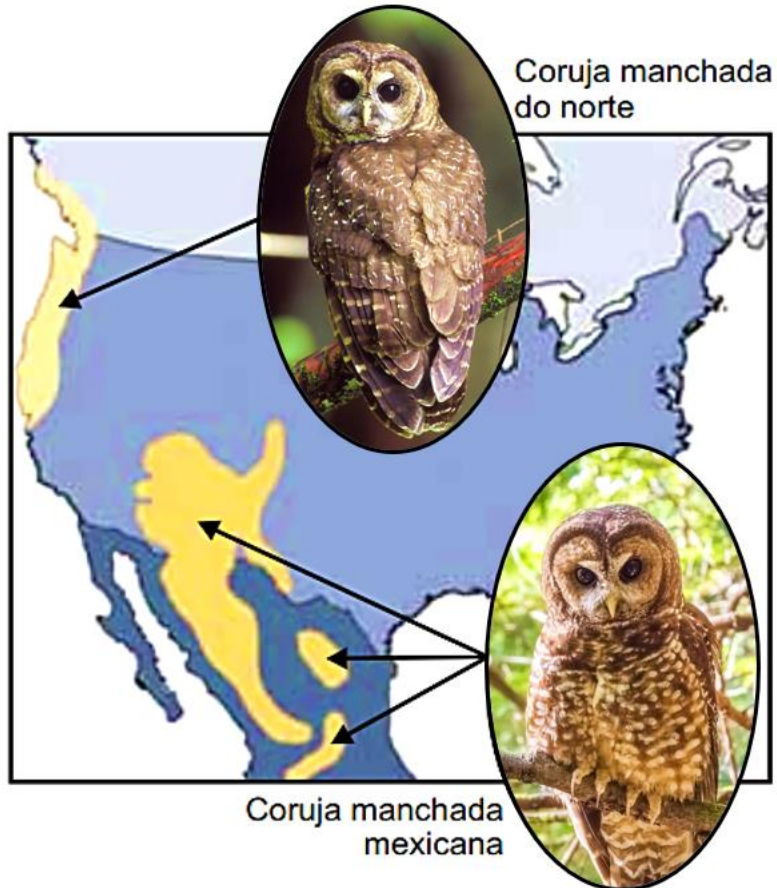


Ammospermophilus leucurus



Foco no Vestibular

FCMSCSP 2021 Na América do Norte existem duas subespécies de corujas manchadas, a coruja manchada do norte (*Strix occidentalis caurina*) e a coruja manchada mexicana (*Strix occidentalis lucida*), que vivem em áreas geográficas diferentes. A imagem ilustra os locais onde essas duas subespécies são encontradas.



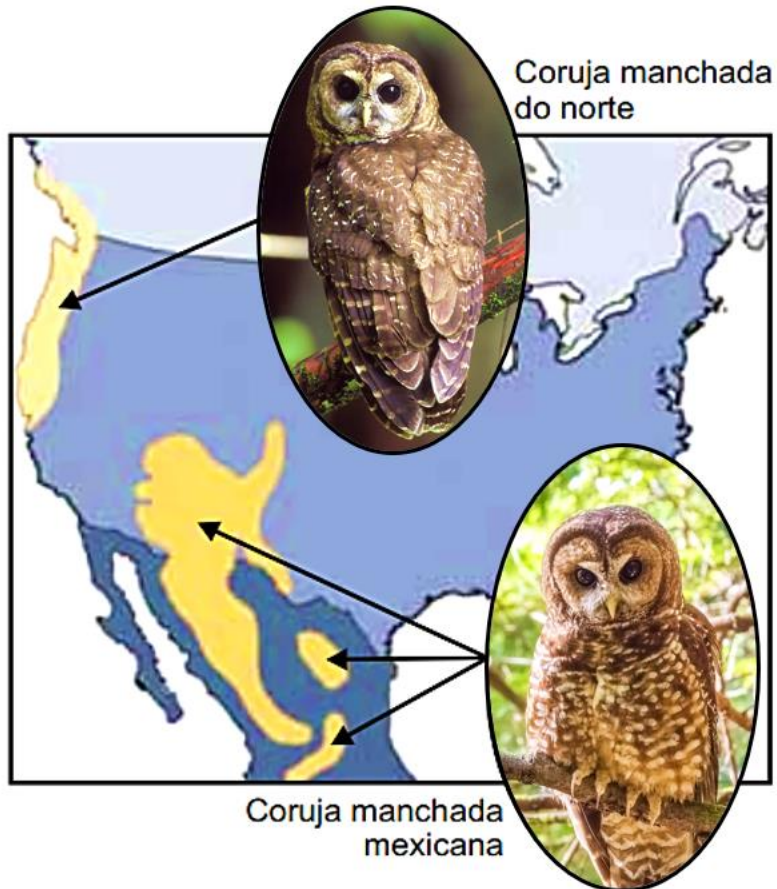
a) Com base somente nas informações apresentadas no texto e na figura, qual tipo de especiação originou essas duas subespécies de corujas? O que caracteriza esse tipo de especiação?

As duas subespécies de corujas surgiram por meio de especiação alopátrica.

Essa especiação ocorre quando há isolamento geográfico de populações da mesma espécie, devido ao surgimento de uma barreira geográfica entre elas.

Foco no Vestibular

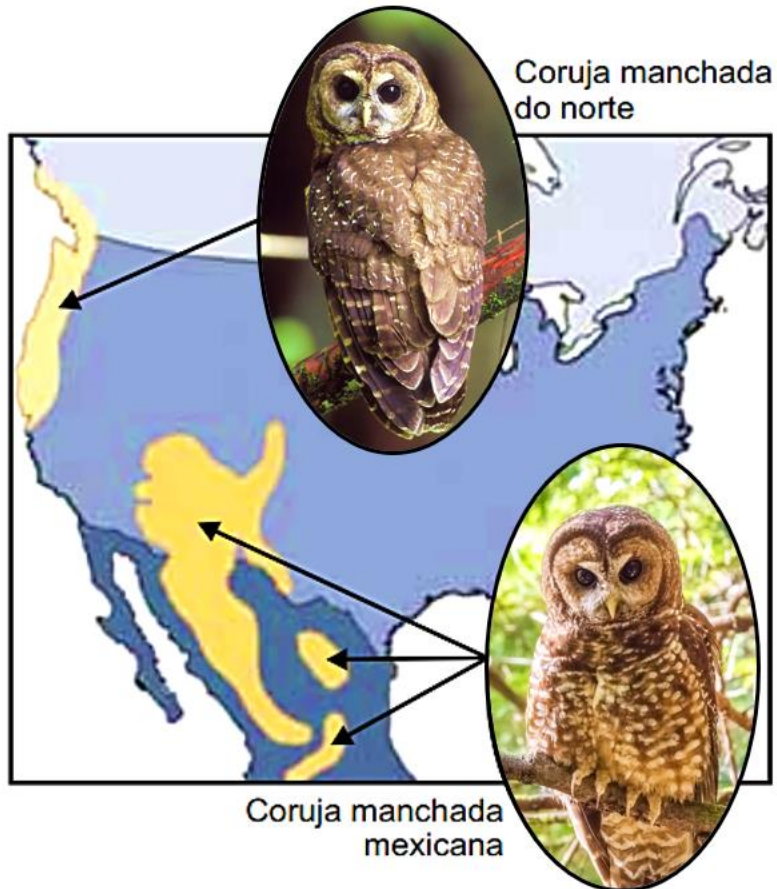
FCMSCSP 2021 Na América do Norte existem duas subespécies de corujas manchadas, a coruja manchada do norte (*Strix occidentalis caurina*) e a coruja manchada mexicana (*Strix occidentalis lucida*), que vivem em áreas geográficas diferentes. A imagem ilustra os locais onde essas duas subespécies são encontradas.



b) Em um experimento, pesquisadores deixaram uma fêmea de coruja manchada do norte e um macho de coruja manchada mexicana no mesmo recinto. Então verificaram que o isolamento etológico não ocorria e que havia postura de ovos fecundados, porém sem o desenvolvimento de embriões. O que é o isolamento etológico? Cite o mecanismo de isolamento reprodutivo pós-zigótico que ocorreu nesses ovos.

Foco no Vestibular

FCMSCSP 2021 Na América do Norte existem duas subespécies de corujas manchadas, a coruja manchada do norte (*Strix occidentalis caurina*) e a coruja manchada mexicana (*Strix occidentalis lucida*), que vivem em áreas geográficas diferentes. A imagem ilustra os locais onde essas duas subespécies são encontradas.



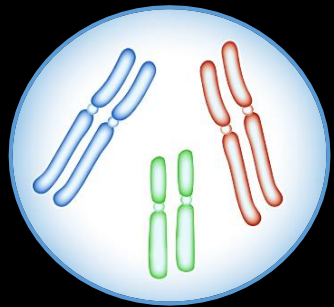
O isolamento etológico ou comportamental é aquele no qual os indivíduos machos apresentam comportamentos reprodutivos específicos, como danças ou cantos, que são reconhecidos apenas pelas fêmeas de sua própria espécie. Nesses ovos houve inviabilidade dos híbridos, pois ocorreu a fecundação e formação do zigoto, mas os embriões não se desenvolveram.

Especiação simpátrica (do grego *syn*, junto, e *patra*, pátria)

- ▶ Não ocorre isolamento geográfico.
- ▶ Sem formação de barreiras geográficas (cadeias de montanhas ou rios).
- ▶ Populações ficam no mesmo ambiente.
- ▶ Mutações cromossômicas e seleção natural disruptiva favorecem a especiação.

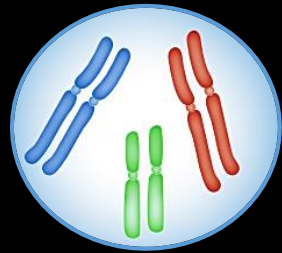
Phyllomedusa distincta

Espécie A

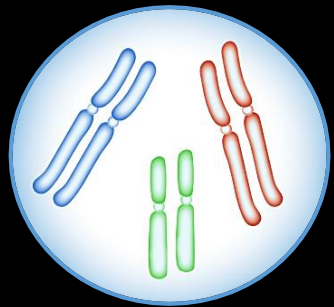


Organismo
(2n)

Erro na
meiose

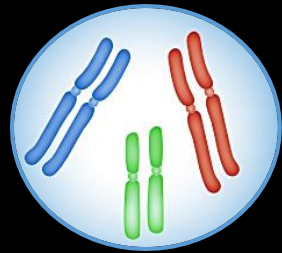


Gameta diploide
(2n)



Organismo
(2n)

Erro na
meiose

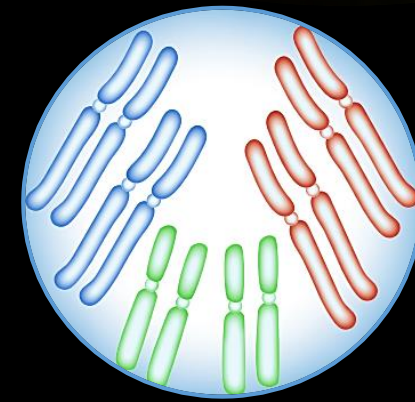


Gameta diploide
(2n)

Phyllomedusa tetraploidea

Espécie B

Fecundação

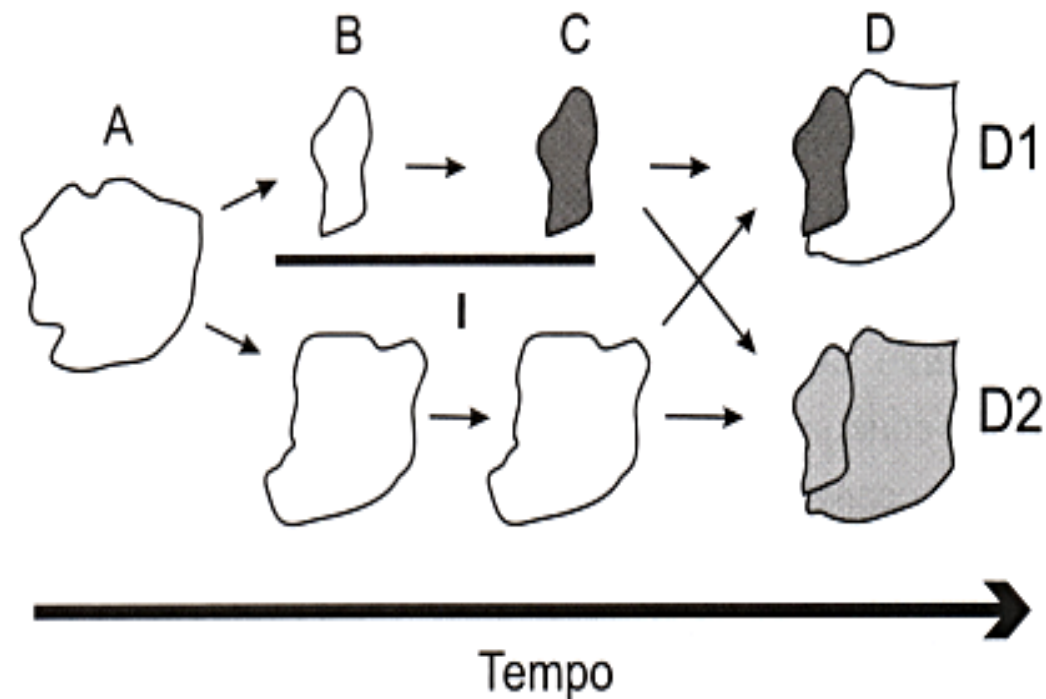


Zigoto (4n)



Foco no Vestibular

Enem 2020 Uma população (momento A) sofre isolamento em duas subpopulações (momento B) por um fator de isolamento (I). Passado um tempo, essas subpopulações apresentam características fenotípicas e genotípicas que as distinguem (momento C), representadas na figura pelas tonalidades de cor. O posterior desaparecimento do fator de isolamento I pode levar, no momento D, às situações D1 e D2.

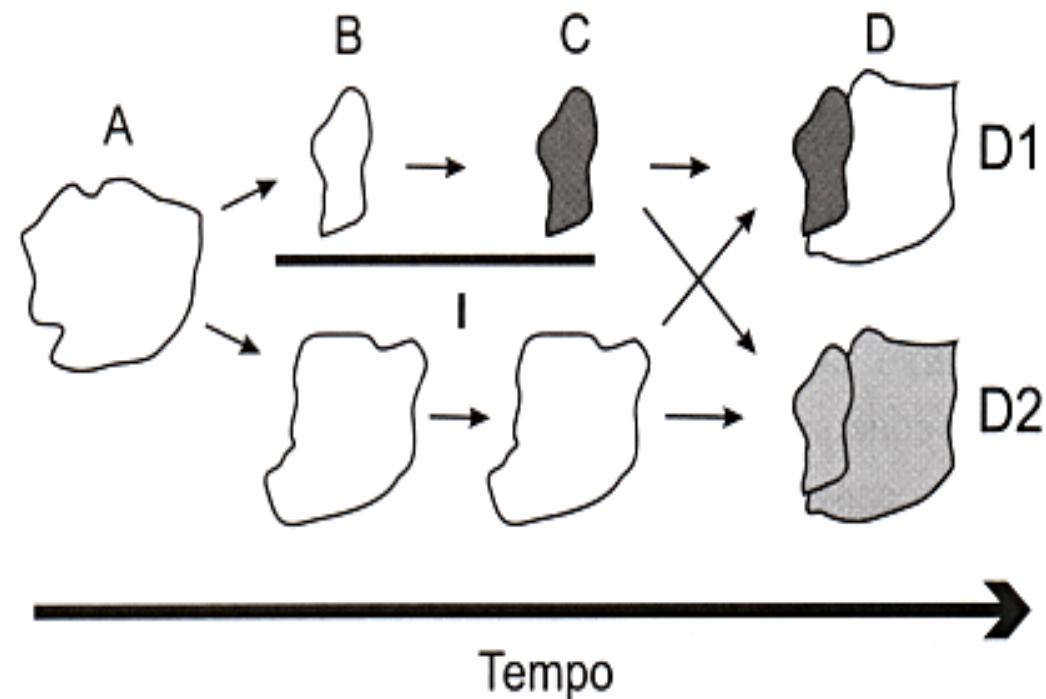


A representação indica que, no momento D, na situação

- a) D1 ocorre um novo fator de isolamento geográfico.
- b) D1 existe uma única população distribuída em gradiente.
- c) D1 ocorrem duas populações separadas por isolamento reprodutivo.
- d) D2 coexistem duas populações com características fenotípicas distintas.
- e) D2 foram preservadas as mesmas características fenotípicas da população original.

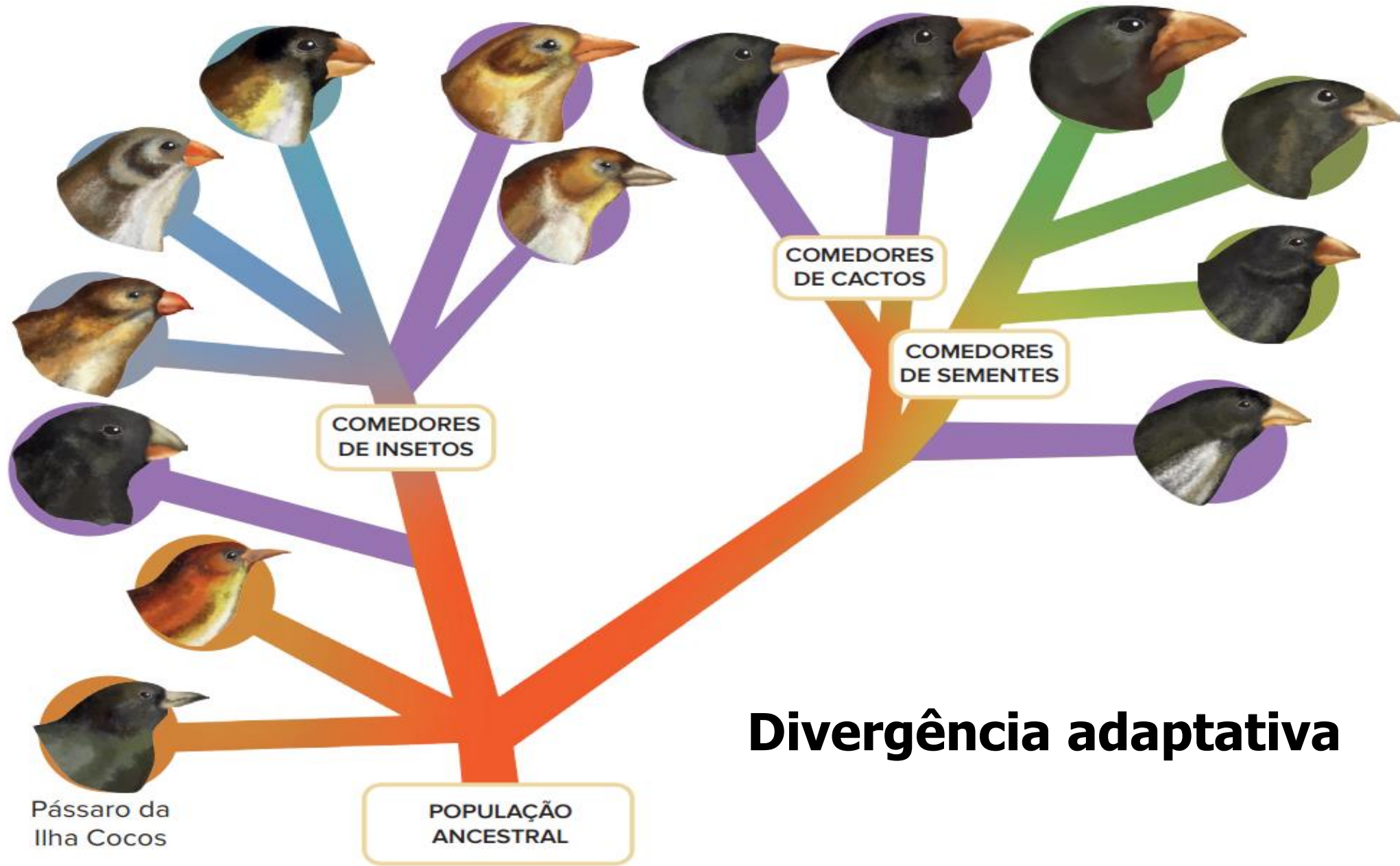
Foco no Vestibular

Enem 2020 Uma população (momento A) sofre isolamento em duas subpopulações (momento B) por um fator de isolamento (I). Passado um tempo, essas subpopulações apresentam características fenotípicas e genotípicas que as distinguem (momento C), representadas na figura pelas tonalidades de cor. O posterior desaparecimento do fator de isolamento I pode levar, no momento D, às situações D1 e D2.



A representação indica que, no momento D, na situação

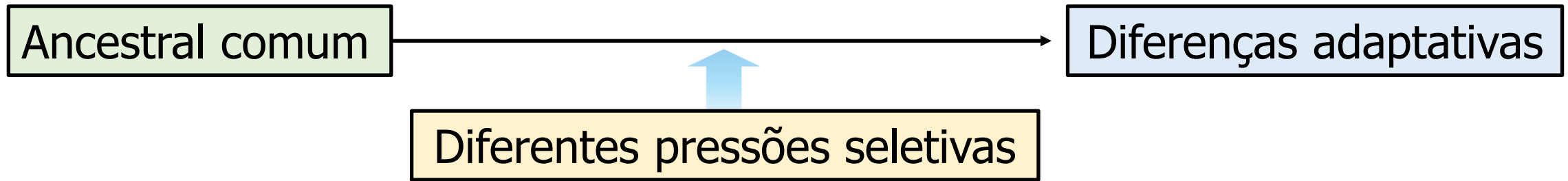
- a) D1 ocorre um novo fator de isolamento geográfico.
- b) D1 existe uma única população distribuída em gradiente.
- c) D1 ocorrem duas populações separadas por isolamento reprodutivo.**
- d) D2 coexistem duas populações com características fenotípicas distintas.
- e) D2 foram preservadas as mesmas características fenotípicas da população original.



Divergência adaptativa

Divergência adaptativa

► Uma população ancestral, que ocupa diferentes habitats, passa por diferentes pressões seletivas, levando à diferenciação de estruturas e, eventualmente, à formação de novas espécies adaptadas aos ambientes em que vivem.





Mamífero ancestral



Divergência adaptativa

Estruturas homólogas

- ▶ Apresentam mesma origem (embrionária e evolutiva).
- ▶ Revelam parentesco evolutivo.
- ▶ Possuem funções iguais ou diferentes.
- ▶ Ex.: ossos dos membros anteriores de mamíferos.



Convergência adaptativa

Cactaceae



Euphorbiaceae



Convergência adaptativa



Agnieszka Bacal/Shutterstock.com



Anom Harya/Shutterstock.com

A capacidade de planar do esquilo-voador (A) e do gambá-planador (B) resulta de uma convergência adaptativa entre as espécies.

Convergência adaptativa

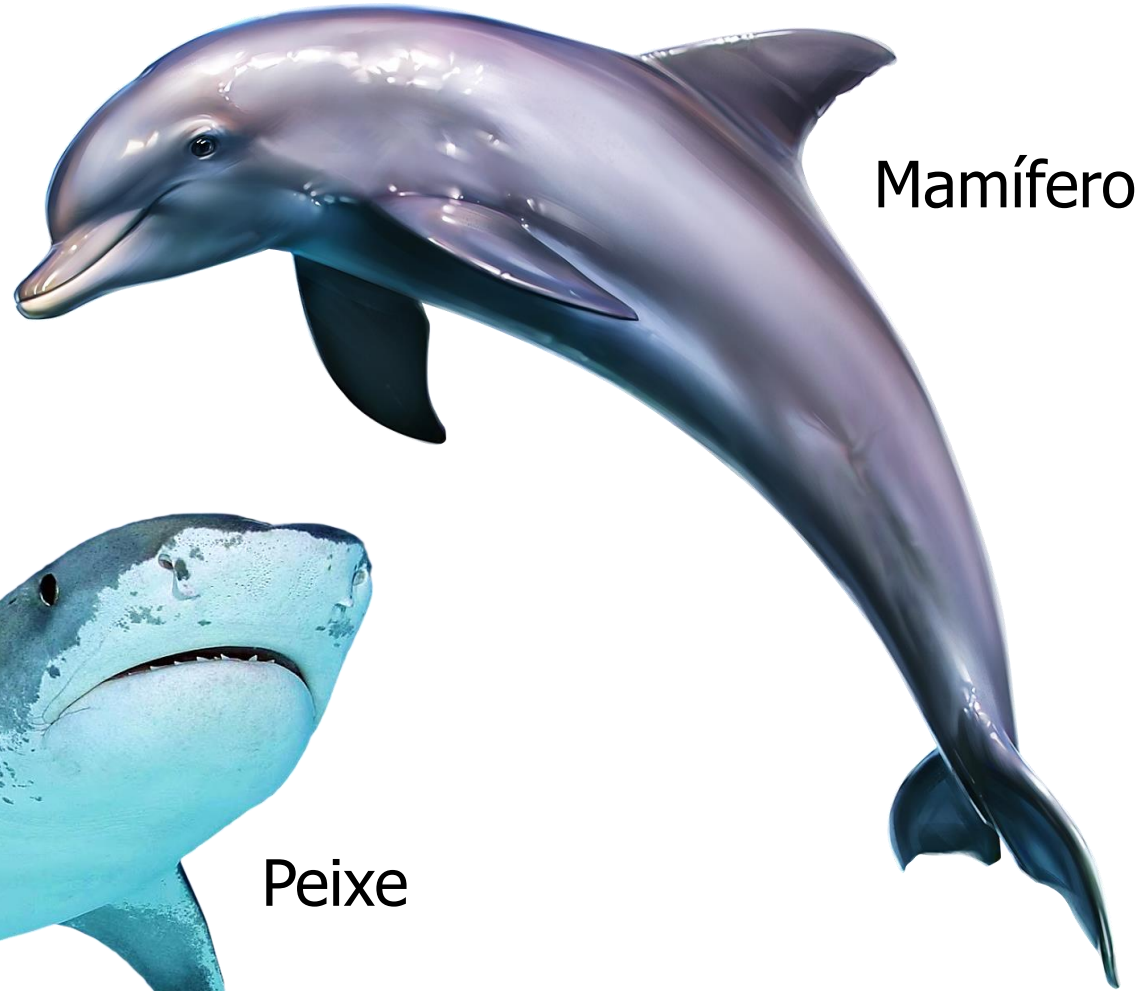
► Populações não relacionadas evolutivamente são submetidas às mesmas pressões seletivas, levando ao desenvolvimento de características semelhantes que tornam as espécies adaptadas aos ambientes em que vivem.



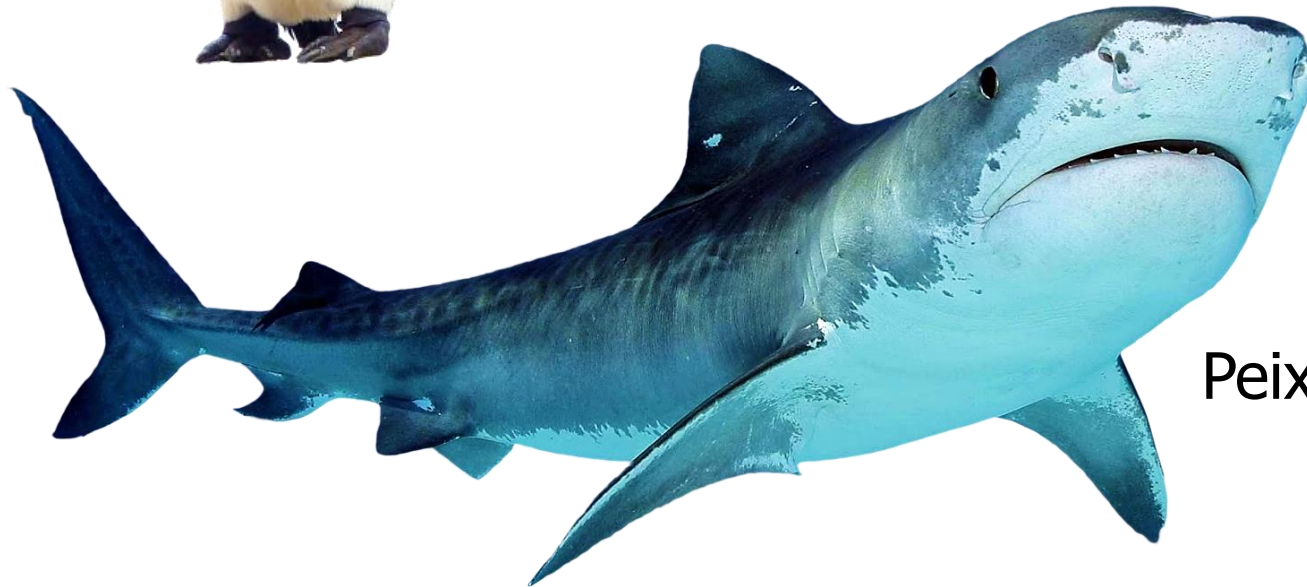
Convergência adaptativa



Ave

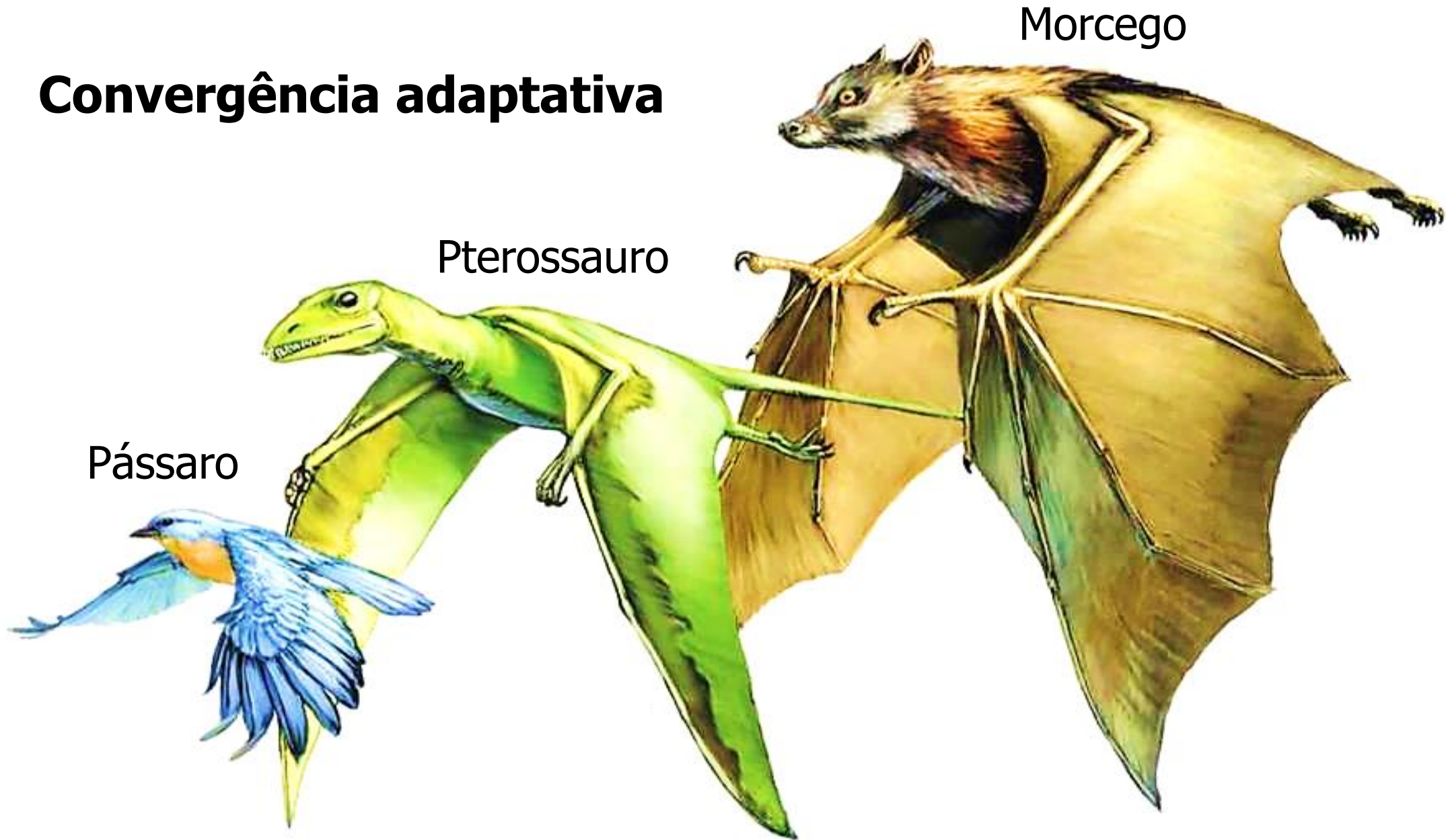


Mamífero



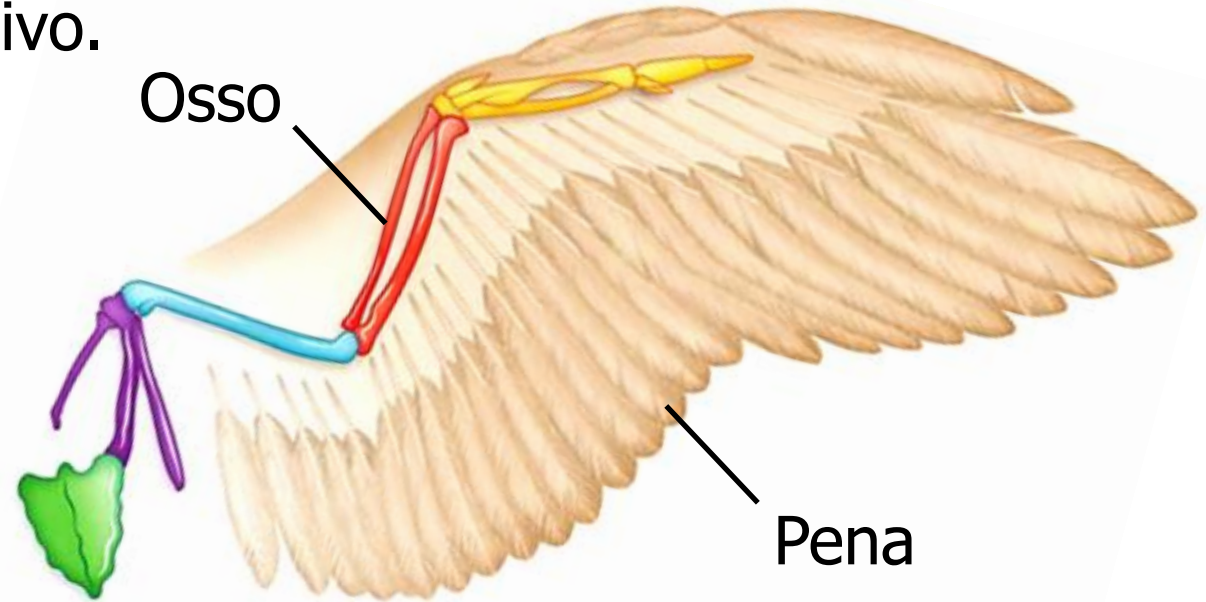
Peixe

Convergência adaptativa



Estruturas análogas

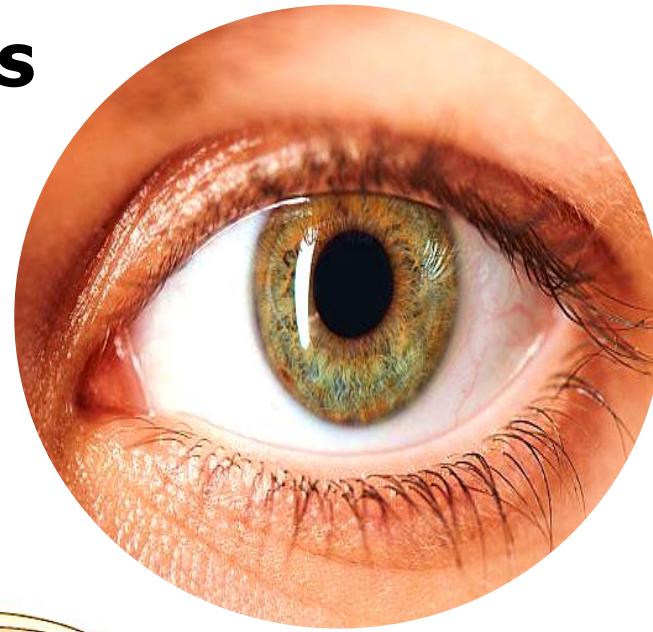
- ▶ Apresentam diferentes origens (embrionária e evolutiva).
- ▶ Não revelam parentesco evolutivo.
- ▶ Possuem a mesma função.
- ▶ Ex.: asas de insetos e aves.



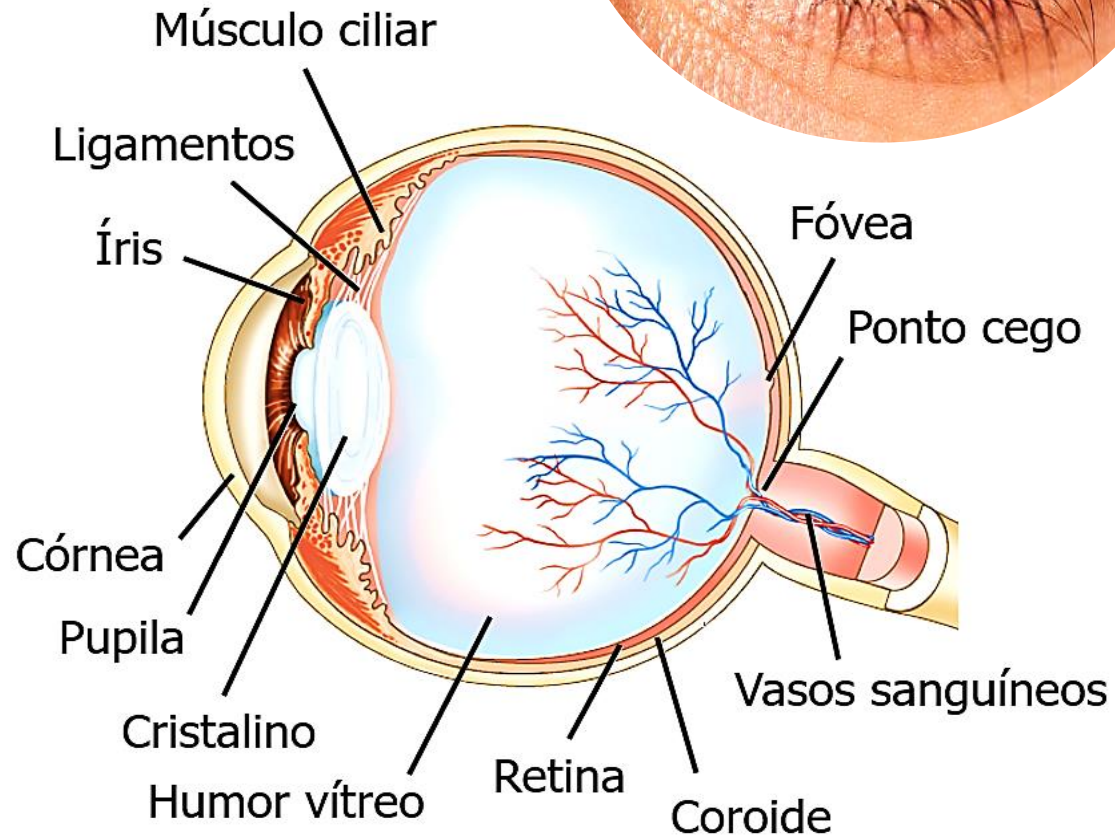
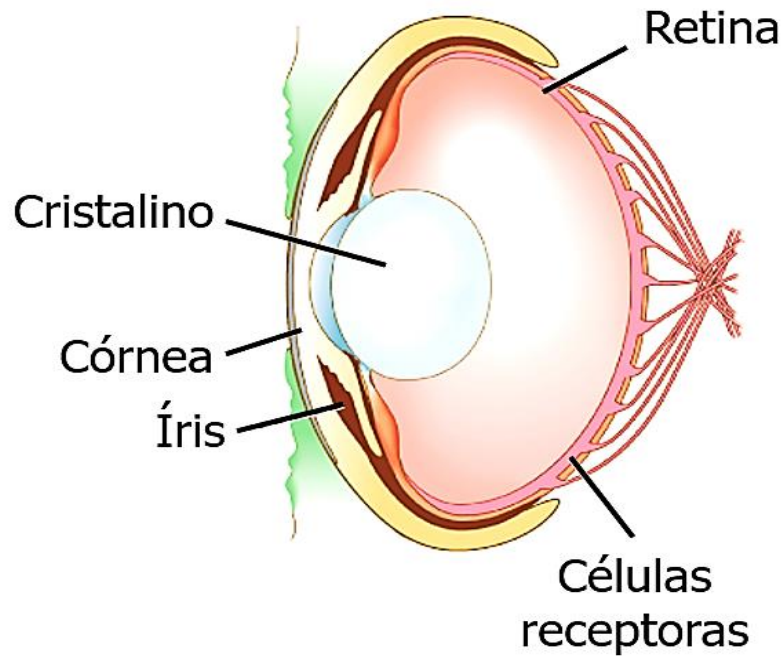
Estruturas análogas



Olho de lula



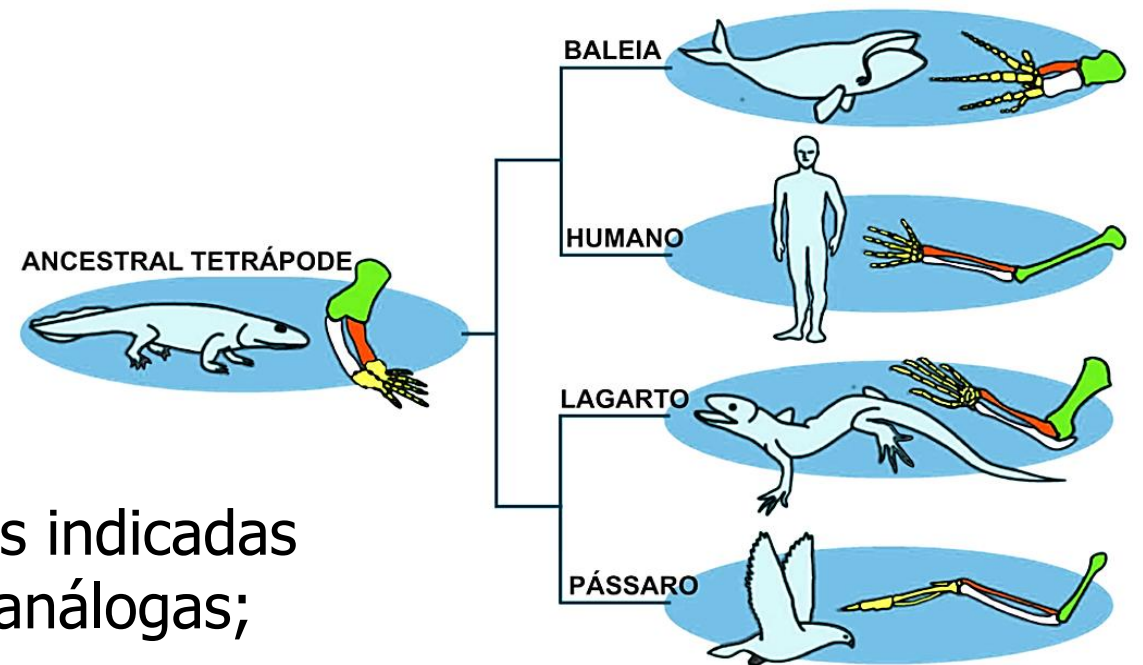
Olho humano



Foco no Vestibular

Unicamp-SP 2024 O conceito apresentado na figura a seguir é importante para fundamentar a classificação biológica baseada nas relações evolutivas entre os organismos.

- É correto afirmar que as estruturas anatômicas indicadas
- a)** no humano e no lagarto são consideradas análogas; trata-se de um caso de evolução convergente.
 - b)** na baleia e no pássaro são consideradas homólogas; trata-se de um caso de evolução divergente.
 - c)** no lagarto e no pássaro são consideradas homólogas; trata-se de um caso de evolução convergente.
 - d)** no humano e na baleia são consideradas análogas; trata-se de um caso de evolução divergente.



Foco no Vestibular

Unicamp-SP 2024 O conceito apresentado na figura a seguir é importante para fundamentar a classificação biológica baseada nas relações evolutivas entre os organismos.

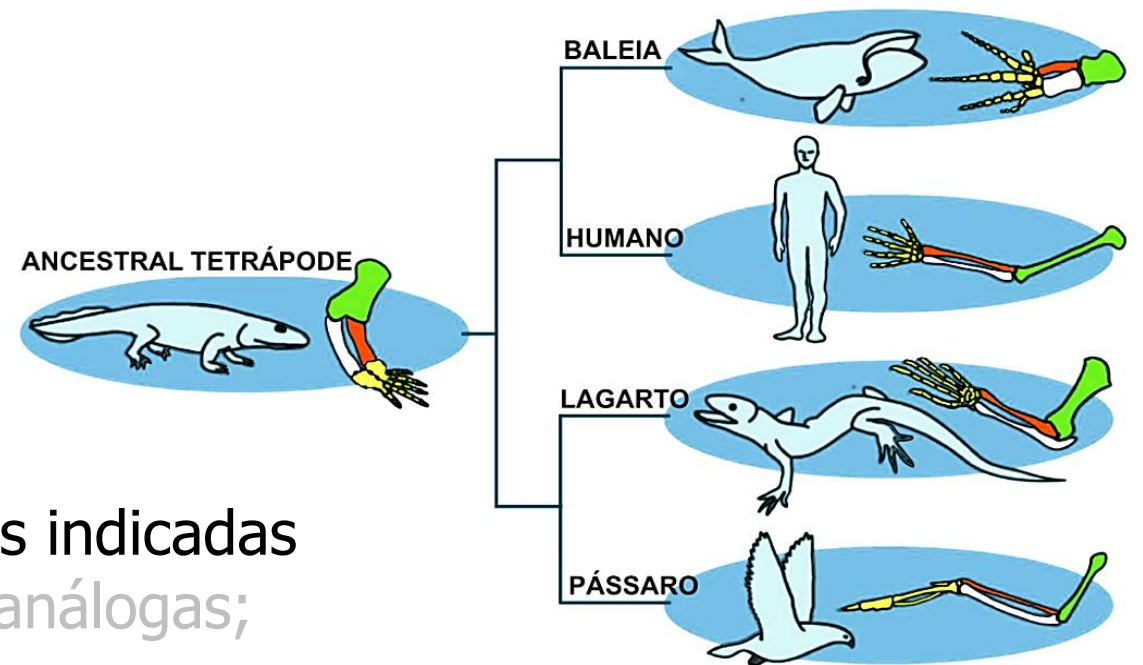
É correto afirmar que as estruturas anatômicas indicadas

a) no humano e no lagarto são consideradas análogas; trata-se de um caso de evolução convergente.

b) na baleia e no pássaro são consideradas homólogas; trata-se de um caso de evolução divergente.

c) no lagarto e no pássaro são consideradas homólogas; trata-se de um caso de evolução convergente.

d) no humano e na baleia são consideradas análogas; trata-se de um caso de evolução divergente.





Bons estudos!
Prof. Dr. Shesterson Aguiar