# (3) Ambiente, evolução e adaptação animal

# Ambiente como força direcionalizante da evolução.

# Grandes constrangimentos à vida animal.

# Grandes variações ambientais (variações temporais e espaciais).

AMBIENTE, EVOLUÇÃO E ADAPTAÇÃO

* Falar do AMBIENTE e dos constrangimentos que impõe à vida animal;
* Falar de como estes constrangimentos levam à EVOLUÇÃO das espécies e, consequentemente, à adaptação;
* Falar sobre o mito de que os animais estão otimamente adaptados ao meio
* Finalmente falar do universo muito diverso das adaptações...

AMBIENTE COMO FORÇA DIRECCIONALIZANTE DA EVOLUÇÃO DOS ANIMAIS

Ambiente condiciona evolução dos organismos a nível morfológico, fisiológico, comportamental, e também a evolução das comunidades.

Isto porque o Ambiente obriga a que os animais se adaptem.

Mas adaptar a quê? Recordar conceito de nicho. Inclui espaço e função da espécie no ecossistema. Nicho ocupado (conjunto de características bióticas e abióticas em que a espécie vive) e nicho desempenhado (papel que a espécie desempenha num ecossistema).

Ambiente atua através da seleção natural. Ambiente coloca um problema que a evolução, através da seleção natural, resolve, resultando em adaptação.

*Figura*

Numa situação hipotética de um animal que se alimente de um gradiente de tamanhos de presas:

Quando o número de presas grandes diminui (e.g. caça humana) e têm de caçar presas mais pequenas o pico adaptativo muda e vai haver uma seleção dos indivíduos mais adaptados a caçar presas pequenas.

Adaptação pode ser definida como o conjunto de características de um organismo que o fazem mais apto para um certo ambiente.

Adaptação pode ser morfológica (e.g. correr mais) mas também comportamental, fisiológica (e.g. digerir ossos mais duros), ecológica...

**Os animais estão otimamente adaptados ao ambiente em que vivem?**

(Questão importante para compreender ecologia dos animais)

Nicho real e nicho potencial. Um sempre a perseguir o outro…

Desfasamento entre condições ambientais e adaptação pode resultar em disfunções ecológicas difíceis de explicar… Muitas vezes a ecologia de uma espécie é resultado não das condições atuais mas daquelas em que esteve sujeita ao longo da sua história evolutiva.

**Conclusão 1: Animais nunca estão verdadeiramente adaptados, pois na escala temporal evolutiva o ambiente está sempre em mudança.**

Se mudança for rápida, animais podem extinguir-se. Por exemplo, o lince ibérico tem estado à beira da extinção principalmente porque não se está a conseguir adaptar à realidade criada pelo impacto de novas doenças no coelho (mixomatose e doença hemorrágica viral)…

**+Natureza da pressão ambiental é bastante variável. Pressão ambiental pode ser dividida em 3 tipos:**

**Direcional** (em ambiente em mudança rápida) - fenótipo muda. Se ambiente mudar depressa espécies ficam “atrasadas”= inadaptadas. Se mudar depressas demais, espécie podem extinguir-se.

**Estabilizante** (em ambiente +- constante) - fenótipo constante. Se ambiente mudar...

**Diversificante** (em ambiente em mosaico) - vários fenótipos. Também este tipo de pressão pode causar inadaptações... Vejamos como:

Papel dos fluxos genéticos – contraria adaptações locais. Se fluxo for maior que vantagem adaptativa local espécie não se adapta localmente.

Fluxo limitado pode resultar em gradientes geográficos. E.g. orelhas das lebres. Fluxo impede que orelhas evoluam para o tamanho ótimas para cada região…

**Conclusão 2: Animais podem não estar otimamente adaptados às condições locais, pois fluxos genéticos impedem essa adaptação**

Outra questão relacionada com este tema…

**Será que todas as características dos animais estão sujeitas a pressão ambiental?**

Só as características relevantes para o meio são sujeitas a pressão. As restantes podem não se alterar ou estar sujeitas ao acaso.

Há muitos animais com vestígios de adaptações a realidades passadas… Nem sempre fáceis de identificar…

**Conclusão 3: Nem todas as características dos animais correspondem a adaptação ao ambiente em que vivem.**

**Não só é frequente os animais não estarem otimamente adaptados ao ambiente em que vivem, mas nem todas as características dos animais correspondem a adaptação a esse ambiente.**

*Resumindo: Não devemos partir do princípio que os ecossistemas funcionam em total equilíbrio, e que são constituídos por espécies perfeitamente adaptadas entre si e o meio… Não só é frequente os animais não estarem otimamente adaptados ao ambiente em que vivem, mas nem todas as características dos animais correspondem a adaptação a esse ambiente.*

*Biosfera é na verdade um enorme jogo de adaptação, envolvendo milhões de espécies e variáveis ambientais, em que o ambiente está sempre em mudança. O objetivo do jogo é sobreviver às mudanças, que estão sempre a criar novos desafios e implacavelmente eliminam as espécies que não se adaptam. Ou as que se adaptam pior… Processo é lento, mas não para…*

AMBIENTE:

GRANDES CONSTRANGIMENTOS À VIDA ANIMAL.

Vamos lembrar quais condições mínimas para a vida: disponibilidade de:

(1) **água** - o meio necessário aos processos vitais

(2) **energia** - para fazer funcionar os organismos

(3) **nutrientes químicos** - (carbono, nitrogénio, oxigénio), que formam as substâncias da vida.

Ambiente varia enormemente, em grande parte em função da disponibilidade destes elementos básicos para a vida…

Esta variabilidade ambiental é a causa da grande diversidade de formas de vida animal.

Dois grandes tipos de variações ambientais: (1) **variações temporais** e (2) **variações espaciais**.

**Como respondem os animais a variações temporais do ambiente?**

Dois tipos de variações temporais:

(1) Variações regulares

(2) Variações irregulares

**Variações regulares**

*Como respondem os animais a estas variações previsíveis? i.e. que adaptações evoluíram para se adaptar a elas?*

(1) Migrações a várias escalas

- **Locais**

- **Regionais**

- **Continentais**

- **Oceânicas**

(2) Hibernação e estivação

- Passar período desfavorável em letargia. Implica importantes adaptações fisiológicas, mas as vantagens são tão grandes que surge independentemente em muitos grupos animais

(3) Fazer reservas alimentares.

(4) Alterações morfológicas sazonais.

(5) Ciclos de vida complexos. Exemplo:

**Variações irregulares**

*Como respondem os animais a estas variações imprevisíveis? Exemplos de adaptações:*

(Exemplo 1) Capacidade de dispersão. Condições ambientais imprevisíveis podem levar a extinção local mas boa capacidade de dispersão permite repovoamento a partir de outras áreas.

xO O O O Ox O O O O

O xO O O O xO

O O xO Ox Ox

*Cyprinodon* forma metapopulações – Relembrar o que são metapopulações? Populações fragmentadas em que dispersão tem de compensar extinção

Seleção natural seleciona genótipos com maior poder de dispersão, i.e. com enorme descendência.

**Custo da dispersão é enorme, mas valor adaptativo, na resposta às mudanças imprevisíveis do meio, também!**

(Exemplo 2) Manutenção da diversidade genética para responder a variações potenciais do meio.

(Exemplo 3) Defender recursos excessivos (para um ano normal). E.g. alguns animais territoriais que defendem territórios com demasiados recursos.

(Exemplo 4) Polimorfismos ambientalmente controlados.

Exemplo: Gafanhotos migradores

Sinal que determina direção de desenvolvimento – densidade…

-----------------

Outro exemplo de polimorfismo ambientalmente controlado:

Alfaiates, insectos género *Gerrys* nas regiões temperadas do Norte - Exemplo de adaptação a variações do meio, em alguns casos a regulares, noutros a irregulares.

Há espécies com asas e outras sem asas ou com asas muito curtas. A que se deverá esta variabilidade?

Não será sempre melhor ter asas? Qual a **vantagem de não ter asas**? Poupar energia, permitindo maior investimento na reprodução.

Espécies que vivem em **lagos efémeros** **terão asas**? Sim, para poderem dispersar quando lago seca. Capacidade de dispersão é importante adaptação a variações temporais do meio

Espécies de **lagos permanentes terão asas?** Não. Não precisam tanto de dispersar…

Mas há situações mais complexas, exigindo respostas adaptativas mais complexas. E.g.:

Espécies que vivem em **lagos persistentes, mas imprevisíveis,** há indivíduos com asas curtas e outros com asas longas. Dimorfismo geneticamente determinado.

Nas regiões frias espécies que vivem em **lagos sazonais (água congela), deverão ter asas?** Têm 2 gerações anuais. Geração que nasce na primavera não tem asas. Geração que nasce no fim verão tem asas, dispersam para zonas florestais onde permanecem no Inverno. Solução que otimiza a adaptação a cada época…

**Como podem coexistir duas formas sazonalmente distintas?** Mantendo desenvolvimento flexível, desenvolvendo-se na forma mais apropriada para o momento.

**Como sabem os animais qual a forma mais apropriada?** Recebendo informação do meio (neste caso temperatura ambiental ou fotoperíodo).

Portanto, alfaiates apresentam várias estratégias de adaptação ao meio variável:

1. Polimorfismo (asas e sem asas, lagos imprevisíveis)
2. Dimorfismo sazonal (através da manutenção de desenvolvimento flexível)

-----------------

**Como respondem os animais a variações espaciais do ambiente?**

Justificam os grandes padrões de distribuição dos animais e são co-responsáveis pela grande diversidade de formas. Vamos falar de 3 grandes variações espaciais:

1. Ar *vs* água
2. Clima
3. Outros organismos
4. **Água vs Ar**

Mais importante das variações (contrastes): água vs. ar. Há fatores físicos que tornam a vida nestes dois ambientes muito diferentes. Quais?

(1) Água é cerca de 800x mais densa que o ar.

(2) Água é cerca de 50x mais viscosa que o ar.

(3) Água tem 30x menos oxigénio.

(4) Luz atenua-se muito rapidamente na água.

(5) Na água... Há muita água...

(6) Propriedades térmicas do ar e água são muito diferentes. Calor específico do ar 500x menor que o da água, (tem menor inércia térmica).

1. **Clima**

Enorme variedade climática (ao nível dos elementos do clima - temperatura, secura, ventos, etc…)

Diferentes espécies ocorrem em áreas climaticamente distintas, dependendo das adaptações que evoluíram.

Nem todos os grupos animais evoluíram capacidades para se adaptar a certas situações o que nalguns casos limita a sua distribuição atual… Exemplos:

* Mamíferos sem capacidade de hibernar podem não conseguir viver em climas frios
* Aves sem capacidade para migrar podem não conseguir nidificar em climas frios
* Espécies sem sistemas de arrefecimento não conseguem viver em climas quentes

Mas será que não podem facilmente evoluir estas capacidades, para se adaptarem e colonizarem climas frios?

Nem sempre…

Teoria conservadorismo do nicho – Postula que os animais ficam geograficamente limitados por estarem “prisioneiros” do nicho fundamental, climático, em que os seus ancestrais evoluíram.

Grupos animais que evoluíram nos trópicos e depois radiaram têm dificuldade em se adaptar a climas/regiões temperadas. Porquê?

A espécie ancestral pode ter perdido (ou nunca ter tido) adaptações necessárias para hibernar ou migrar (que não eram importantes no clima tropical).

As espécies que dela descendem não terão também essas adaptações, pelo que ficam restritas aos climas tropicais. Admite-se que isto explique a maior diversidade de espécies nas regiões tropicais, já que a maior parte dos grupos animais têm origem tropical.

Assim espécies e grupos animais podem estar geograficamente limitadas **não só pelo clima atual, mas também pelos climas em que os seus ancestrais evoluíram**…

O conservadorismo do nicho aumenta a importância do clima na determinação distribuição dos animais…

1. **Outros organismos**

Plantas

Competidores

Predadores

Parasitas (e.g. a mosca do sono Tzé tzé *Glossina*)