

# Dos Pinguins aos Ursos Polares

## O Papel das Ciências Matemáticas em Ciência Polar

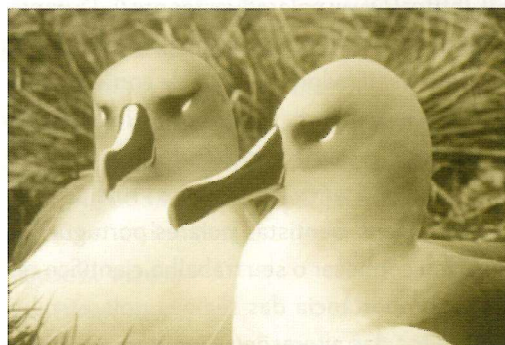
As regiões polares são partes do planeta que nos podem ajudar a compreender fenómenos científicos muito importantes. Questões como o degelo, o aumento do nível médio da água do mar, as alterações climáticas e o buraco na camada do ozono são assuntos abordados regularmente quando nos referimos às regiões polares. Perceber que as regiões polares são apenas parte de um puzzle em que Portugal (e a Europa) é mais uma peça, é essencial para mostrar como o nosso planeta é pequeno. Por exemplo, as alterações que ocorrem nas correntes frias do Antártico podem ter implicações na produtividade das nossas águas Europeias. Uma evidência da importância destes assuntos, é a referência regular aos mais recentes desenvolvimentos na área nos noticiários ou jornais diários. Conclusão: compreender os fenómenos que afetam as regiões polares é extremamente importante para perceber o que poderá vir a acontecer em Portugal e noutras partes do mundo. E para compreender o que se passa é necessário caracterizar o que se passa, através de estudos científicos...em que as ciências matemáticas são *fundamentais* na quantificação dos resultados obtidos.

Portugal possui atualmente cerca de 50 cientistas, de 15 Universidades e Institutos superiores, que fazem ciência no Ártico e na Antártica, de uma forma regular, em áreas que vão desde as ciências do mar, às ciências terrestres, sociais e até às da atmosfera (Xavier, Vieira & Canário, 2006). Politicamente as regiões polares são também muito interessantes. Portugal aderiu ao Tratado da Antártida em 2010, que advoga que este continente deverá ser devotado à ciência e à paz, e onde o uso militar não é permitido. É incrível que atualmente exista uma área do tamanho da Europa (semelhante também aos Estados Unidos da América), que não seja pertença de qualquer nação, não é?

A ciência feita nas regiões polares, principalmente na Antártida, possui uma forte componente internacional, e os

projetos são geralmente interdisciplinares, pois reduzem os custos associados às campanhas dos vários países e maximizam os produtos (produção de artigos científicos, maior conhecimento, soluções a problemas, desenvolvimento de novas tecnologias, ...), e todos estes usam matemática!

O caso particular dos estudos em ciência marinha Antártica do Instituto do Mar da Universidade de Coimbra, com a *British Antarctic Survey*, e com várias Universidades e institutos estrangeiros, foca-se nos efeitos das alterações climáticas na cadeia alimentar marinha, em particular nos animais que vivem no topo desta. Por exemplo, colegas investigadores descobriram que um dos predadores de topo do Ártico, os ursos polares, tem de nadar cada vez mais distâncias mais longas à procura de alimento (podem chegar a nadar 450 km em 10 dias sem parar) há medida que o derreter do gelo do Ártico aumenta (Pagano *et al.*, 2012). Os nossos estudos mostram que espécies de pinguins se estão a deslocar mais para sul à medida que a Península Antártica aquece, e consequentemente a competição por comida com outras espécies de pinguins que vivem a sul, aumenta. Como a sua comida (nomeadamente o camarão (*Krill*) do Antártico) está a diminuir, é previsível que estas espécies de pinguins venham a ter problemas na procura de alimento. No caso dos albatrozes é notável. Apesar de serem pre-



**Figura 1.** Albatrozes de cabeça cinzenta.

MATEMÁTICA DO PLANETA TERRA 2013

Joana Latas

EDUCAÇÃO E MATEMÁTICA

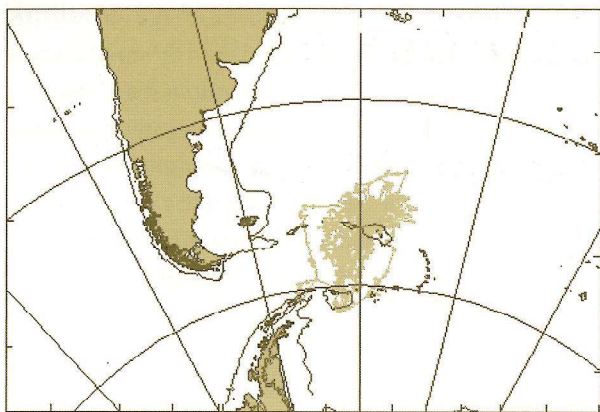


Figura 2. Ano «bom».



Figura 3. Ano «mau».

dadores de topo (e logo se pensaria que seriam capazes de se alimentarem bem independentemente das variações de algumas das suas presas), não são capazes de lidar com a ausência das suas principais presas como se pode observar pelas imagens seguintes. Ambas ilustram as áreas onde os albatrozes se deslocam para procurar alimentos, na figura 2 num ano «bom» e na figura 3 num ano «mau» (Xavier, Trathan & Wood, 2003).

Num ano «mau» das condições ambientais, os nossos estudos de rastreio via satélite mostram que os albatrozes de cabeça cinzenta tentam procurar presas alternativas, mas o problema é que só as encontram a distâncias demasiado longínquas da sua colónia de reprodução. Quando regressam com as presas alternativas para alimentar os seus filhotes, estes já morreram. Em conclusão, caso estes anos «maus» se tornem cada vez mais frequentes, as populações destes albatrozes, e possivelmente outros, podem vir a sofrer um declínio das suas populações. É através das ciências matemáticas, particularmente a estatística, que conseguimos quantificar a comida ingerida pelos animais em estudo, avaliar qual a duração das suas viagens à procura de alimento e até testar se as variações entre anos são significativas ou não. Aliás, resultados preliminares dos estudos mais recentes de nossos colaboradores, utilizam modelos matemáticos para prever o que poderá acontecer a várias espécies, quer de predadores (como os pinguins e albatrozes) quer de presas (como as lulas, peixe e crustáceos), à medida que a temperatura do nosso planeta vai aumentando (Jenouvrier, 2012). Por exemplo, para algumas espécies de pinguins, como o pinguim imperador, prevê-se uma diminuição da sua população de cerca de 81% em 2100. É essencial que as comunidades científicas, de todas as áreas (matemáticas, biológicas, ...), estimulem os seus cientistas a comunicar a sua ciência de um modo simples, acessível e compreensível, para que o público em geral, habi-

tantes do nosso planeta compreendam as transformações que se vão revelando. De momento, como biólogo, as diversas linguagens me parecem de tão difícil compreensão como comprar um jornal desportivo e este só conter equações matemáticas incompreensíveis sem legendas...

### CIÊNCIA POLAR NA SALA DE AULA: TEIA ALIMENTAR JENGA

Através de um simples jogo os alunos poderão explorar conceitos importantes relacionados com a biologia marinha da região antártica, tais como biodiversidade, alterações climáticas, efeitos de sobrepesca e espécies chave do ambiente marinho. Para que se compreenda «quem come quem» na teia alimentar da região antártica, é essencial ter em atenção os seguintes conceitos:

- Os animais e plantas que habitam na região Antártica possuem adaptações às baixas temperaturas, aos longos períodos sem luz e à extensão sazonal de gelo marinho.
- O fitoplâncton (algas), conhecido como produtor, está na base das cadeias e teias alimentares da Antártida. O fitoplâncton é ingerido por consumidores, tais como o *Krill* do antártico, *Euphausia superba* (uma espécie pequena de camarão) e zooplâncton herbívoro (ex. Copépodes). Por sua vez, estes são consumidos por uma grande variedade de espécies de peixes, lulas e predadores de topo, como baleias, focas, pinguins e albatrozes.
- A transferência de energia do fitoplâncton para os predadores de topo pode ser bastante rápida. Por exemplo, uma das cadeias alimentares mais simples da Antártida é a seguinte, o fitoplâncton é comido por *krill* do antártico e esta espécie, por sua vez, é comida por um predador de topo, as baleias de barbatanas.



**Figura 4.** Exemplo do jogo Jenga.

- O *Krill* do antártico é considerado uma espécie chave (espécie que tem um papel crucial na manutenção da estrutura de um ecossistema) no ecossistema marinho antártico. Caso o *krill* seja removido do ecossistema marinho antártico, este ecossistema entraria em colapso e experimentaria uma mudança dramática na sua estrutura.
- A exploração dos recursos marinhos da Antártida (pesca e caça a baleias e focas) teve início no século XIX com um interesse evidente na caça à baleia e focas e na pesca, levando algumas espécies ao risco de extinção. Hoje em dia, a caça à baleia, focas e pinguins é proibida e há uma gestão mais sustentável da pesca (focada maioritariamente em peixe e *krill* do antártico).
- As alterações climáticas têm impacto no ecossistema marinho antártico. Exemplo disso é o efeito negativo que o aumento da temperatura global exerce na abundância, distribuição e capacidade reprodutiva de várias espécies deste ecossistema, tais como o *krill* do antártico, peixes e espécies bentónicas (ou seja, aquelas que vivem no fundo do mar).

#### UMA POSSÍVEL ABORDAGEM ...

No início da atividade pode explorar a torre Jenga completa que pretende representar a teia alimentar antártica em equilíbrio (espécies diferentes alimentam-se de outras espécies). O primeiro conceito a explorar será o facto de a teia alimentar antártica poder ser relativamente simples ou tornar-se bastante complexa (diferentes espécies alimentam-se de espécies variadas).

À medida que se vão removendo peças Jenga da torre (recorde que devem colocar-se no topo da torre) vão aparecendo lacunas na estrutura da torre tornando-a mais »frágil«. Esta fragilidade permite ilustrar os efeitos negativos da extinção/remoção de espécies do ecossistema marinho antártico resultantes da sobrepesca ou das alterações climáticas.

À medida que o jogo vai decorrendo haverá uma peça Jenga que ao ser removida fará a torre colapsar. Essa peça representa o *krill* do antártico, a espécie chave da teia alimentar. Sem a sua presença toda a teia alimentar irá colapsar.

#### SUGESTÕES PARA O PROFESSOR

A complexidade do jogo Jenga deverá ser adaptada à idade dos alunos. Aos alunos mais novos poderá ser entregue uma peça Jenga onde poderão desenhar o seu organismo favorito da teia alimentar antártica à medida que os conceitos gerais relativos às teias alimentares e à relevância do *Krill* do antártico vão sendo explicados. Para os alunos com idade superior (nível Secundário e Universitário) deverá ser feito um enquadramento teórico comparando teias alimentares de diferentes áreas da Antártida (ex. Mar de Scotia *versus* Mar de Ross).

Caso não seja possível usar um jogo Jenga, pode realizar a atividade recorrendo a um jogo mikado ou um conjunto de pequenas varas. Neste caso, inicialmente todas as varas deverão estar em contacto com outras varas para que seja demonstrada a complexidade que uma teia alimentar antártica pode conter (qualquer vara tocando noutra poderá representar a espécie que é «comida» ou que «irá comer» a outra espécie). Neste caso, os estudantes desempenham o papel da «pesca» ou das «alterações climáticas» à medida que vão retirando as varas do conjunto...até que se corra o perigo de não existir mais nenhuma espécie.

#### Referências bibliográficas

- Jenouvrier S, Holland M, Stroeve J, Barbraud C, Weimerskirch H, Serreze M, Caswell H (2012). Effects of climate change on an emperor penguin population: analysis of coupled demographic and climate models. *Global Change Biology*, 18, 2756–2770.
- Pagano, A.M., Durner, G.M., Amstrup, S.C., Simac, K.S., and York, G.S. Long-distance swimming by polar bears (*Ursus maritimus*) of the southern Beaufort Sea during years of extensive open water. *Canadian Journal of Zoology* 90(5): 663–676, 2012.
- Xavier, J.C., Croxall, J. P., Trathan, P. N. & Wood, A. G. (2003). *Feeding strategies and diets of breeding grey-headed and wandering albatrosses at South Georgia.*