

A CONSCIÊNCIA AMBIENTAL NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES EM GEOCIÊNCIAS: TRÊS CASOS DE PRÁTICAS LETIVAS

Margarida Morgado¹, Dorinda Rebelo², Jorge Bonito³, Jorge Medina⁴, Luís Marques⁵ & António Soares de Andrade⁶

¹ Escola Secundária de Viriato, Viseu, Portugal, morgadommargarida@gmail.com

² Escola Secundária de Estarreja, Portugal, dorinda.rebelo@gmail.com

³ Universidade de Évora – CIDTFF da Universidade de Aveiro, Portugal, jbonito@uevora.pt

⁴ Departamento de Geociências; GEOBIOTEC da Universidade de Aveiro, Portugal, jmedina@ua.pt

⁵ CIDTFF da Universidade de Aveiro, Portugal, luis@ua.pt

⁶ GEOBIOTEC da Universidade de Aveiro, Portugal, asandrade@ua.pt

RESUMO

O alargamento de uma tomada de consciência ambiental não pode deixar de ter a escola como aliado e, por isso, a preocupação com a problemática do ambiente tem de estar bem presente na formação dos professores, tendo em conta o papel que **os professores** desempenham na abordagem das temáticas curriculares. Um quadro conceptual bem organizado é importante quando, no âmbito da formação de professores, se pensa na construção e na aplicação de materiais didáticos na sala de aula, de forma a promover nos alunos uma melhor consciência ambiental. Neste capítulo procede-se à apresentação de três casos de situações de ensino e de aprendizagem em sala de aula e no campo, desenhados e implementados pelo grupo de autores, com a respetiva avaliação do impacte - tempo geológico, exploração sustentada de recursos geológicos e utilização de recursos geológicos. O capítulo está organizado em três secções: na primeira são apresentadas as linhas gerais que o enquadram; na segunda procede-se à fundamentação didática dos três casos de práticas letivas; na terceira é feita a avaliação do impacte, nos professores, de uma formação que valorizou as interações entre os diferentes participantes - professores e investigadores - no processo de construção dos referidos materiais didáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Geociências, educação ambiental, materiais didáticos, formação de professores, práticas letivas, avaliação de impacte.

“Para a maior parte das gaivotas o que importa não é saber, mas comer.
Para esta gaivota, no entanto, o importante não era comer, mas voar.
Mais que tudo, Fernando Capelo Gaivota adorava voar.”
Richard Bach

1. INTRODUÇÃO

A problemática ambiental vai sendo progressivamente incluída nos currículos de ciências, tornando-se, portanto, necessário procurar condições para que se proceda adequadamente ao respetivo tratamento didático. Independentemente do elevado grau de aceitação que hoje têm as abordagens construtivistas nos temas de ciências (Costa Pereira, 2007), o papel do docente não é despidendo. Para que as práticas dos professores possam beneficiar da articulação entre as grandes finalidades da educação em ciência e os indicadores emergentes da investigação educacional, a respetiva formação não pode deixar de contemplar, entre outros aspetos, o desenho, a implementação e a avaliação de materiais didáticos. Faz, assim, sentido proceder à apresentação de casos, adequadamente implementados e avaliados. Deve destacar-se que a respetiva preparação e implementação de todos eles ocorreu no âmbito de projetos de investigação¹ que decorreram na Universidade de

¹ Projeto Investigação e Práticas em Educação em Ciência (IPEC) desenvolvido no Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Professores (CIDTFF) da Universidade de Aveiro. Financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (Projeto POCI/CED/58825/2004). Projeto *Deep time in schooling: contributions of students' perceptions for the development of scientifically literate citizens*, financiado pelo CIDTFF.

Aveiro (Portugal). Tinham, de uma forma direta ou indireta, uma intenção comum: promover o diálogo, reconhecidamente difícil, entre a comunidade científica (geociências e educação) e a comunidade de práticas letivas (Ledley *et al.*, 2012).

As preocupações manifestadas no capítulo: “A consciência ambiental na formação de professores de Geociências: contribuições para um enquadramento concetual” em relação ao papel destas no despertar da consciência ambiental e, conseqüentemente, quanto ao problema da formação de professores, têm estado presentes no processo de construção de materiais didáticos e da sua implementação com alunos de diferentes níveis de ensino. Neste capítulo são apresentados três exemplos de materiais didáticos, um concebido e construído para o ensino básico (tempo geológico) e dois elaborados para o ensino secundário² (exploração e utilização de recursos geológicos).

2. APRESENTAÇÃO E ENQUADRAMENTO

2.1. Tempo geológico

Os materiais didáticos elaborados para o ensino básico (aplicados ao nível do 7º ano de escolaridade - alunos com 12/13 anos) foram construídos no âmbito do Projeto *Deep time in schooling: contributions of students' perceptions for the development of scientifically literate citizens*. Reconhecendo a complexidade do conceito de tempo geológico e as dificuldades que existem na sua compreensão, como sublinham várias investigações como, por exemplo, a de Dodick e Orion (2003), tornou-se um desafio estimulante para os investigadores e professores que integravam o referido projeto, a construção de materiais didáticos que se sustentassem em indicadores que advinham da investigação educacional (Morgado *et al.*, 2012). Procurou-se o estabelecimento de pontes entre as experiências de tempo vividas pelos alunos, onde estes convivem com escalas relativas ao momento, ao dia, ao ano, ou ao período de uma geração, ou gerações, até aquelas que integram situações que ocorreram na Terra desde há milhares de milhões de anos. Recorreu-se, também, ao aprofundar da compreensão do modo como é efetuada a construção da escala do tempo geológico e, partindo dessa compreensão, procedeu-se à sensibilização dos alunos para a necessidade de uma maior consciência acerca dos problemas ambientais e da sustentabilidade do planeta Terra. Os materiais didáticos foram concebidos e implementados numa matriz construtivista (Richardson, 1997), para a temática *A Terra conta a sua história*, lecionada na disciplina de Ciências Naturais (7º ano de escolaridade), indo ao encontro das preocupações dos professores e dos investigadores acerca das dificuldades que existem na lecionação e na compreensão do conceito de tempo geológico.

Na Figura 1 está representada a questão-problema que orientou o trabalho dos alunos e, conseqüentemente, a abordagem dos tópicos que foram aprofundados no âmbito dos materiais construídos.

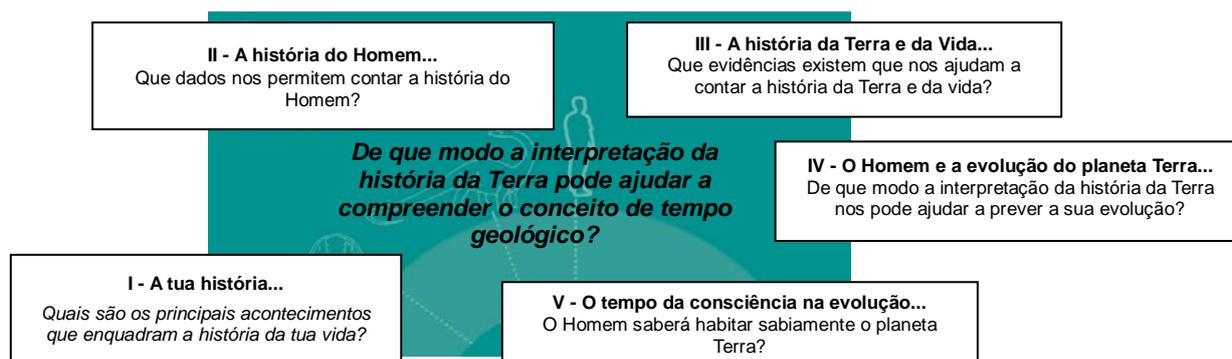


Figura 1 - Questão e sub-questões orientadoras da elaboração dos materiais didáticos com vista à abordagem do conceito de tempo geológico.

² Em Portugal o ensino básico compreende nove níveis de escolaridade, do 1º ano de escolaridade (6 anos) ao 9º ano de escolaridade (14/15 anos), e o ensino secundário compreende três níveis de escolaridade, do 10º ano de escolaridade (15/16 anos) ao 12º ano de escolaridade (17/18 anos).

A) 2.2. Exploração e utilização sustentada de recursos geológicos

Os materiais didáticos elaborados para o ensino secundário foram desenvolvidos no âmbito do projeto IPEC, que decorreu entre 2005 e 2008 na Universidade de Aveiro (Portugal) e que tinha como principal finalidade promover a interação entre investigadores em Didática das Ciências e professores de Ciências dos ensinos básico e secundário. Este projeto partiu dos seguintes pressupostos:

- existe um fosso entre a investigação educacional e a prática letiva sendo necessário promover a sua interação (Costa *et al.*, 2003);
- as prioridades da investigação educacional devem centrar-se mais em estudos envolvendo investigadores e professores (Dede *et al.*, 2005);
- as Tecnologias da Informação e Comunicação revestem-se de grandes potencialidades, na medida em que facilitam o estabelecimento de equipas de trabalho que integrem investigadores e professores (Barab, 2003).

É reconhecida na bibliografia (Loureiro *et al.*, 2003) a falta de articulação que existe entre o trabalho que desenvolvem as comunidades dos investigadores e dos professores dos ensinos básico e secundário, e que com o desenvolvimento deste projeto se procurou incrementar com vista à melhoria do processo de ensino e de aprendizagem das ciências. Decorrentes das finalidades do Projeto IPEC definiram-se os seguintes objetivos de trabalho: a) planificar um conteúdo programático e construir materiais didáticos, tendo em conta orientações da investigação em Didática das Ciências; b) implementar os materiais didáticos construídos, num estudo prévio e num estudo principal; c) adaptar os materiais didáticos a diferentes contextos educativos; d) avaliar o impacto dos materiais didáticos na melhoria das aprendizagens dos alunos; e) avaliar os impactos pessoais e profissionais do trabalho desenvolvido nos elementos do grupo. Para os professores do ensino secundário o projeto configurou-se como uma formação, desenvolvida na modalidade de projeto, e teve a duração de 150 horas.

A grande finalidade da conceção e implementação dos materiais curriculares foi abordar, em ambiente exterior à sala de aula (Marques & Praia, 2009), 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). Na Figura 2 estão representadas as questões-problema que orientaram o trabalho dos alunos na abordagem da exploração e da utilização sustentada de recursos geológicos e os tópicos que foram aprofundados durante as saídas realizadas ao Parque Municipal do Antuã (Estarreja) e à Pedreira da Quinta do Moinho (Vila Nova de Gaia), localizada nas proximidades da cidade do Porto, como mostra o mapa.

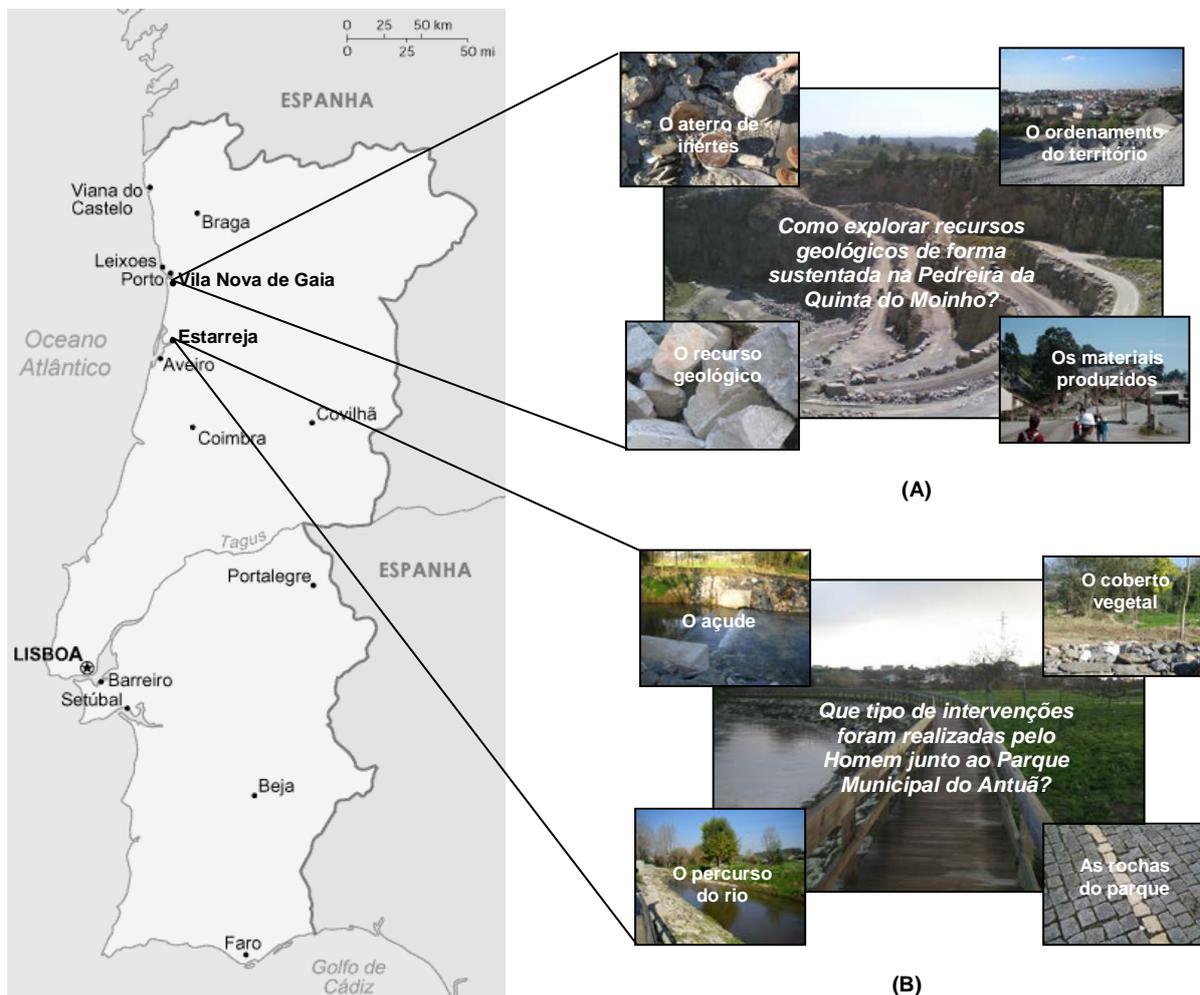


Figura 2 - Localização e contextualização das saídas de campo realizadas à Pedreira da Quinta do Moinho (A) e ao Parque Municipal do Antuã (B).

3. FUNDAMENTAÇÃO DIDÁTICA

3.1. Materiais didáticos construídos, e sua contextualização, para a abordagem do conceito de tempo geológico

Nesta secção são apresentados, por um lado, o contexto da elaboração dos materiais didáticos construídos para o ensino básico e, por outro, as opções que foram sendo tomadas na respetiva conceção e elaboração.

A reflexão sobre o conceito de tempo geológico e o reconhecimento da sua imensidão são fundamentais para o enriquecimento de um pensamento que permite compreender o impacte que têm os impercetíveis e lentos processos geológicos nas modificações, por exemplo, ao nível da geomorfologia. É, também, importante para o assumir de uma cidadania mais exigente que denuncie a incompatibilidade entre o ritmo das dinâmicas da maioria dos processos naturais e os ritmos acelerados da exploração. Esta discrepância exige que se atue em tempo útil. Daí que, do ponto de vista epistemológico, se aceita que para entender a brevidade da existência humana, relativamente à vastidão da história da Terra, se procure a compreensão do raciocínio geológico, sustentado pelas técnicas da hermenêutica e das ciências históricas (Frodeman, 2010).

A complexidade da abordagem da temática do tempo geológico tem levado a que ao nível da educação em geociências se tenham desenvolvido diversos projetos de investigação acerca desta temática (Dodick & Orion, 2003; Escribano Ródenas, 2008; Marques & Thompson, 1997; Trend, 2001). Os indicadores obtidos revelam que a abordagem do tempo é uma tarefa cognitivamente exigente, dificultando a apropriação, por parte dos alunos, do conceito de tempo geológico.

Enquadrado por estes, dentre outros trabalhos, foi desenvolvido o Projeto *Deep time in schooling: contributions of students' perceptions for the development of scientifically literate citizens* que tinha como objetivos: a) identificar fatores sociais e cognitivos que influenciam as concepções sobre tempo geológico; b) analisar o modo como o ambiente físico de uma pessoa afeta as suas concepções e a sua conceptualização em relação ao conceito de tempo geológico; c) desenvolver um quadro teórico que permitisse compreender as concepções sobre tempo geológico; d) apresentar sugestões para o desenvolvimento de estratégias e de materiais curriculares capazes de influenciar as concepções dos alunos sobre a história da Terra; e) fornecer condições que permitissem reconhecer que há tópicos das geociências que assumem um papel relevante no desenvolvimento de cidadãos cientificamente literados.

No decorrer da investigação efetuou-se o diagnóstico de concepções de alunos do ensino básico (12/13 anos) sobre o tempo geológico, em que o instrumento de recolha de dados utilizado foi o questionário, construído para o efeito. Este questionário foi aplicado a uma amostra de 432 alunos do ensino básico (7º ano de escolaridade - 12/13 anos) de vinte e uma escolas públicas das zonas Centro e Norte de Portugal e visou obter indicadores que permitissem caracterizar as concepções de alunos acerca da temática do tempo geológico. Partindo dos indicadores obtidos, das reflexões e da experiência dos investigadores e dos professores que integravam o referido projeto e de indicadores emergentes da bibliografia, construíram-se materiais didáticos que visavam promover a compreensão da complexidade do conceito de tempo geológico e a sua integração na interpretação de fenómenos e de acontecimentos geológicos. Procedeu-se, posteriormente, à sua implementação no contexto educativo e à subsequente avaliação dos mesmos.

Descrição da abordagem didática

Os materiais didáticos procuraram clarificar o conceito de tempo geológico e ajudar os alunos a valorizar a respetiva importância na compreensão da história da Terra e no incremento de uma maior consciência ambiental. Os documentos revelam um conjunto diversificado de situações de aprendizagem, valoram o questionamento e promovem a partilha de saberes sobre diferentes acontecimentos geológicos, climáticos e biológicos que marcaram a história da Terra. Incentivam a compreensão integrada e contextualizada de conceitos relativos à temática do tempo geológico, partindo da seguinte questão orientadora: *De que modo a interpretação da história da Terra pode ajudar a compreender o conceito de tempo geológico?* Integram indicadores emergentes da investigação e orientações preconizadas nos currículos nacionais para a educação em ciência. Foram, assim, concebidas atividades de aprendizagem que valorizam:

- a escala de tempo familiar (***I - A tua história...***);
- as implicações da distribuição temporal dos registos na construção dos diferentes tipos de escala (***II - A história do Homem..., III - A história da Terra e da vida...***);
- a consciencialização para a sustentabilidade (***IV - O Homem e a evolução do planeta Terra...; V - O tempo da consciência na evolução...***).

Para cada tópico foi definida uma subquestão orientadora, que permitiu a obtenção de respostas no conjunto de atividades práticas propostas (ex.: análise de informação, interpretação de dados, debate/discussão/reflexão, entre outras) (Quadro 1).

<p align="center">Questão orientadora: De que modo a interpretação da história da Terra pode ajudar a compreender o conceito de tempo geológico?</p>	
<p align="center">I - A tua história...</p> <p><u>Subquestão orientadora:</u> <i>Quais são os principais acontecimentos que enquadram a história da tua vida?</i></p>	<p align="center">II - A história do Homem...</p> <p><u>Subquestão orientadora:</u> <i>Que dados nos permitem contar a história do Homem?</i></p>
<p align="center">III - A história da Terra e da vida...</p> <p><u>Subquestão orientadora:</u> <i>Que evidências existem que nos ajudam a contar a história da Terra e da vida?</i></p>	<p align="center">IV - O Homem e a evolução do planeta Terra...</p> <p><u>Subquestão orientadora:</u> <i>De que modo a interpretação da história da Terra nos pode ajudar a prever a sua evolução?</i></p>
<p align="center">V - O tempo da consciência na evolução...</p> <p><u>Subquestão orientadora:</u> <i>O Homem saberá habitar sabiamente o planeta Terra?</i></p>	

Quadro 1 - Tópicos e questões que estruturam os materiais didáticos.

Para exemplificar a natureza e a diversidade das atividades que integram os materiais didáticos, apresentam-se, em seguida, alguns exemplos de propostas consideradas elucidativas de cada um dos tópicos.

Em relação ao tópico “**A tua história...**”, as atividades propostas são centradas na história do aluno e da sua família, como se ilustra nas atividades apresentadas nos Quadros 2 e 3.

Para te ajudar a contar a história da tua vida, assinala no friso cronológico que se segue acontecimentos que a tenham marcado. No lado esquerdo assinala os acontecimentos que tiveram lugar em contexto familiar e no lado direito os que foram de âmbito local, regional ou global.

Acontecimentos de contexto familiar (ex.: o teu nascimento)	:	Acontecimentos de contexto local, regional ou global (ex.: sismos)
	1997	
	1998	
	:	
	2012	
	2013	

Quadro 2 - Exemplo de uma atividade do tópico “A tua história...”, centrada em acontecimentos de contexto familiar dos alunos e acontecimentos de contexto local, regional ou global.

Precisamos, agora, que nos ajudes a contar a história da vida do teu avô materno.

- Enumera acontecimentos que conheças da vida do teu avô materno.
- Quais são as dificuldades que sentiste no relato da contagem dos acontecimentos da vida do teu avô materno?
- Quais são as razões que encontras para as dificuldades referidas na resposta à pergunta anterior?
- Quem te poderia ajudar a ultrapassar as dificuldades diagnosticadas no relato contagem dos acontecimentos da vida do teu avô materno? Justifica a tua resposta.

Propomos-te que recues um pouco mais no tempo...

- Em relação ao avô da tua mãe, que acontecimentos conheces que possam ajudar-te a contar a sua história de vida?
- Quais são os acontecimentos da vida do avô da tua mãe que conheces? Como acedeste a eles?
- Caso desconheças alguns acontecimentos da vida do avô da tua mãe, como poderias aceder à informação que te permitiria contar a sua história de vida?
- Que dificuldades pensas que irias encontrar no acesso à informação necessária para contar a história da vida do avô da tua mãe? Porquê?

Quadro 3 - Exemplo de atividades do tópico “A tua história...”, centradas na história familiar dos alunos.

No tópico “**A história do Homem...**”, foram propostas atividades que permitem ao aluno, por um lado, comparar diferentes escalas temporais (ex.: a usada na história do aluno e a usada na história do Homem) e discutir os critérios usados na sua elaboração e, por outro lado, permitem refletir sobre a importância dos registos deixados pelo Homem para a construção da escala usada para contar a sua história. As atividades do Quadro 4 são exemplificativas das propostas apresentadas para este tópico.

<ul style="list-style-type: none"> • Com base nos dados fornecidos indica, em anos, a duração da: <ul style="list-style-type: none"> * Pré-História; * Antiguidade; * Idade Média; * Idade Moderna; * Idade Contemporânea. • Compara a duração de cada uma das divisões/periódos representados no friso cronológico. O que podes concluir? • Indica os critérios que foram utilizados para estabelecer a divisão do tempo representada no friso cronológico. • Compara a escala de tempo representada na Tabela com a usada na história do Homem, quanto à duração das suas divisões. Apresenta uma explicação para as diferenças encontradas. • Que tipo de registos contribuem para caracterizar a história da humanidade? • Quais as dificuldades que pensas que têm os investigadores para contar a história da humanidade?
--

Quadro 4 - Exemplo de atividades do tópico “A história do Homem...”, centradas na história do Homem.

As atividades relativas ao tópico “**A história da Terra e da vida...**” permitem ao aluno comparar as escalas temporais já referidas (a usada para contar a história do aluno e a usada para contar a história do Homem) com a escala de tempo geológico e discutir os critérios usados na construção desta última escala, bem como refletir sobre as dificuldades que terão sido sentidas pelos investigadores para contar a história da Terra e da vida na Terra. As atividades do Quadro 5 ilustram as propostas apresentadas para este tópico.

Falar de milhões de anos na história da Terra e conceber um tempo para trás da criação do Homem foram conquistas árduas e tantas vezes trágicas da Ciência sobre o dogmatismo religioso dominante na Europa do século XV e XVI.

- *Apresenta um facto que evidencie que a Ciência é condicionada por fatores sociais.*
- *Que importância teve para o Homem saber que a Terra não tinha apenas seis mil anos?*
- *Vários têm sido os estudos que permitiram datar o planeta Terra e considerar-se que se formou há 4 600 milhões de anos. Que instrumentos terá utilizado o Homem para chegar à idade da Terra?*

Considera agora o tempo geológico desde que a Terra se formou até há 540 M.a.

- *Como podes constatar o Pré-Câmbrico está subdividido em intervalos de tempo de duração distinta (Hadeano, Arcaico e Proterozóico). Por que razão os intervalos de tempo considerados não têm todos a mesma duração?*
- *Que critérios terão sido utilizados para criar os intervalos de tempo considerados?*
- *Quais as dificuldades que pensas que têm os investigadores para contar a história da Terra no tempo considerado?*

Quadro 5 - Exemplo de atividades do tópico “A história da Terra e da vida...”, centradas na história da Terra e da vida.

Nos tópicos “**O Homem e a evolução do planeta Terra...**” e “**O tempo da consciência na evolução...**” são propostas atividades que ajudam os alunos a refletir, por um lado, sobre as explicações que têm sido apresentadas pela comunidade científica para a evolução do planeta, nomeadamente as que estão associadas à atividade antrópica (ex.: aquecimento global) e, por outro, sobre o tempo que esses acontecimentos demoraram a ocorrer e o papel que o Homem tem ou pode assumir na evolução da vida na Terra (Quadros 6 e 7).

- *Indica de que forma um período em que o clima é muito mais frio influencia a sobrevivência das espécies.*
- *A extinção em massa ocorrida entre o Ordovícico e o Silúrico teve alguma influência humana? Justifica a tua resposta.*
- *De que forma, atualmente, se podem relacionar as extinções de espécies com a ação do Homem?*
- *Conheces a expressão “aquecimento global”? Onde colocavas esse fenómeno na escala do Tempo Geológico. Justifica a tua resposta.*
- *De que forma os acontecimentos do passado da Terra podem ajudar a compreender a evolução do planeta?*

Quadro 6 - Exemplo de atividades do tópico “O Homem e a evolução do planeta Terra...”.

- *Por que é importante a biodiversidade do planeta Terra?*
- *Indica três ações levadas a cabo pelo Homem que podem comprometer a sobrevivência dos seres vivos e a preservação do planeta Terra.*
- *Discute, com os teus colegas de grupo, medidas que cada cidadão deve implementar para contribuir para a sobrevivência dos seres vivos e para a preservação do planeta Terra.*
- *Procede a uma avaliação crítica das medidas que implementas no teu dia-a-dia no sentido de promover a sobrevivência dos seres vivos e a preservação do planeta Terra.*
- *Discute, com os teus colegas de grupo, as questões que a seguir se colocam.*

**O Homem saberá habitar sabiamente o planeta Terra?
Que precisa de fazer para o conseguir?
Estás disposto a dar o teu contributo? De que forma?**

- *Apresenta à turma as ideias principais que resultaram da discussão tida no teu grupo de trabalho relativamente às questões anteriormente colocadas.*

Quadro 7 - Exemplo de atividades do tópico “O tempo da consciência na evolução...”.

O aluno ao compreender o tempo que alguns fenómenos demoram a ocorrer, até se tornarem perceptíveis para o Homem, pode ajudá-lo a tomar consciência que ao assumir, hoje, comportamentos que agridem o ambiente, estes podem ter reflexos, no futuro, na evolução do planeta Terra e, portanto, na respetiva sustentabilidade.

3.2. Materiais didáticos construídos, e sua contextualização, sobre a exploração e a utilização sustentada de recursos geológicos

Tal como na secção anterior, também aqui se faz referência ao contexto da construção dos materiais didáticos, bem como às diversas opções tomadas ao longo do processo.

Os materiais didáticos elaborados para o ensino secundário, foram desenvolvidos no âmbito do já referido Projeto IPEC e, dada a relevância didática do campo como espaço privilegiado de ensino e de aprendizagem de conteúdos geológicos, deram particular destaque a esta temática. Tendo como referência principal a proposta organizacional do trabalho de campo proposto por Nir Orion (1993), foram concebidas atividades que permitiram a abordagem do

modo como é efetuada a exploração e a utilização sustentada de recursos geológicos em duas regiões distintas de Portugal - a Pedreira da Quinta do Moinho (Vila Nova de Gaia), na região litoral-norte de Portugal, e o Parque Municipal do Antuã (Estarreja), na região litoral-centro de Portugal (ver Figura 2). Procurou-se contribuir para um melhor conhecimento da forma como é efetuada a exploração e a utilização sustentada dos recursos geológicos nas regiões em estudo, propondo atividades muito diversificadas (ex.: observação, identificação, interpretação, registo de dados, discussão, entre outras) e de modo a que os materiais didáticos pudessem ser utilizados por professores do ensino secundário e, eventualmente, adaptados para outros locais com características similares.

O modelo adotado na construção dos materiais didáticos integra indicadores que advieram de investigações realizadas ao nível da Didática da Geologia (Orion, 1993; Marques *et al.*, 1996; Praia & Marques, 1997; Compiani, 2013) e propõe uma orientação didática que se enquadra na perspetiva de ensino das ciências, que Cachapuz e outros (2001) 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.

A conceção dos materiais didáticos sustentou-se, também, nos aspetos que a seguir se indicam:

- 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: i) às finalidades de cariz construtivista; ii) aos objetivos específicos do ensino das ciências experimentais e, em particular, da área de Geologia (ex.: fornecer uma visão integradora da Ciência, estabelecendo relações entre esta e as aplicações tecnológicas, a sociedade e o ambiente, entre outros); iii) às competências a desenvolver no domínio do conhecimento substantivo e processual, do raciocínio e dos valores e das atitudes e iv) ao eixo organizador do próprio programa tido como fundamental no ensino das ciências que é a atividade de resolução de problemas (M.E., 2001a,b);
- 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 (Praia & Marques, 1997; Marques *et al.*, 1996).

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 didáticos diversificados que dêem 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 o Parque Municipal do Antuã e para a Pedreira

da Quinta do Moinho.

Descrição da abordagem didática

Procede-se aqui à apresentação das razões que determinaram a escolha dos locais selecionados para os materiais didáticos construídos, mostrando-se de seguida como é que as atividades foram curricularmente integradas. Posteriormente faz-se a articulação entre estas e as finalidades que são expectáveis. Finalmente, apresentam-se as linhas gerais das próprias atividades.

Seleção das situações de aprendizagem

As situações de aprendizagem selecionadas enquadram-se em atividades de trabalho de campo desenvolvidas para:

- * o Parque Municipal do Antuã (Estarreja, Portugal);
- * a Pedreira da Quinta do Moinho (Vila Nova de Gaia, Portugal).

O Parque Municipal do Antuã caracteriza-se por ser um parque urbano junto do rio Antuã que atravessa a cidade de Estarreja e onde foram efetuadas obras recentes de requalificação, sendo utilizada uma considerável variedade de recursos geológicos.

A Pedreira da Quinta do Moinho caracteriza-se por ser uma exploração de granito onde se extrai matéria-prima que é transformada no local antes de ser comercializada para diversos fins. A extração do granito está a criar uma grande cavidade no solo. No entanto, a referida cavidade começa a ser ocupada por materiais inertes da região, minimizando os impactes paisagísticos da mesma.

Referem-se, de seguida, as razões que estiveram na base da opção dos autores por estes dois locais.

O Parque Municipal do Antuã permite: analisar situações-problema relacionadas com aspetos de ordenamento do território e de risco geológico; identificar recursos geológicos e a respetiva aplicabilidade numa perspetiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA); desenvolver atitudes de valorização do património geológico. A Pedreira da Quinta do Moinho permite: reconhecer uma exploração onde os impactos ambientais são minimizados; proceder à articulação entre o enquadramento geológico da região e as condições de génese da rocha dominante (granito), bem como a sua evolução ao 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.

As planificações elaboradas apresentam um conjunto diversificado de situações de aprendizagem problematizantes e propiciadoras da partilha de saberes e de experiências sobre objetos e acontecimentos geológicos. Promove-se, assim, 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.

Integração curricular das atividades

Perante a necessidade de fomentar o desenvolvimento sustentável no planeta Terra, consideramos que o estudo e o aprofundamento dos temas *Ocupação antrópica e problemas de ordenamento* e *Exploração sustentada dos recursos geológicos* (Quadro 8) se pode constituir como temáticas privilegiadas para o alargamento e o aprofundamento da literacia científica dos alunos, em particular da literacia geológica e da consciência ambiental. Acresce, ainda, salientar que as atividades de trabalho de campo propostas se constituem como uma estratégia de excelência para promover uma abordagem interdisciplinar, integrando conteúdos concetuais da disciplina de

Biologia e Geologia (M.E., 2001a) e da disciplina de Física e Química (11º ano de escolaridade) (M.E., 2001b), tal como se encontra indicado no Quadro 8.

Disciplinas	Conteúdos conceituais
Biologia e Geologia	Tema IV – Geologia, problemas e materiais do quotidiano Ocupação antrópica e problemas de ordenamento Exploração sustentada de recursos geológicos
Física e Química	Unidade 2 – Da Atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra Da atmosfera ao oceano: Soluções na Terra e para a Terra <ol style="list-style-type: none"> 1. Água da chuva, água destilada e água pura 2. Águas minerais e de abastecimento público: a acidez e a basicidade das águas 3. Chuva ácida 4. Mineralização e desmineralização de águas.

Quadro 8 - Integração curricular das atividades de Trabalho de Campo nos conteúdos conceituais das disciplinas de Biologia e Geologia e de Física e Química (11º ano de escolaridade) (M.E., 2001a,b).

As temáticas curriculares selecionadas abordam conteúdos programáticos com atualidade, úteis e com um razoável grau de complexidade, permitindo uma discussão aprofundada e alargada a diferentes disciplinas (Biologia, Geologia, Física e Química) acerca da ocupação antrópica e, também, da exploração e utilização sustentadas de recursos geológicos, procurando dar respostas às seguintes questões-problema:

- *Até que ponto as intervenções realizadas pelo Homem no rio Antuã, junto ao Parque Municipal, poderão afetar a dinâmica fluvial e a vida das populações locais? (Parque Municipal do Antuã);*
- *Como explorar recursos geológicos de forma sustentada na Pedreira da Quinta do Moinho? (Pedreira da Quinta do Moinho).*

Fases da atividade, objetivos a alcançar e competências a desenvolver

As atividades de trabalho de campo para o Parque Municipal do Antuã e para a Pedreira da Quinta do Moinho foram organizadas em torno de três fases: preparação, saída de campo e pós saída. Em cada fase recorreu-se a um conjunto diversificado de atividades práticas (ex.: pesquisa, laboratoriais, de campo, entre outras) e a uma permanente mobilização de conhecimentos relativos a conteúdos programáticos abordados nas disciplinas de Biologia e Geologia e de Física e Química (10º e 11º anos de escolaridade).

Para estas atividades foram definidos os seguintes objetivos gerais:

- promover uma aprendizagem contextualizada e integradora de saberes de Biologia, de Geologia, 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.

A concretização das tarefas 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 atividades 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 permitir a consecução dos objetivos e das competências gerais definidas foram concebidas planificações didáticas que integravam um conjunto diversificado de atividades práticas para as fases de preparação da saída de campo, de saída de campo e de pós saída de campo, que a seguir se apresentam.

Atividades propostas

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 antes referenciados: preparação da saída, saída de campo e pós saída. Nas Figuras 3 e 4 apresenta-se um cronograma com exemplos de atividades desenvolvidas para o Parque Municipal do Antuã e para a Pedreira da Quinta do Moinho, respetivamente.

No decorrer da construção dos materiais didáticos foram elaborados guias de campo para servirem como apoio aos alunos durante as saídas realizadas. Destes documentos faziam parte atividades específicas para trabalho de grupo e atividades de discussão com toda a turma e com o professor.

As atividades propostas para a preparação, saída e pós saída, na situação exemplificativa do Parque Municipal do Antuã, destinavam-se aos alunos de todos os grupos de trabalho. Na Pedreira da Quinta do Moinho cada grupo de alunos apenas realizava as atividades correspondentes a um dos tópicos (ex.: recurso geológico, materiais produzidos, aterro de resíduos inertes ou exploração de recursos e ordenamento do território), o que implicou a adaptação de algumas das atividades relativas à preparação e à fase de pós saída ao tópico explorado.



Figura 3 - Visão geral das estratégias utilizadas no decorrer da implementação dos materiais didáticos no Parque Municipal do Antuã (Nota: Cada aula tem a duração de 90 minutos).

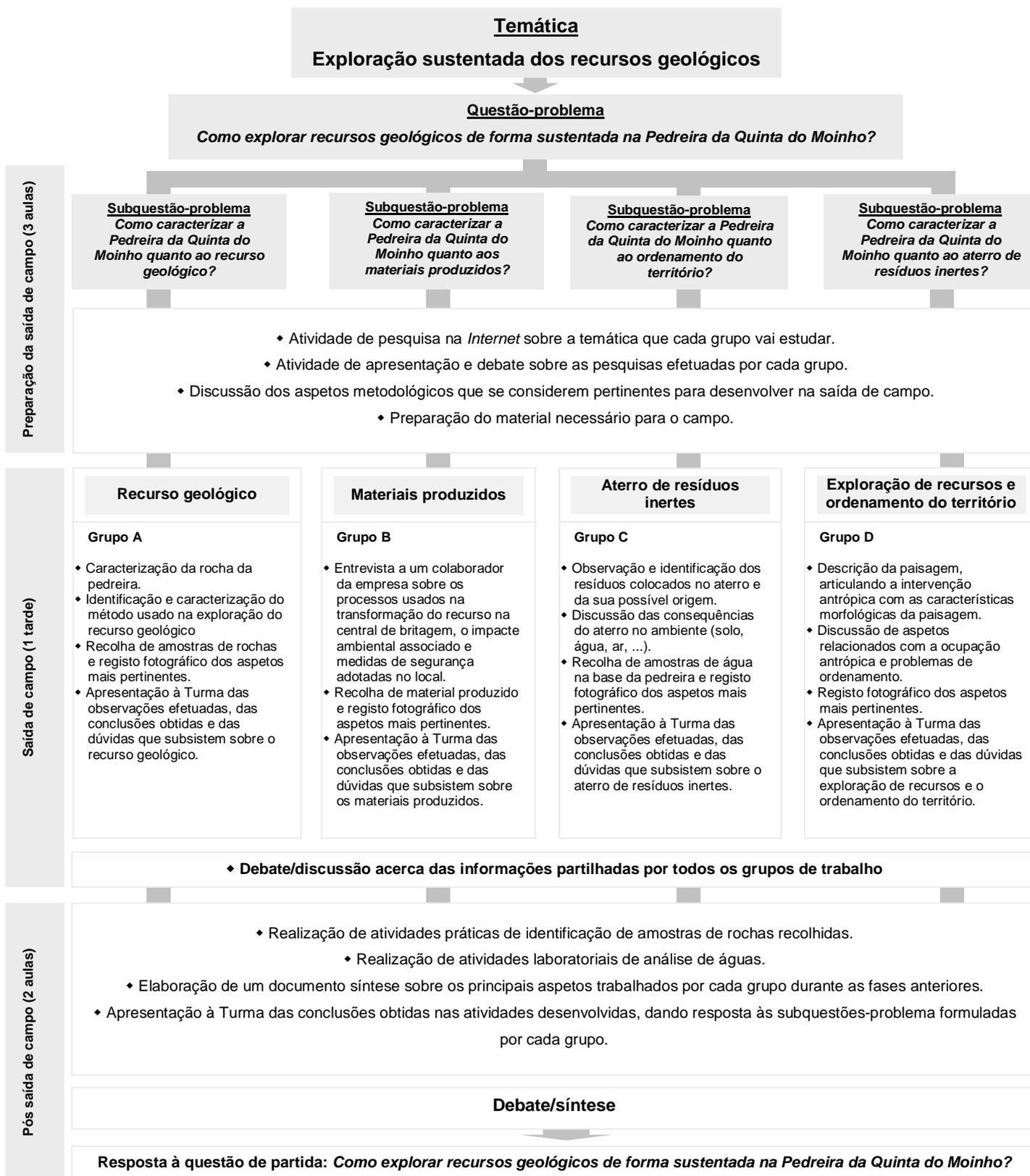


Figura 4 - Visão geral das estratégias utilizadas no decorrer da implementação dos materiais didáticos na Pedreira da Quinta do Moinho. (Nota: Cada aula tem a duração de 90 minutos).

As atividades de trabalho de campo para o Parque Municipal do Antuã e para a Pedreira da Quinta do Moinho encontravam-se integradas no currículo, concretizavam, de forma complementar e articulada, propostas de trabalho para distintos espaços de aprendizagem (sala de aula, laboratório e campo), privilegiavam metodologias sustentadas na resolução de questões-problema e no trabalho de grupo e envolviam os alunos de forma ativa em

todo o processo de ensino e de aprendizagem. Os materiais didáticos construídos para a Pedreira da Quinta do Moinho foram, posteriormente, adaptados para uma outra pedreira – a Pedreira da Feifil (Viseu, Portugal).

4. AVALIAÇÃO DO IMPACTE DE UMA FORMAÇÃO QUE VALORIZOU AS DINÂMICAS DE INTERAÇÃO E A CONSTRUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS NOS PROFESSORES

Decorridos cinco anos após o *terminus* do Projeto IPEC procurou-se, no âmbito da conceção deste capítulo, avaliar o impacte que este projeto teve no desenvolvimento profissional dos professores³ que nele participaram. Para isso foram entrevistados dois desses professores, um de Biologia e Geologia e outro de Física e Química. Com as entrevistas efetuadas pretendemos: i) compreender as razões que condicionaram a participação no projeto; ii) conhecer juízos de valor sobre a forma como decorreu a formação; iii) analisar o grau de satisfação com a metodologia usada no processo de formação; iv) e analisar procedimentos subsequentes à formação. Na análise das entrevistas foram consideradas as dimensões e sub-dimensões representadas no Quadro 9.

Dimensões	Sub-dimensões
Representações dos professores	Expetativas em relação à formação
	Avaliação da formação (ex.: metodologia, interação, natureza do grupo de trabalho)
Implicações da formação	Produção de materiais didáticos
	Aplicação dos materiais (ex.: valorização da interdisciplinaridade)
	Efeitos nos alunos (ex.: motivação, aprendizagem)
Projetos subsequentes	Desenvolvimento curricular
	Avaliação do trabalho desenvolvido

Quadro 9 - Dimensões e sub-dimensões consideradas na análise das entrevistas.

As entrevistas, depois de transcritas, foram sujeitas a análise de conteúdo (Bardin, 1995). Este foi considerado o método mais adequado para o tratamento dos dados, pois oferece a possibilidade de se tratar de forma metódica as informações recolhidas nas respostas dadas pelos professores entrevistados (Coutinho, 2011; Quivy & Campenhoudt, 1992). A análise de conteúdo das respostas assentou no pressuposto de que o entrevistado é sincero quando responde, procurando traduzir o que pensa da melhor forma que é capaz. Deste modo considerou-se que o conteúdo das respostas seria todo ele relevante para a análise, sem esquecer que as expressões utilizadas pelos entrevistados poderiam representar as suas ideias.

Os resultados obtidos foram organizados, tendo em conta as dimensões e sub-dimensões consideradas, e encontram-se sistematizados no Quadro 10.

Resultados	Extratos das respostas dadas pelos professores
As motivações que levaram os professores a frequentar a formação estiveram, essencialmente, relacionadas com: <ul style="list-style-type: none"> o ambiente de formação; o uso de uma plataforma para comunicação à distância. 	<p><i>Conhecia parte das pessoas com quem ia trabalhar... eram pessoas que me mereciam confiança... e as que não conhecia sabia que estariam na mesma onda de pensamento (P1).</i></p> <p><i>Quando fui convidada era para uma interação entre professores numa plataforma... da área das ciências. Isso foi motivante (P2).</i></p>
Na formação, os professores valorizaram: <ul style="list-style-type: none"> as interações estabelecidas na plataforma. No entanto, um dos professores considera que as interações ficaram aquém do esperado, devido aos professores estarem envolvidos noutras atividades e o outro professor faz uma progressiva valorização das interações, pelo facto de considerar que ao longo da formação o ambiente se tornou mais 	<p>Interação</p> <p><i>Para mim foi muito positivo esta forma de trabalhar na plataforma. O facto de estarmos longe nunca foi obstáculo... se fosse um trabalho mais sistemático, mais diário, penso que teria sido mais proveitoso... as interações ficaram aquém das minhas expetativas (P1).</i></p> <p><i>No início, fiquei um bocado inibida ao nível das interações na plataforma...porque achei que no grupo onde eu estava havia pessoas que eram extremamente dinâmicas e eu achei que o facto de escrever ficava tudo muito exposto... Comecei a ficar mais desinibida quando as pessoas começaram a pedir-me uma contribuição mais da minha área disciplinar (P2).</i></p> <p><i>A plataforma é um mero instrumento, pode ter importância ou não consoante o uso</i></p>

³ Entendido aqui como o desenvolvimento que os professores alcançaram como resultado da sua experiência e reflexão sobre a atividade docente (Nemíña, Ruso & Montero, 2009).

	<p>favorável;</p> <ul style="list-style-type: none"> • a metodologia adotada, nomeadamente ao nível do uso da plataforma, da realização de reuniões presenciais e de saídas de campo; • a natureza do grupo de trabalho (professores do ensino secundário e investigadores da universidade) e reconhecem que os professores tiveram um papel importante na construção dos materiais didáticos e os investigadores ao nível da construção do quadro teórico; • a produção e a implementação de materiais didáticos 	<p><i>que lhe damos, mas foi o que construímos e as ideias que partilhámos que para mim foi mais importante (P1).</i></p> <p>Metodologia</p> <p><i>Apesar de eu ter sido motivada pela plataforma e trabalho on-line, as reuniões presenciais foram muito produtivas também. E as visitas que realizámos às pedreiras também... pois conseguia ver exatamente o que poderia fazer, o que se poderia mesmo fazer na realidade e adaptar todo aquele trabalho que estávamos a fazer on-line no local onde íamos trabalhar com os alunos. A ida à pedreira foi importante para eu saber exatamente o que poderia colocar mais no guião (P2).</i></p> <p><i>O facto de podermos trabalhar na plataforma... possibilitou, apesar de nós estarmos a quilómetros de distância, estarmos a trabalhar juntos. Também acho que aprendi muito nos encontros presenciais que tivemos (P1).</i></p> <p>Natureza do grupo de trabalho</p> <p><i>Quando estamos num espaço em que algumas pessoas têm uma formação académica superior à nossa, mais larga, mais abrangente, estão em melhores condições para orientar essas interações. Se fossemos só nós talvez não tivéssemos ido tão longe... eu penso que a parte dos investigadores teve mais a ver com o enquadramento concetual... Foi delegado em nós a produção dos documentos (P1).</i></p> <p><i>Eu tenho ideia que nós trabalhamos muito na produção daquele guião da saída. Tenho ideia que foi mais relevante o trabalho entre nós do que a intervenção dos investigadores (P1).</i></p> <p><i>O facto de termos investigadores no nosso grupo foi outro suporte, foi um apoio teórico que nós tivemos... foi sobretudo na parte das competências que nós tínhamos que avaliar nos alunos... Falava de geologia e eu conseguia aprender mais algumas coisas de química, relacionadas com a formação das rochas, que eu não sabia muito bem (P2).</i></p> <p>Produção e implementação de materiais didáticos</p> <p><i>Foi a aplicação do trabalho, do guião que nós produzimos. Penso que foi o que mais me agradou, o que eu aprendi melhor (P2).</i></p>
<p>A formação teve implicações diferentes no desenvolvimento profissional dos professores</p>	<p>Para o professor P1 a formação teve implicações, essencialmente, ao nível do quadro concetual</p> <p>Para o professor P2 a formação teve implicações ao nível</p> <ul style="list-style-type: none"> • da produção e aplicação de materiais didáticos; • da avaliação das aprendizagens; • da motivação e aprendizagem dos alunos. 	<p><i>A experiência contribuiu significativamente para o meu crescimento pessoal e profissional (P1).</i></p> <p><i>Agora essa preocupação com o quadro concetual, isso faz sentido para mim (P1).</i></p> <p><i>Aprender muito, isso é importante para mim, o saber é importante (P1).</i></p> <p><i>Eu fazia documentos de apoio para os alunos mas não com este rigor, com estas etapas: a preparação, a visita e a pós-visita (P2).</i></p> <p><i>Agora a postura dos alunos quando vão a estas visitas de estudo, com base num guião deste género, é completamente diferente. As próprias pessoas, quando eles vão às empresas, ficam, não digo deslumbradas, mas ficam muito satisfeitas com a postura, com o interesse dos alunos, e vejo que eles depois trazem muita informação, e a forma como eles apresentam essa informação... (P2).</i></p> <p><i>Na parte da avaliação, tento aplicar uma avaliação feita por pares, os próprios alunos se avaliam entre si. Os alunos fazem a avaliação, eu faço a minha avaliação. Antes do IPEC eu não tinha muito essa preocupação. Era eu que avaliava os trabalhos, agora não, já faço um bocadinho mais... Os alunos sabem exatamente como são avaliados e quais são os parâmetros em que vão ser avaliados (P2).</i></p> <p><i>Consegui motivar muito os alunos para esse tipo de trabalho. E achei que os alunos gostaram, acho que conseguiram ver muita interação entre a química, a biologia e a geologia. E achei que esses conteúdos ficaram consolidados (P2).</i></p> <p><i>Acho que está mais centrado nos alunos, porque eles estão mesmo mais envolvidos. São eles que vão procurar. Eu estou ali como uma orientadora, eles vão procurar muito mais (P2).</i></p> <p><i>São os alunos que vão à procura de mais conhecimento, penso eu. Eu acho que a forma de aprendizagem deles, a forma como eles depois respondem a certas perguntas que eu faço é muito mais clara, penso que eles vêm com mais bases, mais conhecimentos. Eu penso que isso se reflete nas aprendizagens deles (P2).</i></p>
<p>Nem todos os professores deram continuidade ao trabalho desenvolvido na formação</p>	<p>O professor P1 não fornece evidências que tenha dado continuidade ao trabalho desenvolvido na formação, assumindo mesmo que não o fez</p> <p>O professor P2 deu continuidade ao trabalho da formação, ao nível</p> <ul style="list-style-type: none"> • do uso de plataformas; • da produção de materiais didáticos; • da avaliação das 	<p><i>Genericamente não dei continuidade (P1).</i></p> <p><i>Eu sempre me senti bastante isolada em termos de trabalho colaborativo... e nesse aspeto não aconteceu nada que já não acontecesse antes (P1).</i></p> <p><i>Havia coisas que eu já fazia antes, não foi pelo facto de ter participado no projeto em si que passei a fazer diferente (P1).</i></p> <p><i>Ainda o ano passado, com uma turma do 12º ano... Trabalhávamos um bocado on-line. Os alunos tiveram que criar uns blogs... E portanto nós estávamos sempre a interagir através dos blogs. Eu tenho continuado a utilizar, para mim o arranque foi o IPEC (P2).</i></p> <p><i>Depois de ter estado nesta formação do IPEC, continuei sempre a adaptar todo este trabalho que fizemos, no fundo foi a construção destes materiais, nunca mais parei de utilizar, nem que não seja para saídas de campo, utilizei muito este tipo de guião para atividades mesmo em sala de aula (P2).</i></p>

	aprendizagens.	<p><i>O ano passado viemos aqui a Aveiro a uma empresa que produz biodiesel e os alunos também fizeram um guião, trabalhámos na plataforma, os alunos fizeram os blogs. Isto tudo para mim são influências do IPEC (P2).</i></p> <p><i>Eu fazia muito direcionado só para os conteúdos. Agora não, agora tenho a preocupação de ver quais são as competências que quero avaliar nos alunos (P2).</i></p>
	O professor P2 faz uma avaliação positiva do trabalho subsequente, nomeadamente, ao nível da organização de saídas de campo.	<p><i>Eu sempre que vou fazendo vou tentando melhorar mais qualquer coisa, mas o meu grande suporte foi aqui o que eu aprendi com o IPEC. Acho que estas três etapas da construção dos materiais são importantes. Mas penso que tenho melhorado, nesse aspeto penso que tenho melhorado (P2).</i></p>
As principais dificuldades sentidas pelos professores no desenvolvimento de trabalho subsequente, nas suas escolas, foram ao nível da mobilização de outros professores e do trabalho colaborativo.		<p><i>Em relação aos colegas, o meu ambiente profissional não era um meio favorável ao trabalho de equipa que estava subjacente ao projeto. Ainda hoje se sente na escola essa dificuldade, de as pessoas trabalharem em conjunto, com ou sem plataforma (P1).</i></p> <p><i>Tinha novamente uma turma do 11º ano e tentei novamente implementar esta atividade na minha escola. Tinha já contactado a pedreira, falei com o professor de Biologia e Geologia, mas já não tive a receptividade do colega porque estava muito preso aos programas. Eu acho que não faz sentido ir só no contexto da química. Não consegui mais envolver professores de outras disciplinas (P2).</i></p>
Os professores reconhecem que os materiais didáticos implementados, no âmbito da formação, chamaram a atenção dos alunos para problemáticas ambientais, mas têm dúvidas que tenham tido reflexo ao nível do seu comportamento.		<p><i>Sim! Considero que favoreceu a Educação para a sustentabilidade porque eles não tinham... O guião da visita à pedreira era bastante abrangente, por conseguinte alertava para muitos aspetos, nomeadamente para o facto de a pedreira estar implementada no meio da cidade, o ruído. Inclusivamente, nós tivemos possibilidade de assistir a um rebentamento. Tudo isto teve impacto nos alunos. Coisas que eles não sabiam, isso foi uma das coisas que eles quando fizeram os comentários falaram (P1).</i></p> <p><i>A uma pedreira com estas dimensões provavelmente nunca tinham estado, era uma cratera imensa, as máquinas a trabalhar, isso eu lembro-me perfeitamente que os impressionou (P1).</i></p> <p><i>Os alunos já tinham algumas ideias sobre desenvolvimento sustentável, sobre as questões ambientais. Sinceramente, não sei até que ponto isto terá...sensibilizado os alunos. Em termos dos trabalhos deles sim. Depois de eles terem feito este trabalho, logo a seguir eles mostraram preocupação com as questões ambientais, viram os grandes problemas que eram as pedreiras, mas futuramente eu não sei. Após a saída sim, eles responderam e mostraram aspetos negativos associados à exploração da pedreira e aspetos positivos, mas futuramente é que eu fico um bocadinho na dúvida, se isso terá tido algum impacto ou não (P2).</i></p>
Os professores manifestaram receptividade mas diferentes motivações para a frequência de outras formações	O professor P1 manifestou disponibilidade para frequentar novas formações desde que estas tenham um ambiente de formação favorável.	<p><i>Aprender muito, isso é importante para mim, o saber é importante. Porque iria de certeza ser alertada para aspetos que eu não conhecia e que certamente iria ficar sensível. Porque encontraria certamente pessoas motivadas e com os mesmos interesses que eu (P1).</i></p>
	O professor P2 manifestou que estará disponível para frequentar novas formações se estas valorizarem a construção de materiais didáticos e as tecnologias da informação e comunicação.	<p><i>Penso que sim, mas porque gosto imenso e sei muito pouco ainda sobre isso. Sim porque me interessa muito este tipo de atividades e sobretudo porque eu gosto de modificar sempre as minhas aulas. Não consigo dar sempre o mesmo tipo de aulas e quanto mais ferramentas novas e quanto mais materiais novos tiver para aplicar nas aulas melhor, para mim é o mais motivante (P2).</i></p> <p><i>Gostava que tivesse TIC, porque gosto de aprender. Desde que não me pusessem a trabalhar muito em termos de fóruns. Gostava de fazer um trabalho para os alunos fazerem trabalhos diretamente, como posso dizer, gostava de fazer um trabalho final com os alunos todos numa plataforma ou numa aplicação que desse para ficar tudo registado (P2).</i></p>

Quadro 10 - Resultados obtidos nas entrevistas realizadas aos professores.

Procurámos, também, conhecer as perceções dos alunos acerca dos materiais didáticos construídos para o ensino secundário apresentados na secção anterior. Para tal foi construído e administrado um questionário que possuía perguntas fechadas e de escolha múltipla e o mesmo foi aplicado aos alunos que experienciaram os materiais didáticos implementados. Posteriormente procedeu-se à análise das respostas dadas pelos alunos, que nos permitiram obter os resultados que de seguida se apresentam.

Os 88 alunos, de quatro escolas da zona norte de Portugal, aos quais foram administrados os materiais correspondentes à Pedreira da Quinta do Moinho tinham idades compreendidas entre 16 e 17 anos. Da análise das respostas verificou-se que os alunos avaliaram muito positivamente a diversidade das atividades realizadas nas três fases da atividade de trabalho de campo (preparação, saída e pós saída), bem como a participação ativa que lhes foi proporcionada e, ainda, a autonomia que os materiais didáticos possibilitaram. Os alunos consideraram 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. Finalmente, os alunos consideraram, também, que esta atividade melhorou a sua tomada de consciência acerca dos problemas ambientais, tal como aprofundou o respetivo reconhecimento da importância do conhecimento geológico na resolução de problemas ambientais.

Os 55 alunos aos quais foram aplicados os materiais didáticos construídos para o Parque Municipal do Antuã pertenciam a duas turmas da mesma escola e tinham idades compreendidas entre 16 e 17 anos. Estudando as respostas obtidas, concluiu-se que houve valorização do contexto de aprendizagem, o qual facilitou a interação entre a geologia e outras áreas do saber, a compreensão de conteúdos de geologia e, ainda, a contribuição da geologia para a resolução de problemas ambientais, sociais, económicos e tecnológicos.

Na perspetiva dos autores, os materiais didáticos construídos podem constituir-se como instrumento facilitador de uma maior consciência ambiental dos alunos, despertando-os para a importância de assumirem uma cidadania mais ativa e interventiva na promoção da sustentabilidade do planeta Terra.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Integrar nos currículos de ciências dos ensinos básico e secundário temáticas relacionadas com o ambiente e com as respetivas implicações de natureza sociológicas é, certamente, um motivo com o qual nos temos de congratular. Isso significa ter sido dado um passo em frente relativamente a uma fase em que apenas conteúdos canónicos eram naqueles incluídos. Assim, os currículos ficam mais capazes de poderem dar uma desejável contribuição social, ajudando, por exemplo, os alunos a desenvolverem competências que lhes permitam estruturar melhor, para usar depois, no quotidiano, a sua consciência ambiental. Contudo, para que tal aconteça, há uma vertente que não pode ser esquecida, sob pena de, apesar dum bom enquadramento curricular, os resultados, isto é, a qualidade das aprendizagens dos alunos não se diferenciar substancialmente da que é tradicional. Trata-se da formação dos professores! Na opinião dos autores, e tomando em consideração, também as suas próprias vivências, por mais bem preparada que seja qualquer inovação curricular, se a formação dos docentes não for criteriosamente cuidada e efetuada de uma forma cientificamente sustentada, os resultados ficarão longe do desejável.

É bem conhecida da literatura, como foi já neste capítulo sublinhado aquando da caracterização breve do Projeto IPEC, as reais dificuldades em colocar ao serviço da formação dos professores as contribuições dadas pela investigação educacional. De facto, a grande maioria dos professores não reconhece que o conhecimento científico que emana dos académicos seja um referente, e muito menos, um referente útil, na procura de respostas para as questões com que se confrontam nas suas práticas letivas. Por outro lado, também os académicos, mais frequentemente do que o que seria de desejar, ocupam um espaço ao qual os professores não acedem com facilidade, não só, mas também, pela linguagem - muito hermética - que utilizam.

Dos três casos apresentados neste capítulo, todos experienciados pelos autores, emergem outras tantas ideias força:

- * as potencialidades de uma cultura de colaboração entre a comunidade de investigadores em educação em geociências e o comunidade dos professores de ciências - catalisadas pela conceção de uma escola reflexiva – são muitas e não podem ser descuradas;
- * a percepção de que orientações aplicacionistas da teoria produzida, feita por atores que as executam acriticamente, necessita de ser revista;
- * a investigação deve ser perspectivada como um fator que reconfigura de forma sistemática o pensamento.

Resulta daqui que a experiência de formação de professores aqui referenciada se assume como um importante instrumento de promoção do desenvolvimento profissional docente, dado que, ocorrendo no contexto educativo da atividade profissional, contribui para:

- * a (re)construção de quadros teóricos de referência, no âmbito das geociências e da didática das ciências;
- * a construção e a implementação de materiais didáticos, enquadrados e fundamentados pela investigação em didática, que promovem a articulação entre diferentes espaços de aprendizagem (sala de aula, laboratório e campo) e entre diversas áreas do saber (ex.: Física, Química, Biologia, Geologia, ...), e que propõem atividades diversificadas e centradas nos alunos;
- * a interação entre professores e investigadores ao nível da construção de conhecimento profissional docente e da sua mobilização na construção dos materiais didáticos inovadores.

Em síntese, os professores reconheceram que estas propostas de formação contribuíram para o desenvolvimento de competências profissionais, facilitando o exercício de uma cidadania participativa e de responsabilidade, apontando para a resolução de problemas da sociedade atual, entre os quais se incluem os relacionados com a sustentabilidade do planeta Terra. Parece assim fazer sentido sublinhar que este tipo de intervenção pode contribuir para que os professores de geociências desenvolvam uma visão mais fundamentada e holística na abordagem de temáticas globalizantes, pluridisciplinares e complexas como são as do ambiente. É necessário, por isso, trilhar novos caminhos ao nível da formação de professores, procurando criar mecanismos relacionais de cooperação entre investigadores em geociências, didatas e professores de ciências. Assinalam-se as contribuições específicas de cada grupo na procura da consecução da grande finalidade de todos – entender as dinâmicas próprias do planeta que habitamos, de forma a desenvolver uma consciência ambiental que permita uma intervenção cidadã esclarecida em prol de um desenvolvimento que não ponha em causa as gerações vindouras.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARAB, S. A. (2003). An Introduction To the Special Issue: Designing for Virtual Communities in the Service of Learning. *The Information Society*, 19, pp. 197-201. [Online]. URL: http://inkido.indiana.edu/research/onlinemanu/papers/intro_InSoc.pdf
- BARDIN, L. (1995). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- BRUSI, D. (1992). Reflexiones en Torno a la Didáctica de las Salidas de Campo en Geología. *Actas do VII Simposio Nacional Sobre Enseñanza de la Geología*. Santiago de Compostela, pp. 363-390.
- CACHAPUZ, A., PRAIA, J., & JORGE, M. (2001). Perspectivas de Ensino. In A. Cachapuz (Org.). *Centro de Estudos de Educação em Ciência (CEEC)*. Porto. 77 pp.
- COMPIANI, M. (2013). *Ribeirão Anhumas na Escola: Projeto de Formação Continuada Elaborando Conhecimentos Escolares Relacionados à Ciência, à Sociedade e ao Ambiente*. Curitiba. Editora CRV.
- COSTA, N., GRAÇA, B., & MARQUES, L. (2003). Bridging the Gap Between Science Education Research and Practices: A Study Based on Academic Opinions. *International Conference Teaching and Learning on Higher Education: New Trends and Innovation*, 13-17 April, University of Aveiro [CDRom, Online]. URL: <http://event.ua.pt/iched/>.
- COSTA PEREIRA, D. (2007). *Nova Educação na Nova Ciência para a Nova Sociedade. Fundamentos de uma Pedagogia Científica Contemporânea*. Porto: Universidade do Porto.

- COUTINHO, C. (2011). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática*. Coimbra: Edições Almedina.
- DEDE, C., KETELHUT, D., WHITEHOUSE, P., BREIT, L., & MCCLOSKEY, E. (2005). *A Research Agenda for Online Teachers Professional Development*. Harvard Graduate School of Education [Online]. URL: http://gseweb.harvard.edu/~uk/otpd/Dede_research_agenda_final.pdf
- DODICK, J., & ORION, N. (2003). Measuring Student Understanding of Geological Time. *Science Education*, 87, pp. 708-731.
- ESCRIBANO RÓDENAS, M. (2008). La Medida del Tiempo Geológico: Un Reto en Secundaria. *Actas del XV Simposio sobre Enseñanza de la Geología*, pp. 119-127.
- FRODEMAN, R. (2010). O Raciocínio Geológico: A Geologia como uma Ciência Interpretativa e Histórica. *Terrae Didactica*, 6(2): 85-99 «<http://www.ige.unicamp.br/terraedidactica/>»
- GUTIÉRREZ, J., BENAYAS J., & CALVO, S. (2006). Educación para el Desarrollo Sostenible: Evaluación de Retos y Oportunidades del Decenio 2005-2014. *Revista Iberoamericana da Educação*, 41. [Online]. Disponível em <http://www.rieoei.org/rie40a01.htm>
- LEDLEY, T. S., TABER, M., LYNDY, S., DOMENICO, B., & DAHALMAN, L. (2012). A Model for Enabling and Effective Outcome-Oriented Communication Between the Scientific and Educational Communities. *Journal of Geoscience Education*, 60, pp. 257-267.
- LOUREIRO, M.^a J., SANTOS, M. C., NETO, A., PRAIA, J., VASCONCELOS, C., OLIVEIRA, T., COSTA, N., & MARQUES, L. (2003). Investigação em Educação em Ciência e Práticas Lectivas: Dificuldades de Articulação Associadas à Formação de Professores. Livro de Resumos do 1º Congresso Brasileiro de Formação de Professores: *Passado Presente e Futuro*. Campo Largo (Paraná), 23-24 de Julho. p. 72.
- MARQUES, L., & THOMPSON, D. (1997). Portuguese Students' Understanding at ages 10-11 and 14-15 of the Origin and Nature of the Earth and Development of Life. *Research in Science & Technological Education*, 15(1), pp. 29-51.
- MARQUES, L., & PRAIA, J. (2009). Educação em Ciência: Actividades Exteriores à Sala de Aula. *Terrae Didactica*, 5 (1), pp. 10-26. [Online]. Disponível em <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. In *IX Simpósio sobre la Enseñanza de la Geología E. C. T.*, extra-96. pp. 32-39.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (2001a). *Programas de Biologia e Geologia – 10º e 11º Anos de Escolaridade*. Lisboa: Editorial do M.E.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (2001b). *Programas de Física e Química A – 10º e 11º Anos de Escolaridade*. Lisboa: Editorial do M.E.
- MORGADO, M., REBELO, D., MONTEIRO MACDADE, G., MEDINA, J., MARTINS, L., & MARQUES, L. (2012). O Tempo Geológico na Formação de Professores de Geociências. In A. M. Sarmiento, M. Cantano & G. R. Almodóvar (Eds.). *Comunicaciones del XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología*. Huelva: Universidad de Huelva, pp. 204-209.
- NEMIÑA, R., RUSO, H., & MONTERO L. (2009). Desarrollo Profesional y Profesionalización Docente. Perspectivas y Problemas. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, vol. 13, n.º 2, pp. 1-13.
- 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*, VOL.93 (6), pp. 325-331.
- PRAIA, J., & MARQUES, L. (1997). Para uma Metodologia do Trabalho de Campo: Contributos da Didáctica da Geologia. *GEOlogos*. 1, pp. 27-33.
- QUIVY, R., & CAMPENHOUDT, L. (1992). *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. Lisboa: Gradiva.
- REBELO, D., & MARQUES, L. (2000). *O Trabalho de Campo em Geociências na Formação de Professores: Situação Exemplificativa para o Cabo Mondego*. Cadernos Didácticos Série Ciências. Aveiro: Universidade de Aveiro. 4, pp. 7-128.
- RICHARDSON, V. (1997). *Constructivist Teacher Education. Building a World of New Understandings*. London: Falmer Press.
- TREND, R. (2000). Conceptions of Geological Time Among Primary Teachers Trainees, With Reference to Their Engagement With Geosciences, History and Sciences. *International Journal of Science Education*, 22(5), pp. 539-555.