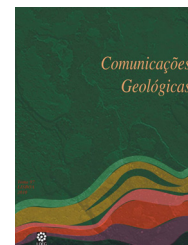


Os fósseis vegetais e a génese do carvão: uma visita de estudo à Bacia Carbonífera do Douro

The plant fossils and the genesis of coal: A study visit to the Carboniferous Douro Basin

A. Oliveira^{1*}, D. Flores², L. Calafate¹, J. R. Moreira³



Artigo Curto
Short Article

© 2014 LNEG – Laboratório Nacional de Geologia e Energia IP

Resumo: Este trabalho evidencia uma experiência no âmbito da Prática de Ensino Supervisionada (PES), que visa a realização de uma visita de estudo à Bacia Carbonífera do Douro segundo o modelo de Nir Orion. Abordando-se aspetos relacionados com os fósseis vegetais e a génese do carvão, pretende-se averiguar se as visitas de estudo, organizadas segundo o modelo proposto, contribuem para a aprendizagem dos conteúdos de Biologia e de Geologia pelos estudantes. Recorreu-se ao estudo de caso como método de investigação e foi utilizada uma amostra por conveniência (turma de 11º ano). Para a recolha de dados recorreu-se à técnica de inquérito por questionário com uma escala de Likert, a um teste de avaliação diagnóstica antes da visita e, posteriormente, a um teste de avaliação formativa idêntico ao anterior. A maioria dos estudantes considerou as visitas de estudo importantes para a aprendizagem dos conteúdos de Biologia e de Geologia e, à exceção de uma pergunta, obtiveram melhores resultados no teste de avaliação formativa realizado após a visita.

Palavras-chave: Visita de estudo, Aprendizagem, Biologia, Geologia.

Abstract: This work shows an experience under Supervised Teaching Practice (PES), which aims to conduct a field trip to the Carboniferous Douro Basin according to the Nir Orion model. Addressing the plant fossils and the genesis of coal, we intend to investigate if the field trips, organized according to the proposed model, contribute to the apprenticeship of Biology and Geology by the students. The case study was the research method adopted and a convenience sample was used (11th grade class). For data collection we resorted to the technique of questionnaire with a Likert scale, a test for diagnostic evaluation before the field trip and, subsequently, a test of formative assessment identical to the previous one. Most students found the field trips important for learning the content of Biology and Geology, and except for one question, they did better in the formative evaluation test conducted after the field trip.

Keywords: Field trip, Apprenticeship, Biology, Geology.

1. Introdução

O presente trabalho pretende contribuir para a compreensão da importância das visitas de estudo, organizadas segundo o modelo de Nir Orion (1993), para a aprendizagem dos conteúdos de Biologia e de Geologia pelos estudantes. De acordo com Almeida (1998) uma visita de estudo “pode revelar-se uma importante atividade, facilitadora da compreensão dos conhecimentos científicos e do desenvolvimento de competências cognitivas e socioafetivas dos estudantes” (Almeida, 1998, p.25).

Pretende-se neste estudo avaliar se as visitas de estudo, organizadas segundo o modelo de Nir Orion, contribuem para a aprendizagem dos conteúdos de Biologia e de Geologia pelos estudantes.

2. Enquadramento do estudo

Foi realizada uma visita à Bacia Carbonífera do Douro (BCD), nas localidades de São Pedro da Cova e Ermesinde, para observação de uma jazida fossilífera do Carbonífero continental português e para correlacionar esta ocorrência com a existência de uma flora abundante que deu origem a camadas de carvão exploradas durante décadas nesta região.

A BCD, afloramento mais extenso de Carbonífero continental português (Wagner & Lemos de Sousa, 1983). Trata-se de uma bacia limnica intramontanhosa (Domingos *et al.*, 1983) ocorrendo ao longo de estreitas depressões cuja idade foi definida como pertencente ao Ghzeliano inferior (Wagner & Lemos de Sousa, 1983; Fernandes *et al.*, 1997). A estrutura e estratigrafia sugerem a abertura de bacias sedimentares, de NW para SE, em regime de *pull-apart* (Pinto de Jesus, 2001, 2003) quando uma forte subsidência permitiu a deposição de sedimentos continentais com bancadas de matéria orgânica de origem vegetal que deram origem a camadas de carvão.

Wagner & Lemos de Sousa (1983) e Eagar (1983) confirmaram a existência de espécimes vegetais muito diversificadas e de bivalves limnicos. Estudos mais recentes indicam, ainda, a ocorrência de novas espécies vegetais (Correia *et al.*, 2014a), aracnídeos (Correia *et al.*,

¹Departamento de Biologia, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

²Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto; Centro de Geologia da Universidade do Porto.

³Departamento de Ciências da Educação e Património, Universidade Portucalense.

*Autor correspondente / Corresponding author: anasofiaoliveira91@gmail.com

2013) e insetos (Loureiro *et al.*, 2010; Correia *et al.*, 2014b).

A turfa que deu origem ao carvão da BCD depositou-se num pântano minerotrófico, tendo posteriormente a matéria orgânica atingido o grau de antracite A (ISO 11760, 2005) como resultado do aumento de temperatura provocada pela implantação dos maciços de rochas graníticas existentes em nível regional. Os carvões foram explorados desde 1795 a 1994 e utilizados como combustível, tanto em usos domésticos como industriais, principalmente durante as duas guerras mundiais, tendo sido o principal combustível usado para produção de energia na central termoelétrica da Tapada do Outeiro. Os trabalhos mineiros resultantes da sua exploração deixaram vestígios no património mineiro construído (p.e. Poço de S. Vicente, Museu Mineiros de São Pedro da Cova) e nas mais de 20 escombreyas (Ribeiro *et al.*, 2010, 2011) onde se encontram depositados os rejeitados desta atividade.

A riqueza e complexidade geológica e biológica do espaço fazem com que a área seja um local de elevado interesse para a realização de visitas de estudo, neste caso organizadas segundo o modelo de Nir Orion (1993, p.325), que pode ser definido como um “modelo prático para o planeamento e implementação de uma visita como parte integrante do currículo”, numa “espiral de aprendizagem” (Orion, 1996, p.26), a qual inclui: unidade de preparação, visita e unidade de síntese.

“A visita de estudo deve ser precedida por uma unidade de preparação para diminuir os fatores do *espaço novidade*” (Orion, 1993, p.328), o qual é composto por fatores cognitivos, geográficos e psicológicos (Orion, 2003). A novidade cognitiva depende dos conceitos e competências com que os estudantes lidam durante a visita de estudo e pode ser reduzida mediante a realização de atividades concretas, como o contacto dos estudantes com o material que vão encontrar no campo bem como a simulação de fenómenos e processos naturais em atividades laboratoriais. A novidade geográfica reflete a familiarização dos estudantes com a área onde será realizada a visita de estudo e pode ser reduzida sendo fornecida informação sobre o local com slides, filmes e trabalho com mapas. A novidade psicológica reflete as experiências prévias dos estudantes em visitas de estudo como eventos sociais e não como ambientes de aprendizagem, existindo uma diferença entre a expectativa e a realidade. A novidade pode ser reduzida sendo fornecida informação detalhada aos estudantes: propósito da visita de estudo, método de aprendizagem, número de paragens, duração, condições climáticas e possíveis dificuldades.

“A visita de estudo é a unidade central do programa e, em conjunto com a unidade de preparação, serve como uma ponte concreta para níveis de aprendizagem mais abstratos” (Orion, 1996, p.26). Poderão ser construídos vários materiais, como um guia de campo para orientar o trabalho dos estudantes em cada uma das paragens e uma série de mini pósteres para ajudar o professor a explicar as observações feitas nas várias paragens (Orion, 1996).

Segundo Orion (1993, p.328) “a unidade de síntese inclui a parte mais “difícil” do currículo, pois abrange conceitos mais complexos que exigem maior capacidade de abstração e um nível de concentração elevado por parte dos estudantes.” O professor poderá recorrer a materiais como o quadro, slides ou o campo.

3. Procedimentos metodológicos

Dada a natureza e o objetivo da investigação, recorreu-se ao estudo de caso como método da investigação pois é mais importante fazer uma análise detalhada da situação do que fazer generalizações (Pardal & Lopes, 2011).

Na investigação foi utilizada uma amostra por conveniência a qual consiste numa turma de 11º ano, com 13 estudantes, 8 raparigas e 5 rapazes, com uma média de idades de 17,5 anos. Vários estudantes são repetentes e, consequentemente, não estarão pela primeira vez em contacto com os conteúdos do 11º ano de escolaridade. Como se pretende avaliar o contributo das visitas de estudo para a aprendizagem, estes estudantes poderão estar em vantagem por terem tido contacto com os conteúdos no ano letivo anterior, embora na realidade raramente evidenciem essa vantagem.

Para a recolha de dados desta investigação recorreu-se à técnica de inquérito por questionário com uma escala de Likert, para obter opiniões dos estudantes, a um teste de avaliação diagnóstica e, posteriormente, um teste de avaliação formativa idêntico ao anterior. Os instrumentos aplicados antes e após a visita de estudo são os mesmos a fim de se verificar se ocorre uma alteração das respostas. O questionário garante o anonimato, uma condição necessária para a autenticidade das respostas. A escala de Likert “pretende, através do recurso a questões que permitem um amplo leque de respostas, evitar a rigidez e as limitações das alternativas concordo/discordo” (Pardal & Lopes, 2011).

Os dados foram posteriormente analisados através de procedimentos estatísticos.

4. Resultados

Os instrumentos de recolha de dados implementados foram um questionário, preenchido antes e após a visita de estudo, um teste de avaliação diagnóstica e um teste de avaliação formativa antes e após a mesma.

4.1. Questionário

As respostas ao questionário encontram-se organizadas na tabela 1 e tiveram em conta a escala: “1- Discordo totalmente; 2- Discordo; 3- Não discordo nem concordo; 4- Concordo; 5- Concordo totalmente”.

Pela análise da tabela 1 pode-se verificar que, antes da visita de estudo, a maioria dos estudantes considera as visitas importantes para a aprendizagem dos conteúdos de Biologia e de Geologia, proporcionando um clima de aprendizagem mais descontraído que em sala de aula, ficando mais disponíveis para aprender. Encaram as visitas como ambientes informais de aprendizagem e não

meramente como ambientes de convívio. De forma geral, afirmam que algumas limitações tais como a não familiarização dos professores com a organização das visitas, os custos das mesmas, as preocupações com segurança e a falta de material adequado não impedem que se aproveite todo o seu potencial. Consideram importante ter um contacto prévio com os materiais que vão encontrar, que se realizem atividades laboratoriais para se familiarizarem com os conceitos e que lhes seja fornecida informação detalhada sobre a visita, tal como o propósito,

paragens, duração, condições climáticas e possíveis dificuldades que irão encontrar. Afirmam que fornecer um guia de campo aos estudantes, para orientar o trabalho durante a visita, e o uso de mini pôsteres, contendo o que pode ser observado nas paragens, facilita a aprendizagem. Por último, consideram importante que, após a visita, se faça uma síntese dos conteúdos abordados, das observações feitas e que se esclareçam as suas dúvidas. Os resultados obtidos com a aplicação do questionário após a visita foram sensivelmente os mesmos.

Tabela 1. Respostas dos estudantes ao questionário antes (A) e após (B) a visita de estudo.

Table 1. Student responses to the questionnaire before (A) and after (B) the study visit.

Afirmações	1		2		3		4		5	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
As visitas de estudo são importantes porque facilitam a aprendizagem dos conteúdos de Biologia e Geologia.	0	0	0	0	1	0	3	4	9	9
As visitas de estudo proporcionam um clima de aprendizagem mais descontraído que em sala de aula.	0	0	0	0	0	0	1	4	12	9
Os estudantes ficam mais motivados para aprender numa visita de estudo.	0	0	0	0	0	0	4	4	9	9
Uma visita de estudo é meramente um ambiente de convívio.	1	1	5	5	6	6	1	0	0	1
Uma visita de estudo é um ambiente informal de aprendizagem.	1	0	0	1	6	3	4	5	2	4
Não se aproveita todo o potencial das visitas de estudo devido à não familiarização dos professores com a organização das mesmas.	3	1	8	4	1	5	1	2	0	1
Não se aproveita todo o potencial das visitas de estudo devido aos custos das mesmas.	0	0	5	2	5	7	3	2	0	2
Não se aproveita todo o potencial das visitas de estudo devido a preocupações com segurança.	2	0	6	5	4	5	1	0	0	3
Não se aproveita todo o potencial das visitas de estudo devido à falta de material adequado.	2	0	5	3	4	5	2	3	0	2
É importante que os estudantes tenham um contacto prévio com os materiais que vão encontrar na visita de estudo.	0	0	0	1	1	0	7	4	5	8
A realização de atividades laboratoriais, antes da visita de estudo, ajuda à familiarização dos estudantes com os conceitos a abordar durante a visita de estudo.	0	0	0	0	0	1	6	6	7	6
É importante que os estudantes recebam informação detalhada sobre a visita de estudo: propósito, paragens, duração, condições climáticas e possíveis dificuldades que irão encontrar.	0	0	0	0	1	2	4	3	8	8
Fornecer um guia de campo aos estudantes, para orientar o trabalho durante a visita de estudo, facilita a aprendizagem.	0	0	0	0	2	1	3	2	8	10
O uso de mini pôsteres, contendo aquilo que pode ser observado nas várias paragens, facilita a aprendizagem.	0	1	1	0	0	1	6	5	6	6
É importante que, após a visita de estudo, se faça uma síntese dos conteúdos abordados e observações feitas.	0	0	0	0	2	1	6	7	5	5
É importante que, após a visita de estudo, se esclareçam as dúvidas dos estudantes.	0	0	0	0	0	1	4	3	9	9

4.2. Teste de avaliação diagnóstica e teste de avaliação formativa

Os resultados obtidos com o teste de avaliação diagnóstica e com o teste de avaliação formativa encontram-se organizados na tabela 2.

Pela análise da tabela 2 pode-se concluir que, antes da visita, os estudantes revelam boa compreensão da génese do carvão e da composição química dos diferentes tipos de carvão. No entanto, revelam bastante dificuldade na identificação do grau de incarbonização de uma amostra de carvão com base nas propriedades da mesma, como o brilho, a cor e a identificação macroscópica de restos de vegetais. Verifica-se também que conseguem mais

facilmente descrever um processo de fossilização do que o identificar. A maioria consegue compreender a hierarquia das categorias taxonómicas mas mostram dificuldade na identificação da flora do Carbonífero e na compreensão do conceito de escombreira.

Pode-se, ainda, concluir que, após a visita e, de uma forma geral, as dificuldades apresentadas anteriormente foram ultrapassadas dado que se passou de uma média de 62,5% para uma média de 89,4% de respostas corretas (Tabela 2). Ocorreu diminuição pouco significativa das respostas corretas à questão 1 (12 estudantes responderam corretamente antes da visita e apenas 11 após a mesma), quiçá fruto da complexidade da questão ou de alguma falha de atenção.

Tabela 2. Composição química das tesselas e das amostras de calcário.

Table 2. Chemical composition of tesserae and limestone samples.

Questão	Objetivo	Respostas corretas	
		A	B
1	Compreender a gênese do carvão: relacionar a perda de água, de matérias voláteis e o aumento relativo em carbono com a incarbonização.	12	11
2	Interpretar um gráfico para identificar os tipos de carvão com base nos teores em carbono e em matérias voláteis e no poder calorífico.	11	13
3	Identificar o grau de incarbonização de uma amostra de carvão.	4	11
4	Identificar os processos de fossilização.	8	13
5	Compreender em que consiste a impressão.	11	13
6	Compreender a hierarquia das categorias taxonómicas.	9	10
7	Identificar alguns elementos da flora do Carbonífero.	3	9
8	Compreender o conceito de escombreira.	7	13

5. Considerações finais

Com os dados recolhidos é possível concluir que os estudantes consideram as visitas de estudo importantes para a aprendizagem dos conteúdos de Biologia e de Geologia e concordam que as estratégias implementadas antes e após a visita facilitam a aprendizagem. Relativamente às limitações associadas às visitas de estudo, os estudantes afirmam que tal não impede que se aproveite todo o potencial das mesmas.

Pela análise das respostas do teste de avaliação diagnóstica, realizado antes da visita, pode-se afirmar que os estudantes revelaram dificuldades na compreensão de determinados conteúdos. Todavia, analisando os resultados do teste de avaliação formativa realizado após a visita, é possível verificar que, de uma forma geral, as dificuldades foram ultrapassadas.

Posto isto, é possível concluir que os resultados apontam para uma tendência de melhoria da aprendizagem dos conteúdos de Biologia e de Geologia pelos estudantes.

Agradecimentos

Ao Dr. Pedro Correia pela disponibilidade e por toda a ajuda prestada. Aos professores estagiários Nuno Santos e Diogo Rodrigues pelo apoio dado na visita de estudo e no tratamento dos dados.

Referências

- Almeida, A., 1998. *Visitas de estudo: Conceções e eficácia na aprendizagem*. Lisboa: Livros Horizonte, 235 p.
- Correia, P., Murphy, J.B., Sá, A.A., Domingos, R., Flores, D., 2013. First Palaeozoic arachnid from Portugal and implications for Carboniferous palaeobiogeography. *Geological Journal*, **48**, 101-107.
- Correia, P., Nel, A., Sá, A., Domingos, R., Carneiro, A., Flores, D., 2014b. A new Palaeodictyoptera from the Late Carboniferous of Portugal. *Annales de la Société Entomologique de France*, (n.s.), **49**(4), 398-401.
- Correia, P., Šimůnek, Z., Pšenička, J., Sá, A.A., Domingos, R., Carneiro, A., Flores, D., 2014a. New paleobotanical data on the Portuguese Pennsylvanian (Douro Carboniferous Basin, NW Portugal). *Comunicações Geológicas*, **101**(Especial I), 409-414.
- Domingos, L.C.G., Freire, J.L.S., Gomes da Silva, F., Gonçalves, F., Pereira, E., Ribeiro, A., 1983. The structure of the intramontane Upper Carboniferous Basins in Portugal. In: M.J. Lemos de Sousa, J.T. Oliveira, (Eds). *The Carboniferous of Portugal. Memória dos Serviços Geológicos de Portugal*, **29**, 187-194.

- Eagar, R., 1983. The non-marine bivalve fauna of the Stephanian C of North Portugal. In: M.J. Lemos de Sousa, J.T. Oliveira, (Eds). *The Carboniferous of Portugal. Memória dos Serviços Geológicos de Portugal*, **29**, 179-185.
- Fernandes, J.P., Pinto de Jesus, A., Teixeira, F., Lemos de Sousa, M.J., 1997. Primeiros resultados palinológicos na Bacia Carbonífera do Douro (NO de Portugal). In: A. Grandal d'Anglade, J.C. Gutiérrez-Marco, L. Santos Fidalgo, (Eds). *XIII Jornadas de Paleontologia "Fósiles de Galicia"/IV Reunión Internacional Proyecto 351 PICG "Paleozoico Inferior del Noroeste de Gondwana"*, A Coruña, 1997, Libro de Resúmenes y Excursiones, 176-179.
- ISO 11760, 2005. *Classification of coals. International Organization for Standardization*. 1st edition, Geneva, Switzerland. 9 p.
- Loureiro, J.P., Correia, P., Nel, A., Pinto de Jesus, A., 2010. *Lusitaneura covensis* nov. gen. & nov. sp., first Caloneuroidea from the Carboniferous of Portugal (Insecta: Pterygota: Panorthoptera). *Annales de la Société Entomologique de France* (n.s.), **46**, 242-246.
- Orion, N., 1993. A model for the development and implementation of field trips as an integral part of the science curriculum. *School Science & Mathematics*, **93**(6), 325-331.
- Orion, N., 1996. An holistic approach to introducing geosciences into schools: The Israeli model – from practice to theory. In: D. Stow, G. McCall, (Eds). *Geosciences education and training in schools and universities, for industry and public awareness*. Association of Geoscientists for International Development, special publication series No 19. Rotterdam, Balkema. 17-34.
- Orion, N., 2003. The outdoor as a central learning environment in the global science literacy framework: From theory to practice. In: V. Mayer, (Ed.). *Implementing global science literacy*. Ohio State University. 53-66.
- Pardal, L., Lopes, E., 2011. *Métodos e técnicas de investigação social*. Areal Editores, Porto, 191 p.
- Pinto de Jesus, A., 2001. *Gênese e evolução da Bacia Carbonífera do Douro (Estefaniano C inferior, NW de Portugal): Um modelo*. Tese de doutoramento, Universidade do Porto (não publicada), 232 p.
- Pinto de Jesus, A., 2003. Evolução sedimentar e tectónica da Bacia Carbonífera do Douro (Estefaniano C inferior, NW de Portugal). *Cadernos do Laboratório Xeológico de Laxe*, **28**, 107-125.
- Ribeiro, J., Ferreira da Silva, E., Li, Z., Ward, C., Flores, D., 2010. Petrographic, mineralogical and geochemical characterization of the Serrinha coal waste pile (Douro Coalfield, Portugal) and the potential environmental impacts on soil, sediments and surface waters. *International Journal of Coal Geology*, **83**, 456-466.
- Ribeiro, J., Ferreira da Silva, E., Pinto de Jesus, A., Flores, D., 2011. Petrographic and geochemical characterization of coal waste piles from Douro Coalfield (NW Portugal). *International Journal of Coal Geology*, **87**, 226-236.
- Wagner, R.H., Lemos de Sousa, M.J., 1983. The Carboniferous Megafloras of Portugal - A revision of identifications and discussion of stratigraphic ages. In: M.J. Lemos de Sousa, J.T. Oliveira, (Eds). *The Carboniferous of Portugal. Memória dos Serviços Geológicos de Portugal*, **29**, 127-152.