

Fisiologia, escala de tempo biológico e evolução

Many meanings of adaptation:

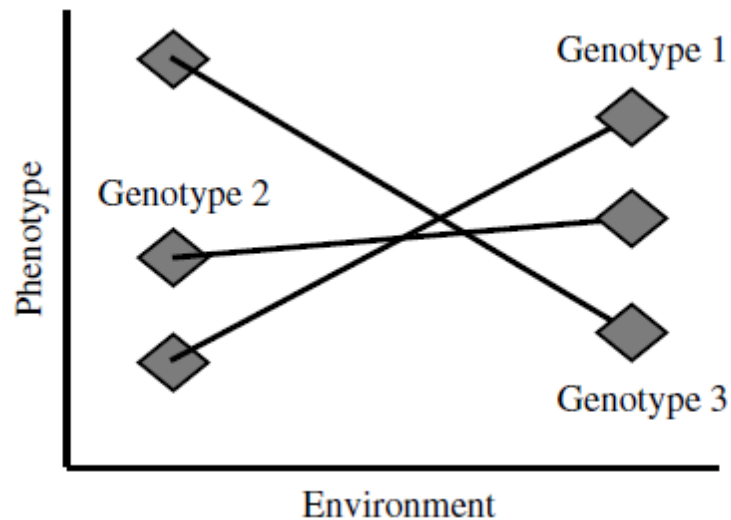


- (1) “Adaptação pode ser uma alteração do limiar de resposta sensorial/nervosa a um estímulo constante”.
- (2) “Adaptação pode ser uma síndrome de respostas fisiológicas a um estressor ambiental”.
- (3) “Adaptação pode ser o estado de tornar-se familiarizado com os arredores”.
- (4) “Adaptação pode ser uma alteração funcional de um organismo exposto a novas condições ambientais”.
- (5) “Adaptação pode ser o processo de aumento do valor adaptativo em uma população, em resposta à seleção natural”.
- (6) “Adaptação pode ser uma característica resultante do processo de seleção natural”.
- (7) “Adaptação pode envolver uma característica pré-existente que torna-se benéfica ao organismo em determinado ambiente ou circunstância”.
- (8) “Adaptação pode descrever uma estrutura ou função filogeneticamente disseminada e necessária para promover sobrevivência e reprodução”.

Many meanings of adaptation:



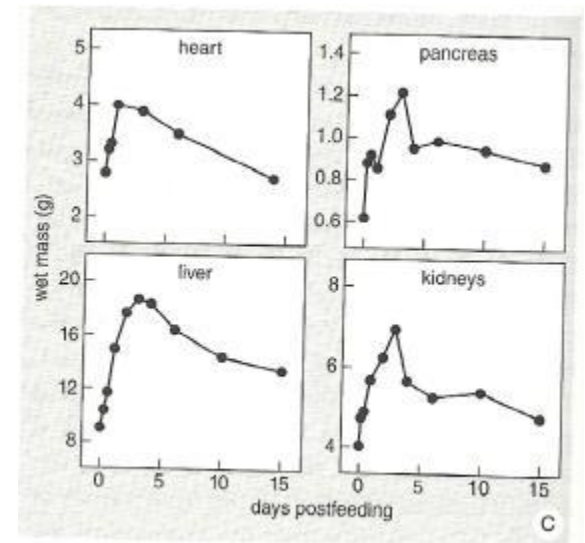
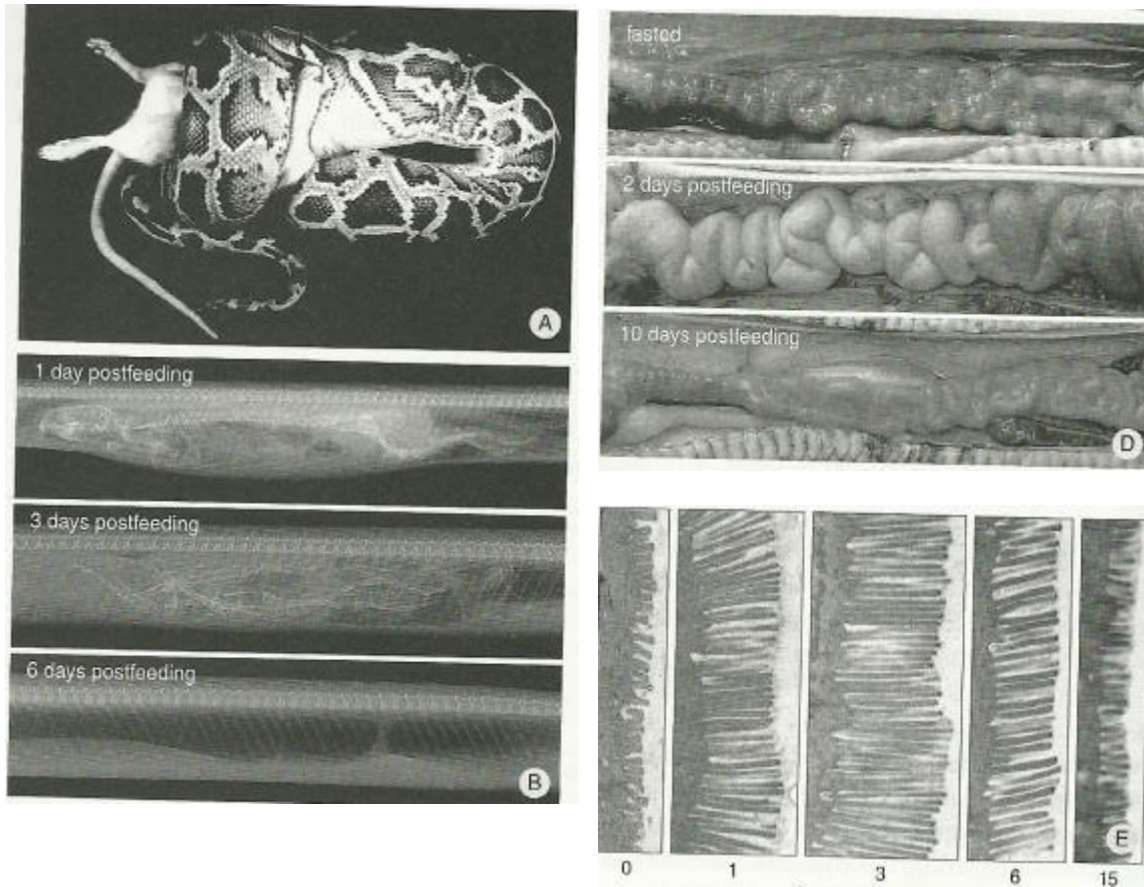
Evolutionary adaptation clearly involves a genetic process. Phenotypic adaptation may also have a genetic basis, for example, differential gene activation...



Pigliucci et al. (2006). J. Exp. Biol. 209:2362-2367.

Plasticidade fenotípica é a capacidade de um organismo desenvolver diferentes estados de fenótipo, dependentes do ambiente. Esta capacidade é supostamente adaptativa (Futuyma, 1998)... Mas nem sempre!

Exemplo de plasticidade: alterações do tubo digestório e estruturas acessórias em resposta à alimentação em serpentes.



Piersma & van Gils (2011). The Flexible Phenotype. Oxford.

Wilhen Johannsen (1911)

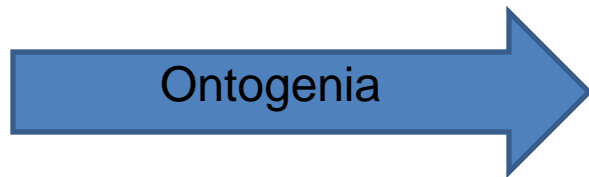
O fenótipo resulta da interação entre os sinais genéticos e ambientais, gerando uma distribuição quantitativa de estados de caracteres ao redor da média genotípica.

“O que o genótipo faz não é instruir um simples fenótipo, mas instruir as formas com que o fenótipo responde à variação ambiental”.



<http://www.wjc.ku.dk/wilhelm/index.php?subpage=gallery>

Genótipo
e
ambiente



Fenótipo

Plasticidade de desenvolvimento é o nome da categoria de plasticidade fenotípica em que as condições ambientais durante a ontogenia determinam as características do fenótipo maduro.

Richard Woltereck (1909) e as normas de reação

O indivíduo de *Daphnia lumholtzi* à esquerda foi exposto à dicas químicas de peixes predadores (fenótipo induzido) e o da esquerda não (controle).

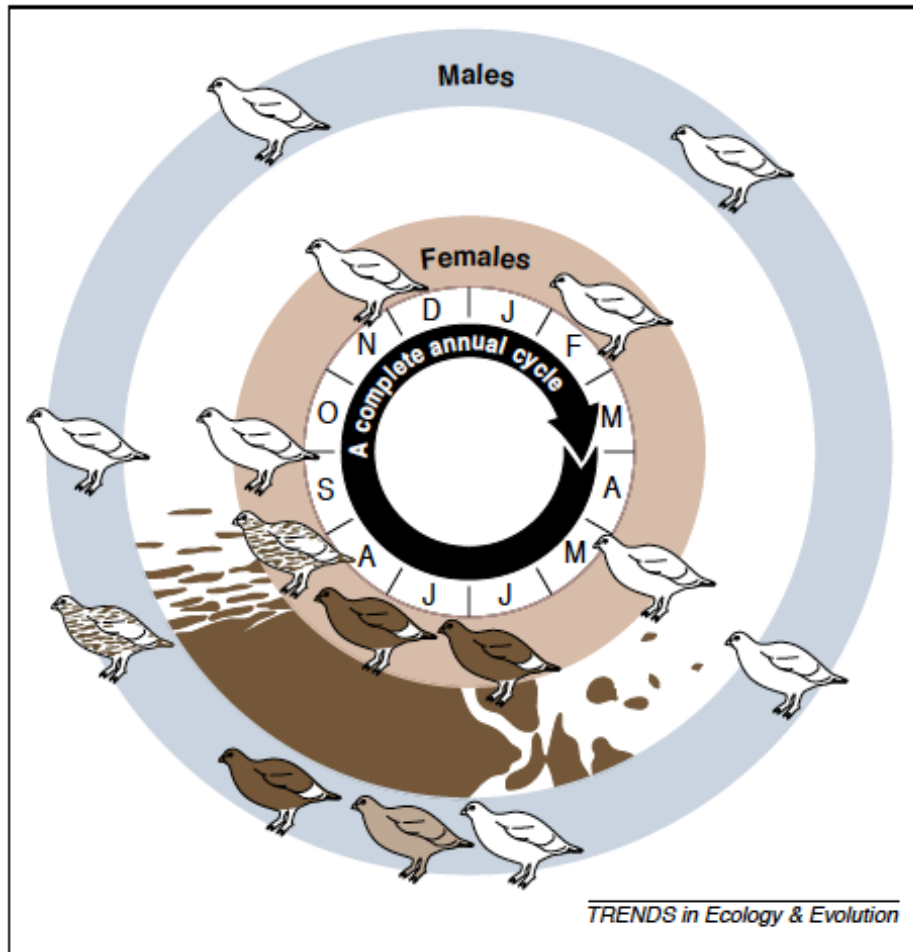


Science (2001), vol. 294 no. 5541 321-326

As **normas de reação** de um genótipo são o conjunto de fenótipos expressos por ele em diferentes ambientes (Futuyma, 1998).

Para Woltereck, as normas de reação seriam herdadas ao invés de um valor da característica, dado que virtualmente todas as características são plásticas em ao menos algumas situações ambientais.

Mudanças fenotípicas sazonais



Willow Ptarmigan

Winter plumage



Summer plumage

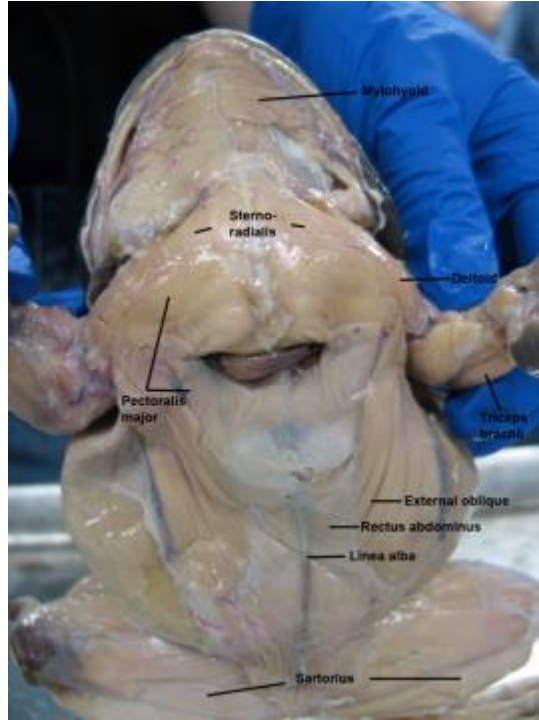


Piersma & van Gils (2011). *The Flexible Phenotype*. Oxford.

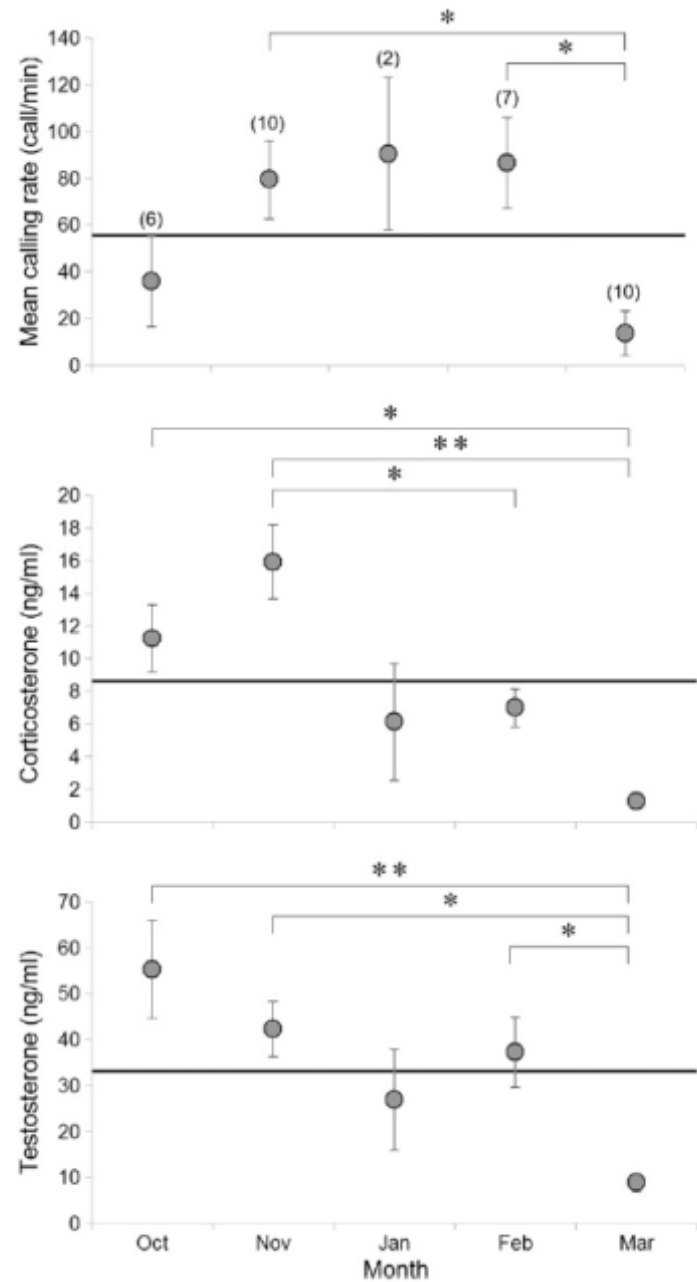
Canto, hormônios e musculatura peitoral de anuros



Hypsiboas faber

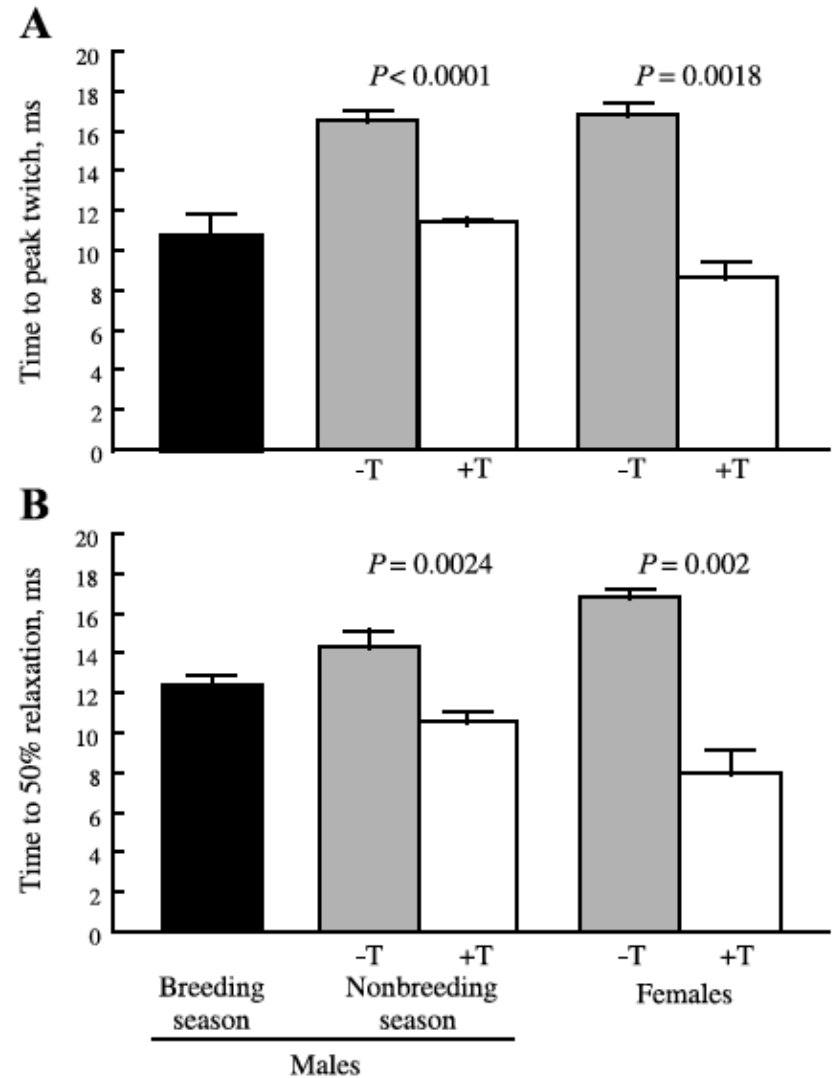
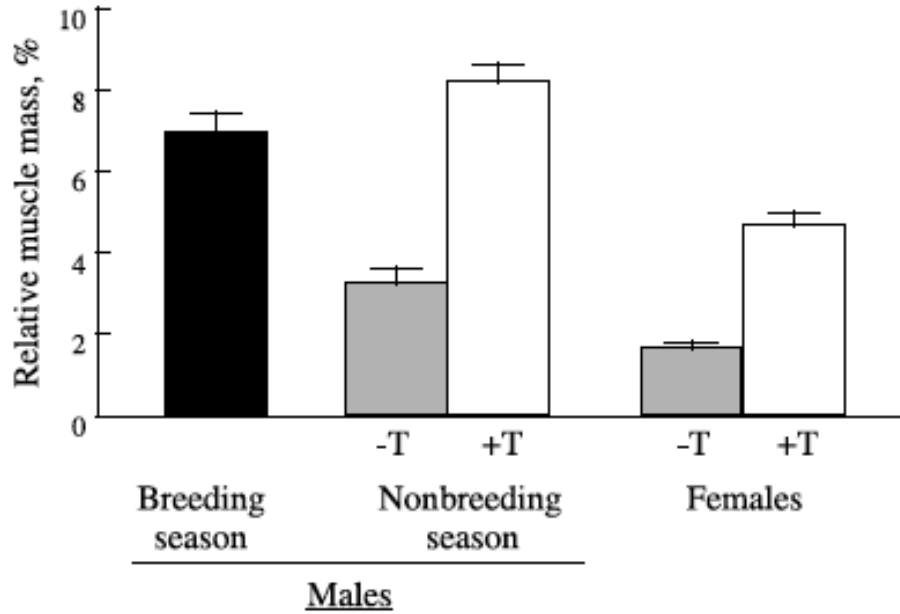


http://www.quepid.org/wordpress/wp-content/gallery/zoology-frog/frog_muscles_ventral.jpg



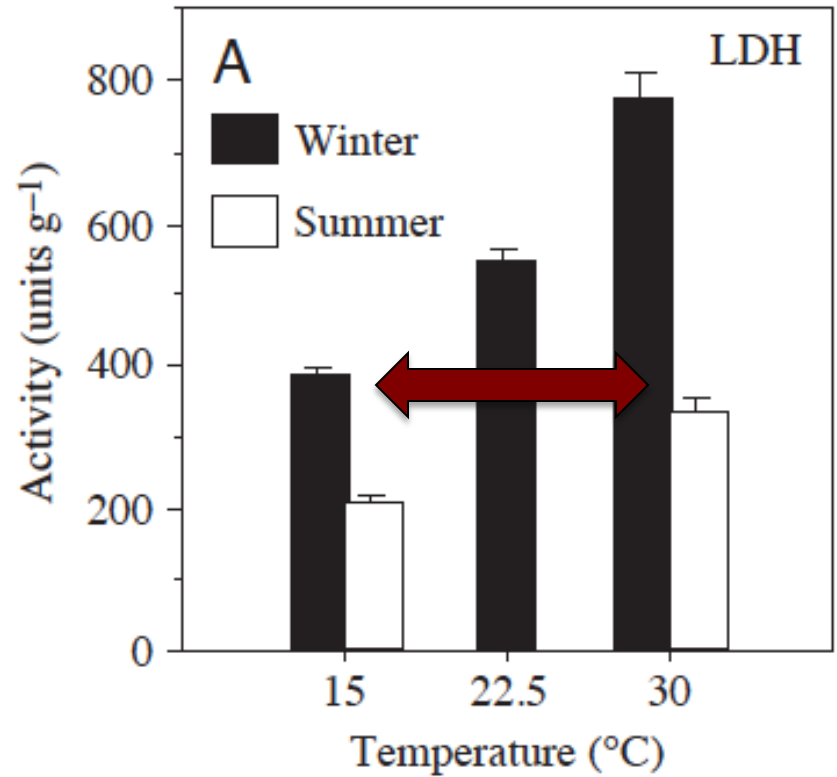
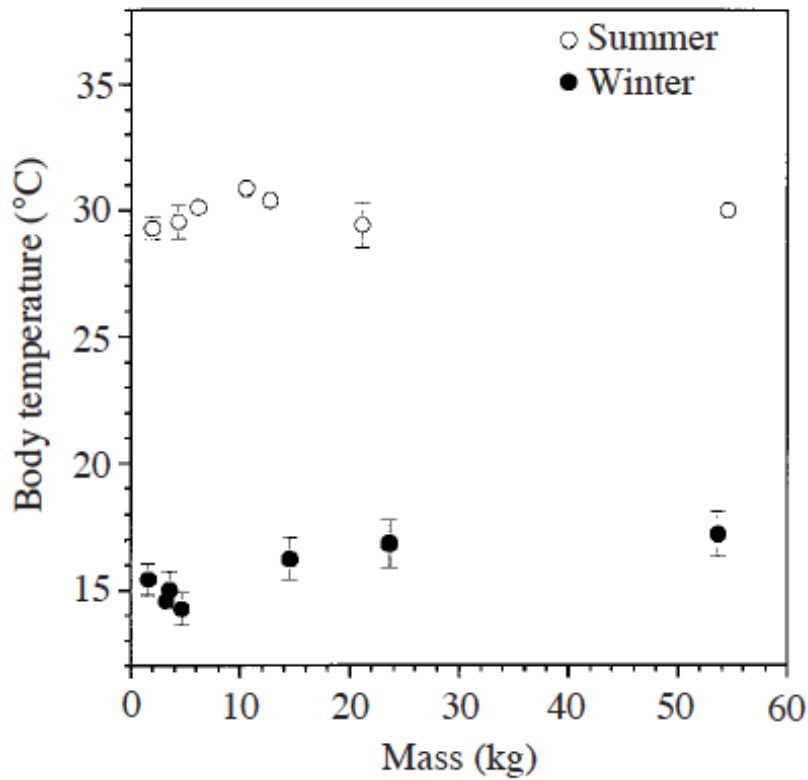
Assis et al. (2012)

Canto, hormônios e musculatura peitoral de anuros



Girgenrath & Marsh (2003)

Acclimatização



Aclimatização

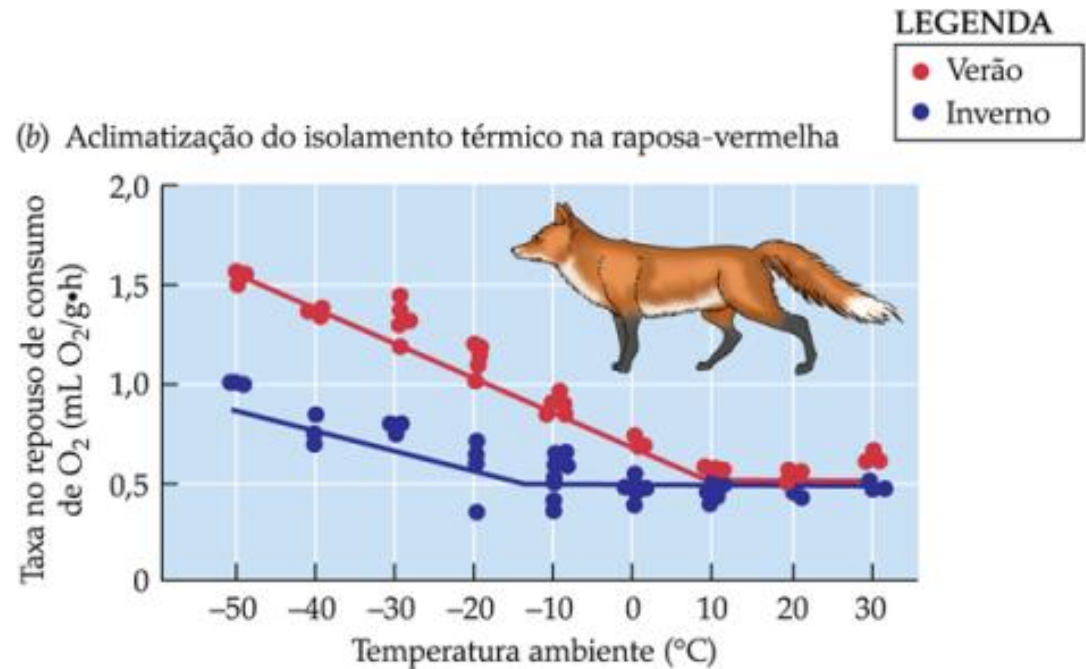


Figura 9.38 Aclimatização sazonal em duas espécies de mamíferos (a) O camundongo-veado (*Peromyscus maniculatus*) estudado teve o mesmo isolamento térmico no inverno e no verão, mas suas taxas metabólicas máximas aumentaram no inverno, o que significa potencial de termorregular em temperaturas mais baixas. (b) Uma raposa-vermelha (*Vulpes vulpes*) individual, estudada em ambas as estações, tem muito mais isolamento no inverno do que no verão. (Adaptada de Hart, 1957.)

Aclimação

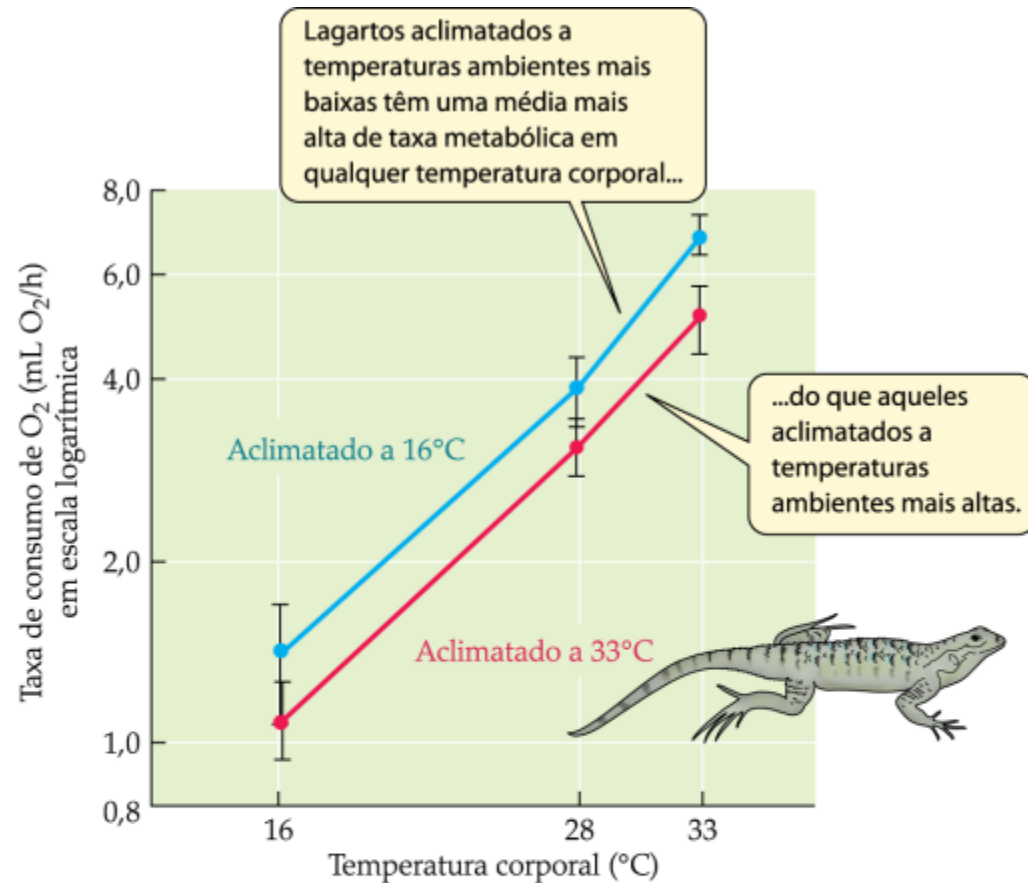


Figura 9.11 Aclimação da relação entre temperatura e metabolismo a uma mudança na temperatura crônica em um peclotermo Um grupo de lagartos da espécie *Sceloporus occidentalis* foi aclimatado por 5 semanas a $33^{\circ}C$ anteriormente ao teste. Um segundo grupo idêntico foi aclimatado a $15^{\circ}C$ por 5 semanas anteriormente ao teste. Depois de 5 semanas, os animais de cada grupo foram colocados brevemente nas temperaturas de $16^{\circ}C$, $28^{\circ}C$ e $33^{\circ}C$ e suas taxas metabólicas padrões foram medidas nas três temperaturas como taxas de consumo de O_2 . Os círculos mostram a média das taxas metabólicas; as barras de erros indicam desvios padrão de ± 2 da média. (Adaptada de Dawson e Bartholomew, 1956.)

ADAPTAÇÃO

Em biologia evolutiva, a palavra pode referir-se tanto ao (1) processo de alteração genética de uma população devido à seleção natural, quanto (2) as características dos organismos que aumentam, comparativamente, seu valor adaptativo.

Algumas definições incluem uma perspectiva histórica, outras não...

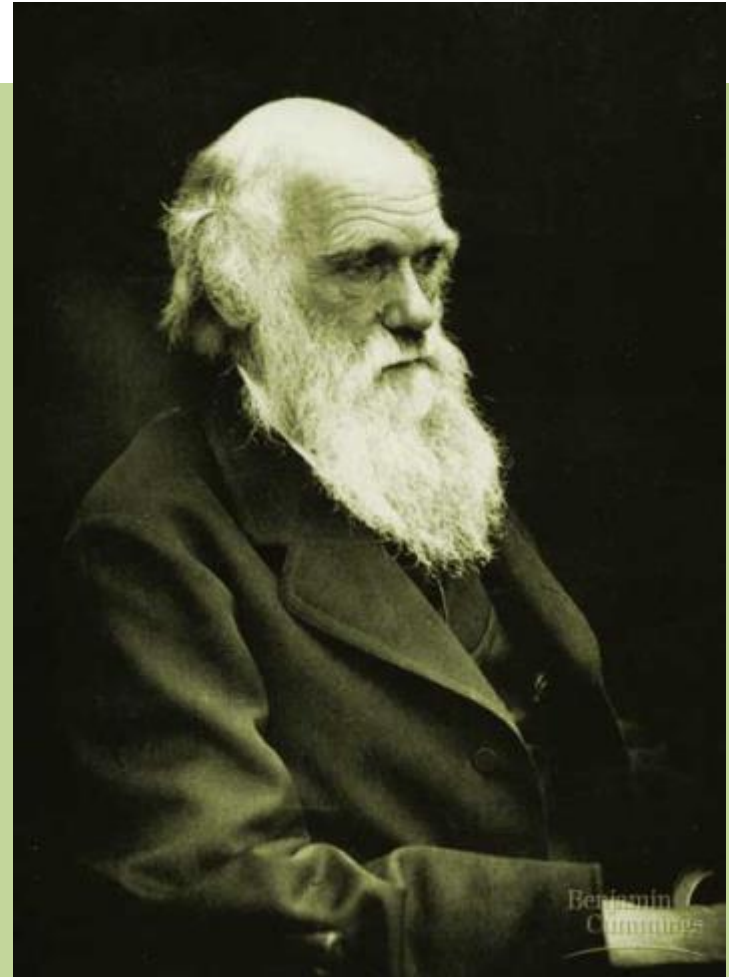
“Uma adaptação é a variante fenotípica que resulta no mais alto valor adaptativo entre todas aquelas existentes em um dado ambiente” (Reeve & Sherman 1993).

“Para que uma característica seja considerada adaptação, deve ser um caráter derivado que evoluiu em resposta a um agente seletivo específico” (Harvey & Page 1991).

Mas por que a ênfase na história?

A condição atual de uma determinada característica pode ser consequência da história filogenética ao invés de uma adaptação!

“As suturas no crânio de mamíferos jovens têm sido consideradas uma bela adaptação para ajudar o parto, e não há dúvidas de que realmente facilitam ou podem ser até mesmo indispensáveis para este ato; mas as suturas ocorrem nos crânios dos jovens répteis e aves que têm apenas que escapar de um ovo quebrado. Podemos inferir que esta estrutura surgiu a partir das leis da crescimento, e tem representado uma vantagem para o parto dos animais superiores” (Charles Darwin 1859).



PRÉ-ADAPTAÇÃO E EXAPTAÇÃO

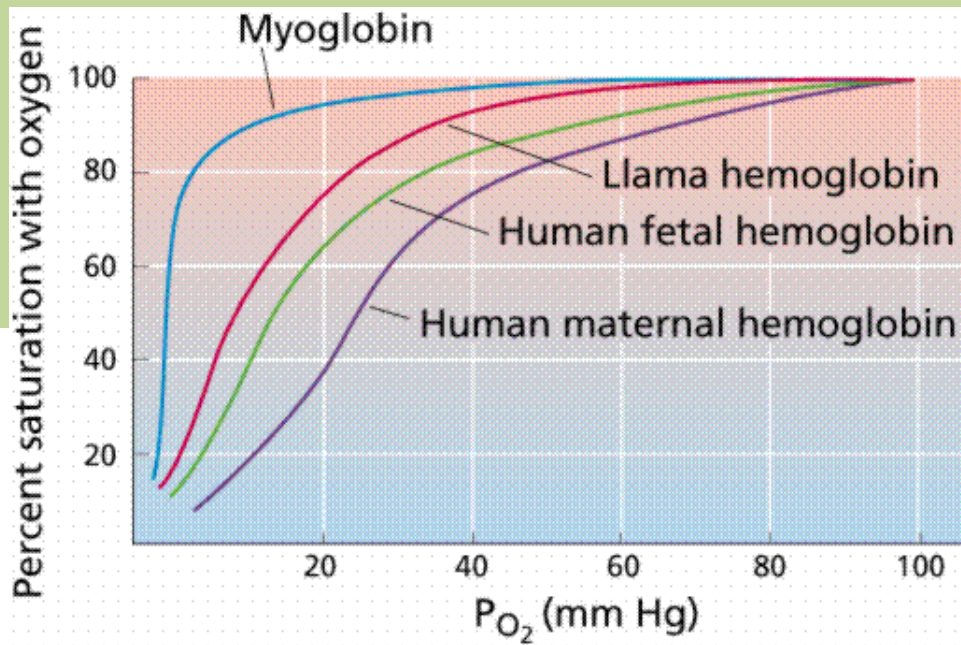
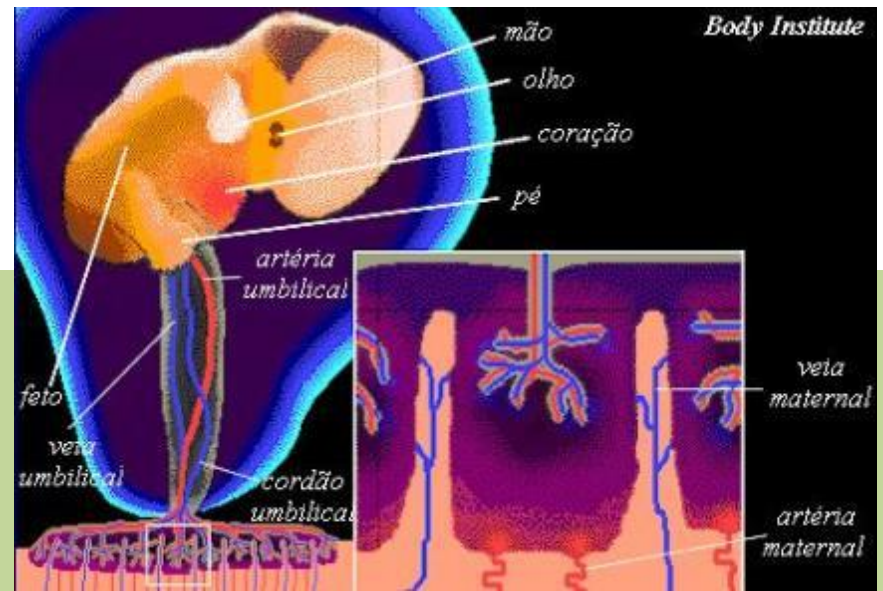
Pré-adaptação é uma característica que ganha uma nova função ao longo da história evolutiva (Futuyma 1998).

Exaptação é uma característica que evoluiu associada a outras funções, ou mesmo associada a nenhuma função específica, mas que assumiu uma nova função (Gould & Vrba 1982).



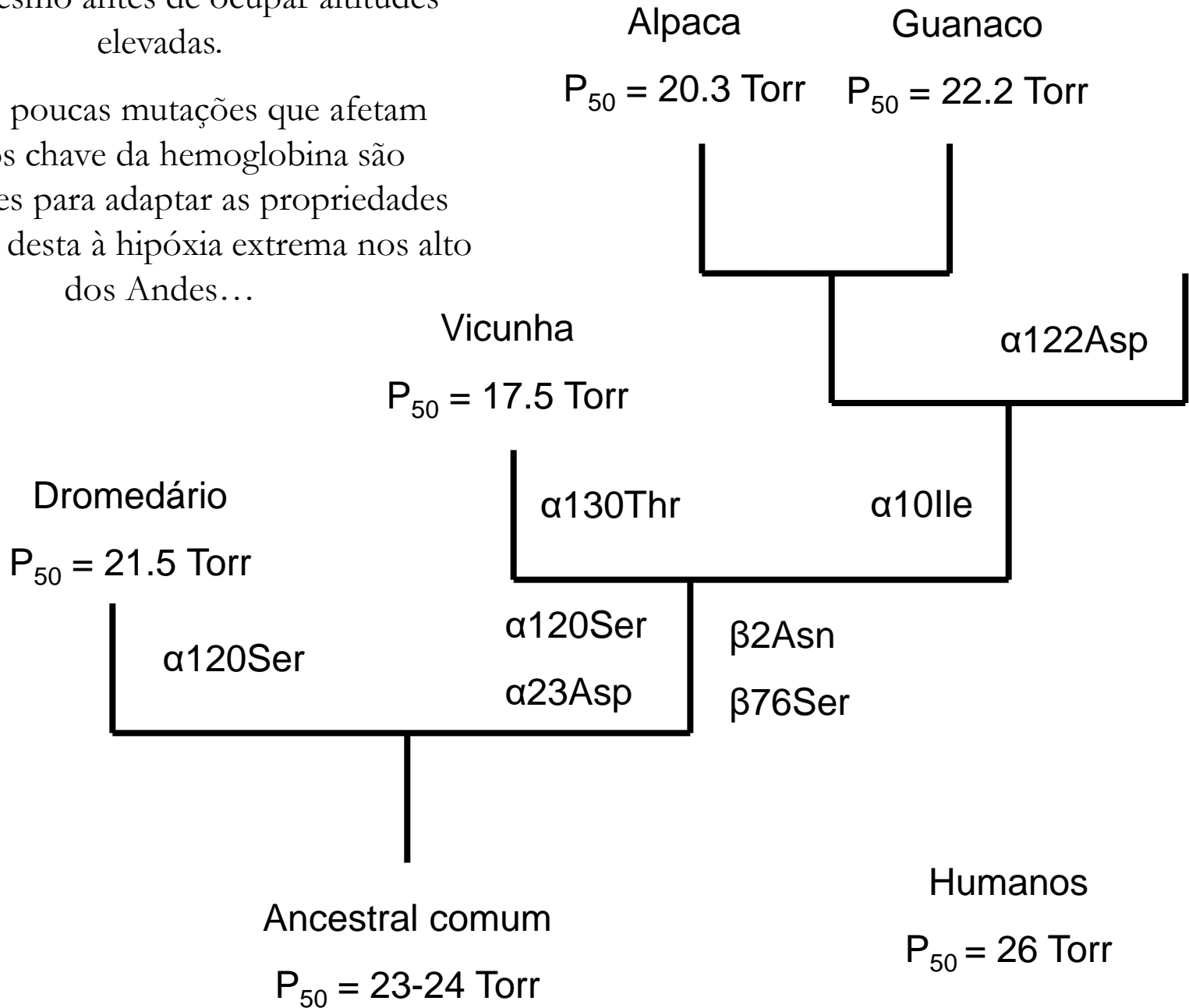
Ossos pneumáticos e clavículas fundidas em coelurossauros são uma pré-adaptação e uma exaptação em aves, quando associados ao vôo...





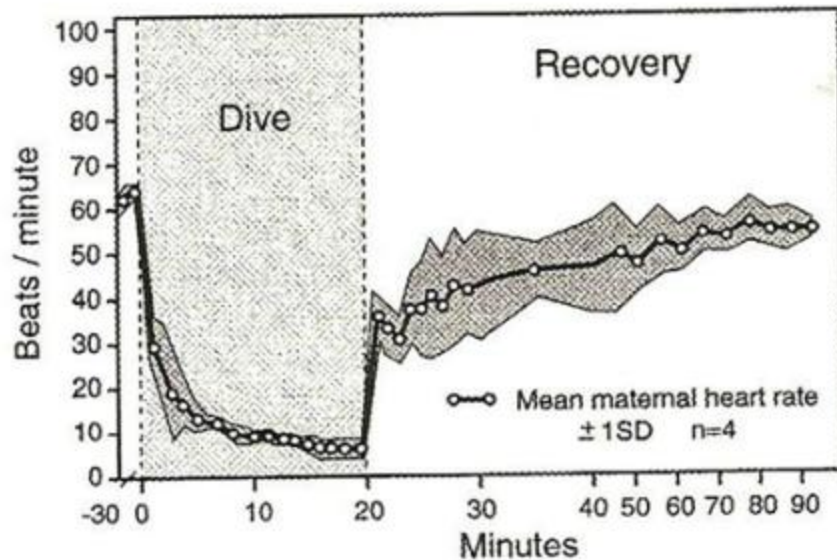
Os camelídeos já apresentavam uma P_{50} baixa mesmo antes de ocupar altitudes elevadas.

Apenas poucas mutações que afetam pontos chave da hemoglobina são suficientes para adaptar as propriedades funcionais desta à hipóxia extrema nos alto dos Andes...



Fisiologia do mergulho

Resultados dos primeiros estudos realizados em laboratório (décadas de 30 e 40 – Scholander e outros).



Hochachka and Somero. (2002). Biochemical Adaptation.

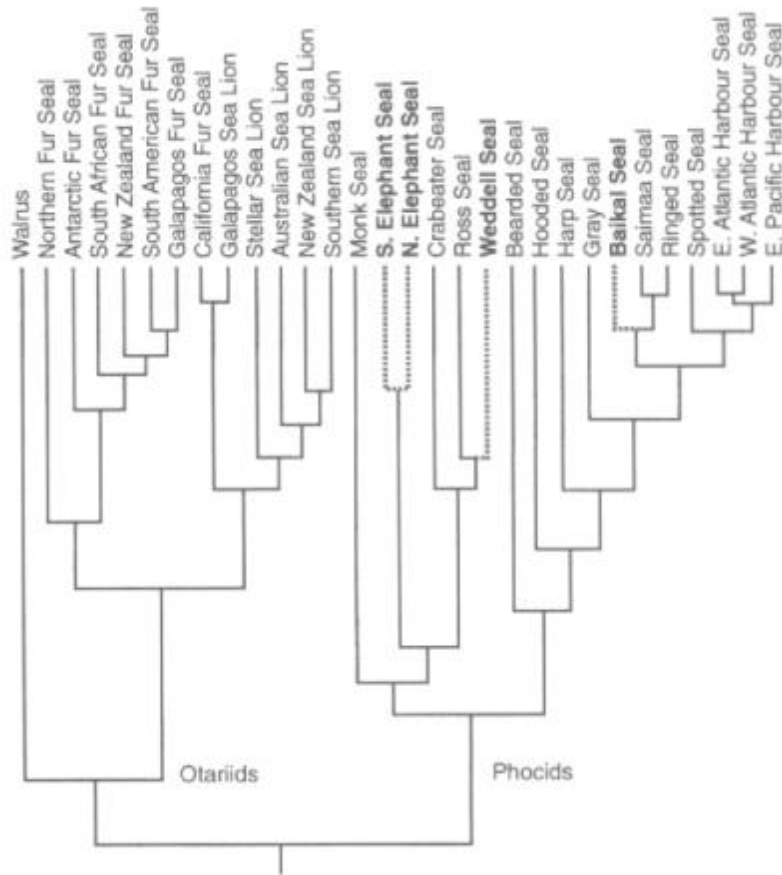
Bradycardia, vasoconstricção periférica, maior volume sanguíneo, maior hematócrito, dentre outros...



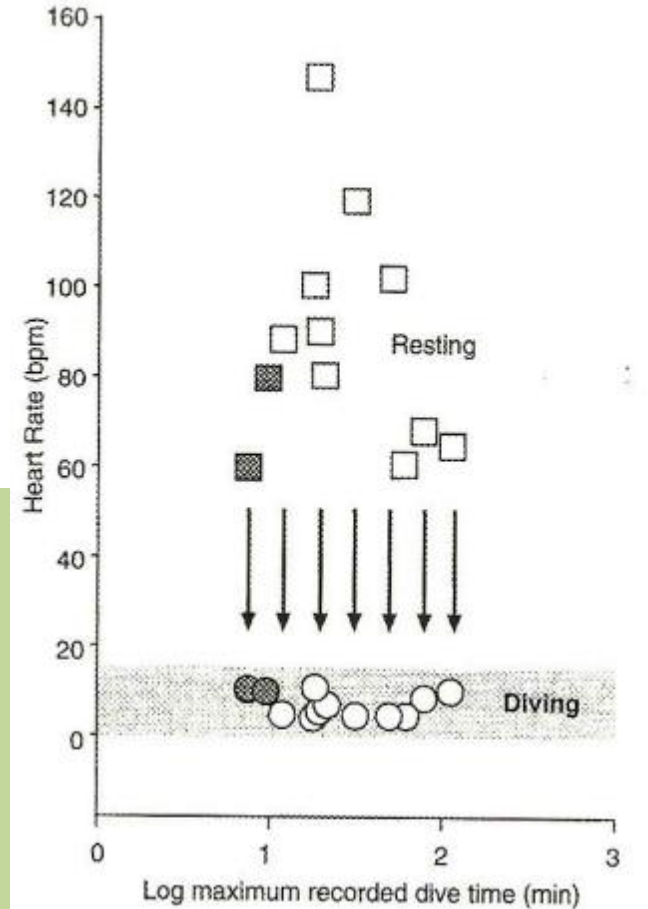
Mas o que pode ser realmente considerado adaptação?

Como resolver esta questão?

Evolução da capacidade de mergulho em pinípedes



Hochachka and Somero. (2002). Biochemical Adaptation.



Hochachka and Somero. (2002). Biochemical Adaptation.

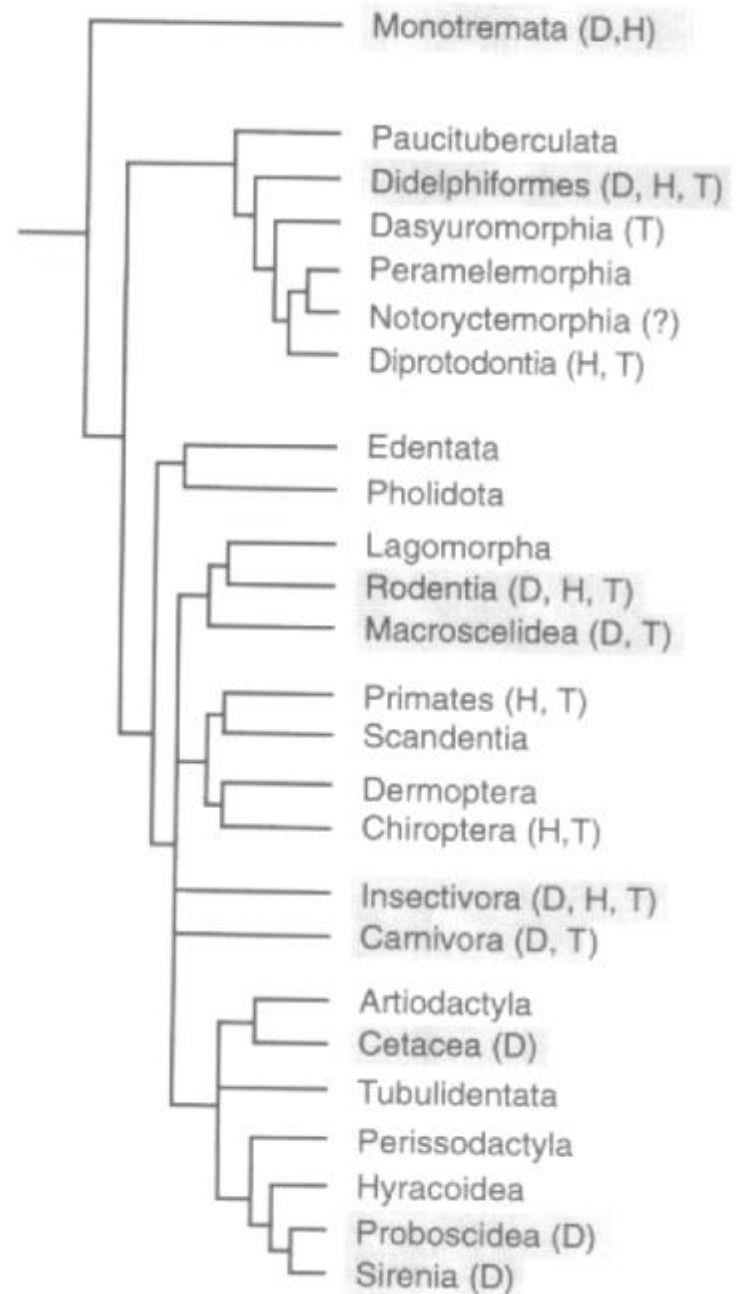
Existe uma enorme variação na duração máxima do mergulho entre os pinípedes (7-10 min para o leão marinho e mais de uma hora para o elefante marinho e a foca de Weddell). Entretanto, todas apresentam grau similar de bradicardia durante o mergulho.

Alguns caracteres necessários ao mergulho são altamente conservados em todos os mamíferos, incluindo bradicardia e vasoconstricção periférica, sendo estados de caracteres plesiomórficos para os pinípedes.

Outros caracteres são muito mais maleáveis e correlacionam-se bem com a capacidade de mergulho em pinípedes, tais como volume de sangue e hematócrito.

Quais seriam adaptações ao mergulho em pinípedes?

Como vocês chamariam as outras, em relação ao mergulho em pinípedes?



Padrões temporais das mudanças fisiológicas como respostas a alterações no meio externo:

Ao longo da vida de um indivíduo (Alterações fenotípicas de um genótipo)

AGUDAS: respostas exibidas durante os primeiros minutos ou horas após uma alteração ambiental (em geral, reversíveis)



Alterações morfológicas e funcionais podem ocorrer com o tempo de exposição...

CRÔNICAS: respostas decorrentes da exposição prolongada a determinadas condições ambientais (reversíveis ou não)

Padrões temporais das mudanças fisiológicas como respostas a alterações no meio externo:

Ao longo do tempo inter-gerações (Alterações genotípicas em uma população)...

Exposição dos indivíduos de uma população às alterações ambientais



Atuação da seleção natural sobre a variação interindividual, gerando alterações na frequência gênica...

ADAPTAÇÕES: características presentes em alta frequência na população em virtude de conferir um alto valor adaptativo