



P
**ARA APRENDER
COM A TERRA**
MEMÓRIAS E NOTÍCIAS
DE GEOCIÊNCIAS
NO ESPAÇO LUSÓFONO

Henriques, M. H., Andrade, A. I.,
Quinta-Ferreira, M., Lopes, F. C.,
Barata, M. T., Pena dos Reis, R.
& Machado, A.

Coordenação

ATIVIDADES PRÁTICAS PARA O ENSINO DA ESTABILIDADE DE TALUDES COM BASE EM CASOS REAIS

TEACHING SLOPE STABILITY THROUGH PRACTICAL ACTIVITIES BASED ON CASE STUDIES

A. Rola¹, M. Quinta-Ferreira² & C. Gomes¹

Resumo – Neste estudo foram planeados, elaborados e validados materiais didáticos para o ensino CTS-A, a partir de um caso descrito na literatura – o deslizamento na Av. Elísio de Moura, ocorrido em Coimbra, no dia 27 de dezembro de 2000. A temática enquadra-se no programa de Biologia e Geologia do 11º ano, no tema Riscos Naturais e Problemas de Ocupação Antrópica (zonas de vertente). Os materiais didáticos foram implementados a 21 alunos, 9 raparigas e 12 rapazes, com idades entre os 16 e os 18 anos, do 11º ano de Biologia e Geologia, de uma escola do concelho de Viseu, que preencheram um questionário, na aula seguinte à da aplicação dos materiais. Este questionário era composto por 8 questões de resposta fechada, numa escala de 1 a 5, e por uma questão de resposta aberta, onde se pedia a apresentação de sugestões, críticas ou opiniões. Foi também realizada uma entrevista semiestruturada a 3 professores. Os alunos consideraram as atividades práticas pouco complexas e importantes para a compreensão da problemática dos riscos naturais associados às zonas de vertentes. Estes resultados estão em concordância com a perceção manifestada pelos professores.

Palavras-chave – Educação CTS-A; Geociências; Materiais didáticos; Zonas de vertente

Abstract – In this study we have planned, prepared and validated teaching materials for STS-E, based on a case study described in the literature – the Elísio de Moura Avenue earth flow, occurred in Coimbra, on December 27, 2000. This subject belongs to

¹ CGUC, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra, 3000-272 Coimbra, Portugal; ana.ave@gmail.com; romualdo@dct.uc.pt

² Departamento de Ciências da Terra, Centro de Geociências, Universidade de Coimbra, 3000-272 Coimbra, Portugal; mqf@dct.uc.pt

the theme Natural Hazards and Problems of Anthropogenic Occupation (slope areas), in the 11th grade of the Biology and Geology programme. These materials were evaluated by 21 students, 9 girls and 12 boys, aged between 16 and 18, attending 11th grade Biology and Geology classes, in a school in the municipality of Viseu. They completed a questionnaire in class, after the implementation of the didactic materials. This questionnaire had 8 closed-ended questions with a scale of 1 to 5 and an open-ended question requiring suggestions, comments or opinions. We also carried out a structured interview with 3 teachers. The students considered the practical activities important for the understanding of natural hazards associated with slope zones. The teachers expressed a similar opinion.

Keywords – Geosciences; Slope zone; STS-E Education; Teaching materials

1 – Introdução

Nos últimos anos tem-se acentuado a importância de um ensino das ciências voltado para a compreensão das relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente, perspectiva CTS-A. A integração desta perspectiva depende não só da organização dos programas, mas também da construção de materiais didáticos que enfatizem aquelas relações, a partir de problemas pertinentes para a sociedade. Como escreveu CANAVARRO (1999, p. 134) “...a abordagem STS [Science, Technology and Society] procura criar um contexto real e com significado para que a aprendizagem possa ocorrer, almeja que os alunos aprendam ciência num contexto de experiências reais, ligadas ao mundo desses alunos. A criação do contexto real e com significado permitirá aos alunos aplicar o que aprendem, agir sobre o mundo e sobre as suas aprendizagens”. No entanto, a perspectiva CTS-A no ensino português está ainda muito dependente dos recursos didáticos oferecidos pelos manuais escolares (MARTINS, 2002).

Neste estudo foram planeados, elaborados e validados materiais didáticos para o ensino CTS-A, a partir de um caso real descrito na literatura – o deslizamento na Av. Elísio de Moura, em Coimbra. Este tema está enquadrado na temática dos Riscos Naturais e Problemas de Ocupação Antrópica (zonas de vertente), da disciplina de Biologia e Geologia do 11º ano (AMADOR *et al.*, 2002).

2 – Enquadramento Do Caso

A morfologia inicial da vertente foi alterada, no início da década de 80, quando os materiais escavados nas fundações dos prédios em construção na Av. Elísio de Moura foram depositados no topo da vertente (Fig. 1). Na construção deste aterro não foram tomadas as precauções devidas, como a decapagem do coberto vegetal, a compactação mecânica dos materiais e a drenagem das águas pluviais e de infiltração. Passados vários anos, o aterro começou a dar sinais de instabilização e, em 1998, após um estudo geotécnico solicitado pelos moradores das vivendas da rua António Jardim, foi efetuada a estabilização dos logradouros e dos acessos às vivendas (Fig. 2). Foram colocadas

33 estacas moldadas, com 80 cm de diâmetro, espaçadas de 1,5 m, ligadas por uma viga com 16 ancoragens de 600 kN, inclinadas a 45° e a 3 m de distância umas das outras. Os logradouros foram impermeabilizados e as águas superficiais coletadas e canalizadas. A 27 de dezembro de 2000, após várias semanas de precipitação elevada, ocorreu o deslizamento de terras que destruiu 27 garagens, 31 viaturas, 3 pilares e dois andares de um edifício da Avenida Elísio de Moura. A estabilização, efetuada em 1998, impediu a destruição das vivendas da Rua António Jardim (LOURENÇO & LEMOS, 2001; QUINTA-FERREIRA *et al.*, 2002).



Fig. 1 – Localização do local do deslizamento, Avenida Elísio de Moura, Coimbra, Portugal (Google Maps).



Fig. 2 – Perfil do terreno após a estabilização dos logradouros e dos acessos às vivendas. Na figura observa-se ainda o local onde ocorreu a instabilização que provocou o deslizamento de 27 de dezembro de 2000 (adaptado de LOURENÇO & LEMOS, 2001; QUINTA-FERREIRA *et al.*, 2002).

3 – Metodologia

3.1 – Construção dos materiais didáticos

108

Com base em dados obtidos em artigos científicos sobre o deslizamento (LOURENÇO & LEMOS, 2001; QUINTA-FERREIRA *et al.*, 2002; LEMOS & QUINTA-FERREIRA, 2004; QUINTA-FERREIRA & PEREIRA, 2005; QUINTA-FERREIRA, 2007) foi elaborada uma ficha de trabalho intitulada “Estudo de caso: deslizamento na avenida Elísio de Moura, em Coimbra”, com atividades práticas de papel e lápis, em duas versões, uma para o aluno e a outra para o professor. Na Fig. 3 são apresentadas duas atividades da versão do aluno. Com estas atividades pretendia-se que os alunos atingissem os seguintes objetivos: a) realizar um estudo de caso sobre um acontecimento real; b) compreender que os movimentos em massa resultam da convergência de fatores naturais, potenciados pela ação antrópica; c) reconhecer a importância da Geologia na implementação de medidas de prevenção/remediação, na identificação de potenciais riscos e no ordenamento do território; d) assumir novas atitudes face à Geologia. Foram também elaboradas duas animações, uma sobre os efeitos do deslizamento, outra com a evolução do perfil do terreno onde ocorreu a instabilidade, desde o início da década de 80, do século xx, até o momento em que ocorreu o deslizamento, de modo a possibilitar uma melhor compreensão dos processos geológicos em estudo. A versão do professor continha os objetivos da atividade, uma proposta de correção, um glossário de termos científicos e técnicos e duas listas de referências (bibliografia consultada e proposta de consulta).

3.2 – Amostra e instrumentos

Os materiais didáticos foram validados com 21 alunos, 9 raparigas e 12 rapazes, com idades entre os 16 e os 18 anos, do 11º ano de Biologia e Geologia, de uma escola do concelho de Viseu, que preencheram o Questionário para Avaliação de Materiais Didáticos (para o Tema Ocupação Antrópica e Problemas de Ordenamento – zonas de vertente) [QAMD], na aula seguinte à da aplicação dos materiais. O QAMD era composto por questões de resposta fechada, numa escala de 1 a 5, e por uma questão de resposta aberta, onde se pedia a apresentação de sugestões, críticas ou opiniões. Foi ainda realizada uma entrevista semiestruturada a 3 professores de Biologia e Geologia que estavam a lecionar o 11º ano.

4 – Análise dos resultados

Para analisar os dados foram efetuados cálculos de estatística descritiva e análise das respostas dos alunos à questão aberta, bem como das respostas dos professores. Para estas últimas foi efetuada uma análise de conteúdo (BARDIN, 2008). As categorias definidas são independentes, exclusivas e exaustivas. A tabela 1 apresenta os valores da média e do desvio-padrão obtidos para cada questão do QAMD apresentado aos alunos. Relativamente à questão aberta, apenas 5 alunos apresentaram opiniões, críticas ou sugestões (tabela 2). A tabela 3 apresenta as respostas dos professores à entrevista semiestruturada.

ESTUDO DE CASO: DESLIZAMENTO NA AVENIDA ELÍSIO DE MOURA, COIMBRA

A. FATORES QUE INFLUENCIAM OS MOVIMENTOS EM MASSA

1. Faz a correspondência possível entre os termos das colunas A e B (Tabela 1).
2. Discute, com os teus colegas, a inclusão de cada fator da coluna B na respetiva categoria.

Tabela 1: Fatores que influenciam os movimentos em massa.

COLUNA A – CATEGORIAS	COLUNA B – FATORES QUE INFLUENCIAM OS MOVIMENTOS EM MASSA
A – Fatores geológicos	1. Desflorestação ____
B – Fatores antrópicos	2. Litologia ____
C – Fatores climáticos	3. Alteração do declive das vertentes ____
	4. Saturação dos terrenos ____
	5. Sismos ____
	6. Descontinuidades ____
	7. Precipitação intensa ____

A.1. INCLINAÇÃO DA VERTENTE

Qualquer material numa vertente está sujeito à força gravítica. Esta pode ser decomposta na componente normal e na componente tangencial (Fig. 1). A componente tangencial é responsável pelo eventual movimento ao longo da superfície de vertente. A este movimento opõem-se forças de resistência como o atrito, a coesão dos materiais e o efeito de ancoragem das raízes.

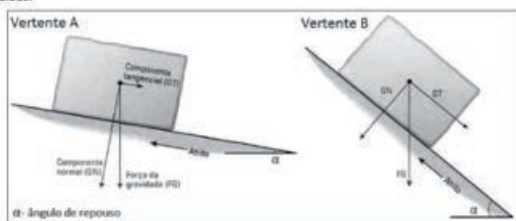


Figura 1 – Ação da gravidade sobre um bloco rochoso, em duas vertentes distintas.

1. Justifica qual a vertente (A ou B) da figura 1 tem maior possibilidade de instabilização.
2. Discute a influência do declive na estabilidade das vertentes.
3. Inere a influência da desflorestação na instabilização de vertentes.

Fig. 3 – Exemplo de duas atividades para o tema ocupação antrópica e problemas de ordenamento (zonas de vertente) – versão do aluno.

Tabela 1 – Avaliação dos materiais didáticos pelos alunos.
Valor da média e do desvio padrão (DP) para cada uma das questões do QAMD.

110

<i>Questões</i>	<i>Média ± DP</i>
1. Complexidade da ficha de trabalho	2,62±0,84
2. Complexidade das figuras	2,19±0,96
3. Complexidade dos textos	2,57±0,66
4. Complexidade das questões	2,48±0,66
5. Importância do vídeo sobre o deslizamento para a compreensão do tema	4,24±0,75
6. Importância da animação para a compreensão do tema	4,38±0,65
7. Importância do estudo de caso para a compreensão do tema	4,19±0,79
8. Contributo para a compreensão da importância da Geologia na Sociedade	4,24±0,61

Tabela 2 – Unidades de registo obtidas a partir da análise das respostas à questão aberta (sugestões, críticas ou opiniões).

<i>Apreciações e Sugestões dos Alunos</i>
<i>Apreciações</i>
“O vídeo foi bastante importante para melhor perceber o caso em estudo (...)”
“(...) o trabalho apresentado serviu para percebermos melhor o estudo das vertentes (...)”
“O vídeo foi bastante elucidativo e importante para a compreensão do tema.”
“(...) havia dois textos a dizer a mesma coisa, se bem que ajuda a entender melhor a situação.”
<i>Sugestões</i>
“(...) acho que deveriam ter sido colocadas mais imagens do local antes do incidente e do local atualmente.”
“Os textos deveriam ser menos extensos.”

Tabela 3 – Unidades de registo obtidas a partir da análise de algumas das respostas dos professores.

<i>Apreciações e Sugestões dos Professores</i>
<i>Apreciações</i>
“Gostei muito dos materiais produzidos.”
“Este tipo de materiais é bastante útil, já que o programa sugere a abordagem de um estudo de caso.”
“O estudo destes problemas possibilita a integração das aprendizagens em contexto de sala de aula.”
“Promove a discussão da problemática CTS-A”.
“Sensibiliza para os riscos geológicos”.
<i>Sugestões</i>
“Incluir na ficha do aluno o glossário e os objetivos da atividade.”
“Nos materiais audiovisuais poderiam ser apresentadas figuras/imagens relativas ao local, anteriores aos deslizamentos.”
“Incluir outros exemplos de deslizamentos na cidade de Coimbra e arredores.”

Relativamente à complexidade das atividades práticas, estas foram consideradas pouco complexas (questões 1 a 4). As figuras ($M=2,19$; $DP=0,96$) e as questões ($M=2,48$; $DP=0,66$) foram os aspetos das atividades considerados como os menos complexos.

A ficha de trabalho, na totalidade ($M=2,62$; $DP=0,84$), e os textos ($M=2,57$; $DP=0,66$) foram os aspetos considerados mais complexos. Estes resultados estão em sincronia com as apreciações e sugestões manifestadas por dois alunos (tabela 2).

O estudo de caso apresenta três textos, adaptados da bibliografia, que descrevem a geologia do local, as alterações ao perfil do terreno, os fatores condicionantes e os fatores instabilizadores do deslizamento. Contudo, a linguagem científica poderá ter sido um obstáculo à interpretação dos textos. Esta dificuldade de utilização da linguagem científica, identificada também num outro estudo com alunos portugueses do 10º ano (ROLA *et al.*, 2012), poderá ser superada com a introdução do glossário na versão do aluno.

No que respeita à animação e ao vídeo, os alunos consideram-nos importantes para uma melhor compreensão do tema, talvez porque constituem representações pictóricas relevantes para o entendimento da dimensão do deslizamento ($M=4,38$; $DP=0,65$ e $M=4,24$; $DP=0,75$, respetivamente). Os alunos consideraram ainda que “(...) o trabalho apresentado [estudo de caso] serviu para percebermos melhor o estudo das vertentes (...)” (tabela 2), integrado no tema Riscos Naturais e Problemas de Ocupação Antrópica ($M=4,19$; $DP=0,79$) e facilitou a compreensão do papel da Geologia no ordenamento do território e na avaliação do risco geológico ($M=4,24$; $DP=0,61$). Estes resultados estão em concordância com a perceção manifestada pelos professores (tabela 3).

5 – Considerações finais

A recetividade aos materiais foi boa. A análise do QAMD revelou que os alunos consideraram as atividades práticas importantes para a compreensão da problemática das zonas de vertente, no contexto dos riscos naturais e dos problemas da ocupação antrópica das zonas de risco. Consideraram ainda que a ficha de trabalho é pouco complexa. Sobressai, no entanto, alguma complexidade dos textos utilizados, provavelmente relacionada com a compreensão da linguagem científica. Para minimizar esta situação, será introduzido, na versão do aluno, um glossário de termos científicos e técnicos. Também as animações serão aperfeiçoadas com mais imagens do local afetado pelo deslizamento.

O estudo de situações-problema concretas possibilita integração das aprendizagens construídas em sala de aula, promove momentos de discussão das relações entre a Geologia, a geotecnia, a sociedade e o ambiente e sensibiliza para os riscos geológicos e para o ordenamento do território. Em conclusão, os materiais apresentados neste trabalho constituem uma proposta válida para o ensino da estabilidade de taludes no tema Riscos Naturais e Problemas de Ocupação Antrópica (zonas de vertente). Como limitação deste estudo, existe o facto de apenas cinco alunos terem respondido à questão aberta. Estes e outros materiais, em construção, serão implementados a uma amostra mais alargada. A entrevista também será efetuada a um número maior de professores.

Agradecimentos – Aos professores e alunos que participaram no processo de validação dos materiais didáticos. O CGUC e o Centro de Geociências são financiados por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

Referências Bibliográficas

112

- AMADOR, F., SILVA, C. P., BATISTA, J. P. & VALENTE, R. A. (2002) – Programa de Biologia e Geologia. Componente de Geologia. 11.º Ano. Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias. Ministério da Educação, Departamento da Educação Secundária, Lisboa, p. 15-36.
- BARDIN, L. (2008) – Análise de conteúdo. Lisboa, Edições 70.
- CANAVARRO, J. M. (1999) – Ciência e Sociedade. Quarteto Editora, Coimbra.
- LEMOS, L. & QUINTA-FERREIRA, M. (2004) – Escorregamento de terras na encosta da Av. Elísio de Moura. *Geotecnia*, 100, p. 143 – 156.
- LOURENÇO, L. & LEMOS, L. (2001) – Considerações acerca da movimentação em massa ocorrida na vertente poente da Avenida Elísio de Moura, em Coimbra. *Territorium*, 8, p. 93-109.
- MARTINS, I. P. (2002) – Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1. <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero1/Art2.pdf> (consultado em 2012.02.16).
- QUINTA-FERREIRA, M. (2007) – Natural and man made causes for the Elísio de Moura soil flow in Coimbra, Portugal. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 66, p. 35 – 43.
- QUINTA-FERREIRA, M., LEMOS, L. & DIAS, J. (2002) – Caracterização preliminar do deslizamento da Avenida Elísio de Moura. Coimbra. Atas do 8º Congresso Nacional de Geotecnia, A Geotecnia Portuguesa e os Desafios do Futuro. *Sociedade Portuguesa de Geotecnia*, vol. 2, p. 601-611.
- QUINTA-FERREIRA, M. & PEREIRA, L. (2005) – Vamos ver porque caem taludes em Coimbra. *Geologia no verão*, Ciência Viva.
- ROLA, A., ABRANTES, I. & GOMES, C. (2012) – Students' difficulties in Biology and Geology project work, in Portuguese secondary education. New Perspective in Science Education Conference, Florence, Italy. www.pixel-online.net/science/common/download/paper_pdf/229-STM21-FP-Rola-NPSE.pdf (consultado em 2012.10.29).