

A MODELAÇÃO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS GEOLÓGICOS: UM ESTUDO COM ALUNOS DO ENSINO SECUNDÁRIO

Cândida Ferreira

Escola Secundária S/3 S. Pedro, Vila Real, Portugal
candidaferreiravrl@sapo.pt

Ana Alencão

Departamento de Geologia UTAD/Centro de Geofísica da Universidade de Coimbra, Portugal
alencao@utad.pt

Clara Vasconcelos

DGAOT/Unidade de Ensino das Ciências/Centro de Geologia; FCUP; Porto, Portugal
csvascon@fc.up.pt

Resumo

Tendo por base o tema “Deformação das rochas” que integra o currículo da disciplina de Biologia e Geologia de 11.º ano, desenvolveu-se uma investigação recorrendo à Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP). Pretendia-se verificar se a modelação, como estratégia da ABRP, promovia o sucesso escolar no ensino da geologia. Foi fornecido aos alunos um cenário que estimulou o questionamento, destacando-se as seguintes questões: “Como se pode simular, experimentalmente, a formação do maciço tectónico da serra da Estrela?” e “Como se pode simular, experimentalmente, a formação da depressão tectónica da bacia de Telões?”. De forma a obter resposta às questões foram concebidos modelos e realizadas atividades experimentais. Pretendia-se que os alunos atingissem os seguintes objetivos: planejar e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas; selecionar evidências a partir de documentos específicos relativos à serra da Estrela e à bacia de Telões; conceber, reformular e testar modelos capazes de reproduzirem os eventos geológicos mencionados; formular, comunicar e justificar explicações para processos associados à formação de um horst e de um graben.

A análise dos dados permitiu concluir que as atividades experimentais mobilizaram os alunos na conceção de modelos e na idealização de procedimentos experimentais. Demonstrou-se que a modelação é uma estratégia com potencialidades, facilitando a conjugação de diferentes fatores e a manipulação de variáveis. Verificou-se que a modelação, integrada numa metodologia investigativa do



tipo ABRP, auxiliou os alunos no desenvolvimento de processos científicos, na construção e aplicação de capacidades investigativas e num domínio de saberes capaz de possibilitar a sua mobilização na resolução de problemas e a melhoria dos resultados escolares.

Palavras-chave: Modelação; Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas; Atividades Experimentais.

Abstract

Supported in the thematic issue “Rock Deformation” aligned in the curriculum of the 11th grade of Biology and Geology subject, a Problem-Based Learning (PBL) research was developed. It aimed to verify if a PBL approach supported in modelling could promote students’ academic success. Students were given a scenario that stimulated questioning, being the following questions raised by students the most important ones: “How can the Serra da Estrela tectonic massif be simulated in the laboratory?” and “How can the Telões tectonic depression be simulated in the laboratory?”. To find some answers two models were built and used in experimental activities. Students had to plan the experimental activity and to collect evidences through the reading of given documents related to both issues in analysis. They also had to design and build the two models so that both of them were used to reproduce in the lab different geological processes: a horst and a graben.

The results’ analyses allowed us to conclude that the modelling activity led students to design experiments and to build models. Modelling was seen as a strategy that had potential in helping students to manipulate some variables during the experimentation. Modelling as an integrated strategy in an inquiry methodology helped students to develop some scientific processes and research capacities that unable them to mobilize knowledge and to solve problems in order to increase school success.

Keywords: Modelling; Problem-Based Learning; Experimental activities.

Contextualização

Com base nas temáticas de Geologia do currículo da disciplina de Biologia e Geologia do 11º ano, desenvolveu-se uma investigação recorrendo à Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) e à modelação como estratégia

didática. Pretendeu verificar-se a possibilidade de integrar a ABRP e a modelação num ensino investigativo, como preconizado nos programas escolares e defendido pela literatura internacional da especialidade. O cenário e contexto problemáticos foram construídos tendo em conta o conteúdo curricular “Deformação das rochas”, os objetivos e as metas dirigidas a alunos do ensino secundário. Promoveu-se a curiosidade e o estímulo para que os alunos pudessem formular questões que permitissem abordar os conceitos selecionados. Os cenários problematizantes e a procura de soluções envolvidas nesta metodologia promovem a qualidade das aprendizagens, que resulta da dinâmica colaborativa dos grupos de trabalho e da aprendizagem socialmente construída (Innes, 2006; Flores, 2010).

A modelação foi desenvolvida em sala de aula, num contexto de atividades práticas que implicou a conceção de modelos tridimensionais e posterior utilização, simulando fenómenos ou processos geológicos.

Objetivos

Pretendia-se que os alunos fossem capazes de: planejar e realizar pequenas investigações numa perspetiva ABRP; selecionar evidências a partir de documentos específicos relativos à serra da Estrela e à bacia de Telões; conceber, reformular e testar modelos análogos capazes de reproduzirem a formação destas duas estruturas tectónicas; formular, comunicar e justificar explicações para processos associados à formação de um horst e de um graben. A investigação tinha como objetivo último verificar se a ABRP, apoiada na modelação, auxiliava os alunos a desenvolverem o raciocínio científico e as capacidades investigativas necessárias ao sucesso escolar.

Fundamentação Teórica

A ABRP é uma metodologia que coloca enfoque especial no envolvimento dos alunos inseridos num grupo de trabalho colaborativo, privilegiando ações tendentes a aumentar o seu grau de autonomia, traduzido numa maior independência em relação à orientação fornecida pelo tutor. Esta metodologia apela ao pluralismo estratégico de atividades e de recursos didáticos, podendo integrar estratégias como a modelação (Vasconcelos & Almeida, 2012).

No ensino das ciências, em particular da Geologia, tem havido um incremento da modelação como estratégia utilizada em aulas práticas. Numa fase inicial, os docentes procuraram familiarizar-se com a estratégia concebendo modelos, contextualizando-os



no currículo e testando-os. A concepção destes modelos deve ter em conta a faixa etária dos alunos, o fenómeno geológico que se pretende testar ou demonstrar, a sua manipulação e transporte. Contudo deve, sempre, partir-se da ideia que não se consegue reproduzir o fenómeno natural em toda a sua abrangência no espaço e no tempo. A estratégia da modelação consiste geralmente numa atividade laboratorial de simulação de um acontecimento real, num contexto de atividades práticas, recorrendo a modelos, construídos em escalas muito pequenas, mas que se deformam bastante rapidamente simulando um fenómeno ou processo geológico real. São simulações que permitem compreender processos geológicos, facilitando a aprendizagem (Bolacha *et al.*, 2009). A utilização destes modelos deve ser acompanhada da discussão das hipóteses que lhe estão subjacentes, de modo a permitir que os alunos compreendam as suas limitações e a impedir que desenvolvam concepções erróneas.

Os modelos são utilizados pelos professores, em contexto de sala de aula, para demonstrar como algo funciona e para explicar um conteúdo conceptual mais complexo (Oh & Oh, 2011). Para que ocorra a compreensão do fenómeno é necessário promover uma transposição didática capaz de potenciar a simplificação e reconstrução dos conceitos científicos. Estas transposições orientam os alunos para a produção dos seus próprios modelos e permitem ao professor tirar vantagem das três atividades da modelação: a exploração, a expressão e o questionamento (Van Joolinger, 2004). Este exercício intelectual desenvolvido com os alunos é favorecido quando se empregam metodologias como a ABRP, permitindo orientá-los para a concepção dos modelos e o seu aperfeiçoamento.

Metodologia

A opção metodológica recaiu sobre um ciclo (produzir, aplicar, avaliar) de Investigação & Desenvolvimento (I&D) que contemplou a utilização de várias técnicas e instrumentos de recolha de dados, permitindo avaliar um programa de intervenção. Os instrumentos para a recolha de dados foram vários, mas neste trabalho apresentamos apenas os resultados obtidos aquando da aplicação de um diagrama em V, que foi preenchido no final das atividades de modelação. Este instrumento foi simultaneamente de avaliação dos alunos e de recolha de dados de investigação.

Partindo da ideia que os alunos dominavam conceitos e princípios, admitiu-se que os mesmos eram capazes de planificar trabalhos práticos e procedimentos experimentais, obter resposta a uma questão problema inicial (Flores, 2010) e traduzir toda essa atividade experimental através do preenchimento do diagrama em V.

Foi selecionado o conteúdo “Deformação das rochas” para ser lecionado em 10 aulas com a duração de 45 minutos cada uma, sendo os participantes alunos de 11.º ano a frequentar a disciplina de Biologia e Geologia. A implementação das diferentes atividades decorreu segundo uma sequência previamente determinada e por ordem cronológica de fases, nomeadamente a apresentação do cenário problemático, o questionamento, a ocorrência de pequenas investigações orientadas, a conceção de modelos e a realização das atividades experimentais com preenchimento do V de Gowin no final de cada uma das atividades (Ferreira, 2012).

Para a implementação da metodologia ABRP os alunos foram distribuídos em grupos heterogéneos de 5 ou 6 elementos, de modo a maximizar o trabalho colaborativo e a partilhar aprendizagens à medida que iam concretizando as tarefas solicitadas (Imagem 1).



Imagem 1 - Alunos em atividade colaborativa

Foi desenhado um problema motivador, capaz de estimular os alunos e de os envolver na investigação. Este problema constituiu o ponto de partida para os alunos formularem questões capazes de promover a discussão e a procura de soluções para a investigação em causa.

Na fase de conceção dos modelos solicitou-se a cada grupo que idealizasse um modelo para realizar uma simulação experimental que permitisse encontrar solução para os problemas propostos (Imagem 2).

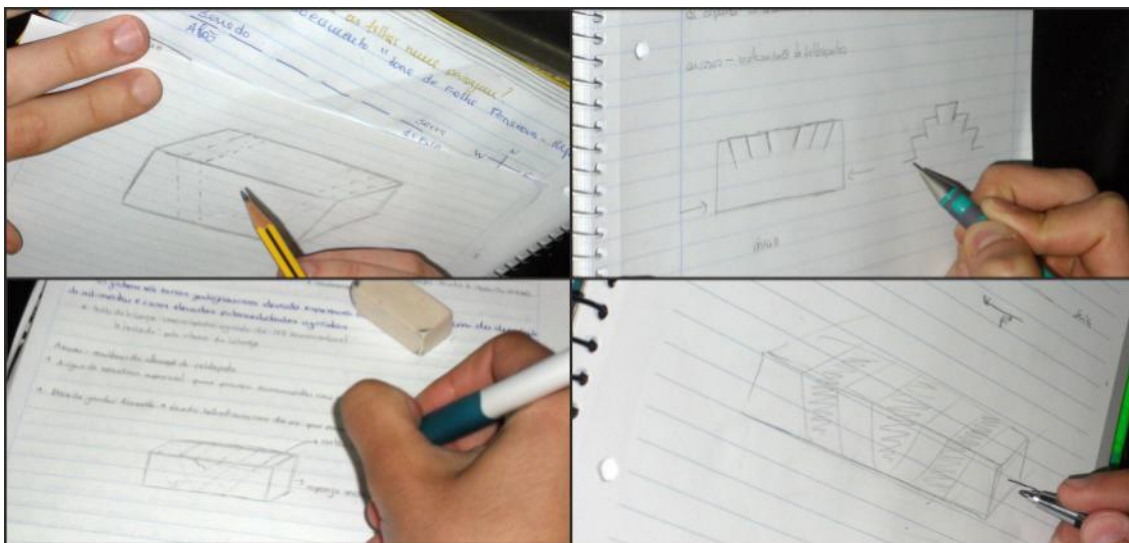


Imagem 2- Conceção de um modelo análogo no seio dos grupos

As explicações produzidas pelos alunos foram discutidas no grupo turma. Posteriormente foi selecionada a explicação que constituiu a hipótese de investigação. Em discussão aberta e organizada foram comentados dois modelos teóricos concebidos por cada grupo, identificadas as suas limitações e registadas as devidas correções (Imagem 3).



Imagem 3- Discussão na turma acerca de um modelo para um graben

Os alunos ajustaram os diferentes modelos apresentados e propuseram um modelo de consenso que permitiria a realização de duas atividades experimentais. Salienta-se que os modelos de consenso obtidos foram bastante semelhantes aos que foram concebidos, montados e testados pela professora-investigadora (Imagem 4).



Imagem 4 - Conceção dos modelos pelos alunos e modelos elaborados e utilizados na experimentação

No final da realização de cada uma das atividades experimentais procedeu-se à avaliação sumativa dos alunos, com o preenchimento de um diagrama em V (Imagem 5).



Imagem 5- Preenchimento individual do V de Gowin

O diagrama em V é um instrumento heurístico, também conhecido como V epistemológico, ou simplesmente por V de Gowin. Este diagrama resultou do trabalho desenvolvido por Gowin com o intuito de analisar a estrutura do processo de produção de conhecimento em ciências experimentais (Moreira, 2006). O seu uso no ensino da Geologia surge sobretudo associado à modelação ou a atividades laboratoriais. Pode ser um instrumento de análise do processo de ensino e do processo de aprendizagem, ou simplesmente usado como recurso para avaliar o aluno após a realização de uma atividade. Neste estudo, o preenchimento do V de Gowin possibilitou avaliar a



aprendizagem dos alunos e auxiliou-os a descrever os fenómenos naturais, compreendendo as teorias e os modelos atualmente aceites.

Discussão dos Resultados

A análise dos resultados obtidos indica que através da avaliação do V de Gowin foi possível verificar que os alunos da turma tiveram classificações muito satisfatórias: A Tabela 1 indica que 50% dos alunos (n=11) apresentou classificações superiores ou iguais a 150 pontos (num total de 200 pontos). O VG1 realizou-se após a atividade experimental 1 e o VG2 realizou-se após a atividade experimental 2.

Tabela 1 – Classes de distribuição das menções quantitativas e qualitativas obtidas nos relatórios de V de Gowin (VG1 e VG2) e no teste sumativo.

	0 50	50 100	100 150	150 175	175 200
	Fraco	Insuficiente	Suficiente	Bom	Muito bom
VG1	0	0	9	11	2
VG2	0	0	7	11	4
Teste	0	1	8	7	6

Verificou-se, ainda, que da atividade 1 para a atividade 2 houve um maior envolvimento dos alunos na formulação de explicações e um incremento na procura de soluções para as questões-problema e hipóteses colocadas. Houve também um acréscimo da recolha de evidências a partir dos documentos fornecidos, com benefícios na aprendizagem e na melhoria do domínio escrito e oral da língua portuguesa.

Conclusões

Os resultados mostram que a modelação permitiu que os alunos fossem capazes de preencher um V de Gowin, tarefa que implicou o domínio de alguns processos científicos e de capacidades investigativas inerentes à realização e compreensão das atividades experimentais de modelação. O êxito na realização desta tarefa demonstrou que a modelação potenciou o desenvolvimento do raciocínio científico associado à utilização de atividades experimentais. Por outro lado, o estudo realizado corrobora a importância do uso dos modelos no ensino, particularmente no



ensino da geologia, ciência que recorre à modelação (neste caso análoga) para obter evidências em laboratório que fortaleçam ou enfraqueçam teorias científicas.

Referências Bibliográficas

- Bolacha, E., Deus, H. M. & Fonseca, P. E. (2009). Modelação Análoga em Geologia, na Sala de aula. In *Actas do XXIX Curso de Actualização de Professores em Geociências*, Centro Interdisciplinar de Estudos Educacionais, Escola Superior de Educação de Lisboa, 83-85.
- Carvalho, C. J. & Dourado, J. (2009). A formulação de questões a partir de cenários problemáticos: Um estudo com alunos de Ciências Naturais do 3º ciclo do Ensino Básico português. In *Atas do X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia*. Braga: Universidade do Minho, 2615-2628.
- Dalghren, M. & Öberg, G. (2001). Questioning to learn and learning to question: Structure and function of problem-based learning scenarios in environmental science education. *Higher Education*, 41, 263-282.
- Ferreira, C. D. A. (2012). *A Modelação Análoga no Ensino da Geologia: Um estudo centrado na Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas*. [Dissertação de Doutoramento em Ciências da Terra e da Vida, apresentada na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro]
- Ferreira, C., Alençao, A. & Vasconcelos, C. (2011). Preservação da biodiversidade em áreas degradadas: uma intervenção centrada na Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, In *Educação em Ciências para o trabalho, o lazer e a cidadania, Actas do XIV Encontro Nacional de Educação em Ciências* (599-612). Braga: Universidade do Minho.
- Flores, J. (2010). El Aprendizaje Baseada en problemas y la V de Gowin en el Aprendizaje profundo. *PBL International Conference* S. Paulo, Brazil.
- Hassard, J. & Dias, M. (2009). *The Art of Teaching Science: Inquiry and innovation in middle school and high school*. New York: Routledge.
- Innes, R. (2006). What can learning science contribute to our understanding of the effectiveness of problem-based learning groups? *Journal of Management Education*, 30 (6), 751-764.
- Moreira, M. (2006). Mapas de Conceitos e Diagramas em V. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Oh, P. S. & Oh, S. J. (2011). What teachers of science need to know about models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130.



- Palma, C. & Leite, L. (2006). Formulação de questões, educação em ciências e aprendizagem baseada na resolução de problemas: Um estudo com alunos portugueses do 8º ano de escolaridade. In *Atas do Congresso Internacional PBL2006ABRP* (Cd-Rom). Lima (Peru): Pontifícia Universidad Católica del Perú.
- Van Joolingen, W. (2004). Roles of modeling in inquiry learning. In *IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, Joensuu, Finland.
- Vasconcelos, C. & Almeida, A. (2012). *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino das Ciências. Propostas de trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geologia*. Porto Editora. Porto.