

# DA INVESTIGAÇÃO À PRÁTICA – UMA ABORDAGEM AO TEMPO GEOLÓGICO COM VISTA À PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Luísa Martins <sup>1</sup>, Luís Marques <sup>2</sup> e Jorge Bonito <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Escola Secundária Alves Martins – Viseu, <sup>2</sup>Universidade de Aveiro e <sup>3</sup>Universidade de Évora  
luisalmmartins@ua.pt, luís@ua.pt e jbonito@uevora.pt

**Resumo:** O tempo geológico é um conceito complexo, mas central no raciocínio geológico, constituindo uma grande potencialidade para o pensamento geral. Assim, tendo por base uma metodologia de investigação-acção, propomos uma abordagem a este conceito, no âmbito da Geologia, de modo a promover a educação para o desenvolvimento sustentável.

**Palavras-chave:** Tempo geológico; desenvolvimento sustentável; investigação-acção.

## Introdução

À semelhança do que aconteceu nos séculos XIX e XX com o desafio da alfabetização universal, somos hoje confrontados com a evidência de que a alfabetização científica, em todas as culturas e em todos os sectores, é uma opção estratégica para que a sociedade esteja à altura das exigências actuais. Um cidadão cientificamente culto é mais capaz de responder às exigências impostas pelos padrões sociais, económicos e culturais.

Iniciativas como o “Ano Internacional do Planeta Terra”, a “Década da Literacia” e a “Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável” têm alertado para a urgência das instituições educativas assumirem maiores responsabilidades na tentativa de resolução desta problemática. Por outro lado, o conhecimento da realidade portuguesa mostra ser necessário desenvolver investigação que aponte caminhos para uma alteração das práticas desenvolvidas nas escolas.

Para tentar encontrar algumas respostas para esta problemática, está a ser desenvolvido, no âmbito de um curso de doutoramento de base curricular, um estudo intitulado *Uma abordagem ao tempo geológico (TG): contributos para o desenvolvimento sustentável*, centrado na seguinte questão de investigação: “De que modo a compreensão do tempo geológico contribui para um aprofundamento da cultura científica e da responsabilidade do cidadão que promova o desenvolvimento sustentável, numa matriz Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS)?”

Desta questão principal, emergem duas sub-questões:

- 1- Qual a influência que as estratégias de ensino, definidas numa matriz CTS e numa lógica de ensino por pesquisa (EPP), exercem no desenvolvimento dos alunos como cidadãos cientificamente cultos?

2- Perante a certeza de que os recursos naturais são limitados, que contribuição dá o TG para o desenvolvimento de uma cidadania da sustentabilidade?

Com este estudo pretende-se essencialmente: a) contribuir para o desenvolvimento de um quadro teórico, no âmbito da educação em geral e das Geociências em particular, visando o desenvolvimento dos alunos como cidadãos cientificamente cultos numa lógica de sustentabilidade; b) conceber, desenvolver, implementar e avaliar estratégias, definidas com base nesse quadro teórico, no âmbito da Geologia no ensino secundário.

A centralidade e importância do conceito de tempo geológico no raciocínio em Geologia, bem como a sua complexidade e a continuidade do seu estudo durante o ensino secundário, levam-nos a propor esta comunicação na linha temática da “Educação e desenvolvimento de competências”, fazem com que a sua abordagem se torne num desafio teórico e metodológico e foram ainda determinantes na sua escolha para estudo, de modo a tentar encontrar possíveis soluções para os problemas com que a sociedade é confrontada actualmente.

Com a apresentação desta comunicação pretendemos participar e contribuir para a reflexão sobre o desafio da utilização dos resultados da investigação na prática lectiva e vice-versa, aproveitando sinergias entre investigadores seniores e juniores.

## Contextualização teórica

Na Sociedade do Conhecimento, caracterizada pela complexidade, pelo ritmo acelerado de mudança (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002) e pela incerteza (Morin, 2002), a construção do conhecimento é um factor crítico (Sá-Chaves, 2001) para o desenvolvimento sustentável, podendo torná-la numa sociedade de risco. Os cidadãos podem ser arrastados para uma pobreza extrema o que pode gerar problemas graves, comprometendo a sociedade, o ambiente, a economia e a política (Vilches & Pérez, 2008).

Reconhece-se, actualmente, que a educação em ciência, promotora da formação de cidadãos cientificamente cultos, capazes de participar activa e responsabilmente em sociedades que se querem abertas e democráticas (Cachapuz, Praia & Jorge, 2004) deve ser um objectivo social prioritário (Aikenhead, 2009). Estudos nacionais e internacionais têm identificado problemas preocupantes ao nível da literacia científica (Martins, 2002; GAVE, 2007). A solução deve passar pela participação de todos os cidadãos na resolução desses problemas, assente no acesso ao conhecimento como um direito universal.

O desafio da alfabetização científica é uma opção estratégica para que a sociedade esteja à altura das exigências da *emergência planetária* (Vilches & Pérez, 2008). A perspectiva CTS, inspirada nas “ideias, princípios e valores inerentes à cidadania democrática e à sua promoção” (Santos, 2004, p. 21), apresenta potencialidades para dar resposta aos problemas com que nos deparamos actualmente (Cachapuz, Paixão, Lopes & Guerra, 2008; Jenkins, 2009), contrariando uma educação em ciência demasiado compartimentada em que reina a especialização ou a hiper-especialização (Aikenhead, 2009).

As Ciências da Terra têm sido reconhecidas como muito importantes para o pensamento geral (Frodeman, 2001). No entanto, a investigação tem revelado que há dificuldades evidentes (Dodick & Orion, 2003; Trend, 2007), por parte dos alunos, dos professores, dos pais e dos cidadãos em termos gerais (Catley & Novick, 2009), acerca da compreensão do TG, conceito complexo, mas central e transversal, considerado como o coração da Geologia (Trend, 2007). O TG tem uma grande importância uma vez que ajuda a promover a literacia científica (Catley & Novick, 2009), pode ajudar a encontrar soluções para os problemas ambientais, facilita a

compreensão de que as provas são frequentemente incertas, não apontando conclusivamente para uma explicação singular, e a sua abordagem pode ajudar a desenvolver competências sociais importantes na sociedade contemporânea. Dificilmente alguém preserva o que não conhece. Por isso, é fundamental conhecer as lições do passado, nomeadamente no que diz respeito às questões ambientais, para ajudar a resolver os problemas do presente com vista ao desenvolvimento sustentável nas vertentes ambiental, social, económica e política.

A abordagem didáctica do conceito de TG no ensino secundário deve centrar-se na utilização de estratégias facilitadoras da construção do conhecimento (Bonito, Macedo & Raposo, 2006; Vasconcelos, Lopes, Costa, Marques & Carrasquinho, 2007) no desenvolvimento e implementação de actividades práticas diversificadas (Marques & Thompson, 1997) que ajudem os alunos a compreender de modo integrado a complexidade e a sequência temporal dos fenómenos geológicos, bem como as suas potencialidades na educação para o desenvolvimento sustentável (Catley & Novick, 2009; Vilches & Pérez, 2008). O Ensino por Pesquisa de matriz CTS (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002) é uma via para a formação de cidadãos cientificamente cultos, centrando-se em situações problemáticas actuais e recorrendo a Actividades Exteriores à Sala de Aula (Marques, Praia & Andrade, 2008) que se revestem de grande importância, quando articuladas com outras actividades.

## Metodologia

O estudo, a desenvolver entre 2009 e 2011, centra-se no processo de educação em ciência e no ensino das ciências, sendo predominantemente de natureza qualitativa. Valoriza-se a natureza descritiva e o processo, pretendendo-se fazer uma análise de dados tendencialmente indutiva. Procura-se desenvolver uma investigação-acção que se caracteriza por ser um processo flexível, permitindo, em simultâneo, investigar e aplicar na prática os resultados dessa investigação. É também um processo cíclico e em espiral que permite formar uma visão capaz de promover melhorias na qualidade da acção e de sugerir recomendações para a mudança (Elliot, 1997).

O estudo compreende três fases: desenvolvimento de um *core* de fundamento; concepção, desenvolvimento e avaliação de uma intervenção didáctica; elaboração de uma proposta metodológica fundamentada.

A primeira fase do estudo consistiu no desenvolvimento, a partir do estado da arte em educação em ciência, de um *core* de fundamento para aprofundar, no ensino secundário, uma cultura científica que promova o desenvolvimento sustentável com base nos contributos da compreensão do TG.

Na segunda fase (concepção, desenvolvimento e avaliação de uma intervenção didáctica) procurou-se compreender as concepções dos alunos sobre TG, definir e fundamentar as estratégias de ensino mais adequadas, planificar, implementar e avaliar a intervenção didáctica.

Numa primeira etapa, foram recolhidos dados a partir de um inquérito por questionário, aplicado a cerca de 1600 alunos das regiões Norte e Centro de Portugal, correspondendo a 64 turmas do 10.º e 11.º anos. Com este questionário pretendeu-se identificar a importância que os alunos atribuem à literacia científica, diagnosticar as concepções dos alunos acerca dos conceitos de tempo e de TG, identificar os factores que condicionam a compreensão do conceito de TG e, por fim, diagnosticar a importância que os alunos atribuem ao TG na aprendizagem da Geologia e na promoção do desenvolvimento sustentável. Com base nas conclusões da análise e interpretação dos dados recolhidos pelo questionário, bem como na revisão da literatura, foi

concebida uma intervenção didáctica a implementar na área disciplinar de Biologia e Geologia, com alunos do 11.º ano.

Posteriormente, o estudo continuou com a implementação da intervenção didáctica, na Escola Secundária Alves Martins – Viseu (ESAM), numa turma cuja leccionação foi da responsabilidade da investigadora principal deste trabalho. Esta intervenção foi estruturada em três momentos principais, incluídos na planificação da área disciplinar de Biologia e Geologia. O primeiro momento teve como finalidade fazer uma sensibilização para os problemas ambientais da região, decorrentes da actividade humana e consistiu na realização de uma saída de campo ao Planalto Beirão e à ETAR de S. Salvador. O segundo momento teve como finalidade fazer uma incursão ao passado geológico e consistiu na visita à exposição “A aventura da Terra – um planeta em evolução” patente no Museu Nacional de História Natural da Universidade de Lisboa. Finalmente, o terceiro momento teve como finalidade a compreensão do conceito de TG, inserido na realidade próxima dos alunos, de modo a ajudá-los a perspectivar um futuro sustentável e consistiu na saída de campo intitulada “A vertigem do Tempo Geológico na região de Viseu”.

Com base na análise e interpretação dos dados recolhidos a partir das respostas dos alunos aos questionários aplicados no início e no fim da realização da experiência, dos documentos produzidos pelos alunos, das notas de campo do investigador e dos *snapshots* aplicados aos alunos participantes na intervenção didáctica, foi sendo feita uma primeira avaliação, utilizada na definição de cada um dos momentos da intervenção didáctica.

Estes dados serão novamente analisados, utilizando as técnicas mais adequadas à sua natureza e às características do estudo (análise quantitativa e análise de conteúdo), de modo a retirar conclusões que permitam fazer a avaliação do impacto da intervenção didáctica, enquadrada numa dinâmica de investigação-acção.

## **Resultados esperados**

Com este projecto, espera-se contribuir para o desenvolvimento de um quadro teórico, no âmbito da educação em geral e das Geociências em particular, visando o desenvolvimento dos alunos como cidadãos cientificamente cultos numa lógica de sustentabilidade; e conceber, desenvolver, implementar e avaliar estratégias, definidas com base nesse quadro teórico, no âmbito da Geologia no ensino secundário.

No final do estudo, com base nas conclusões elaboradas a partir da análise e interpretação dos dados, será elaborada uma proposta metodológica fundamentada para o aprofundamento de uma cultura científica que promova o desenvolvimento sustentável a partir de uma abordagem ao Tempo Geológico.

## **Considerações finais**

Face ao contexto da sociedade actual, trabalhar conceitos complexos na escola poderá ser a chave para a resolução dos novos problemas. O Ensino por Pesquisa, de matriz CTS, é uma via para a formação de cidadãos cientificamente cultos, centrando-se em situações problemáticas actuais e recorrendo a Actividades Exteriores à Sala de Aula que se revestem de grande importância, quando articuladas com outras actividades.

A abordagem didáctica do conceito de TG, um dos conceitos complexos, centrada na utilização de estratégias facilitadoras da construção do conhecimento, no desenvolvimento e implementação de actividades práticas diversificadas que ajudem os alunos a compreender de

modo integrado a sequência temporal dos fenómenos geológicos e a suas potencialidades na educação para o desenvolvimento sustentável, parece-nos que, devidamente enquadrada e articulada num processo de investigação-acção, poderá contribuir para melhorar o papel da escola e dos seus agentes na educação e no desenvolvimento de competências de modo a preparar os alunos para a emergente Sociedade do Conhecimento.

## Referências bibliográficas

- Aikenhead, G. S. (2009). *Educação científica para todos*. Mangualde: Edições Pedagogo.
- Bonito, J., Macedo, R., & Raposo, N. (2006). Uma experiência didáctica na formação de professores com resolução de problemas em actividades práticas de campo. In J. Medina, B. V. Aguado, J. Praia & L. Marques (Orgs.), *Livro de actas do simpósio ibérico do ensino da geologia, XIV Simpósio sobre enseñanza de la geologia e XXVI curso de actualização de professores de geociências*, (pp. 99-104). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Cachapuz, A., Paixão, F., Lopes, J. B., & Guerra, C. (2008). Do estado da arte da pesquisa em educação em ciências: linhas de pesquisa e o caso "ciência-tecnologia-sociedade". *ALEXANDRIA Revista de educação em ciência e tecnologia*, 1(1), 25-46.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2004). Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & educação*, 10(3), 363-381.
- Catley, K. M., & Novick, L. R. (2009). Digging deep: exploring college students' knowledge of macroevolutionary time. *Journal of research in science teaching*, 46(3), 311-332.
- Dodick, J., & Orion, N. (2003). Measuring student understanding of geological time. *Science education*, 87(5), 708-731.
- Elliott, J. (1997). *Action research for educational change*. Filadélfia: Open University Press.
- Frodeman, R. (2001). A epistemologia das geociências. In L. Marques & J. Praia (Coord.), *Geociências nos currículos dos ensinos básicos e secundário*, (pp. 39-57). Aveiro: Universidade Aveiro.
- GAVE (2007). *PISA 2006 – Competências científicas dos alunos portugueses*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Jenkins, E. (2009). Reforming school science education: a commentary on selected reports and policy documents. *Studies in science education*, 45(1), 65-92.
- Marques, L., & Thompson, D. (1997). Portuguese students' understanding at ages 10-11 and 14-15 of the origin and nature of the Earth and the development of Life. *Research in science & technological education*, 15(1), 29-51.
- Marques, L., Praia, J., & Andrade, A. S. (2008). Actividades exteriores à sala de aula em ambientes formais de ensino das ciências: sua relevância. In P. M. Callapez, R. B. Rocha, J. F. Marques, L. S. Cunha, & P. M. Dinis (Eds.), *A Terra. Conflitos e ordem. Homenagem ao professor Ferreira Soares*, (pp. 325-342). Coimbra: MMGUC.
- Martins, I. P. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 1(1), 28-39.
- Morin, E. (2002). *Os sete saberes para a educação do futuro*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Sá-Chaves, I. (2001). Informação, formação e globalização: novos ou velhos paradigmas? In I. Alarcão (Ed.), *Escola reflexiva e nova racionalidade*, (pp. 83-95). Porto Alegre: Artmed Editora.
- Santos, M. E. V. M. (2004). Dos códigos de cidadania aos códigos do movimento CTS. Fundamentos, desafios e contextos. In I. P. Martins, F. Paixão & R. M. Vieira (Ed.), *Perspectivas ciência-tecnologia-sociedade na inovação da educação em ciência*, (pp. 13-22). Aveiro: Universidade de Aveiro.

- Trend, R. (2007). Percepção e concepção de "tempo geológico": uma barreira para a aprendizagem das geociências? In L. Marques, J. Praia, & C. Guerra (Eds.), *A história da geologia na educação científica* (pp. 44-59). Aveiro: Universidade de Aveiro [CD-rom].
- Vasconcelos, C., Lopes, B., Costa, N., Marques, L., & Carrasquinho, S. (2007). Estado da arte na resolução de problemas em educação em ciência. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 6(2), 235-245.
- Vilches, A. & Pérez, D. G. (2008). La construcción de un futuro sostenible en un planeta en riesgo. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 55(Enero), 9-19.