

Evolução biológica no dia a dia das escolas

Xana Sá-Pinto, Rita Ponce, Maria João Fonseca, Paulo de Oliveira, Rita Campos

Sá-Pinto, X., Ponce, R., Fonseca, M., Oliveira, P., Campos, R. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(03):0081

O que têm em comum Dom Afonso Henriques, o bacalhau, o sobreiro, as castas de videiras ou as leveduras necessárias à produção do vinho do Porto? Podemos tentar enumerar algumas das (muitas) características partilhadas por estes seres vivos, mas uma resposta curta e completa será: um ancestral e uma longa história evolutiva comuns.

De facto, as características das espécies, bem como as interações ecológicas que estabelecem entre si são o resultado de uma longa história evolutiva. Assim, compreender a evolução biológica simplifica a descrição e a compreensão da diversidade de seres vivos que nos rodeiam, permitindo inter-relacionar conceitos de diversas áreas da biologia e integrá-los num quadro mais vasto de conhecimentos (National Academy of Sciences, 1998; National Science Teachers Association, 2003). Como tão bem resumiu o biólogo evolutivo e geneticista Dobzhansky no seu célebre artigo de 1973: “*nada em biologia faz sentido, exceto à luz da evolução*” (Dobzhansky, 1973).

Sendo fundamental para compreender e prever o comportamento dos sistemas biológicos, a evolução tem também implicações e aplicações muito importantes no nosso dia a dia. Por exemplo, na agricultura, é essencial para compreender a necessidade de manter a diversidade de espécies de cultivo e para minorar a evolução de pragas resistentes (ver Burdon *et al.*, 2014 sobre a aplicação de princípios evolutivos no combate às pragas em culturas de cereais). Em psicologia, é fundamental para compreender a forma como aprendemos, como nos relacionamos com os outros ou como percebemos o meio que nos rodeia (ver, por exemplo Pinker 2010). Em ciência forense, a biologia evolutiva tem permitido fundamentar a culpa ou inocência de pessoas (ver Oliveira *et al.*, 2006 sobre o caso da equipa de médicos e enfermeiros acusados de infetar crianças com HIV na Líbia). Na biotecnologia, mimetiza-se o processo de evolução por seleção natural para desenvolver artificialmente biomoléculas com características particulares (revisto em Meyer *et al.*, 2011). Na conservação da natureza, a compreensão da evolução biológica é também fundamental para desenhar planos de conservação e recuperação de espécies e ecossistemas que sejam eficazes a longo prazo. Na medicina humana e veterinária a biologia evolutiva contribui para compreender, por exemplo: *i*) a origem e padrões de distribuição da diversidade humana e suas implicações no desenvolvimento e escolha das melhores terapêuticas; *ii*) a origem de doenças causadas pelas mudanças do estilo de vida ao longo da nossa história evolutiva e consequentes alterações das pressões seletivas; *iii*) o desenvolvimento de doenças degenerativas, de que o cancro é um exemplo; ou *iv*) o surgimento de novas doenças e a evolução de organismos patogénicos, nomeadamente no que toca à sua virulência, à resistência a fármacos (como por exemplo antibióticos), ou à sua capacidade de “escapar” ao sistema imunitário (revisto em Stearns, 2014). O próprio desenvolvimento da vacina anual para o vírus da gripe baseia-se na aplicação do conhecimento sobre a evolução do vírus. A relevância das aplicações biomédicas da evolução levou mesmo ao aparecimento de um novo campo de estudo, designado de medicina evolutiva ou medicina Darwiniana, que utiliza os conhecimentos e métodos desenvolvidos pela biologia evolutiva para compreender, prever, prevenir e tratar doenças que afetam a nossa espécie (revisto em Stearns, 2014).



Mas a evolução não é uma propriedade exclusiva dos sistemas biológicos. Os princípios da biologia evolutiva podem aplicar-se a todos os sistemas cujos elementos se “reproduzam” e tenham a possibilidade de sofrer alterações que possam ser transmitidas ao longo das gerações (Howe & Windram 2011). Esta descrição abrange vários aspetos da cultura humana que evoluem por processos semelhantes aos que promovem a evolução biológica. Alguns exemplos são as línguas, as tradições, a produção de artefactos ou mesmo a evolução e diversificação de contos infantis (Gray *et al.* 2009; Howe e Windram, 2011; Tehrani, 2013).

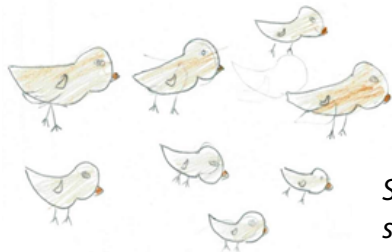
Os princípios da evolução biológica estão ainda na origem dos chamados algoritmos evolutivos, que mimetizam os processos de reprodução, mutação e seleção natural para otimizar soluções num dado “ambiente”, no qual as “pressões seletivas” são definidas pelo utilizador. Estes algoritmos têm sido usados com sucesso em áreas tão diversas como a engenharia, a economia ou a produção artística (ver por exemplo o software PoeTryMe que produz poemas em português usando algoritmos evolutivos; Oliveira, 2012).

A evolução não só tem importantes aplicações em diversas áreas do conhecimento como é fundamental para fazermos escolhas informadas e exercer uma cidadania participativa. Porque devemos usar antibióticos apenas quando estritamente necessário? Porque devemos evitar fragmentar populações naturais, e quais os reais impactos sobre a biodiversidade resultantes da construção de infraestruturas como barragens ou autoestradas? De que forma podem as alterações climáticas alterar o equilíbrio ambiental e as sociedades humanas? Em que medida as atividades humanas têm contribuído para aumentar a taxa de extinção das espécies? Qual a importância de preservar a biodiversidade nos sistemas agropecuários e nas populações naturais? Responder a estas questões implica que se compreendam os princípios e impactos da evolução biológica.

Apesar das implicações que a evolução tem no nosso dia a dia e das suas aplicações em diferentes áreas do conhecimento, subsiste um grande desconhecimento sobre este assunto no nosso país. A título de exemplo, em 2005, no âmbito de um inquérito sobre conhecimento científico aplicado em diversos países, entre os quais Portugal, mais de 30% dos 1009 portugueses inquiridos responderam não concordar ou não estarem seguros de que “O ser humano desenvolveu-se a partir de espécies animais mais antigas” (revisto em Miller *et al.*, 2006). Mas apesar de reveladores, estes números são provavelmente apenas a ponta do iceberg, uma vez que aceitar a evolução biológica não significa que as pessoas a compreendam. De facto as conceções erróneas sobre evolução são inúmeras (ver, por exemplo Campos *et al.*, 2013), sendo partilhadas por pessoas com idades, crenças religiosas, nacionalidades e formação académica diversas (ver exemplos em Rutledge and Warden 2000; Nehm and Reilly 2007; Prinou *et al.* 2011; Spiegel *et al.* 2012). Uma vez adquiridas, estas conceções erróneas revelam-se persistentes e difíceis de ultrapassar, nomeadamente por parte de alunos e mesmo professores, dificultando a compreensão dos processos envolvidos (Nehm and Reilly 2007). Em muitos casos, estas conceções erróneas são reforçadas pelo sistema de ensino, currículos e manuais escolares (Prinou *et al.* 2011). Por exemplo, quando pedimos aos alunos que identifiquem e descrevam as adaptações dos seres vivos ao meio onde habitam sem abordarmos o mecanismo responsável por estas adaptações – a seleção natural – podemos facilmente induzir e/ou fortalecer conceções criacionistas ou lamarckistas. Por outras palavras, sem um enquadramento evolutivo, os alunos poderão assumir que as características das espécies surgiram com um propósito, para desempenhar uma função específica. Com base nestas observações, vários investigadores e organizações científicas e educacionais propõem que a evolução seja explorada desde os primeiros anos de ensino obrigatório (National Research Council, 2007; Nadelson *et al.* 2009; Wagler 2010, 2012, Associação Portuguesa de Biologia Evolutiva [APBE], 2012; Campos e Sá-Pinto 2013). E de facto, os estudos realizados até à data com alunos do ensino pré-escolar e do primeiro ciclo revelam que estes conseguem explicar o mundo que os rodeia usando argumentos evolutivos e prever a evolução de populações em situações biologicamente realistas (Nadelson *et al.* 2009; Wagler 2012, Campos e Sá-Pinto, 2013, Figura 1).

A melhor forma de aprender biologia é exatamente à luz da evolução. Todos os conteúdos da biologia se encontram relacionados com a evolução, das características dos seres vivos aos sistemas de classificação, da

célula aos ecossistemas, dos impactos das alterações do meio à conservação, da diversidade intraespecífica à diversidade interespecífica, passando pela hereditariedade e a genética. O enquadramento evolutivo das questões biológicas, permite compreender e relacionar conteúdos, evitando que o estudo da vida seja uma coleção de factos com os conteúdos “arrumados em gavetas”. Assim, a evolução não deve ser lecionada de forma isolada e apenas nos últimos anos do ensino obrigatório, mas, pelo contrário, deve ser explorada desde os primeiros anos de ensino, de forma transversal e enquadrada nos diversos conteúdos das Ciências da Natureza, com complexidade crescente ao longo do percurso escolar dos alunos.



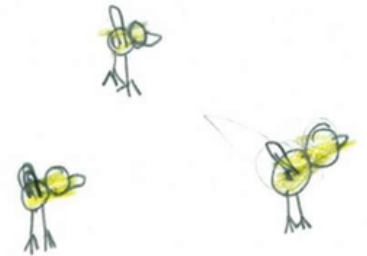
Sobreviveram mais pequenos porque os outros tinham asas grandes e conseguiram voar e saíram dos ninhos e os gatos caçavam-nos e os pequenos não conseguiam voar, eles ficaram no ninho.

Sobreviveram [os] mais pequenos porque os outros tinham asas grandes e conseguiram voar e saíram dos ninhos e os gatos caçavam-nos e os pequenos não conseguiam voar, eles ficaram no ninho.

1.º Ciclo, 2.º ano

Os pássaros que não conseguem voar vão ser todos caçados e os que conseguem voar vão ter tempo de se reproduzir antes de morrerem. Vamos encontrar pássaros com asas grandes.

Os pássaros que não conseguem voar vão ser todos caçados e os que conseguem voar vão ter tempo de se reproduzir antes de morrerem. Vamos encontrar pássaros com asas grandes.



1.º Ciclo, 3.º ano



A minha conclusão é que irão morrer os de asas pequeninas, morriam por só podermos andar no chão e os de asas grandes não iam morrer porque voavam e os gatos não os conseguiam apanhar.

A minha conclusão é que irão morrer os de asas pequeninas.[.] Morriam por só podermos andar no chão e os de asas grandes não iam morrer porque voavam e os gatos não os conseguiam apanhar.

1.º Ciclo, 4.º ano

Figura 1 – Exemplos de respostas de alunos do primeiro ciclo numa avaliação realizada após uma actividade de exploração do mecanismo de seleção natural. A maioria dos estudantes previu corretamente a ocorrência de alterações na frequência das características de uma população insular de aves com diversidade no tamanho das asas (que afetava a capacidade de voo) após a introdução de gatos pelos humanos, as quais justificam invocando sobrevivência diferencial (como nos exemplos da figura) e reprodução diferencial (como no segundo exemplo) dos mais aptos. Estas respostas revelam que desde muito cedo as crianças compreendem e podem aplicar uma conceção evolutiva correta para explicar e prever o mundo que as rodeia, confirmando a visão de que a Biologia pode (e deve) ser lecionada à luz da evolução desde os primeiros anos do ensino obrigatório (adaptado de Campos e Sá-Pinto, 2013).

Graças às propostas apresentadas pelo Núcleo da Educação e Divulgação da Evolução da APBE (NEDE-APBE) para a alteração da redação das metas curriculares da disciplina de Ciências Naturais do 5.º ao 9.º ano (NEDE-APBE, 2013a e 2013b), existe agora uma recomendação clara para que diversos conteúdos programáticos sejam abordados numa perspetiva evolutiva. As novas metas aprovadas mencionam inequivocamente a relação da evolução com os processos de extinção, relacionando-os com alterações do meio ambiente e/ou de relações bióticas (pontos 5.6, 6.5 e 11.4 das metas do 8.º ano e 1.5 das metas do 9.º ano), o impacto da evolução na nossa saúde (pontos 1.5 e 4.7 das metas do 9.º ano) e de que forma as nossas características resultam da nossa história evolutiva (ponto 7.2 das metas do 9.º ano). No entanto, no nosso entender, estas metas apenas poderão ser plenamente atingidas se os alunos compreenderem

os processos que promovem a evolução, como a seleção natural e sexual e a deriva genética. Destacamos, nesse sentido, a disponibilidade de recursos didáticos desenvolvidos para promover a aprendizagem ativa sobre a evolução e os processos evolutivos, em diversos anos letivos e em diversos contextos biológicos (ver por exemplo Sá-Pinto e Campos, 2012 ou consultar o site *Understanding Evolution*; <http://evolution.berkeley.edu>).

Para que a evolução possa ser explorada em todos os níveis de ensino é também necessário apostar na formação de professores, sobretudo daqueles que não tiveram formação específica em biologia, a fim de promover a compreensão dos processos evolutivos, dos seus impactos no mundo natural e na sociedade, e de que forma podem ser explorados ao longo das diversas fases do percurso escolar dos alunos. Igualmente importante será dotar os professores de ferramentas que lhes permitam identificar e lidar com as várias conceções erróneas que frequentemente se manifestam neste domínio. Para isto, é fundamental encorajar o contacto direto entre professores, divulgadores de ciência e investigadores das áreas da didática e da biologia evolutiva. É para a construção destas PONTES* que o NEDE-APBE pretende contribuir.

Notas dos autores

*PONTES é também o nome de um projeto do NEDE-APBE que visa promover o contacto entre a comunidade científica, as escolas e o público. Para mais informações contacte o NEDE-APBE pelo email nede.apbe@gmail.com.

Bibliografia

1. Associação Portuguesa de Biologia Evolutiva (2012). Revisão da estrutura curricular, contributo da Associação Portuguesa de Biologia Evolutiva. APBE
2. Burdon, J.J., Barrett, L.G., Rebetzke, G., Thrall, P.H. (2014). Guiding deployment of resistance in cereals using evolutionary principles. *Evolutionary Applications* doi:10.1111/eva.12175
3. Campos R (ed.) et al. (2013). Um livro sobre evolução. CIBIO, Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos. Porto, Portugal. <https://www.dropbox.com/s/t2iw0czeobtid5g/Um%20livro%20sobre%20evolucao.pdf>
4. Campos, R., Sá-Pinto, A. (2013). Early evolution of evolutionary thinking: teaching evolution in elementary schools. *Evolution: education and outreach*.6: 25 doi:10.1186/1936-6434-6-25
5. Dobzhansky T. (1973). Nothing in biology makes sense except in the light of Evolution. *The American Biology Teacher*, 35: 125-129
6. Gray R. D., Greenhill S. J., Drummond A. J. (2009) Language Phylogenies Reveal Expansion Pulses and Pauses in Pacific Settlement. *Science* 323: 479-483.
7. Howe C.J., Windram H.F. (2011) Phylomemetics—Evolutionary Analysis beyond the Gene. *PLoS Biol* 9(5):e1001069.
8. Meyer C, Hahn U, Rentmeister A (2011). Cell-Specific Aptamers as Emerging Therapeutics. *Journal of Nucleic Acids* 2011: 904750. doi:10.4061/2011/904750
9. Miller, J.D., Scott, E.C., Okamoto, S. (2006). Public acceptance of evolution. *Science*, 313, 765-766.
10. Nadelson, L, Culp, R, Bunn, S, Burkhart, R, Shetlar, R, Nixon, K, Waldron, J. (2009). Teaching evolution concepts to early elementary school students. *Evolution: Education and Outreach*, 4, 267-274.
11. National Academy of Sciences. (1998). Teaching about evolution and the nature of science. Washington: National Academy.
12. National Research Council. (2007). Taking science to school. Learning and teaching science in grades K-8. Washington, DC: The National Academies Press.
13. National Science Teachers Association. (2003). An NSTA position statement: The teaching of evolution. NSTA.
14. Nehm, R.H., Reilly, L. (2007). Biology major's knowledge and misconceptions of natural selection. *BioScience*, 57(3), 263-272.
15. Núcleo da Educação e Divulgação da Evolução da Associação Portuguesa de Biologia Evolutiva (2013a). Metas Curriculares do Ensino Básico para as Disciplinas de Ciências Naturais do 2º e 3º Ciclos, contributo do Núcleo da Educação e Divulgação da Evolução da Associação Portuguesa de Biologia Evolutiva. APBE
16. Núcleo da Educação e Divulgação da Evolução da Associação Portuguesa de Biologia Evolutiva (2013b). Metas Curriculares do Ensino Básico para as Disciplinas de Ciências Naturais do 9º ano, contributo do Núcleo da Educação e Divulgação da Evolução da Associação Portuguesa de Biologia Evolutiva. APBE
17. Oliveira, T. d., Pybus, O.G., Rambaut, A., Salemi, M., Cassol, S., Ciccozzi, M., Rezza, G., Gattinara, G.C., D'Arrigo, R., Amicosante, M., Perrin, L., Colizzi, V., Perno, C.F., Benghazi Study Group (2006). HIV-1 and HVC sequences from Libyan outbreak. *Nature* 444: 836-837
18. Oliveira, H.G. (2012). PoeTryMe: a versatile platform for poetry generation. In *Proceedings of the ECAI 2012 Workshop on Computational Creativity, Concept Invention, and General Intelligence, C3GI 2012, Montpellier, France*.
19. Pinker, S. (2010) The cognitive niche: Coevolution of intelligence, sociality, and language. *Proceedings of the National*

Academy of Sciences USA, 107, 8893-8999.

20. Prinou L, Halkia L, Skordoulis, C. (2011). The inability of primary school to introduce children to the theory of biological evolution. *Evolution: Education and Outreach* 4(2): 275-285.

21. Rutledge, M.L., Warden, M.A. (2000). Evolutionary theory, the nature of science & high school biology teachers: critical relationships. *The American Biology Teacher* 62(1): 23-31.

22. Sá-Pinto, X., Campos, R. (2012). As borboletas da Floresta Amarela. *Cibio - Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos. Vairão*. https://dl.dropboxusercontent.com/u/206969216/As_Borboletas_da_Floresta_Amarela.pdf

23. Spiegel, A.N., Evans, E.M., Frazier, B., Hazel, A., Tare, M., Gram, W., Diamond, J. (2012). Changing museums visitor's conceptions of evolution. *Evolution: Education and Outreach* 5: 43-61.

24. Stearns, S.C. (2014). Evolutionary medicine: its scope, interest and potential. *Proceedings of the Royal Society B* 279: 4305-4321. doi:10.1098/rspb.2012.1326

25. Wagler, R. (2010). A missing link: K-4 biological evolution content standards. *Evolution: Education and Outreach*, 3, 443-450.

26. Wagler, R. (2012). Assessing “the framework” for kindergarten through fifth grade biological evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 5, 274-278.

Xana Sá Pinto

CIBIO InBio, Universidade do Porto
NEDE - APBE

Rita Ponce

Centro de Biologia Ambiental, FCUL
NEDE - APBE

Maria João Fonseca

CIBIO InBio, Universidade do Porto

Paulo de Oliveira

CIBIO InBio, Universidade do Porto
Dep. Biologia, Universidade de Évora

Rita Campos

CIBIO InBio, Universidade do Porto
NEDE - APBE

