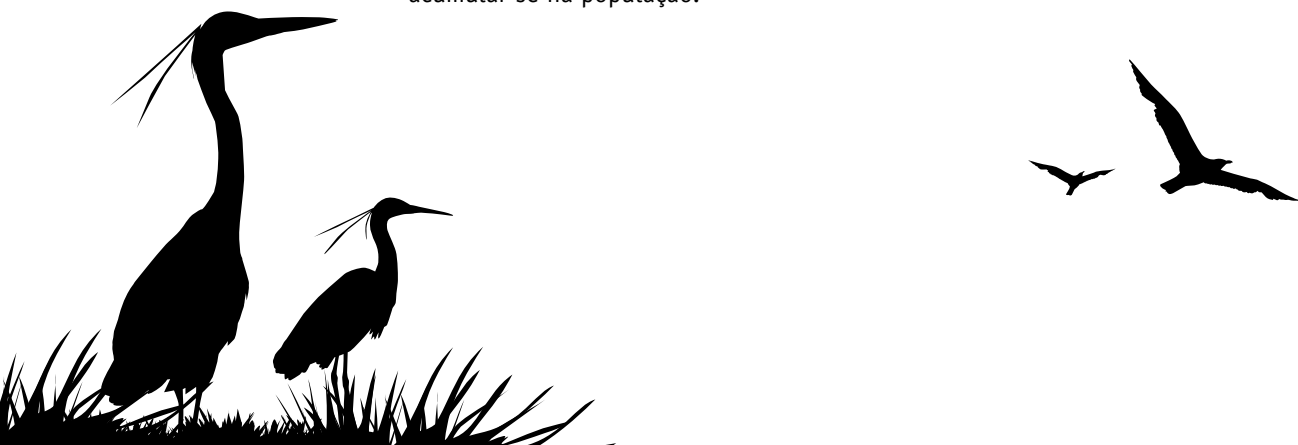


## VARIABILIDADE GENÉTICA E A SUA IMPORTÂNCIA NA MONITORIZAÇÃO DOS ECOSISTEMAS

### Enquadramento

O conhecimento sobre a importância da variabilidade genética e da ação da seleção natural sobre as espécies é fundamental para uma melhor compreensão dos processos que se desenrolam nos ecossistemas. Segundo a teoria da seleção natural de Darwin existem cinco etapas na seleção natural: 1) luta pela existência (quando os recursos são limitados); 2) variação dos traços biológicos; 3) sobrevivência diferencial e posterior reprodução, ou seja, os indivíduos com traços benéficos vão sobreviver e reproduzir-se em maior quantidade do que os indivíduos que não possuem essas características; 4) algumas dessas variações nas características são hereditárias (o traço benéfico pode ser transmitido através gerações); 5) com o tempo, este processo leva as populações a mudarem e a evoluir.

O efeito da seleção natural sobre populações de borboletas na Inglaterra foi demonstrado por Bernard Kettlewell e é um exemplo simples de como se processa a seleção natural. Existem duas variantes de borboletas; a variante escura e a variante mais clara (ambas da mesma espécie). Quando as árvores se encontram cobertas de líquenes a variante mais clara consegue camuflar-se e passa despercebida aos predadores, por sua vez a variante mais escura destaca-se e corre um risco maior de ser predada. Quando o líquen não cobre as árvores (como nas áreas poluídas onde o líquen não pode crescer e as árvores estão cobertas de fuligem escura), a variante escura da borboleta consegue camuflar (o que não acontece com a variante de borboleta mais clara). Kettlewell mostrou que no ambiente poluído em torno de Birmingham, Inglaterra, predominavam as borboletas mais escuras ao passo que nas florestas em locais mais afastados do foco poluente, perto de Dorset, as borboletas mais claras predominavam. Quando os recursos são limitados, ocorre uma “luta pela existência”. Darwin aplicou este princípio às observações que fez da natureza, e percebeu que a sobrevivência não depende apenas do acaso. Organismos com características benéficas têm maiores probabilidades de sobreviver do que os organismos com características menos favoráveis. Os indivíduos de uma população possuem características que os diferenciam uns dos outros. Alguns são mais rápidos, alguns são mais fortes, alguns são melhores caçadores, e assim por diante. A variabilidade genética (diversidade nos alelos presentes numa população) é fundamental na evolução. Espécies sem muita variabilidade genética correm mais riscos de serem extintas devido a uma doença ou a uma mudança no ambiente. Por sua vez, espécies que têm uma grande variabilidade genética estão mais propensas a ter alguns indivíduos na população com alelos que os tornem imunes a várias doenças ou que os ajudem a sobreviver num novo ambiente. Se por um acaso não existissem borboletas portadoras do alelo para a cor escura num ambiente poluído, não existiriam borboletas negras para serem selecionadas e é provável que grande número dos indivíduos da espécie fosse comido e conseqüentemente a espécie poderia facilmente ser extinta. Um traço benéfico pode ser selecionado porque ele faz com que um organismo seja mais apto no seu ambiente. Uma característica benéfica que seja cumprida pela seleção natural é chamada de adaptação. Indivíduos com características benéficas que lhes permitam sobreviver nas melhores condições no seu ambiente tendem a viver mais tempo do que os indivíduos sem essas características benéficas. Uma maior sobrevivência ao longo do tempo vai permitir que os indivíduos se reproduzam mais e que passem essas características à sua descendência. Com o passar do tempo o alelo benéfico irá acumular-se na população.



A compreensão da seleção natural e da variabilidade genética é fundamental nos processos de monitorização uma vez que as espécies podem possuir diferentes fenótipos e a mesma espécie está em constante adaptação ao meio envolvente. Muitas vezes encontramos a mesma espécie com algumas diferenças entre locais e tal deve-se à variabilidade genética existente dentro da espécie e ao processo evolutivo de seleção das melhores características para aquele local. Usando o exemplo das borboletas escuras e claras existe dentro desta espécie variabilidade de características que são transmitidas pelos genes. À primeira vista poderíamos pensar que se tratariam de duas espécies diferentes, mas o que observamos é que dentro da espécie existem duas cores possíveis e que dependendo do local onde habitam uma cor tona-se mais vantajosa do que outra. Nesta atividade os alunos serão divididos em grupos de três de forma a simular a ação da seleção natural sobre uma população de borboletas pretas e brancas em dois ambientes diferentes. Em 10 segundos os alunos têm de pegar no maior número de círculos pretos e brancos que estarão colocados sobre um pedaço de papel preto. Em seguida, irão contar quantos círculos de cada cor conseguiram apanhar. Numa segunda fase os alunos irão repetir a atividade, mas desta vez os círculos serão colocados num fundo branco.

### Objetivos:

- Enumerar as vantagens que a variação das características biológicas traz às populações;
- Justificar porque razão a seleção natural aumenta a frequência de determinadas características de uma população;
- Relacionar os fatores ambientais com a seleção natural;
- Explicar porque é fundamental conhecer a existência e qual a importância da variabilidade genética nos processos de monitorização dos ecossistemas.

### ATIVIDADE 1

#### PROTOCOLO EXPERIMENTAL

#### Material:

- 10 sacos com zip cheios de círculos de furos de cartolina preta e branca, em igual quantidade;
- 10 cartolinas pretas;
- 10 cartolinas brancas;
- Cronómetro.

#### Procedimento:

1. Colocar o papel preto no centro do grupo. Isto representa uma árvore de uma zona poluída.
2. Colocar todos os círculos pretos e brancos do saco plástico no papel preto. Os círculos pretos representam a versão preta da borboleta, e os círculos brancos representam a versão branca da borboleta;
3. Iniciar o cronómetro. Têm 10 segundos para pegar no maior número de “borboletas”. Colocar os círculos que for apanhando agrupados à sua frente. Para apanhar os círculos use apenas o polegar e o dedo indicador de uma mão (para simular um bico de pássaro).
4. Passados 10 segundos contar quantas “borboletas” de cada cor se conseguiu apanhar e registar os resultados de todo o grupo na tabela seguinte:

## Simulação da caça da borboleta em ambiente industrial (poluído)

	Borboletas brancas capturadas	Borboletas escuras capturadas	Total de borboletas capturadas
Nome 1:			
Nome 2:			
Nome 3:			
Número total de borboletas capturadas (somar os números de cada coluna)			
Percentagem de cada tipo de borboleta capturada (dividir o numero de cada variante de borboletas capturadas pelo total de borboletas capturadas e multiplicar por 100)			

5. Repetir o protocolo anterior, mas desta vez usar a cartolina branca. Anotar os resultados na tabela seguinte:

## Simulação da caça da borboleta em ambiente rural (não poluído)

	Borboletas brancas capturadas	Borboletas escuras capturadas	Total de borboletas capturadas
Nome 1:			
Nome 2:			
Nome 3:			
Número total de borboletas capturadas (somar os números de cada coluna)			
Percentagem de cada tipo de borboleta capturada (dividir o numero de cada variante de borboletas capturadas pelo total de borboletas capturadas e multiplicar por 100)			

## QUESTÕES:

1. Nos locais poluídos, onde os líquenes não conseguem sobreviver qual é a cor de borboleta com mais probabilidades de sobreviver? Justifique.
2. Nos locais rurais onde as árvores estão cobertas por líquenes que cor borboletas possuem maiores probabilidades de sobrevivência?
3. Nas zonas rurais que cor vai aumentar em frequência na próxima geração devido à seleção natural? Porquê?
4. Ao longo dos anos os cientistas têm estudado as populações de borboletas. Em 1800, as borboletas mais encontradas em Inglaterra eram brancas, e viviam nas florestas onde as árvores estavam cobertas com líquen de cor clara. Nos últimos 100 anos, a variante mais escura da borboleta tornou-se cada vez mais comum nas florestas perto de grandes cidades. O que que pode ter levado a que a variante mais escura se tenha tornado mais comum?
5. Na última década houve um ligeiro aumento nas populações de borboletas brancas. Este aumento coincidiu com a criação de leis de proteção ambiental. Tendo isto em conta, explique por que razão a monitorização ambiental e a criação de leis de proteção ambiental são importantes para os ecossistemas.

## ATIVIDADE 2

**Preencher os espaços em falta** (para realizar em conjunto com a turma)

Já alguma vez te perguntaste por que têm as girafas pescoços longos ou porque tem os cães um olfato tao bom? Os animais tendem a ter traços que estão bem-adaptados aos seus ambientes naturais o que lhes permitem ter maiores probabilidades de \_\_\_\_\_ e de se \_\_\_\_\_. O \_\_\_\_\_ da girafa permite-lhe alcançar alimento em árvores altas, e ter um bom olfato permite ao cão farejar \_\_\_\_\_ a uma grande distância.

Mas, como é que estas características favoráveis se tornaram tão comuns nas populações dos animais? A resposta é \_\_\_\_\_. Possuir características favoráveis, como ter um pescoço longo para uma girafa, leva a que os organismos tenham mais probabilidade de \_\_\_\_\_ e de se \_\_\_\_\_.

Ao longo do tempo, estas características tornam-se mais comuns nas populações. Um exemplo clássico de seleção natural é o caso da borboleta, relatada pelo cientista britânico, Bernard Kettlewell. As borboletas têm duas variedades comuns: a de cor escura e a de cor clara. Kettlewell sabia que as borboletas de cor escura eram mais comuns nas áreas industriais contaminadas do que nas áreas rurais. As borboletas de cor clara, no entanto, eram mais comuns nas áreas \_\_\_\_\_. Ele colocou a hipótese de que as borboletas escuras poderiam estar mais adaptadas ao ambiente \_\_\_\_\_, uma vez que estas eram capazes de se camuflar com mais eficácia na vegetação escurecida e evitar \_\_\_\_\_.

Por outro lado, ele pensou que estas borboletas mais escuras se encontravam mais propensas a serem vistas por \_\_\_\_\_ no ambiente rural mais limpo. Para verificar se a sua teoria estava certa, Kettlewell lançou um grupo misto de borboletas escuras e claras nas duas áreas. Ele conclui que as borboletas claras sobreviveram em maior número da área rural e as de cor \_\_\_\_\_ na área poluída. Kettlewell demonstrou assim a \_\_\_\_\_ em ação!

**Soluções da “Atividade 2” da ficha Variabilidade Genética**

Já alguma vez te perguntaste por que têm as girafas pescoços longos ou porque tem os cães um olfato tão bom? Os animais tendem a ter traços que estão bem-adaptados aos seus ambientes naturais o que lhes permite ter maiores probabilidades de **sobreviver** e de se **reproduzir**. O **pescoço longo** da girafa permite-lhe alcançar alimento em árvores altas, e ter um bom olfato permite ao cão farejar **alimento/presas** a uma grande distância.

Mas, como é que estas características favoráveis se tornaram tão comuns nas populações dos animais? A resposta é **seleção natural!** Possuir características favoráveis, como ter um pescoço longo para uma girafa, leva a que os organismos tenham mais probabilidade de **sobreviver** e de se **reproduzir**. Ao longo do tempo, estas características tornam-se mais comuns nas populações. Um exemplo clássico de seleção natural é o caso da borboleta, relatada pelo cientista britânico, Bernard Kettlewell. As borboletas têm duas variedades comuns: a de cor escura e a de cor clara. Kettlewell sabia que as borboletas de cor escura eram mais comuns nas áreas industriais contaminadas do que nas áreas rurais. As borboletas de cor clara, no entanto, eram mais comuns nas áreas **rurais**. Ele colocou a hipótese de que as borboletas escuras poderiam estar mais adaptadas ao ambiente **poluído**, uma vez que estas eram capazes de se camuflar com mais eficácia na vegetação escurecida e evitar **predadores**. Por outro lado, ele pensou que estas borboletas mais escuras se encontravam mais propensas a serem vistas por **predadores** no ambiente rural mais limpo. Para verificar se a sua teoria estava certa, Kettlewell lançou um grupo misto de borboletas escuras e claras nas duas áreas. Ele conclui que as borboletas claras sobreviveram em maior número na área rural e as de cor **escura** na área poluída. Kettlewell demonstrou assim a **seleção natural** em ação!