

MATERIAIS CURRICULARES PARA UM CONTEXTO GEOLÓGICO LOCAL: O CASO DA PEDREIRA DA QUINTA DO MOINHO (VILA NOVA DE GAIA)

Dorinda Rebelo

Escola Secundária de Estarreja, Portugal
dorinda.rebelo@gmail.com

Margarida Morgado

Escola Secundária de Viriato, Viseu, Portugal.
morgadommargarida@gmail.com

Jorge Medina

Universidade de Aveiro e Centro de Investigação GeoBioTec da Universidade de Aveiro,
Portugal.
jmedina@ua.pt

Jorge Bonito

Universidade de Évora e CIDTFF da Universidade de Aveiro, Portugal.
jbonito@ua.pt

Luís Marques

CIDTFF da Universidade de Aveiro, Portugal.
luis@ua.pt

António Soares de Andrade

Centro de Investigação GeoBioTec da Universidade de Aveiro, Portugal.
asandrade@ua.pt

Resumo

A construção de materiais curriculares com base no que se conhece atualmente sobre o ensino e a aprendizagem, suportados com ideias cognitivistas e baseados na perspetiva construtivista (ensino por pesquisa) promove a compreensão profunda de conceitos científicos e de estratégias de investigação para abordar as necessidades individuais de cada aluno. A elaboração de materiais curriculares por professores e investigadores, aplicados a problemas ou contextos específicos, é um procedimento relativamente recente, ainda com um grande potencial de desenvolvimento. Este artigo dá conta do processo de conceção, construção e aplicação de materiais curriculares para o desenvolvimento de atividades exteriores à sala de aula, aplicados



à Pedreira da Quinta do Moinho (Vila Nova de Gaia, Portugal). Considera-se a caracterização geológica desenvolvida, bem como os princípios psicopedagógicos apontados, sob a temática “exploração sustentada de recursos geológicos”.

Os documentos destinam-se a alunos do 11.º ano de escolaridade, tendo sido aplicados em três escolas das regiões Centro e Norte de Portugal. Na avaliação dos materiais, os professores consideraram que estes permitiram construir uma atividade privilegiada para o alargamento e aprofundamento da literacia científica dos alunos. Os alunos declararam que os materiais associados à atividade de campo lhes promoveram competências associadas ao trabalho colaborativo, à resolução de problemas e ao trabalho laboratorial, além da sensibilização para o papel das Geociências na resolução de problemas ambientais.

Palavras-chave: Materiais curriculares; Ensino das geociências; Pedreira da Quinta do Moinho.

Abstract

The designing of appropriate curriculum materials based on science education research recommendations promotes an in depth understanding of concepts and develops thinking skills among learners which strengthen their scientific understanding. The preparation of curriculum materials within secondary school teachers and researchers' interaction and within a problem solving and familiar context is a relatively new idea and reveals a high potential for improving both science teaching and learning process. This paper describes the work done in order to develop, implement and evaluate curricular modules for outdoor learning environments, focusing on the sustainability analysis of the granite quarry Quinta do Moinho (northern of Portugal).

The main geological features of the area and the psycho-pedagogical procedures related to the curricular module approach “Sustainable exploration of geological resources”, for the 11th year of schooling, are detailed. The implementation was carried out in three schools at the center and northern areas of the country. As far as the materials' evaluation is concerned, a written questionnaire was administered to the students at the end of the implementation, whereas the teachers were interviewed. The learners revealed that the designed field trip materials promoted the development of competences related to collaborative work, to problem solving abilities and to lab work. The role played by the Geosciences knowledge in the process of looking for local



environmental solutions was also emphasized. Teachers underline that these materials and the approach to them contribute to the achievement of a broad and accurate view of scientific literacy by the students.

Keywords: Curriculum materials; Geosciences teaching; Outdoor learning environment.

A Importância da Construção de Materiais Curriculares Aplicados à Geologia Local

Os materiais curriculares cumprem uma função de mediação no processo de ensino e de aprendizagem. São entendidos, neste trabalho, como *“todo material que ayude al profesorado a dar respuesta a los problemas y cuestiones que se le planteen en su tarea de planificación, ejecución y evaluación curricular”* (Parcerisa, 1996, p. 27). A sua elaboração e utilização podem ter como funções a inovação, a motivação, a estruturação, entre outras (Zabalza, 1989). A sua utilização no ensino das ciências foi precocemente apontada, pela UNESCO, como um facilitador do acesso a determinados conteúdos, condicionando a própria mensagem (o meio é a mensagem), como assinalou Martínez (1992). Em determinadas ocasiões, a função de mediação dos materiais curriculares no processo de ensino e de aprendizagem pode chegar a constituir-se como o elemento de maior relevância na configuração do ambiente.

Adaptar o ensino às aprendizagens prévias, às capacidades, aos interesses e às expectativas de cada aluno, em particular, constitui um desafio na procura de uma aprendizagem com o máximo de sentido possível ao qual os materiais curriculares podem dar um contributo decisivo. Para tal, devem revestir-se de rigor e atualidade, estar adequados às características dos alunos e ao seu vocabulário, formular atividades que abram novas perspetivas de conhecimento e da prática no aluno, apresentar temas que despertem o interesse e a motivação e que permitam, ainda, a possibilidade de serem modificados, escolhidos ou adaptados em função da sua factibilidade (Rebollo, 1994).

A elaboração de materiais curriculares pelos professores apresenta vantagens, mas pode estar associada a alguns elementos antagonistas. Por um lado, a melhoria da qualidade do ensino requer inovações tendente. Na área da Geociências, reconhecendo que não é fácil encontrar materiais editados que se adequam



cabalmente às necessidades formativas do momento, como por exemplo, as atividades realizadas fora da sala de aula em espaços específicos de cada região, eles não podem deixar de refletir *“the unique contributions of the Earth sciences in the development of cognitives kills such as dynamic thinking, system thinking, spatial thinking, temporal thinking”* (Orion & Trend, 2009, p. 222). Mesmo assim, esta produção original acarreta um enorme esforço por parte dos professores, na sua conceção, elaboração e reprodução, por vezes infrutiferamente valorizada quando comparada com outros recursos técnicos editoriais.

No que diz respeito aos materiais curriculares para as Geociências, eles devem respeitar um conjunto de princípios base (Krajcik, Blumenfeld, Marx & Soloway, 1999; Schneider & Krajcik, s.d.):

- a) serem diversificados, atendendo às especificidade do grupo-turma;
- b) terem coerência com as metas curriculares e com o conhecimento psicopedagógico (baseados em ideias construtivistas consistentes, técnicas de avaliação), em adaptação ao contexto;
- c) apresentarem rigor científico, e garantir atividades relacionadas com os conceitos, os procedimentos e as atitudes, contemplando temas transversais como a educação ambiental, a educação para a saúde, história da ciência e as relações entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade, oferecendo uma imagem integrada da construção da ciência geológica;
- d) fornecerem uma visão de conjunto na sequência didática onde se integram;
- e) permitirem uma reflexão sobre os valores que estão implícitos nas tarefas propostas;
- f) garantirem que existe *feedback* da sua aplicação, permitindo a avaliação e a reformulação em caso de detetadas fragilidades (professor que investiga a sua própria prática).

Em conformidade com estes princípios e, também, em sintonia com indicações da investigação (Pedrinaci, Alcalde, Alfaro, Almodóvar et al., 2013), é desejável que os materiais curriculares no âmbito do ensino e da aprendizagem das Geociências contribuam para:

- a) desenvolver uma visão interativa entre as quatro esferas - litosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera - responsáveis pela idiossincrasia do



Planeta, o qual é, igualmente, possuidor de uma dinâmica de transformação continua;

- b) reconhecer que a Humanidade depende da Terra para a obtenção dos recursos, os quais não podem ser usados, se não de uma forma responsável;
- c) aprofundar uma atitude científica sustentada por ideias suscetíveis de teste e observações repetíveis.

As secções seguintes deste artigo procuram concretizar estas ideias orientadoras.

Notas sobre a Geologia da Pedreira da Quinta do Moinho

A rocha presente na pedreira Quinta do Moinho (Imagem 1), também conhecida como pedreira da Madalena, situada na freguesia de Canidelo (concelho de Gaia, distrito do Porto) é conhecida como granito de Lavadores. Esta rocha pertence a um maciço com características cartográficas meso, macro e microscópicas peculiares. Pertence à Zona Centro-Ibérica (ZCI) e na Carta Geológica de Portugal, escala 1/50.000, publicada em 1957, está descrito como “Granito porfiroide ou de grão grosseiro, aquerítico” oligoclásico (tendência calco -alcalina), biotítico (Carrington da Costa & Teixeira, 1957, p. 21).

A Zona Centro-Ibérica (Imagem 2) é o segmento da cadeia varisca europeia onde as rochas graníticas afloram em maior extensão e apresentam uma grande diversidade tipológica. Ocorreram três fases de deformação importantes durante a orogenia varisca, designadas D1, D2 e D3. Na ZCI o plutonismo granítico de idade varisca ocorreu em fases relativamente tardias da orogenia e está relacionado com a última fase de deformação dúctil D3 (Azevedo & Valle Aguado, 2013). Tendo como referência esta fase de deformação varisca tardia D3, os granitoides podem ser classificados estrutural e geocronologicamente como sin-D3 e tardi-pós D3 (Imagem 2).

São designados granitoides sin-D3, aqueles que instruíram durante a fase de Deformação 3 e que, de acordo com Azevedo e Valle Aguado (2013), “...constituem extensos complexos batolíticos e incluem a maior parte dos granitos e leucogranitos peraluminosos de duas micas...”. Os designados granitoides tardi-pós-D3, instruíram posteriormente ou em fases tardias da Deformação 3 e formam frequentemente

maciços circunscritos, “... compósitos zonados envolvidos por auréolas de metamorfismo de contacto; são predominantemente compostos por granodioritos e granitos biotíticos não deformados...” (Azevedo & Valle Aguado, 2013, p. 380).



Imagem 1 – Panorâmica atual (maio de 2014) da pedreira Quinta do Moinho. É possível ver que o maciço se encontra fraturado observando-se diversas diáclases sub-verticais e sub-horizontais (destacadas com linhas brancas tracejadas). Fonte: autores.

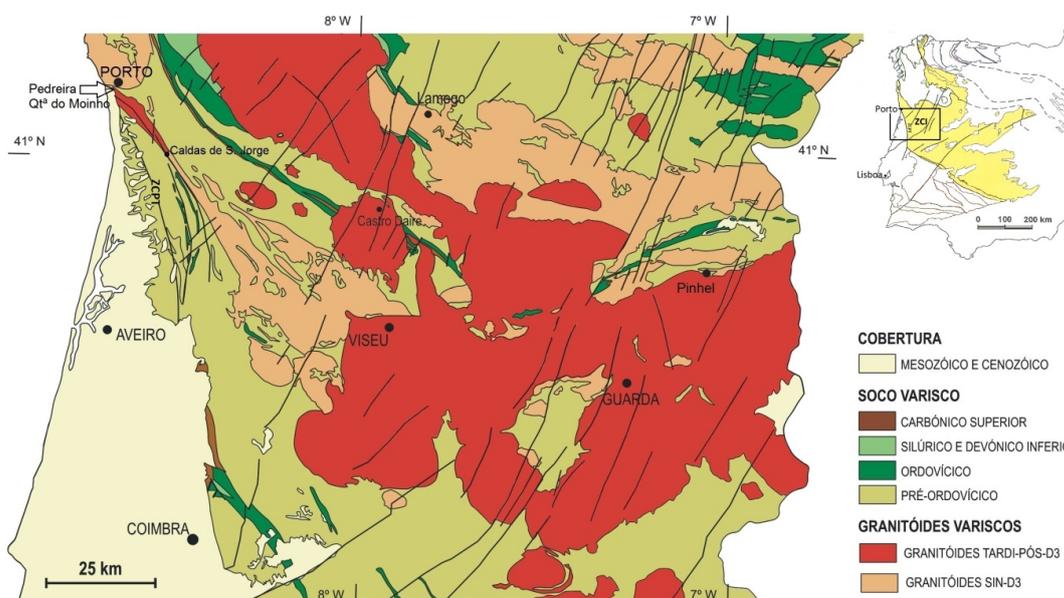


Imagem 2 – Mapa geológico simplificado, mostrando a distribuição dos granitoides variscos sin-D3 e tardi-pós-D3 na Zona Centro-Ibérica (extraído de Azevedo & Valle Aguado, 2013).



O maciço de Lavadores está incluído no grupo dos granitóides tardi-pós-D3, embora cartograficamente tenha uma forma alongada com orientação noroeste-sudeste (NW-SE). Estende-se desde a foz do rio Douro até Caldas de S. Jorge, numa extensão de aproximadamente 20 quilómetros por 4 de largura máxima, dando aparente continuidade cartográfica ao granito sin-D3 que ocupa a antiforma Porto-Viseu (Imagem 2).

A forma não circunscrita do maciço de Lavadores parece dever-se ao facto de este ter sido condicionado, para se instalar, por uma grande zona de fraqueza correspondente à sutura Cadomiana que, a sul do Porto, coloca em contacto terrenos da Zona Centro-Ibérica (Complexo Xisto-Grauváquico), de idade Pré-câmbrica/Câmbrica, com terrenos da Zona de Ossa Morena (Formação de Lourosa), de idade Câmbrica. Durante a orogenia varisca, esta sutura é retomada com movimento transcorrente dextro, materializando a Zona de Cisalhamento de Porto-Tomar (ZCPT) (Pereira, Miranda & Leite, 2000) (Imagem 2). A sua forma cartográfica parece pois estar claramente controlada por esta estrutura e esta é a razão pela qual não se apresenta circunscrito.

A caracterização petroquímica em seis amostras efetuada por Pereira, Miranda e Leite (2000), classifica-o como “granodiorito biotítico” incluindo-o no grupo dos granitóides tardi-pós-D3. Dados geocronológicos U-Pb indicam a idade de 298 ± 12 Ma para a instalação do granito de Lavadores (Martins, Almeida, Noronha & Leterrier, 2001), reforçando a sua instalação em fase tardia no que respeita á terceira fase de deformação varisca (D3).

Os diferentes sistemas de fraturas frágeis que posteriormente afetaram o granito, na área da pedraira, e que estão bem ilustradas na Imagem 1, “são o reflexo da reativação da grande estrutura de falha desde os tempos tardi-variscos até ao presente” (Pereira, Miranda & Leite, 2000).

Macroscopicamente trata-se de uma rocha com textura granítica porfiroide biotítica de grão médio a grosseiro com fenocristais centimétricos de feldspato branco e róseo (Imagem 3). Isoladamente pode ocorrer feldspato róseo com dimensão superior a 10 centímetros e apresenta encraves decimétricos microgranulares de rochas escuras, predominantemente biotíticas.



Imagem 3 – Rocha com textura granítica porfiroide biotítica de grão médio a grosseiro com fenocristais centimétricos de feldspato branco e róseo. Fonte: autores.

Petrograficamente é uma rocha holocristalina fanerítica com textura hipidiomórfica inequigranular. Ao microscópio é possível identificar os minerais essenciais, quartzo xenomórfico com extinção ondulante, plagioclase (“zonada com núcleo de andesina e bordos de oligoclase”), feldspato potássico, biotite castanha e biotite verde (Imagem 4).

Na década de 1950 o Maciço de Lavadores era explorado de forma significativa para a produção de paralelepípedos, cubos, guias para passeios e jardins, pedra em bruto para trabalhos artísticos e outros artefactos que se destinam, principalmente, aos países do norte da Europa (Bélgica, Holanda, Reino Unido, Alemanha, Dinamarca, Suécia, Noruega, Suíça), mas também para o Brasil (Imagem 5). A pedra nortenha portuguesa era, na altura, muito bem apreciada e valorizada, “com fama em toda a parte”, constituindo uma importante fonte de rendimento nacional. O *Jornal de Notícias* da época (Amaro, 2009) comenta, curiosamente, o facto de estes países preferirem a pedra portuguesa enquanto o contexto nacional parece abandoná-la a favor de pedras de fraca qualidade procedentes de países do Extremo Oriente e de outras espécies de paralelos, à base de cimentos. Algumas das cidades destruídas durante a II Guerra Mundial foram reconstruídas, também, com pedra azul extraída das pedreiras da Madalena (Vitorino, 2006, 6 de agosto).

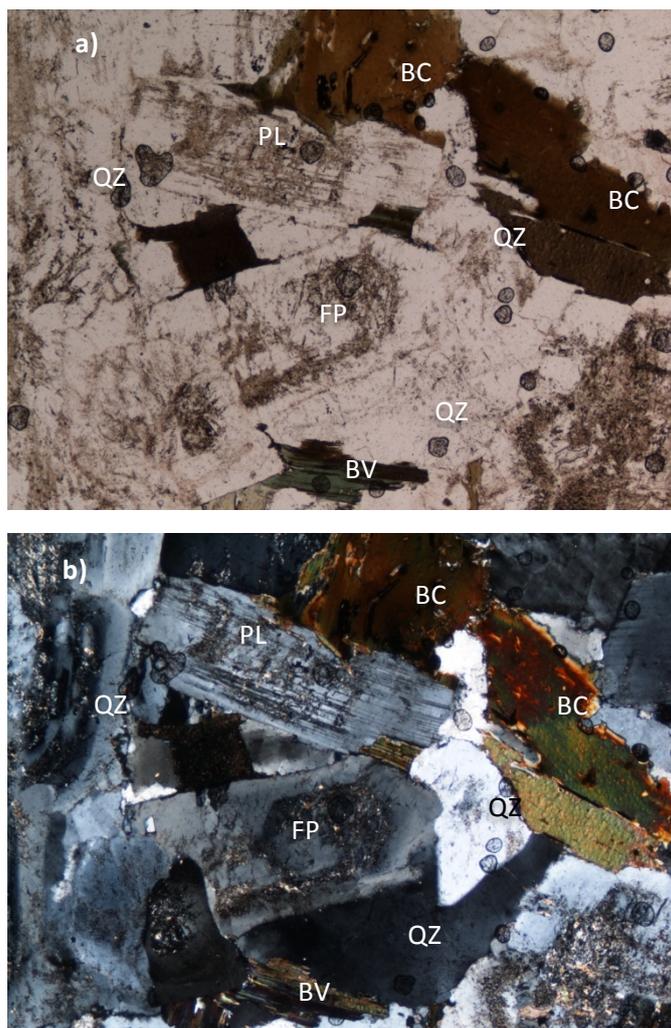


Imagem 4 – Microfotografia do granito de Lavadores (ampliação 40X): a) luz polarizada; b) nicóis cruzados. QZ: quartzo; PL: plagioclase; FP: feldspato potássico; BC: biotite castanha; BV: biotite verde. Fonte: autores.

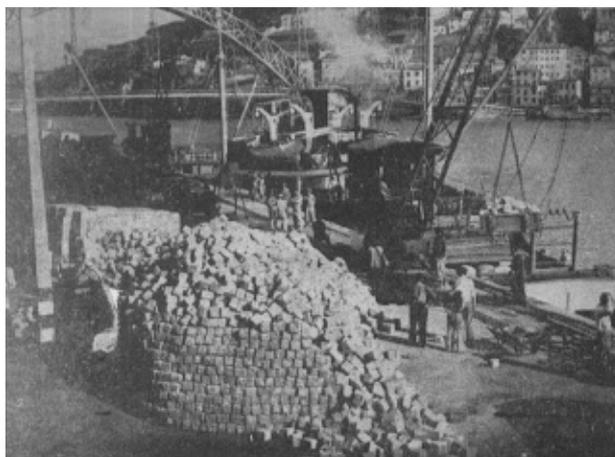


Imagem 5 – Cais do Terreiro/Estiva, observando-se o navio Holandês BREM a preparar-se para carregar uma grande quantidade de paralelepípedos na década de 1950. Fonte: *Jornal de Notícias* (Amaro, 2009, 14 de março).



A pedreira Quinta do Moinho iniciou a sua atividade extrativa em 1971, tendo cessado a exploração em 2013. Explorou granito para diversas atividades, quase sempre balastro. Atualmente, é recetora de inertes provenientes de diversas atividades, principalmente as resultantes da demolição de várias edificações e de resíduos industriais não contaminantes. A empresa proprietária (SOLUSEL: Soc. Lusitana de Obras e Empreitadas, Lda.) parece exercer rigoroso controlo sobre a qualidade e as proveniências dos materiais que são depositados de forma a garantir “que a pedreira possa funcionar como aterro prevenindo a eventual deposição abusiva de materiais orgânicos ou outros que possam, por lixiviação, constituir-se em emissores de metais pesados ou de contaminantes químicos perigosos de qualquer outra índole” (Pereira, Miranda & Leite, 2000, p. 1).

Materiais Curriculares Elaborados para a Pedreira da Quinta do Moinho

A grande finalidade da conceção dos materiais curriculares foi permitir abordar, em ambiente exterior à sala de aula (Marques & Praia, 2009), o modo como pode ser efetuada a exploração e a utilização sustentada de recursos geológicos, integrados no tema *Geologia, problemas e materiais do quotidiano* e no subtema *Exploração sustentada de recursos geológicos*, lecionados na disciplina de Biologia e Geologia (11.º ano de escolaridade – alunos com 16/17 anos). Tendo como referência principal a proposta organizacional do trabalho de campo proposta por Nir Orion (1993), foram concebidos materiais curriculares que permitiram a abordagem do modo como é efetuada a exploração e a utilização sustentada de recursos geológicos na Pedreira da Quinta do Moinho.

Na Imagem 6 está representada a questão-problema que sustentou os materiais curriculares elaborados e os tópicos que foram aprofundados ao longo dos mesmos.

O modelo adotado na construção dos materiais curriculares integra indicadores que advieram de investigações realizadas ao nível da Didática da Geologia (Compiani, 2013; Marques et al., 1996; Orion, 1993; Praia & Marques, 1997) e propõe uma orientação didática que se enquadra na perspetiva de ensino das ciências, que Cachapuz, Praia e Jorge (2000) denominaram de Ensino Por Pesquisa (cuja centralidade assenta na formulação de uma questão de partida, na definição de uma metodologia participativa e num processo de avaliação inerente), designadamente em relação à construção de conceitos, de competências, de atitudes e de valores, assumindo o aluno um papel ativo no processo de ensino e de aprendizagem.



Imagem 6 – Questão orientadora e tópicos abordados nos materiais curriculares elaborados. Fonte: autores.

A conceção dos materiais curriculares sustentou-se, também, nos seguintes aspetos:

- recomendações explicitadas nos programas do ensino secundário da componente de Geologia, da disciplina de Biologia e Geologia (11.º ano de escolaridade), no que diz respeito: a) às finalidades de cariz construtivista; b) aos objetivos específicos do ensino das ciências experimentais e, em particular, da área de Geologia (por exemplo: fornecer uma visão integradora da Ciência, estabelecendo relações entre esta e as aplicações tecnológicas, a sociedade e o ambiente, entre outros); c) às competências a desenvolver no domínio do conhecimento substantivo e processual, do raciocínio, dos valores e das atitudes; e d) ao eixo organizador do próprio programa, tido como fundamental no ensino das ciências, que é a atividade de resolução de problemas (ME, 2001a; 2001b);
- necessidade de incrementar a educação para um desenvolvimento sustentável, dado o reconhecimento de que muitas das mudanças ambientais advêm da interação do Homem e das suas construções científicas e tecnológicas com os sistemas terrestres (Gutiérrez et al., 2006);
- reconhecimento de que as saídas de campo proporcionam vivências e motivações positivas e intensas aos alunos, especialmente quando estes se



confrontam com situações problemáticas e motivantes. Permitem privilegiar a aquisição e a mobilização de conhecimentos previamente adquiridos, bem como o desenvolvimento de competências relacionadas com a observação, a interpretação, a reflexão e a análise dos fenómenos em ambiente natural. Promovem, também, o levantamento de problemas e a formulação de hipóteses, para posterior confrontação com conhecimentos adquiridos, e a construção de representações dos fenómenos geológicos, por intermédio da observação direta de “instantes” desses mesmos fenómenos (Brusi, 1992; Rebelo & Marques, 2000). As saídas de campo podem, ainda, favorecer o trabalho em equipa e o desenvolvimento de atitudes de respeito e de proteção da natureza, com a valorização do património natural e cultural associável a uma melhor gestão dos recursos naturais (Marques et al., 1996; Praia & Marques, 1997).

Na opinião de diversos autores, entre os quais Nir Orion (1993), o trabalho de campo pode, também, potenciar abordagens interdisciplinares, nomeadamente quando se estudam os fenómenos naturais e as suas relações com as atividades humanas. Pressupõe, ainda, que haja a construção de um conjunto de materiais curriculares diversificados que deem apoio às atividades a desenvolver antes, durante e após a saída de campo, e que de seguida vamos dar conta no contexto do trabalho desenvolvido para a Pedreira da Quinta do Moinho.

Tal como foi referido na secção 2, a Pedreira da Quinta do Moinho caracteriza-se por ser uma exploração de granito onde se extraía matéria-prima que era transformada no local antes de ser comercializada para diversos fins. A extração do granito criou uma grande cavidade no subsolo. No entanto, a referida cavidade começou a ser ocupada por materiais inertes da região, minimizando os impactes paisagísticos da mesma. Esta pedreira, ao constituir-se como objeto de estudo, permite: articular o enquadramento geológico da região com as condições de génese da rocha dominante (granito); analisar alguns indícios que permitem compreender a evolução da rocha dominante longo do tempo geológico; contextualizar localmente temáticas curriculares a abordar, relevando a importância da aplicabilidade dos conteúdos na procura de solução para questões familiares aos alunos da região; e reconhecer o modo como podem ser minimizados os impactos ambientais da exploração de recursos geológicos.

Os materiais curriculares elaborados para uma atividade de trabalho de campo à



Pedreira da Quinta do Moinho apresentam um conjunto diversificado de situações de aprendizagem problematizantes e propiciadoras da partilha de saberes e de experiências sobre objetos e acontecimentos geológicos. Promovem o desenvolvimento de competências, bem como a compreensão integrada e contextualizada de conceitos relativos à temática selecionada, o que se traduz numa maior consciencialização dos alunos para as questões da exploração sustentada dos recursos geológicos e, portanto, da sustentabilidade do planeta Terra.

A atividade de trabalho de campo foi organizada em três fases: preparação, saída de campo e pós saída. Em cada fase recorreu-se a um conjunto diversificado de atividades práticas e a uma permanente mobilização de conhecimentos relativos a conteúdos programáticos abordados na disciplina de Biologia e Geologia (11.º ano de escolaridade). Para estas atividades práticas foram definidos os seguintes objetivos gerais:

- promover uma aprendizagem contextualizada e integradora de saberes de Biologia e de Geologia, em articulação com conteúdos de outras áreas do saber (por exemplo, de Física e de Química), relativos aos temas *Ocupação antrópica e problemas de ordenamento* e *Exploração sustentada dos recursos geológicos*;
- permitir o contacto direto dos alunos com a natureza, proporcionando oportunidades para o questionamento reflexivo e crítico do que observam;
- estimular a curiosidade, a imaginação, a criatividade, a responsabilidade e a autonomia dos alunos;
- propiciar condições para que os alunos analisem criticamente as interações que o Homem tem estabelecido ao longo do tempo com os recursos geológicos da região em estudo;
- facilitar a tomada de consciência da necessidade de promover a sustentabilidade dos recursos geológicos da região em estudo;
- promover a consciencialização dos alunos para as implicações socio-científicas dos conhecimentos adquiridos.

Notar a respetiva articulação deste conjunto de objetivos com as orientações referenciadas na secção 1.

A concretização das atividades propostas em cada fase visava permitir o

desenvolvimento de um conjunto muito diversificado de competências gerais, como a:

- mobilização de saberes científicos, tecnológicos e culturais;
- pesquisa, tratamento e organização de informação;
- adoção de metodologias de trabalho adequadas às tarefas propostas;
- realização de tarefas de forma autónoma e criativa;
- emissão de juízos de valor fundamentados;
- cooperação no trabalho de grupo;
- utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação;
- comunicação e utilização correta da língua materna.

De modo a potenciar a aprendizagem dos alunos foi criado um conjunto muito diversificado de tarefas, que se encontram integradas nos três momentos de aprendizagem anteriormente referenciados: preparação da saída, saída de campo e pós saída. Na Imagem 7 encontram-se exemplificadas atividades propostas para a preparação da saída.

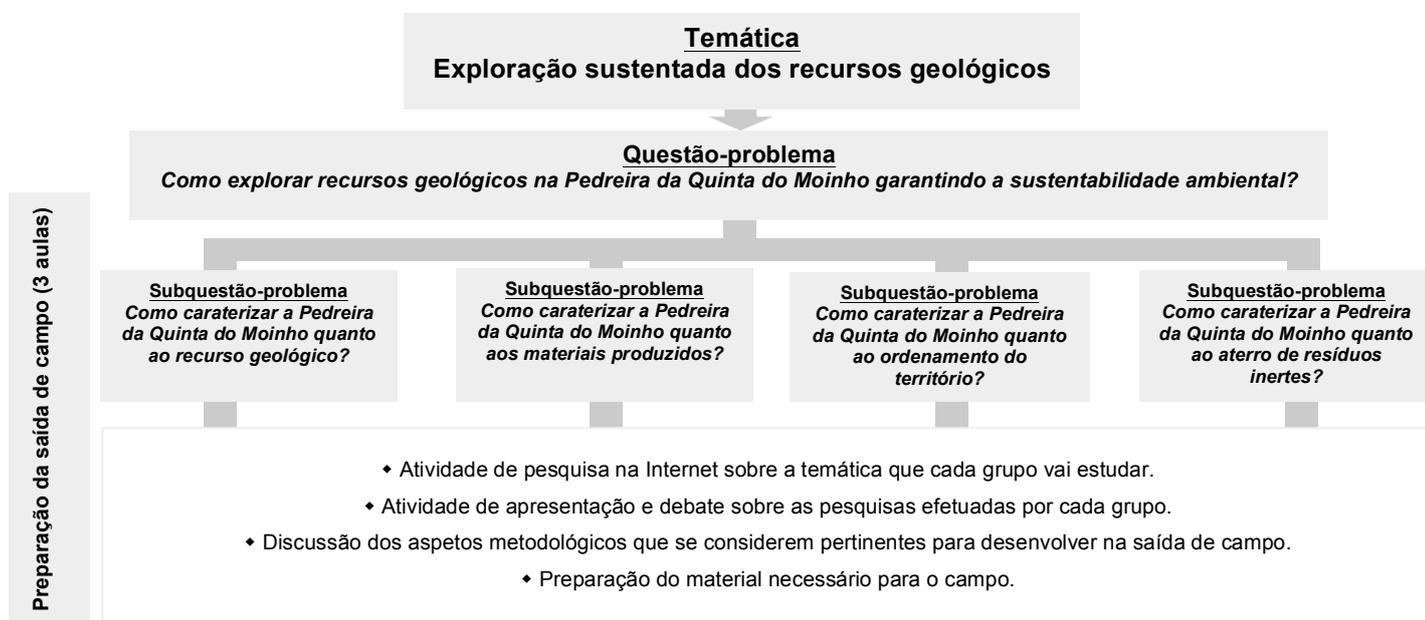


Imagem 7 – Problematização e visão geral das estratégias utilizadas na preparação da saída. (Nota: cada aula tem a duração de 90 minutos).

Durante a saída de campo, cada grupo de alunos apenas realiza as atividades



correspondentes a um dos tópicos (por exemplo, recurso geológico, materiais produzidos, aterro de resíduos inertes, exploração de recursos e ordenamento do território), como mostra a Imagem 8, o que pode implicar a adaptação de algumas das atividades relativas à preparação e à fase de pós saída ao tópico explorado.

	Recurso geológico	Materiais produzidos	Aterro de resíduos inertes	Exploração de recursos e ordenamento do território
Saída de campo (1 tarde)	<p>Grupo A</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caracterização da rocha da pedreira. • Identificação e caracterização do método usado na exploração do recurso geológico • Recolha de amostras de rochas e registo fotográfico dos aspetos mais pertinentes. • Apresentação à Turma das observações efetuadas, das conclusões obtidas e das dúvidas que subsistem sobre o recurso geológico. 	<p>Grupo B</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrevista a um colaborador da empresa sobre os processos usados na transformação do recurso na central de britagem, o impacte ambiental associado e medidas de segurança adotadas no local. • Recolha de material produzido e registo fotográfico dos aspetos mais pertinentes. • Apresentação à Turma das observações efetuadas, das conclusões obtidas e das dúvidas que subsistem sobre os materiais produzidos. 	<p>Grupo C</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observação e identificação dos resíduos colocados no aterro e da sua possível origem. • Discussão das consequências do aterro no ambiente (solo, água, ar, ...). • Recolha de amostras de água na base da pedreira e registo fotográfico dos aspetos mais pertinentes. • Apresentação à Turma das observações efetuadas, das conclusões obtidas e das dúvidas que subsistem sobre o aterro de resíduos inertes. 	<p>Grupo D</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descrição da paisagem, articulando a intervenção antrópica com as características morfológicas da paisagem. • Discussão de aspetos relacionados com a ocupação antrópica e problemas de ordenamento. • Registo fotográfico dos aspetos mais pertinentes. • Apresentação à Turma das observações efetuadas, das conclusões obtidas e das dúvidas que subsistem sobre a exploração de recursos e o ordenamento do território.
		<p>♦ Debate/discussão acerca das informações partilhadas por todos os grupos de trabalho</p>		

Imagem 8 – Visão geral das estratégias a implementar na saída de campo. Fonte: autores.

Na Imagem 9 encontram-se apresentadas as atividades a desenvolver pelos alunos nas aulas posteriores à saída.

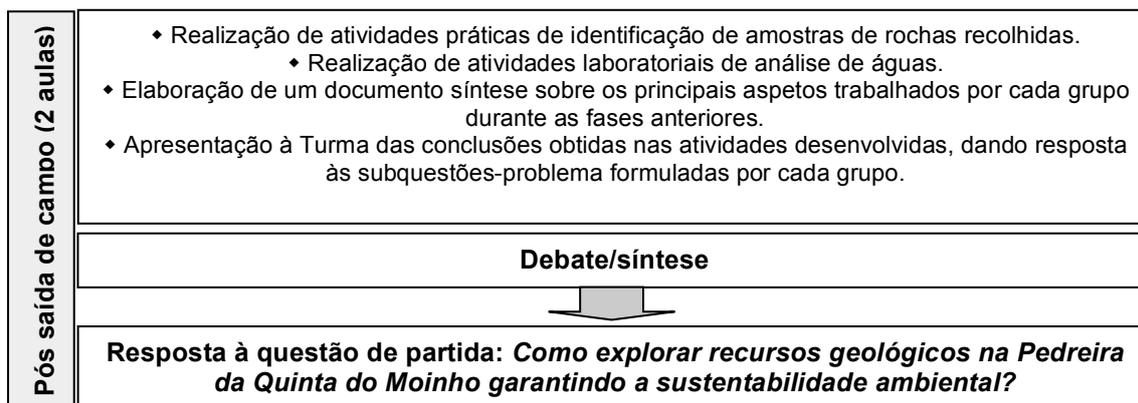


Imagem 9 – Visão geral das atividades a realizar após a saída de campo. (Nota: Cada aula tem a duração de 90 minutos).

Implementação e Avaliação dos Materiais Curriculares Elaborados para a Pedreira da Quinta do Moinho

Os materiais curriculares elaborados para a Pedreira da Quinta do Moinho foram implementados em três escolas das regiões Centro e Norte de Portugal (Lamego, Ovar e Estarreja), num total de 60 alunos.

A primeira fase da implementação dos materiais curriculares orientou-se, fundamentalmente, para o conhecimento do local de visita e do recurso em exploração. Os alunos tiveram, também, oportunidade de consultar legislação referente ao regime jurídico que regulamenta a exploração e o aproveitamento de massas minerais, sendo dada ênfase aos artigos que visavam a minimização do impacto ambiental e o ordenamento do território. Nesta fase foi, igualmente, importante a mobilização de conhecimentos prévios dos alunos relativos a temáticas que se relacionavam com a génese e a formação de rochas magmáticas, as suas características e os processos que provocam a sua alteração. As turmas dividiram-se em quatro grupos, e cada grupo abordou uma das temáticas que se considerou relevante para dar resposta à questão-problema. Cada grupo estabeleceu a sua própria metodologia de trabalho, selecionou dados considerados importantes a recolher durante a saída, formulou questões consideradas pertinentes a serem respondidas durante a saída de campo, selecionou o material necessário para levar para o campo, designadamente para recolha de amostras (água e rocha), e pesquisou



sobre a temática a abordar na Internet. No decorrer da preparação da saída de campo procedeu-se à clarificação dos objetivos da saída e deu-se a conhecer a forma como a mesma se encontrava organizada.

No campo cada turma trabalhou de acordo com os grupos de trabalho que haviam sido constituídos e de acordo com as temáticas predefinidas, realizando as atividades propostas no guia de campo. Posteriormente, cada turma se juntou na base da pedra e cada grupo discutiu a forma como o seu subtema poderia contribuir para dar resposta à questão-problema, dando a conhecer algumas das atividades realizadas no decorrer da saída de campo.

Na terceira fase, pós saída de campo, os grupos de trabalho organizaram as informações recolhidas, realizaram as atividades laboratoriais consideradas necessárias e procederam à elaboração de documentos em *Power Point*[®] para apresentação à turma do trabalho efetuado. Nesta fase foram discutidos aspetos que suscitavam mais dúvidas e debatidos diversos pormenores relativos ao que cada grupo explorou dentro do recinto da pedra. Posteriormente teve lugar o debate de ideias entre os vários grupos de trabalho.

A avaliação da perceção dos professores e dos alunos associada à implementação dos materiais curriculares foi uma preocupação constante. Após a implementação dos materiais foi aplicado um questionário aos alunos que avaliaram muito positivamente a diversidade das atividades realizadas nas três fases da atividade de trabalho de campo (preparação, saída e pós saída de campo), a sua participação ativa e a autonomia que os materiais curriculares proporcionaram. Consideraram, também, que a atividade de trabalho de campo realizada contribuiu muito para a melhoria das suas aprendizagens, promovendo competências associadas ao trabalho colaborativo, à resolução de problemas e ao trabalho laboratorial e que os sensibilizou para uma maior tomada de consciência acerca dos problemas ambientais e para a importância do conhecimento geológico na resolução de problemas ambientais.

Na perspetiva dos professores que implementaram os materiais curriculares, estes consideraram que os mesmos permitiram criar uma situação de aprendizagem que se constituiu como uma atividade privilegiada para o alargamento e aprofundamento da literacia científica dos alunos, em particular da literacia geológica, e proporcionou a criação de um espaço de excelência para promover uma abordagem interdisciplinar, integrando conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais de



Biologia e Geologia e de Física e Química A (11.º ano de escolaridade). Favoreceu o trabalho de equipa, o desenvolvimento de competências e de atitudes de respeito e proteção da natureza, designadamente as que dizem respeito à valorização do património natural e à sensibilização para os problemas da sustentabilidade dos recursos geológicos da região onde os alunos vivem.

Considerações Finais

A conceção deste trabalho é sustentada por uma premissa sociológica essencial: um currículo tem de ser um contributo para formação do cidadão (Ruiz, 2005). Acrescenta-se, ainda, um pressuposto: o professor é muito mais do que um mero técnico que aplica rotinas pré definidas, sendo igualmente responsável por deliberar, por exemplo, sobre os materiais que aplica no contexto do processo de ensino e de aprendizagem (Elliot, 1990).

Tratando-se de um estudo no âmbito da educação em Geociências, a relevância do trabalho de campo não pode deixar de ser sublinhada. Enunciam-se, também, contribuições educacionais específicas daquela área do saber para a operacionalização do currículo, valorizando-se, igualmente, os conhecimentos geológicos correspondentes ao local em que os alunos vão trabalhar.

A centralidade do artigo – desenho, implementação e avaliação de materiais curriculares – assenta numa forte ligação:

- às orientações curriculares (tendo-se escolhido, intencionalmente, uma problemática com implicações ambientais evidentes);
- a indicadores da investigação em educação (enfatizando-se, dentre outros, a formulação de um problema de partida, o conjunto de condições que deverão sustentar a conceção da saída ao campo curricularmente articulada, a contribuição para o desenvolvimento de uma perspetiva de interdisciplinaridade, bem como o incentivo ao trabalho cooperativo);
- a uma atitude de aprofundamento, renovação e investigação da experiência didática (espelhada, por exemplo, no tratamento individualizado, por cada grupo de trabalho, de tópicos curriculares diferentes, mas articulados, no decurso da saída ao campo, o que teve implicações ao nível das competências comunicativas).

A finalizar, e na perspetiva dos alunos, registe-se que a avaliação efetuada



permitiu concluir que a natureza destes materiais curriculares, bem como as estratégias de participação ativa usadas na respetiva aplicação, permitiu o reconhecimento de que o estudo de temáticas das Geociências tem reflexo em contextos de sustentabilidade do Planeta. Relativamente ao ponto de vista dos professores, merece destaque a valorização da interdisciplinaridade. Esta permite, até, inferir que lhe é concedido um papel importante no desenvolvimento de uma visão integradora do mundo natural, à escala local, e, também, na procura de respostas para problemas locais.

Referências Bibliográficas

- Amaro, R. (2009, 14 de março). *Exportação de paralelepípedos na década de 50 do século XX pelo porto comercial do Doutor*. Recuperado em 2014, junho 11, de <http://naviosavista.blogspot.pt/2009/03/exportacao-de-paralelepipedos-na-decada.html>.
- Azevedo, M., & Valle Aguado, B. (2013). Origem e instalação de granitoides variscos na Zona Centro-Ibérica. In R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha e J. Kullberg (Eds.). *Geologia de Portugal* (Vol. 1, pp. 377-401). Lisboa: Escolar Editora.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2000). Perspectivas de Ensino. In A. Cachapuz (Org.). *Formação de Professores/Ciências* (Vol. 1). Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência.
- Carrington da Costa, J., & Teixeira, C. (1957). *Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50.000 e Notícia Explicativa da Folha 9-C Porto*. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal.
- Elliot, J. (1990). *La investigación-acción en educación*. Madrid: Ediciones Morata
- Gutiérrez, J., Benayas J., & Calvo, S. (2006). Educación para el desarrollo sostenible: evaluación de retos y oportunidades del decenio 2005-2014. *Revista Iberoamericana da Educación*, 40, 25-69. Recuperado em 2014, junho 19, de http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/cea/Jose_Gutierrez.pdf.
- Krajcik, J., Blumenfeld, P., Marx, R., & Soloway, E. (1999). Instructional, Curricular, and Technological Supports for Inquiry in Science Classrooms. In J. Minstelle E. V. Zee (Eds.), *Inquiry in to inquiry: Science learning and Teaching*. Washington, D.C.: American Association for the Advancement of Science Press.
- Martínez, J. (1992). ¿Cómo analizar los materiales? *Cuadernos de Pedagogía*, 203, 14-18. Recuperado em 2014, junho 16, de http://www.neuquen.edu.ar/regresoreceso/materiales%20otros/Martinez_Bonafe-



[_Como_analizar_los_materiales.pdf](#).

- Marques L., & Praia J. (2009). Educação em Ciência: actividades exteriores à sala de aula. *Terræ Didactica*, 5(1), 10-26. Recuperado em 2014, junho 26, de <http://www.ige.unicamp.br/terraedidactica/>.
- Marques, L., Futuro, A., Leite, A., & Praia, J. (1996). A Aula de Campo no Ensino da Geologia: Contributos para uma Clarificação e Prática do seu Papel Didáctico. *Enseñanza de la Geologia, Extra*, 32-39.
- Martins, H., Almeida, A., Noronha, F., & Leterrier, J. (2001). Novos dados geocronológicos de granitos da região do Porto: granito do Porto e granito de Lavadores. In T. Boski et al. (Eds.), *Actas do VI Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa e XII Semana de Geoquímica* (pp. 146-148). Faro: Universidade do Algarve.
- Ministério da Educação (2001a). *Programas de Física e Química A – 10.º e 11.º anos de Escolaridade*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação. Recuperado em 2014, junho 20, de <http://www.dgisd.min-edu.pt/ensinosecundario/index.php?s=directorio&pid=2&letra=F>.
- Ministério da Educação (2001b). *Programas de Biologia e Geologia – 10.º e 11.º anos de Escolaridade*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação. Recuperado em 2014, junho 20, de <http://www.dgisd.min-edu.pt/ensinosecundario/index.php?s=directorio&pid=2&letra=B>.
- Orion, N. (1993). A Model for the Development and Implementation of the Field Trips as an Integral Part of the Science Curriculum. *School Science and Mathematics*, 93(6), 325-331. Recuperado em 2014, junho 20, de http://planetaazuluruguay.org/wp-content/uploads/sites/2/2013/05/Orion_1993.pdf.
- Orion, N., & Trend, R. (2009). Thinking and learning in the Geosciences. *Journal of Geoscience Education*, 57(4), 222-223. Recuperado em 2014, junho 20, de <http://nagt-jge.org/doi/pdf/10.5408/1.3544273>.
- Parcerisa, A. (1996). *Materiales curriculares. Cómo elaborarlos, seleccionarlos y usarlos*. Barcelona: Editorial Graó.
- Pedrinaci, E., Alcalde, S., Alfaro, P., Almodóvar, G., Barrera, J., Belmonte, A. et al. (2013). Alfabetización en Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(2), 117-129. Recuperado em 2014, junho 20, <http://www.aepect.org/ALFABETIZACION%20EN%20CIENCIAS%20DE%20LA%20TIERRA.pdf>.
- Pereira, E., Miranda, H., & Leite, A. (2000). *Caracterização geológico/estrutural da*



pedreira Quinta do Moinho (Canidelo, Vila Nova de Gaia). Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Praia, J., & Marques, L. (1997). Para uma Metodologia do Trabalho de Campo: Contributos da Didáctica da Geologia. *Geologos*, 1, 27-33.

Rebollo, M. (1994). La elaboración de materiales curriculares para la enseñanza de la Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2.2(2.3), 397-404. Recuperado em 2014, junho 16, de <http://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/88171/141236>.

Ruiz, J. M (2005). *Teoría del Currículum: Diseño; Desarrollo e Innovación Curricular*. Madrid: Editorial Universitas.

Schneider, R., & Krajcik, J. (s.d.). *The Role of Educative Curriculum Materials in Reforming Science Education*. Ann Arbor, MI: University of Michigan. Recuperado em 2014, junho 20, de <http://www-personal.umich.edu/~krajcik/becky.pap.pdf>.

Vitorino, M. (2006, 6 de agosto). *Pedra azul da Madalena ajudou a refazer cidades e a história*. Recuperado em 2014, junho 11, de http://www.jn.pt/PaginaInicial/Interior.aspx?content_id=563518&page=-1

Zabalza, M. A. (1989). *Diseño y desarrollo curricular* (3.ª ed.). Madrid: Narcea Editores.