

# METODOLOGIA DAS ACTIVIDADES PRÁTICAS DE CAMPO NO ENSINO DAS GEOCIÊNCIAS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES: UMA EXPERIÊNCIA EM PINHEL<sup>1</sup>

Jorge Bonito<sup>2</sup>, C. Regêncio Macedo<sup>3</sup>, J. M. Soares Pinto<sup>4</sup>

## 1 - Introdução

Em consequência das grandes transformações sociais decorridas nos últimos trinta anos, a forma de se entender globalmente a educação mudou. A partir de modelos abstratos e filosóficos, que consideravam a educação como «perfeição», e modelos sociológicos, em que a educação é aceite como «adaptação» e «socialização», surgem outras visões mais activas e pragmáticas reivindicando uma «intervenção» como um conjunto de práticas mediante as quais os grupos sociais procuram promover o desenvolvimento individual dos seus membros. O objectivo desta educação já não é a mera adaptação mas, pelo contrário, despertar pessoas e consciências. Nas palavras de Mounier, filósofo personalista, a educação «*tiene como misión despertar seres capaces de vivir y comprometerse como personas*» (citado em Róman e Díez, 1994, p. 40).

Com esta nova ideia (que não é inovadora, mas apenas a retaguarda de um paradigma que lhe dá forma), os modelos e métodos de ensino empregues tiveram que ser repensados, surgindo a necessidade de uma nova conceptualização daquilo que é e se pretende, globalmente, do ensino e da aprendizagem. Por arraste, e particularmente no ensino das ciências, as transformações foram bem significativas.

A maioria das actuais investigações e inovações em didáctica das ciências consideram explicitamente, como base de trabalho, as teorias construtivistas sobre a aprendizagem e as suas consequências no ensino (Johsua e Dupin, 1993). Mudou a própria visão que se tinha sobre a natureza do conhecimento científico e a sua projecção social. Hodiernamente acredita-se num desenvolvimento da ciência com base numa perspectiva construtivista, aceitando-se uma imagem de ciência mais relativista e humilde.

Face a estes novos corolários, a investigação em didáctica das ciências introduziu novas orientações na própria concepção do que é ensinar e aprender ciências, quer ao nível da formulação de novos objectivos e selecção e sequência de conteúdos, quer ao nível da conceptualização de novas metodologias,

<sup>1</sup> Comunicação oral apresentada no *VII Encontro Nacional de Educação em Ciências*, realizado em Novembro de 1999 na Escola Superior de Educação da Universidade do Algarve, colocado sob a forma de artigo em A. C. Coelho, A. F. Almeida, J. M. Carmo e M. N. R. Sousa (Coords.), *Educação em Ciências. Actas do VII Encontro Nacional*. Faro: Escola Superior de Educação da Universidade do Algarve, pp. 144-178.

<sup>2</sup> Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora • Ap.<sup>do</sup> 94, 7002-554 Évora • Tel.: 266 74 45 22; Fax.: 266 74 45 21; Correio electrónico: jbonito@uevora.pt; Sítio na web: <http://evunix.uevora.pt/~jbonito>.

<sup>3</sup> Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra • Ap.<sup>do</sup> 3 014, 3001-401 Coimbra • Tel.: 239 82 30 22; Fax.: 239 83 77 11; E-mail: regencio@ci.uc.pt.

<sup>4</sup> Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra • Ap.<sup>do</sup> 3 014, 3001-401 Coimbra • Tel.: 239 82 30 22; Fax.: 239 83 77 11.

organização dos processos de comunicação ou maneira de entender a avaliação. Quaisquer que sejam os pontos de discussão, aceita-se amplamente que a compreensão é qualquer situação que não se transmite e que só pode ser operada mediante a participação central do aluno. Nas palavras de Astolfi e Develay (1991), as:

aprendizagens devem ser pensadas no quadro de um *modelo didático composto* que postula simultaneamente que o aluno é o centro organizador essencial de seu saber e que o resultado desta autoaprendizagem conduz o indivíduo a rupturas epistemológicas que ele não podia supor no momento inicial. Todo o trabalho de didática consiste em tornar possíveis tais dispositivos, que conduzem a progressos intelectuais, mas só serão melhores quando estiverem ancorados nas estruturas cognitivas de início, cuja evolução está sendo tentada. (p. 76)

Este trabalho pretende precisamente dar conta de uma experiência metodológica inovadora, no âmbito da formação inicial de professores do 3.º Ciclo do Ensino Básico e Secundário, levada a cabo nos dias 29 de Abril a 1 de Maio de 1999 no âmbito da disciplina de *Didáctica da Geologia I e II* que é leccionada no 4.º ano do Ramo de Geologia do Curso de Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia na Universidade de Évora. Na primeira parte do trabalho procuraremos contextualizar a importância do campo no ensino-aprendizagem das Ciências da Terra. Num segundo momento, descreveremos a metodologia empregue bem como a geologia da região a estudar. Procuraremos ainda, numa terceira fase, apurar que tipo de aprendizagens, dificuldades e sentimentos se geraram e, por último, teceremos algumas considerações entre os resultados obtidos nesta actividade e as propostas da investigação em didáctica das ciências e lançar alguns encalces de trabalhos futuros.

## **2 - A didáctica das actividades práticas de campo**

As actividades práticas são actualmente entendidas como um método (importante!) no processo de ensino-aprendizagem das ciências, traduzidas em distintas e diversificadas acções, realizadas no espaço da sala de aula, laboratório ou exterior à escola, implicando sempre que o aluno seja um sujeito activo no próprio processo de aprendizagem (Bonito, 1996b). Escrevemos importante, entre parêntese, por dois motivos: embora exista no momento por parte dos professores um assentimento geral sobre a importância das actividades práticas, amiúde é sem fundamento conceptual sólido e essa importância só advém da metodologia empregue na própria actividade. O mesmo será dizer que não é pelo facto de se fazer uma actividade prática qualquer que os resultados de aprendizagem são melhores.

Um estudo realizado por Bonito (1996a) revela que 94% dos professores inquiridos considera que devem realizar-se actividades práticas sempre que os conteúdos programáticos sejam adequados à sua utilização, sendo o seu papel didáctico um complemento do ensino teórico (78%). Mais recentemente, um trabalho de Morcillo, Rodrigo, Centeno e Compiani (1998) mostra que 85% dos professores questionados defende que as actividades práticas são essenciais no ensino. Talvez devida à atribuição desta importância, as actividades práticas constituam hodiernamente um campo bem valorizado e demarcado na investigação em didáctica das ciências. Porém, apesar dos esforços e de toda a

intuição que advém da própria corrente construtivista sobre a aprendizagem, algumas questões sérias continuam ainda por carecerem de uma resposta muito clara:

- Qual a relação que existe entre as actividades práticas e a aprendizagem? Que tipo de aprendizagem se gera?
- Serão as actividades práticas imprescindíveis no ensino das ciências? Será possível atingir os mesmos objectivos com outro tipo de actividades?
- Relativamente ao ensino das Ciências da Terra, será assim tão importante realizar actividades práticas no campo?

Alguns trabalhos publicados levantam ainda sérias dúvidas relativamente à importância das actividades práticas. Novak (1978) refere que as actividades práticas não conduzem necessariamente a aprendizagens significativas. Outros autores como Clakson e Wright (1992), Watson, Prieto e Dillo (1995), Barberá e Valdés (1996) e Almeida (1997) chegaram aos mesmos resultados. A realidade, porém, é que actualmente se defende uma maior qualidade do ensino das ciências, assumindo-se que esta estará directamente relacionada com o número e tipo de actividades práticas que se realizam com os alunos.

Sendo este o actual cenário, por que será que fazemos actividades práticas? Quais as características que tornam as actividades no campo tão peculiares, impossíveis de superar com trabalhos na sala de aula ou em laboratório? Será que depois de estar-se no campo essas características são exploradas adequadamente? Talvez seja esta última questão aquela que é a mais decisiva para resultados obtidos a nível de aprendizagem.

Como resultado de outros trabalhos de investigação, parece estar claramente aceite que alguns importantes objectivos relacionados com procedimentos e atitudes no ensino e educação em Ciências da Terra só poderão ser cumpridos com actividades realizadas no campo. Alguns parâmetros tornam insubstituível o seu papel didáctico (Brusi, 1992):

- i) A inserção na esfera natural permite-nos compreender a amplitude, a diversidade e a complexidade do ambiente e a multiplicidade de variáveis que o integram.
- ii) O conhecimento regional, no que se refere aos aspectos geológicos, vegetação e fauna, é muito difícil de abordar com um método activo se não for mediante o contacto directo com o meio.
- iii) A própria vivência é o melhor marco de referência para consciencializarmo-nos da passagem do tempo, que marca ritmos e intervalos na sucessão dos fenómenos.
- iv) As actividades fora da sala de aula poderão transmitir mais vivacidade e uma atitude ávida em relação ao meio natural.

O campo torna-se assim o «contexto de aprendizagem onde o conflito entre o real (o mundo), o exterior e o interior, as ideias e as representações, ocorre em toda a sua intensidade» (Compiani e Carneiro, 1993, p. 91). A maioria dos conceitos geológicos podem analisar-se a partir das actividades no campo, pois de facto, elas produzem uma síntese tripla, real dos conteúdos programáticos, na sua dimensão

de conceitos, procedimentos e atitudes. O campo constitui o imediato da Geologia por duas razões: traduz a acessibilidade de observação, e é o próprio palco do processo histórico-geológico.

Decorrendo desta importância, nos últimos anos tem-se assistido a uma linha de trabalho dedicada a estudar a metodologia das actividades práticas de campo no ensino das Ciências da Natureza relativa à relação professor-aluno. Jaén e Bernal (1993) e Pedrinaci, Sequeiros e García de la Torre (1994), partindo de uma linha construtivista da aprendizagem, desenvolvem actividades de campo com estratégias do tipo de modelos investigativos, abertos ou semiabertos, baseados na formulação, tratamento e resolução de problemas. Outros autores consideram o campo como fonte de informação e investigação e formulam actividades investigativas, críticas e geradoras de conhecimentos.

Em sinopse, os principais tipos de actividades de campo defendidos pelos vários autores estão representados no Quadro 1.

**Quadro 1**

*Nomenclaturas mais utilizadas para os tipos de actividades de campo, em função da relação estabelecida entre professor e alunos (adaptado de Mordillo, et al., 1998).*

<b>Tipo de saída</b>		<b>Relação Professor-Aluno</b>
Tradicional Comentada Dirigida Descriptiva Guiada Transmissiva Excursão geológica		<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensino expositivo centrado no professor. Os alunos redescobrem os conceitos e factos que o professor pretendia desde o princípio. O grau de participação do aluno reduz-se a tomar apontamentos e, ocasionalmente, à elaboração de algum esquema, etc.</li> <li>Professor omnisciente</li> <li>Aluno copista.</li> </ul>
Descoberta guiada Semidirigida Descoberta dirigida Observação dirigida Itinerário didáctico	Com guião	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os alunos são protagonistas, orientados pelo professor. Segue-se um percurso pré-estabelecido, em que todas as actividades são guiadas sequencialmente pelo professor ou pelo guião.</li> <li>Professor definidor de regras e sintetizador.</li> <li>Aluno investigador dirigido.</li> </ul>
	Sem guião	
Aberta Não dirigida Investigativa Delineamento/proposta de problemas Resolução de problemas		<ul style="list-style-type: none"> <li>Centrada nos alunos. Estes participam na planificação e desenvolvimento da actividade. Saídas integradas na investigação escolar. Não se conhecem, <i>a priori</i>, os resultados que podem obter-se.</li> <li>Professor orientador.</li> <li>Aluno investigador.</li> </ul>

Em função da duração da actividade de campo assim poderemos classificá-la nos termos descritos no Quadro 2.

Quadro 2

*Classificação das actividades de campo em função da sua duração (adaptado de Anguita e Ancochea, 1981).*

TIPO	EXEMPLO		DURAÇÃO
Saída Pontual	Visita a uma mina	<p>Realização de um corte geológico</p> <p>Introdução à geologia de uma região</p>	$\leq 1$ dia
Itinerário	Contínuo		
	Descontínuo		
Zona de campo	Acampamento cartográfico		> 1 dia

### 3 - Preparação da actividade

As actividades de campo foram desenvolvidas no âmbito da disciplina de *Didáctica da Geologia I e II* do Curso de Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia da Universidade de Évora. Esta disciplina é relativamente nova, tendo sido criada na última reforma da estrutura curricular do Curso (Reforma de 1993), com início de leccionação no ano lectivo de 1996/1997.

A disciplina de *Didáctica da Geologia I e II* é ministrada durante o 4.º ano do curso, tendo uma carga horária semanal de uma hora teórica e de três horas práticas. Esta disciplina procura criar um espaço de discussão, reflexão e problematização em torno de temas e problemas da educação em ciências, dedicando especial atenção aos que se consideram mais actuais e importantes. Pretende ainda proporcionar instrumentos de análise, de crítica e de intervenção que facilitem ao futuro professor a análise de situações de ensino-aprendizagem, a definição, explicação e concretização de opções pedagógicas, a consideração de alternativas e a tomada de decisões ao nível de diversos aspectos do processo de ensino e de aprendizagem das Geociências.

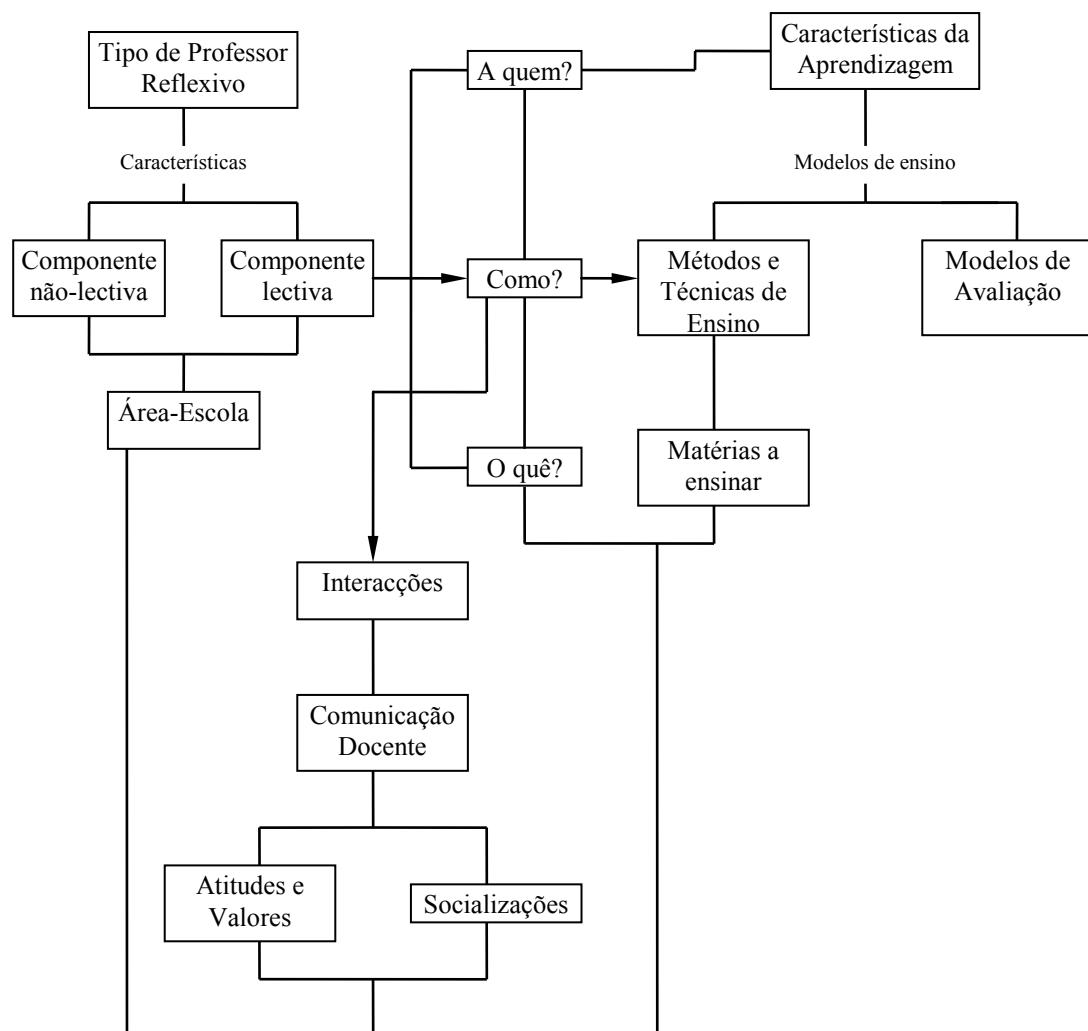
Entre os objectivos gerais do Programa da disciplina, comuns ao da disciplina de *Didáctica da Biologia I e II*, podemos ler:

13. Conhecer um conjunto diversificado e significativo de modelos de ensino, visando a sua aplicação nas aulas.  
.....
15. Integrar as tendências curriculares actuais na construção de estratégias fundamentadas. (*Programa e Planeamento Didáctico de Didáctica da Geologia I e II*, 1998/1999, p. 2)

A nível dos conteúdos programáticos, as actividades práticas estão incluídas em dois pontos com destaque:

- 3.4 Recursos didácticos no ensino das Geociências: o caso especial das actividades práticas e o recente impulso marcado pelas Tecnologias da Comunicação e da Informação.
- 3.5 Métodos, técnicas e estratégias de ensino das Geociências. (*Programa e Planeamento Didáctico de Didáctica da Geologia I e II*, 1998/1999, pp. 4-5)

No aspecto metodológico o organograma da Figura 1 revela a estrutura de desenvolvimento que se dá à disciplina de *Didáctica da Geologia I e II*.



*Figura 1.* Organograma estruturante do desenvolvimento didáctico a dar à disciplina de Didáctica da Geologia I e II (extraído do *Programa e Planeamento Didáctico de Didáctica da Geología I e II*, 1998/1999, p. 16)

Desde a entrada em funcionamento da disciplina de *Didáctica da Geología I e II*, e até ao 1.º semestre do ano lectivo seguinte, o primeiro autor deste trabalho assegurou as aulas práticas, sendo regente da disciplina o Doutor Vítor Manuel Trindade. A partir do 2.º semestre de 1997/1998 o autor começou a leccionar também as aulas teóricas. O grande alento que recebemos para iniciar com a gestão de novas metodologias de ensino relativamente às actividades práticas de campo veio com os trabalhos que desenvolvemos em equipa no *Seminario sobre metodologías en las prácticas de campo*, realizado em Rascafría em 1996, ficando a sua caracterização sob a responsabilidade de Morcillo, Herrero, Centeno, Anguita, Muñoz, Ortega e Sánchez (1997).

Assim, e no âmbito da temática em estudo, realizaram-se algumas actividades práticas, com maior incidência no ano piloto, essencialmente por razões

logísticas, como por exemplo, uma actividade tradicional, em colaboração com o Doutor Manuel Bernardo Sousa (DCT/FCT/UC): *Aspectos do Complexo Xisto-Grauváquico na região entre Coimbra e Tábua. Aspectos geotécnicos na região de Aguiar-Penacova-Espinheira*; uma actividade semi-dirigida, em colaboração com o Mestre Luís Lopes (DG/UE): *Ambientes de sedimentação no Açude de Cabrela e Graus de Metamorfismo em Aldeia da Serra (Redondo)*; duas actividades auto-dirigidas: *A alteração das rochas na cidade de Évora* e *A tumba do Senhor Zelmar*).

No ano lectivo de 1998/1999, programámos para os alunos da disciplina de *Didáctica da Geologia I e II* um conjunto de actividades que decorreram entre os dias 29 de Abril e 1 de Maio. Entre os vários trabalhos desenvolvidos (visitas ao Jardim Botânico, Laboratórios de Geocronologia e de Lâminas Delgadas, aos Museus Botânico e de Mineralogia e ao Parque Natural do Douro Internacional) incluiu-se uma *actividade prática de campo semidirigida de itinerário descontínuo*, da qual trataremos com algum detalhe. A pedido da docente, os alunos da disciplina de *Didáctica da Biologia I e II* (do Ramo de Biologia) participaram em parceria com os seus colegas do Ramo de Geologia, com algumas implicações como a seguir veremos.

Na preparação das actividades tivemos em consideração a ideia do «*novelty-space*» de Orion (1989), que se baseia no facto de os alunos revelarem mais dificuldades na compreensão durante as actividades quando o local onde elas decorrem é totalmente desconhecido. Segundo este autor, os alunos deverão estar triplamente preparados: (a) uma preparação científica de termos e conceitos geológicos - preparação cognitiva; (b) um conhecimento da área de estudo - preparação geográfica; e (c) uma predisposição psicológica e motivacional - preparação psicológica (Figura 2).



*Figura 2. Componentes principais do «espaco-novidade» (adaptado de Orion, 1989, p. 13).*

Numa sessão preliminar, em ambos os Ramos, foram desenvolvidos os aspectos geográficos e psicológicos. Fornecemos um conjunto de documentos, concretamente, extractos do *Mapa de Portugal da RTCA* (1:600 000; 1:300 000) e fragmentos de *Cartas Militares* (171 na escala 1:12 500; 170, 171, 172 e 182 na escala 1:25 000), e apresentámos alguns aspectos gerais da topografia e da paisagem da região através da exploração de diapositivos dos vários locais que, adequadamente, eram identificados nos respectivos documentos fornecidos.

Sobre os aspectos psicológicos deixámos cair a nossa devida atenção. Apresentámos em primeiro lugar os objectivos gerais do conjunto das actividades e, em particular, os da actividade de campo. Foi exposta uma calendarização pormenorizada dos vários aspectos organizacionais (horário dos trabalhos, local

de alojamento e refeições, tipo de actividades a realizar, etc.). Além destes aspectos, um outro ponto de vista merecia especial atenção: o tipo de metodologia que iríamos aplicar. Estavam presentes dois tipos de objectivos: em primeiro plano aqueles relacionados com o desenvolvimento e aquisições de competências no âmbito da observação, recolha de dados, registo, inferência, conhecimentos de litologias, relações estruturais, tectónica, cooperação em equipa, comunicação; em poucas palavras, objectivos na área daquele «fazer ciéncia» de Hodson (1993). Em segundo plano, figura aquela componente dinâmica (Mellado, 1998), fruto da implicação e reflexão pessoal da prática, não enquanto professor, mas no papel de aluno como sujeito activo. Este processo, que se desenvolve de uma forma lenta e gradual, permite que o aluno reconsidera o conhecimento estático (Mellado, 1998) e as suas concepções modificando-as ou reafirmando-as. Teria de ser complementado com a própria prática de ensino, o que é dizer, que seriam os professores em formação os organizadores da actividade. Porém, como sabemos que as concepções dos professores são frequentemente implícitas e formando-se paulatinamente a partir da sua estapa escolar, sendo mais estáveis quanto mais tempo fizerem parte do sistema de crenças de cada pessoa, o facto de serem submetidos a este tipo de metodologia constitui, em nosso entender, uma oportunidade vivencial contributiva para o desenvolvimento de futuras práticas de ensino alicerçadas em modelos activos de ensino à luz das actuais correntes do ensino-aprendizagem das Ciéncias da Terra.

Já vemos por estas razões, que estes objectivos de segundo plano, estão ali colocados apenas por razões de ordenação e não de hierarquização, sendo até os mais relevantes neste processo de didáctica das ciéncias. Os aspectos do conhecimento estático relativos à metodologia foram objecto de estudo nas aulas das duas disciplinas, por parte respectiva de cada docente. Ainda assim, e para uniformizar linguagens, foi produzido um documento com o título *Metodologias das actividades práticas de campo: a relação professor aluno*, onde se fez uma breve revisão da literatura sobre a tipologia das actividades práticas de campo no aspecto dos papéis didácticos assumidos pelo professor e pelos alunos, com uma sinopse muito próxima daquela apresentada no Quadro 1. Este documento foi distribuído a todos os alunos (ficando incluído no guião da actividade) e discutido numa sessão prévia, realizada na noite anterior às actividades de campo.

Os aspectos relacionados com os conhecimentos geológicos da região foram tratados nessa sessão prévia ficando à responsabilidade do segundo autor deste trabalho. Após a integração da zona de estudo num enquadramento da geologia geral, seguiu-se um breve apontamento sobre alguns aspectos mais proeminentes e de maior destaque que caracterizam a geologia desta zona. Esta caracterização foi bem acompanhada com recursos imagéticos e escritos. Num segundo momento, fez-se apelo às capacidades, conhecimentos e atitudes que os alunos deveriam possuir para poderem realizar a actividade prática do dia seguinte, seguindo o modelo da hierarquização das observações no trabalho de interpretação de um afloramento geológico (Figura 3).

ETAPAS	ACTIVIDADES A DESENVOLVER	RECURSOS
1 Situação dentro das grandes unidades geológicas e de relevo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visão panorâmica (quando é possível) que abranja a zona dentro do contexto da paisagem</li> </ul>	Gráficos, objectivados pela escala, orientação e simbologia adequadas
2 Situação do afloramento no contexto de paisagem-próxima	<ul style="list-style-type: none"> <li>Detecção dos elementos morfológicos da paisagem que nos permitem discriminar as unidades de relevo</li> </ul>	Gráficos, objectivados pela escala, orientação e simbologia adequadas
3 Visão de conjunto do afloramento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observação do afloramento a partir de uma distância adequada para identificar: <ul style="list-style-type: none"> <li>a estrutura e disposição dos materiais;</li> <li>a distinção geométrica das unidades litomorfológicas</li> </ul> </li> </ul>	Elementos descritivos
4 Estudo de pormenor do afloramento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enquadramento e identificação genética de cada unidade litomorfológica, num grupo de rochas</li> <li>Descrição das unidades identificadas <ul style="list-style-type: none"> <li>- geometria, direcção, inclinação...;</li> <li>- estrutura interna, alterações verticais e laterais</li> </ul> </li> </ul>	Elementos descritivos
5 Estudo de pormenor das amostras	<ul style="list-style-type: none"> <li>Classificação dos tipos de rochas em função: <ul style="list-style-type: none"> <li>- da identificação dos seus componentes;</li> <li>- da textura;</li> <li>- dos minerais e fósseis.</li> </ul> </li> </ul>	Escritos, objectivados pela terminologia e adjetivação adequada
6 Elaboração de um modelo interpretativo do afloramento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Síntese interpretativa das observações realizadas</li> </ul>	Escritos, objectivados pela terminologia e adjetivação adequada
7 Síntese do conjunto do afloramento e elaboração de um modelo global		Escritos, objectivados pela terminologia e adjetivação adequada

Figura 3. Hierarquização das observações no trabalho de interpretação de um afloramento geológico (adaptado de Bach, Brusi, Domingo e Obrador, 1988, p. 323)

Nesta fase sentiu-se que o nível de saber, saber acerca e saber fazer não estava equitativamente distribuído, com menor grau para os alunos do Ramo da Biologia. Porém, esse resultado é consequência da estrutura curricular do Curso que frequentam. Não tínhamos condições, nem era nosso objectivo preencher os hiatos que existem nas estruturas cognitivas dos alunos na área da Geologia. Essa função é própria das disciplinas da área da especialidade, enquanto nós procuramos desenvolver uma componente mais ou menos dinâmica do conhecimento através da aplicação concreta de uma metodologia de ensino a um

problema real de Geologia. Não ensinamos corpo conceptual de Geociências nem técnicas mas formas de ensinar Ciências da Terra. Além disso, esta actividade foi inicialmente planificada para os alunos do Ramo da Geologia, pelo que os pré-requisitos estão adequados à sua formação.

Por último, os grupos de trabalho são constituídos por três ou quatro elementos, e é formulado o problema:

O Senhor *Zelmar* é administrador da empresa *Boapedra*. Um dos objectivos desta empresa dizia respeito à exploração de um plutonito granítico, na zona da Albufeira do Marechal Carmona, como rocha ornamental. Dada a licença de exploração, logo cedo se iniciaram os trabalhos de desmonte.

Os operários começaram rapidamente a perceber que o granito saía muito fracturado. Uma vez nas serra, a maior parte dos blocos quebrava, com a impossibilidade de se constituirem volumes adequados ao objectivo inicial. Estudos geológicos de pormenor posteriores revelaram diaclasamento intenso, associado a um cizalhamento penetrante.

O Senhor *Zelmar* começou cedo a perceber que tinha sido um fracasso tanto investimento. Acabou por orientar a exploração do granito para a britagem e constituição de areias graníticas. O prejuízo fora de sérios milhares de contos.

O Senhor *Zelmar*, porém, não desistiu. Crê que ainda é possível atingir o objectivo a que se propôs. Um amigo disserra-lhe que na região de Pinhel havia muito granito nas bernes da estrada podendo ser explorado. É claro que o Senhor *Zelmar* não irá cair no mesmo erro anterior. Decidiu contratar os serviços de uma equipa de geólogos da Universidade de Évora para definirem as zonas com granito em condições de ser explorado para rocha ornamental.

E claro, tu és um dos membros dessa equipa de geólogos. Mão ao trabalho... que o dia já vai longo. Não te esqueças que tens de fazer um relatório para o Senhor *Zelmar*, que não é geólogo. (*Guião da actividade Prática*, p. 15)

Foram definidos os seguintes objectivos de trabalho:

- Analisar algumas relações entre rochas encaixantes (Complexo Xisto-Grauváquico e Ordovícico) e as rochas granítoides.
- Aprender Geologia básica no campo.
- Aproximar-se ao «fazer Geologia...».
- Desenvolver atitudes de cooperação, diálogo, trabalho em equipa...
- Desenvolver “skills” de medida, observação, esquematização, recolha, selecção...
- Estudar aspectos relacionados com rochas granítoides.

Esclarecido o problema com cuidado, os grupos de trabalho, mediante a informação que já tinham, passaram de seguida à fase da definição de hipóteses de trabalho e das respectivas tarefas a desenvolver no campo.

O Guião apresentava o itinerário das actividades conforme se lê no Quadro 3.

Quadro 3

*Itinerário das actividades realizadas no Concelho de Pinhel (Guião da actividade prática, pp. 18-19).*

<p><b>Paragem n.º 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• E.N. n.º 221</li><li>• km n.º 154,6</li><li>• Proximidade de Pinhel</li></ul> <p><b>Paragem n.º 1A</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• E.N. n.º 221</li><li>• km n.º 154,4</li><li>• Junto à passagem superior para a cidade de Pinhel</li></ul> <p><b>Paragem n.º 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• E.N. n.º 221</li><li>• km 147,0 a 147,2</li><li>• Ponte da Chinela sobre o Rio Côa</li></ul> <p><b>Paragem n.º 3</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• E.N. n.º 221</li><li>• km 145,4 a 146,2</li><li>• Margem esquerda da Ribeira do Avelal (Excomungada)</li></ul> <p><b>Paragem n.º 4</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• E.M. Bogalhal-Ervedosa</li><li>• Vértice Moita Cega</li></ul> <p><b>Paragem n.º 5</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Santa Eufémia</li><li>• Ermida da Senhora das Fontes</li><li>• Paragem A: Minas de Massueime</li><li>• Paragens B e C</li></ul>	<p><b>Paragem n.º 6</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Reigadinha (junto à Escola Primária)</li></ul> <p><b>Paragem n.º 7</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Estrada Valbom-Pala-Vendinha</li><li>• A 1 000 m SW de Pala</li></ul> <p><b>Paragem n.º 8</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• E.N. n.º 226</li><li>• Souro Pires</li></ul> <p><b>Paragem n.º 9</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• E.N. n.º 324</li><li>• Alto do Palurdo</li></ul> <p><b>Paragem n.º 10</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• E.N. n.º 324</li><li>• Alto do Palurdo</li></ul> <p><b>Paragem n.º 11</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• E.N. 234</li><li>• Gamelas</li><li>• Junto ao cemitério</li></ul> <p><b>Paragem n.º 12</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Perto de Vascoveiro</li></ul>
--	--

#### **4 - As actividades no campo**

Foram os alunos que, de uma forma autónoma e em grupo, realizaram as suas actividades e tarefas definidas anteriormente por si mesmos. Houve uma liberdade de acção que lhes permitiu a descoberta própria daquilo já programado. Os professores assumiram um papel organizativo, ajudando o grupo a estruturar-se, mantendo o ritmo de trabalho, resolvendo alguma questão que lhes era colocada ou coordenando as discussões colectivas dos resultados em cada paragem, mas apenas em caso de serem solicitados. Intervieram sobre a dinâmica dos grupos e, desta forma, foi-lhes dada oportunidade de actuar, com uma pedagogia diferenciada e individualizada, sobre cada elemento em particular, quando julgavam oportuno. Porém, os professores procuraram não fornecer qualquer informação de carácter geológico ou interpretativo daquilo que na altura se observava. Quando tal não aconteceu, uma vez ou outra, não intencionalmente mas somente devido à explicitação clara de sérias dúvidas a nível de conhecimentos ou de procedimentos por parte de elementos dos grupos (dada a heterogeneidade e falta de pré-requisitos), produziu-se em alguns alunos o efeito

de «desvirtuação» da construção desse conhecimento (ou da redescoberta), como adiante veremos.

Em síntese, procurou desenvolver-se uma interacção propositada numa actividade, que assume marcadamente um carácter investigativo, construtiva de conhecimento (Figura 4).

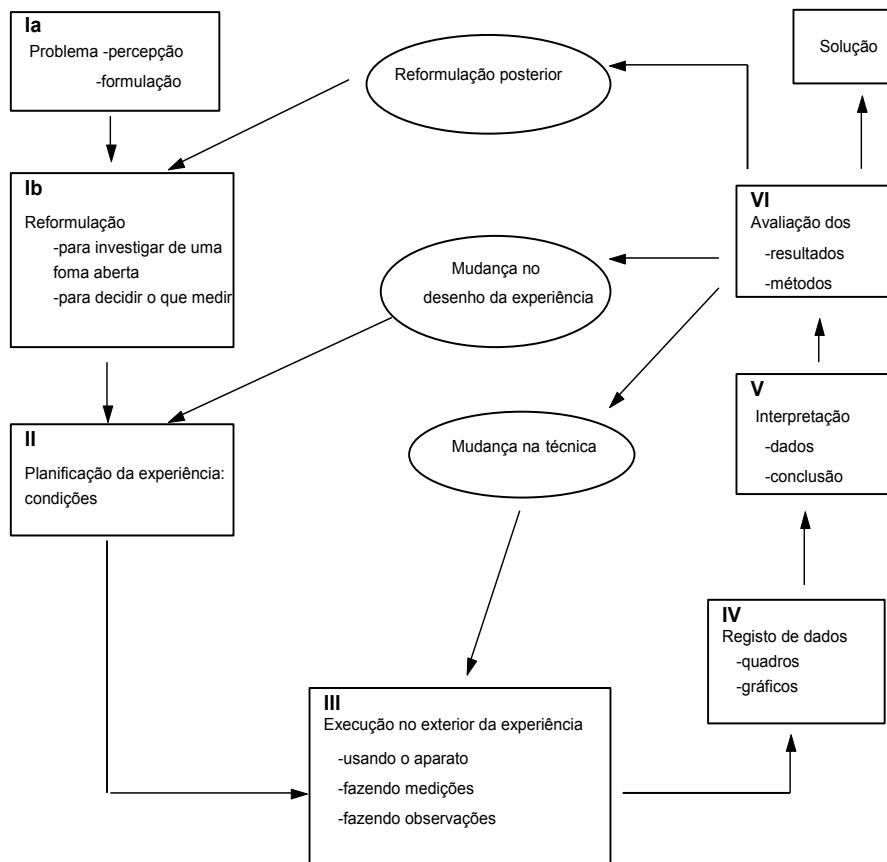


Figura 4. Abordagem interactiva numa atitude de actividade prática de campo resolutória de um problema (adaptado de Fairbrother, 1991, p. 159)

## 5 - A Geologia da região de Pinhel

### 5.1 - Introdução

A região sobre a qual incidirá a maioria das observações geológicas é morfológicamente uma zona mais ou menos aplanada, constituindo o denominado *planalto da Beira*, onde emerge singelamente um alinhamento montanhoso de direcção EW a N70°E, composto pelas Serra da Marofa e Serra de S. Pedro, correspondente ao afloramento do sinclinal Ordovícico que é continuação para oeste do sinclinal que, em Espanha, recebe o nome de Sequeros-Ahigal de los Aceiteros.

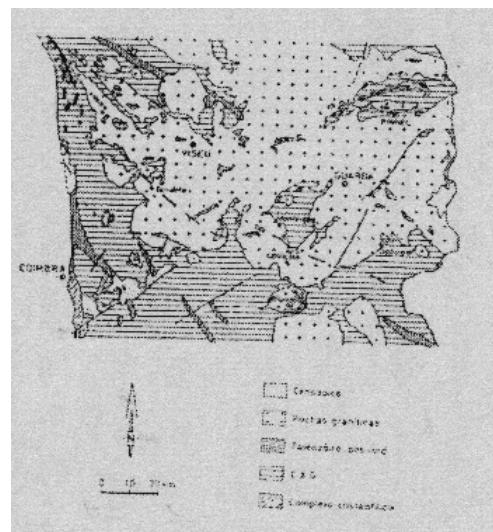
A zona de cisalhamento *Penalva do Castelo-Juzbado* que atravessa este sector e, cujos aspectos de deformação serão observados nalgumas paragens, afecta terrenos de diferentes idades e litologias, que passaremos a analisar nas rubricas a seguir apresentadas.

- COMPLEXO XISTO-GRAUVÁQUICO ANTE-ORDOVÍCICO – GRUPO DO DOURO
- ORDOVÍCICO
- ROCHAS GRANITÓIDES
- ZONA DE CISALHAMENTO

## 5. 2- Complexo Xisto-Grauváquico ante-ordovícico (CXG) – Grupo do Douro

As litologias que constituem o CXG da região a visitar integram-se no que vem sendo designado por CXG – «Grupo do Douro». Este é definido como um conjunto de formações que, em Portugal, constituem os afloramentos do Vale do Douro e Beira Alta, por oposição ao «Grupo das Beiras» que corresponde aos extensos afloramentos da Beira Baixa limitados a sul pela sutura das zonas Centro Ibérica/Ossa Morena, e cuja linha de demarcação entre elas se situará sensivelmente numa linha que passará entre Coimbra e Viseu, região de Manteigas, Sabugal, prolongando-se para Espanha (Figura 5).

Esta dicotomia tem consistência nas litologias diversificados exibidas pelos dois conjuntos. A relação entre elas é serem diacrónicas com o Grupo do Douro mais moderno.



*Figura 5.* Linha de demarcação entre o Grupo do Douro e o Grupo das Beiras.

### Região de Pinhel-Marofa

Estamos num sector de transição entre o CXG de Espanha (Ciudad Rodrigo, Salamanca) e o do Vale do Douro. Neste sector, em termos litoestratigráficos definem-se duas unidades distintas:

**Unidade A** (superior) - caracteriza-se pela existência de filitos negros em finas alternâncias com bancadas de metagrauvaque, e algumas intercalações de rochas calcossilicatadas. Noutros locais (Vermiosa) ocorrem também bancadas de calcários, por vezes dolomíticos não raro transformados em skarns pela acção do granito (Granja, Vendinha). Para o topo passa-se a uma alternância de filitos negros a esverdeados com relativa abundância de metagrauvaques.

**Unidade B** (inferior) - unidade bastante típica, apresenta como litotipos característicos conglomerados e microconglomerados quárzicos (por vezes, feldspáticos), metaquartzarenitos grosseiros, micáceos, alternando com algumas intercalações de xistas escuros.

### **5.3 - Ordovícico**

Constitui os afloramentos do alinhamento montanhoso Serra da Marofa-Serra de S Pedro com orientação que daria uma direcção entre EW a N70°E, correspondente ao afloramento do sinclinal Ordovícico que não é mais do que o prolongamento para oeste do sinclinal de Sequeros-Ahigal de los Aceiteros (com direcção NW-SE), definido em Espanha. Mais para oeste liga-se, ainda que de modo descontínuo, à região de Maceira - Matança (Penalva do Castelo) alinhando-se depois para os afloramentos do sulco Dúrico-Beirão, onde retoma a direcção NW-SE.

A passagem do CXG ao Ordovícico é aqui assinalada por uma discordância cartográfica, por vezes detectável em afloramento. O contacto entre estas duas unidades geológicas é, em grande parte, cavalgante.

A base do Ordovícico é constituída essencialmente por quartzitos, mais abundantes e espessos no sector NE (Castelo Rodrigo), aos quais se sobreponem filádios e micaxistos com algumas ocorrências de xistos grafitosos.

Na região da Serra de S. Pedro, e sua continuação para SW, o Ordovícico apresenta-se em isossinclinal com espessura reduzida (máximo 50 metros). Este isossinclinal, devido à acção de cisalhamento semi-dúctil que afectou a região, está estirado, por vezes com grande expressão. Nos sectores onde foi mais afectado pela intrusão granítica (em especial a dos granitos pós-tectónicos) chega a desaparecer quase por completo devido à assimilação dos micaxistos, pelo que fica representado pelas relíquias do quartzito de base manifestadas pela ocorrência de «filões de quartzo» em que foram transformados e aos quais passam lateralmente.

### **5.4 – Rochas granítóides**

Os granítóides que afloram na área em questão são de natureza diversa podendo ser classificados como granítóides de composição tonalítica a granítica e que foram implantados em diferentes fases da orogenia hercínica.

Assim consideraremos granítóides:

- sin-tectónicos de primeira fase (sin-F<sub>1</sub>)
- sin-tectónicos de segunda fase (siu-F<sub>2</sub>)
- tardi-tectónicos
- pós-tectónicos

#### **5.4.1 - Granítóides sin-tectónicos de primeira fase (sin-F<sub>1</sub>)**

Representados pelos ortogneisses de Pala com composição tonalítica a granítica, que induzem metamorfismo de contacto com formação de cordierite + silimanite (andaluzite) nos metassedimentos e ocorrem sob duas fácies distintas. Uma mais fina, mesocrata, de composição tonalítica a grandiorítica e outra que, por ter sido retomada na fase 2, se apresenta de granulometria mais grosseira, notando-se um grande acréscimo de feldspato potássico e aparecimento de cordierite e silimanite.

A datação destes granitóides deu a idade de  $379 \pm 19$  M.a. (95%) - (Rb-Sr - isócrona de rocha total) e as idades de  $344 \pm 2$  M.a. (isócrona  $^{40}\text{K}/^{36}\text{Ar}$  vs.  $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ ),  $330 \pm 6$  M.a. (K-Ar) para a fácie fina e  $320 \pm 6$  M.a. (K-Ar) para a de granulometria maior em biotites e moscovites.

Também se consideram neste grupo os ortogneisses da Senhora das Fontes e de S.Pedro-Vieiro com idades  $320 \pm 6$  M.a.- (K~Ar - moscovite).

#### **5.4.2 - Granitóides sin-tectónicos de segunda fase (sin-F<sub>2</sub>)**

Granitos e ortogneisses derivados de tonalitos e granitos, representados pelo granito de Santa Eufémia-Quinta Nova e ortogneisse de Tamanhos (região de Trancoso).

Rochas, no geral, leucocratas, de granulometria média com megacristais de feldspato potássico por vezes sigmoidais devido à deformação sofrida.

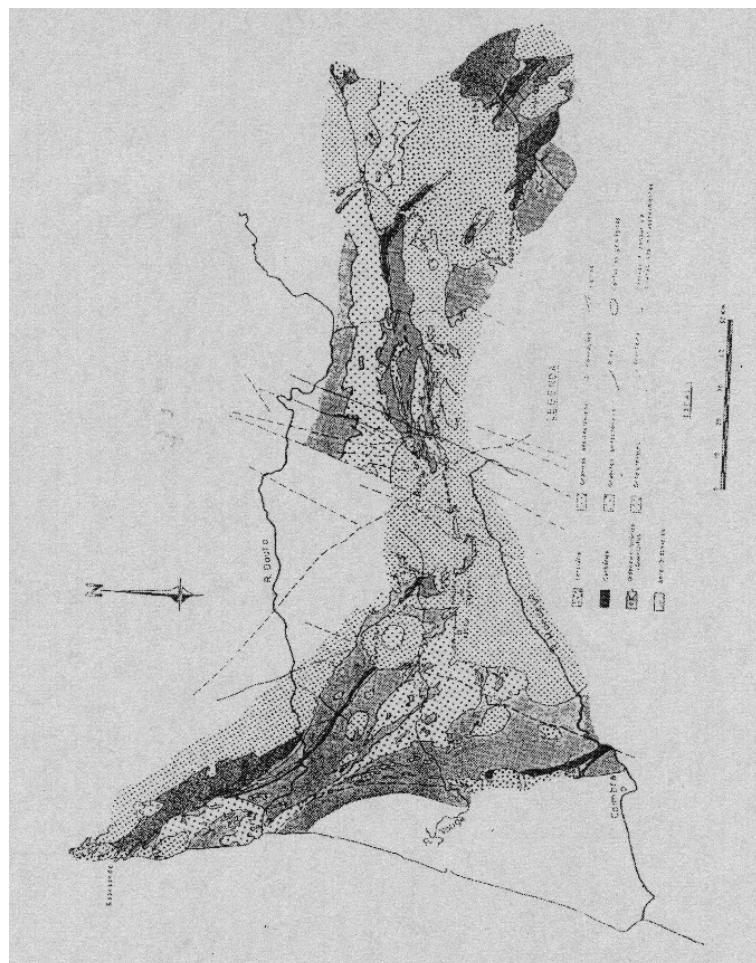
A datação destas rochas deu valores de  $321 \pm 9$  M.a. (Rb~Sr ~ isócrona de rocha total) e  $320 \pm 6$  M.a. e  $315 \pm 6$  M.a. (isócrona  $^{40}\text{K}/^{36}\text{Ar}$  vs.  $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ ) e (K-Ar) em biotites e moscovites para o granito de Santa Eufémia-Quinta Nova; e de  $314 \pm 5$  M.a. e  $312 \pm 7$  M.a. (isócrona  $^{40}\text{K}/^{36}\text{Ar}$  vs.  $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$  e K-Ar) para as biotites e moscovites do ortogneisse de Tamanhos.

#### **5.4.3 - Granitóides tardi-tectónicos e pós-tectónicos**

Agrupam-se nestas divisões os granitóides com deformação fraca a nula e que intruem nos granitóides anteriores. Apresentam composição mineralógica e textura variadas. Datações de biotites e moscovites pelo método K-Ar deram idades de  $305 \pm 5$  M.a. para os tardi-tectónicos e  $285 \pm 6$  M.a. para os pós-tectónicos.

Enquadram-se nesta divisão os granitos da faixa a sul de Trancoso-Pinhel. Podemos assinalar:

- Granito da Reigadinha:  $305 \pm 6$  M.a. (K-Ar, em biotites);
- Granito de Malta:  $305 \pm 5$  M.a. (K-Ar, em biotites);
- Granito do Barrocal Cego-Pereiro:  $295 \pm 6$  M.a. (K-Ar em biotites);
- Granodiorito de Souro Pires:  $285 \pm 6$  M.a. (K-Ar, em biotites) e  $283 \pm 6$  M.a. (isócrona  $^{40}\text{K}/^{36}\text{Ar}$  vs  $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ , em biotites).



*Figura 6. Enquadramento geotectónico dos corpos granítoides da região Trancoso – Sátão, afectados pela faixa de cisalhamento Juzbado - Penalva do Castelo (N70°E, esquerda).*

## 5.5 – Zona de cisalhamento

A movimentação da denominada zona de cisalhamento Penalva do Castelo-Juzbado ter-se-á processado durante a tectogénese hercínica, tratando-se, eventualmente, da reactivação de um acidente (a nível de soco) anterior. Corresponde a um desligamento semidúctil esquerdo, cujo deslocamento se estima em cerca de 65 km no sector entre Penalva do Castelo e Ahigal de los Aceiteros. Contudo, no prolongamento da estrutura para oeste (Caramulo) e oriente (Salamanca) parece existir um amortecimento dando origem a deslocamentos menores.

Esta zona de cisalhamento apresenta um andamento médio N70°E, sub-vertical Sul, ocupando uma largura compreendida entre 4 e 8 km, afectando, como vimos, litologias diferenciadas e de diferentes idades (CXG, Ordovícico e Granítóides).

As marcas das acções de cisalhamento estão bem expressas nos ortogneisses e granítóides hercínicos, mas esbatem-se nos materiais constituintes do CXG e Ordovícico (excepção feita para os quartzitos que mostram frequente estiramento

e recristalização do quartzito). Nota-se uma progressão para norte da acção de cisalhamento (Figura 7).

As estruturas S, C e C' impressas nos ortogneisses e granitóides são correlativas do cisalhamento, ficando marcada a fábrica primária dos granitóides sin F<sub>1</sub> e pela orientação das biotites (S<sub>1</sub> e S<sub>2</sub>) e as estruturas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> concordam com a natureza levógira do cisalhamento.

A cicatrização do cisalhamento é feita pela intrusão dos granitos pós-tectónicos.

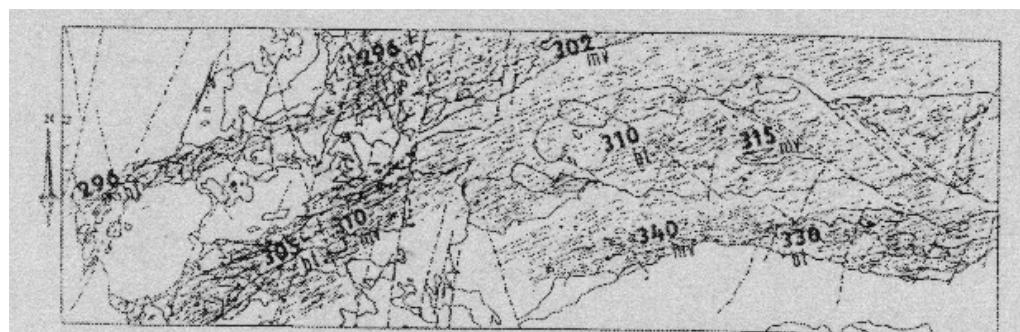


Figura 7. Translação da deformação de cisalhamento para norte. Idades em M.a..

## 5.6 – Depósitos minerais

Na região onde se desenrolou o trabalho de campo é possível observar restos de duas explorações mineiras, uma de estanho - a *Mina de Massueime*; e outra de urânio - a *Mina da Senhora das Fontes*. Estes trabalhos mineiros encontram-se actualmente abandonadas.

### 5.6.1 – A Mina da Senhora das Fontes

Esta mina localiza-se aproximadamente a 1 km para SE da freguesia de Santa Eufémia, no concelho de Pinhel. O jazigo está confinado a um pequeno retalho do Complexo Xisto-grauváquico, que se situa no contacto com o gneisse da Senhora das Fontes, numa zona fortemente afectada por acções dinâmicas (fracturação e esmagamento) - (Figura 8).

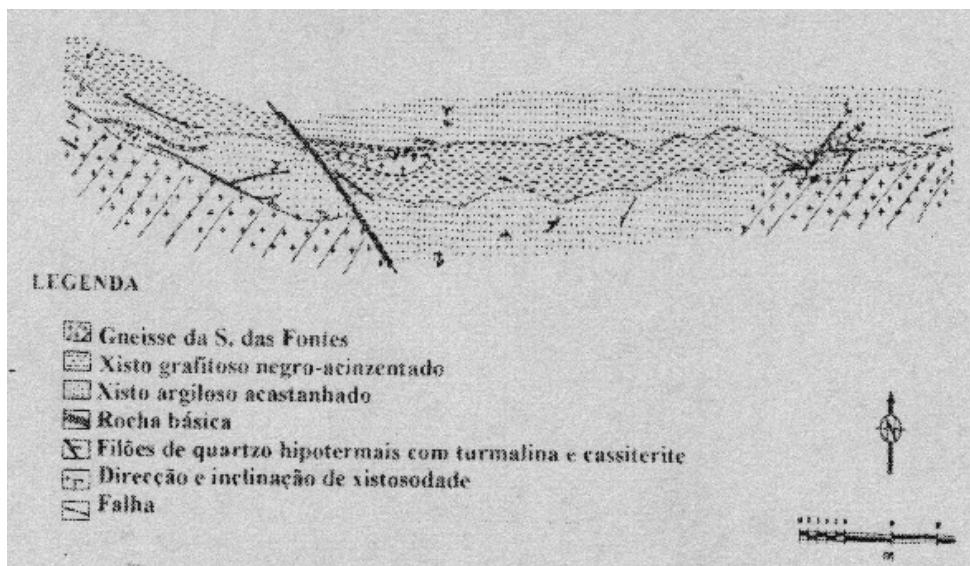


Figura 8. Esboço geológico da Mina da Senhora das Fontes (adaptado de Barros, 1966).

À superfície, o jazigo ocupa uma faixa com cerca de 190 m x 10 m e apresenta uma morfologia lenticular com uma direcção de N 85° W. Em profundidade a mineralização deste jazigo prolonga-se para além dos – 120 m, ainda que com reduzida expressão. A mineralização uranífera ocorre exclusivamente nas rochas xistentas (xistos negro-acinzentados, grafitosos muito brandos e xistos castanhos, ferruginosos) (Barros, 1966).

A mineralização uranífera é ainda que pouco variada, abundante, é constituída por *pecheblenda*, *produtos negros de urânio*, *saleeíte*, *autonite*, raramente *sabugalite* (confinada a um dique dolerítico que cortava a zona mineralizada).

No que respeita à génesis do jazigo, Lobato e Ferrão (1958), consideraram uma hipótese endogenética, em que o minério foi introduzido a partir de soluções hidrotermais que circulavam nas zonas de fractura. Todavia outras hipóteses podem ser consideradas, L. Faria (1966) admitia uma origem supergénica (lixiviação do urânio intragranítico, por águas superficiais de infiltração) para os jazigos uraníferos desta natureza.

O jazigo apresentava teores de  $U_3O_8$  que variavam entre os 0,14% e 2%. A sua exploração foi efectuada por poços e galerias (Figura 9) que atingiram os 90 m de profundidade. A exploração uranífera foi abandonada na década de 1970.

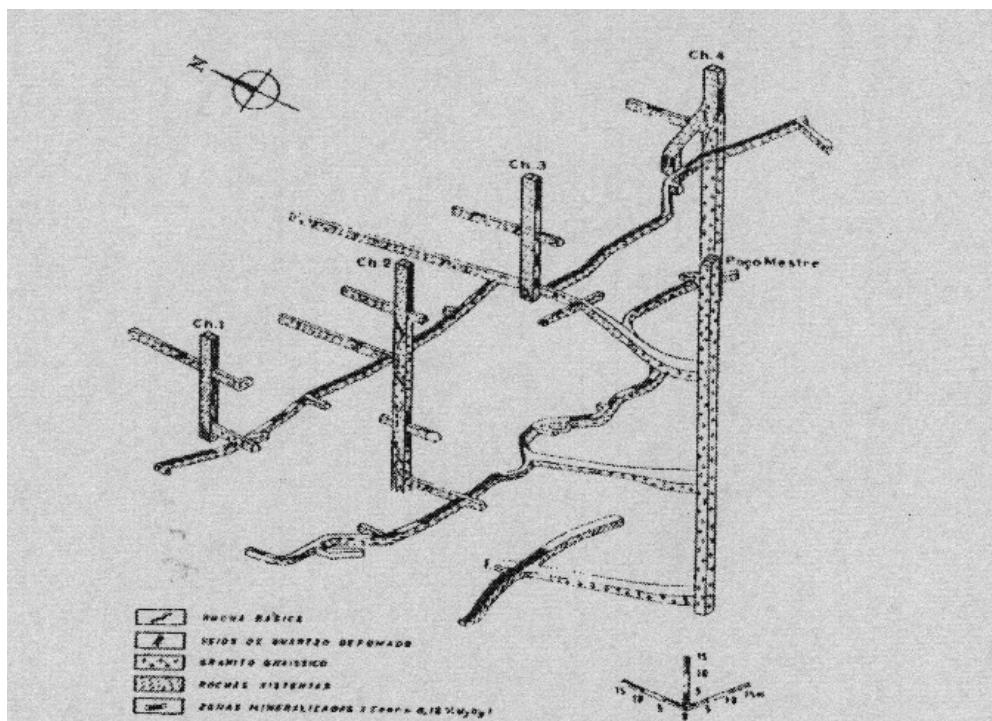


Figura 9. Esquema dos trabalhos subterrâneos e da geologia da mina da Senhora das Fontes (adaptado de Barros, 1966).

### 5.6.2 – As Minas de Massueime

As minas de Massueime (Figura 10) ficam localizadas junto ao rio Massueime nas proximidades da Serra de São Pedro, na freguesia de Cótimos, a cerca de 13 km da cidade de Pinhel.



Figura 10. Vista geral da mina.

O jazigo está confinado na zona de contacto entre o Complexo Xisto-Grauváquico ante-Ordivícico e os quartzitos que formam a Serra de S. Pedro. Na zona de contacto, entre o Freixial e a ponte do Massueime existe um conjunto de

filões quartzosos e pegmatíticos com direcção E-W e com pendores que variam entre os 80°/75° para Norte.

Em 1921 tiveram início os primeiros trabalhos mineiros subterrâneos (galerias e poços) e o aproveitamento dos depósitos aluvionares e eluvionares de cassiterite dos leitos do Massueime, Freixial e Rasa (Viana, 1927). Cerca de trinta anos mais tarde as minas encontravam-se esgotadas.

Os filões pegmatíticos de Massueime apresentam a notável particularidade de neles ter sido encontrada pela primeira vez ambligonite (fosfato de lítio) em Portugal.

A mineralização destes filões é constituída na sua maioria por cassiterite, estanite, pirite, calcopirite, scheelite e ambligonite (este mineral tende a concentrar-se em bolsadas com peso superior a 500 kg) - (Sousa, 1944).

A cassiterite encontra-se desseminada no quartzo e na ambligonite, contudo nestas minas aparecem cristais deste mineral com um habitus piramidal muito particular (piões de cassiterite).

## **6 - Discussão dos trabalhos**

Após a conclusão dos trabalhos no campo, e já a hora ia adiantada, o grupo de alunos e docentes voltou a reunir-se numa das salas da Escola Secundária de Pinhel. Deu-se então início a um «role playing», sendo sobejamente conhecidos os benefícios pedagógicos da utilização desta técnica. O «senhor Zelmar» estava à mesa central acompanhado à esquerda de um «Assessor para a Geologia» e à sua direita, respectivamente, por um “Assessor para os aspectos económicos” e uma «Assessora do ambiente». O administrador da empresa *Boapedra* deu início aos trabalhos, começando por apresentar a mesa. Os alunos dispuseram-se em grupo, uma vez que cada grupo representava uma equipa de geólogos que havia preparado o relatório sobre o problema levantado.

Cada grupo apresentou, de forma oral, as suas observações, registo e conclusões. Quando entendia ser pertinente, quer para pedir esclarecimentos, quer para fazer alguma correcção, o Assessor da Geologia colocava alguma ou outra questão ou procurava apurar mais pormenor. A mesa da administração anotava, a cada informação relatada, o conjunto de dados mais pertinentes, procurando o fecho das discussões parciais do grupo para se chegar a uma síntese final intra-grupo.

A discussão chegou, inclusive, a ficar em tom bem pouco moderado. A certa altura um grupo afirma que na paragem n.º 12 (junto de Vascoveiro) havia uma exploração de granito abandonada. Seria esse o bom indicador para o local a montar uma nova exploração, desta vez pela *Boapedra*. Zelmar, consultando os seus Assessores, levantou de imediato a questão sobre as razões do abandono da exploração. A natureza das razões do abandono da exploração não será eventualmente suficiente para inviabilizar essa nova exploração que agora se propunha? A situação gerou alguma tensão pois havia informação muito importante que não tinha sido recolhida, tornando-se este facto, obstáculo epistemológico, de grande importância.

A discussão prosseguiu, fazendo-se com o fecho das discussões uma síntese dos trabalhos realizados no campo e, com base nas informações recolhidas, opinou-se sobre o local a realizar a nova exploração.

## 7 - Avaliação

### 7.1 - Avaliação da actividade desenvolvida pelos alunos

A actividade prática realizada tem valor essencialmente de natureza formativa. Porém, decorrendo do próprio conceito de avaliação, os resultados obtidos servem de regulação da própria actividade e de elementos preciosos para a formulação de juízos de valor e tomada de decisões futuras.

Antes de avaliar os procedimentos, mentais e manipulativos, estabelecemos as qualidades que devem ter e formularam-se os critérios para sua avaliação, seguindo a proposta de Gutierrez, Marco, Olivares e Serrano (1990) (Quadro 4):

Quadro 4

*Qualidades a considerar no desenvolvimento de esquemas para a avaliação dos procedimentos práticos (adaptado de Gutierrez, et al., 1990, p. 343).*

SKILLS	QUALIDADES
1. Reconhecimento e formulação do problema	<ul style="list-style-type: none"><li>Hipóteses e postulados defendíveis; identificação de variáveis a estudar; identificação de variáveis a controlar</li></ul>
2. Desenho e planificação do procedimento experimental	<ul style="list-style-type: none"><li>Eleição das condições experimentais, incluindo aparelhos, procedimentos e técnicas de medida; modos de modificar e controlar variáveis, sequenciação das operações, etc.</li></ul>
3. Montagem e execução das actividades práticas	<ul style="list-style-type: none"><li>Trabalho metódico; correção e segurança nas técnicas experimentais; destreza manual nas actividades práticas; ordem e organização.</li></ul>
4. Capacidades de observação e medida (incluindo a recolha de dados e observações)	<ul style="list-style-type: none"><li>Exactidão e precisão nas medidas; observações exactas; cuidado e exactidão na anotação e recolha de dados e observações.</li></ul>
5. Interpretação e avaliação de dados e observações experimentais	<ul style="list-style-type: none"><li>As conclusões e inferências extraídas dos dados obtidos são sustentáveis e relevantes para o problema investigado. Avaliação das limitações, das possíveis fontes de erro associadas ao procedimento experimental.</li></ul>

A avaliação dos procedimentos realizados na investigação ao longo da actividade prática foi feita mediante dois instrumentos principais: (a) análise dos registos feitos pelos alunos nos seus cadernos de campo (C.C.), com base num «guia de inferências»; e (b) relatório escrito da actividade.

O registo de dados foi feito com base numa rede sistémica de itens pré-definidos a observar, produzidos pelo docente de *Didáctica da Geologia I e II* com base nos trabalhos de campo necessários para a preparação da actividade (*e.g.*, em cada paragem, características litológicas e estruturais dos afloramentos; relações entre os afloramentos; extrapolações e inferências, etc.). Foi utilizada um «guia de inferências», adaptado de Vilaseca e Bach (1993), baseado no método de

aprendizagem em espiral («*learning cycle method*») de Orion (1993) e em trabalhos de Mumby (1983) e Ortega, Saura, Mínguez, García de las Bayonas e Martínez (1992) (Figura 11).

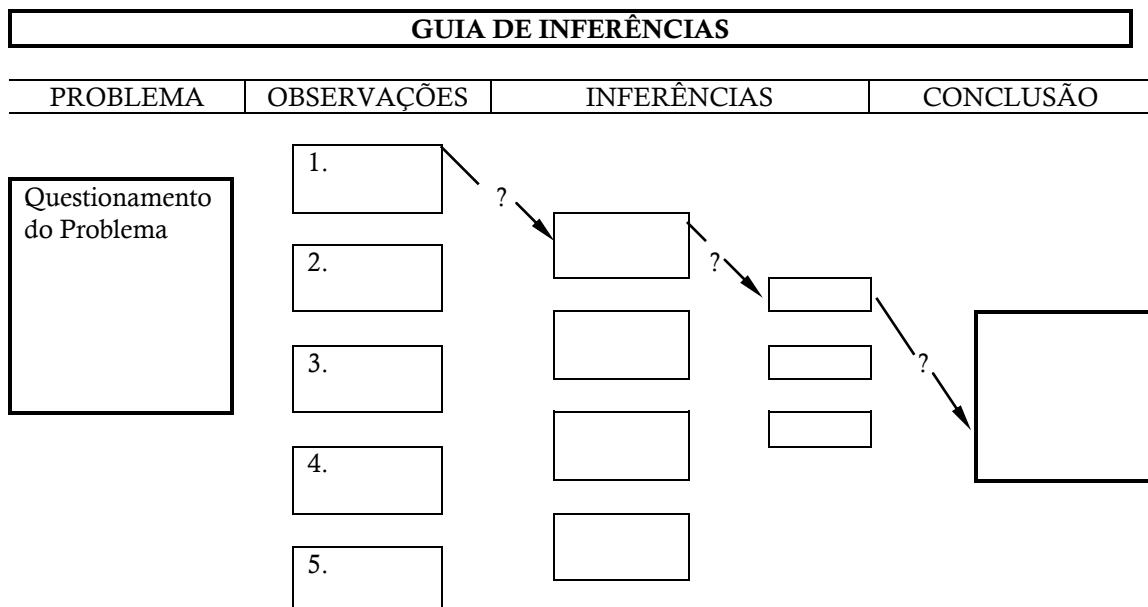


Figura 11. Exemplo de uma ficha usada como «guia de inferência».

Este «guia de inferência» serviu de chave para a avaliação dos registos dos cadernos de campo. Cabe ainda esclarecer que os alunos de *Didáctica da Geologia I e II* conheceram este guia quando estudaram em situação de sala de aula a avaliação das actividades prática de campo. Este guia apresenta duas vantagens imediatas. Por um lado ajuda os alunos a organizarem as suas ideias no que respeita à metodologia do trabalho científico e por outro, é instrumento de avaliação da capacidade para realizar estes procedimentos.

A avaliação dos cadernos de campo permitiu-nos construir algumas considerações:

- Existem evidentes diferenças entre o tipo e quantidade de registos produzidos pelos alunos do Ramo de Biologia e os do Ramo de Geologia.
- As descrições das observações são essencialmente da natureza litológica (e.g., C.C. n.º 2: «alternância de grauvaques com espessura larga e xistas com espessuras finas»), mineralógica (e.g., C.C. n.º 5: «muita biotite e muita moscovite. Observa-se uma grande veio de quartzo com turmalina») e estrutural (e.g., C.C. n.º 3: «argila de falha n.º 6 subvertical. Falha principal N60°. Micas \* E-W (N75°E). Espelho de falha com estrias E-W 20°»; C.C. n.º 5: «falhas conjugadas N70E, N20W, N15E»).
- Existem pouquíssimas relações estabelecidas entre as observações das várias paragens.
- Assiste-se a alguma interpretação muito pobre (e.g., C.C. n.º 5: «contacto entre o granito dente de cavalo e o granito da reigadinha. O primeiro é porfiróide ao contrário do segundo que apresenta fácies menos grosseira. Isto significa que o primeiro é mais recente e a composição do magma é diferente»; C.C. n.º 3: «este granito também não serve para exploração porque não é homogéneo. Temos encraves de xisto no granito»).

- A nível de esquematização, a situação é muito delicada por ser paupérrima. Os esquemas e ilustrações, quando existem (36% dos cadernos de campo não apresentam *nenhum* tipo de desenho), são francamente de má qualidade. Não apresentam nem escala nem legenda, só pontualmente com orientação, pouco legíveis e entendíveis, traduzindo com grandíssima imperfeição para o papel a realidade que se observa (Figuras 12 e 13).

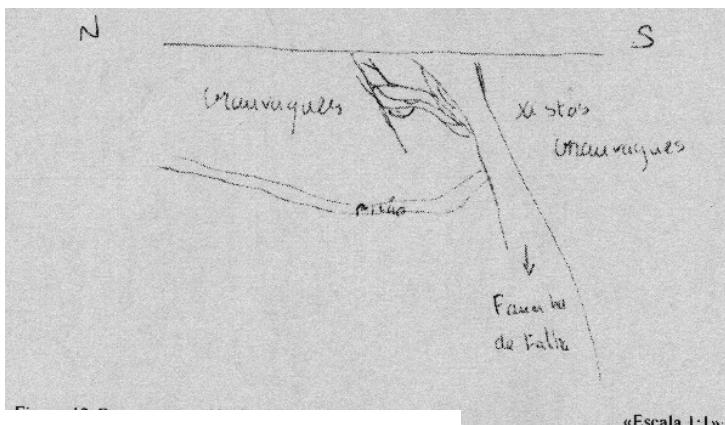


Figura 12. Esquema extraído do caderno de campo n.º 2.

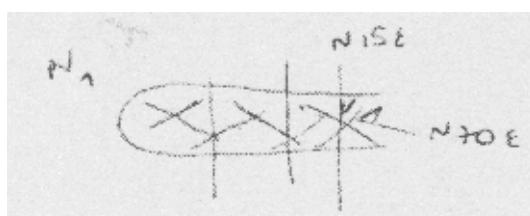


Figura 13. Esquema extraído do caderno de campo n.º 5.

- Os cadernos de campo dos alunos do Ramo de Biologia não apresentam qualquer esquematização gráfica. Têm menos descrições, que surgem soltas, como vocábulos e terminologias sem alguma ligação com o que seja, atitudes de camadas isoladas, e não existe referência à localização geográfica ou geológica das paragens. O texto produzido é confuso e não se lêem elaborações teóricas, como o estabelecimento de novos problemas, formulação de leis, princípios ou generalizações, nem inferências sobre o que se observa.

Creamos que todos estes aspectos relacionados com os cadernos de campo deveriam ser objecto de uma série reflexão futura, não sendo, naturalmente, este o momento adequado para fazê-lo.

O relatório da actividade foi submetido a uma grelha sistémica específica (com critérios previamente determinados de comum acordo) de correcção. Não houve lugar a exposição oral das actividades realizadas aos demais colegas, uma vez que já havia decorrido uma discussão sobre a temática no final do dia em que se realizaram as actividades.

No relatório o grupo de alunos enquadraram as litomorfologias em grupos de rochas sem a identificação genética de cada unidade. Descreveram unidades, identificando e classificando o tipo de rochas de cada paragem. Fizeram inferências imediatas com base em dados recolhidos (e.g., «este granito não se encontra em condições de ser explorado porque se encontra bastante alterado e fracturado»). Além destes aspectos, incluem-se cortes esquemáticos das estruturas observadas (Figura 14) e fotografias do aspectos mais destacáveis e determinantes na resolução do problema. Em guisa de conclusão, consideram-se todos os dados recolhidos em observações, as inferências construídas e tecem um conjunto de considerações finais que apontam no sentido da resolução do problema.

Chegámos à conclusão que nenhum dos granitos observados apresentava as características necessárias a uma exploração rentável. No entanto, o granito que se aproximava mais dessas características era o da paragem n.º 10, porém, a exploração deste não era rentável porque apenas se conseguia extrair blocos de dimensão muito pequena. Note-se que poucos metros mais à frente existia uma exploração, o que indica que se se fizesse um estudo exaustivo da zona talvez se encontrasse um bom local para exploração. (adaptado das Conclusões do Relatório n.º 1)

*Figura 14.* Corte esquemático das estruturas observadas na primeira paragem (Da Descrição das Paragens do Relatório n.º 1).

Teceremos um comentário muito breve acerca dos relatórios. De uma forma geral, os alunos agruparam as descrições segundo as paragens respectivas. Todavia, estamos em crer que pelo facto do itinerário ser descontínuo, houve dificuldade em construir uma visão global da geologia da região, não se fazendo nenhum tipo de articulação entre a geologia dos vários afloramentos. O uso de microlíngua está variegado com comentários à margem desviados do problema (e.g., «para colecionadores de minerais é possível recolher amostras de turmalina»). Constata-se, contudo, em alguns locais, a emergência de problemas subsidiários ao principal (e.g., no granito, observa-se grandes encraves de xisto, que não foi absorvido pelo magma, o que é muito estranho). Em nenhum relatório avaliado se fez uso de uma mapa para assinalar geograficamente os locais de observação nem foi construída uma cartografia com base nas observações. De um modo geral, os relatórios carecem de objectividade, profunda organização de base, elaborações teóricas, estabelecimento de generalizações ou relações com outros conhecimentos, e até sínteses interpretativas das observações

realizadas e do conjunto do afloramento com elaboração de um modelo global. São, por assim dizer, um informe [sic]. Este aspecto necessita também de uma reflexão posterior acerca do papel e construção de um relatório, embora não seja este o local para tal.

### 7.2 - Avaliação da actividade

Alguns dias após a realização da actividade em Pinhel, foi pedida aos alunos de ambos os Ramos a redacção individual de uma “folha de impressões” (F.I.), com as seguintes características: aspecto muito informal (escrita à mão); referência aos aspectos considerados positivos e negativos; sensações; etc; em pouca palavras, uma avaliação da própria actividade. Foi claramente explicitado que este documento era destinado a avaliar apenas a actividade e não iria, de maneira alguma, interferir no juízo de valor do docente sobre os desempenhos e capacidades dos alunos.

Houve alguma receptividade a esta «folha de impressões» por parte dos alunos. Dos 19 alunos que participaram na actividade (7 do Ramo de Geologia e 12 do Ramo de Biologia), 53% entregou a “folha de impressões” ( $n_{RB} = 5$ ;  $n_{RG} = 5$ ). A análise do conteúdo destas «folhas de impressões» permite-nos identificar alguns aspectos importantes e de destaque, que passaremos em revista:

- Foram valorizados os documentos fornecidos previamente: «os materiais que nos foram fornecidos (mapas, itinerário, circuito geológico, etc.) estavam muito claros e fáceis de consultar» (F.I. n.º 4).
- Metodologia seguida: o problema formulado foi encarado como grande favoritismo, assumido como relevante e como um aspecto positivo muito importante para dar alento e motivo ao trabalho a desenvolver. A metodologia aplicada, na opinião dos alunos, aumentou o treino e a prática da investigação, a criatividade e a iniciativa pessoal. A autoconfiança incrementou-se no sentimento de que o aluno era parte activa da sua formação, conduzindo grande parte do próprio processo de investigação. Isto leva a que se tivessem procurado e adquirido conhecimentos que realmente eram necessários para resolver o problema. O resultado é uma aprendizagem significativa, «*aquel que nace de la propia necesidad, que es resistente al olvido y que puede transferirse a distinta situaciones*» (Sefchovich e Waisburd, 1985, citados em Morcillo, et al., 1997).

A fim de evitar uma grande distância psicológica entre os professores e os alunos, com consequências nefastas, como a verificada na actividade relatada por Morcillo, et al. (1997), os organizadores desta actividade cairam no erro, por vezes, de terem um papel mais interventor, principalmente junto dos alunos que estavam mais despistados ou inseguros de serem alguma vez capazes de resolver as questões solicitadas com tanta urgência. Este aspecto não está enquadrado na metodologia que procurávamos aplicar, desvirtuando o processo de descoberta autónoma.

- Todos os alunos do Ramo de Biologia referem na sua folha de impressões que não apresentavam os pré-requisitos mínimos para realizar esta actividade prática. Este comentário não ocorreu ( $n_i = 0$ ) por parte dos alunos do Ramo de

Geologia. Embora saibamos que todos, num momento ou outro, nos sentimos inseguros relativamente a um dado assunto, e que conquanto pese o facto desta actividade ser inteiramente nova para a sua experiência, ficámos na dúvida se efectivamente os alunos do Ramo de Geologia dominam *todos* os pré-requisitos ou se o negam apenas por altivez face ao Ramo a que pertencem.

Efectivamente lê-se nos comentários dos alunos do Ramo de Biologia:

Para mim foi bastante difícil retirar notas (pois não sabia como fazer), trabalhar com uma bússola, ou compreender certas questões da geologia que eram bastante óbvias para alguns. Por isso, denoto a necessidade de certos pré-requisitos. (F.I. n.<sup>º</sup> 5)

Não apresentavamos pois, os pré-requisitos mínimos exigidos para a realização deste tipo de actividade. (F.I. n.<sup>º</sup> 9)

E efectivamente os alunos referem a falta de pré-requisitos por serem do Ramo de Biologia:

Há a registar (isto é uma opinião pessoal) a falta de pré-requisitos e de bases por parte do ramo da Biologia [que apresenta] deficiente preparação (dificuldade de orientação com a bússola, pouco conhecimento acerca das litologias, estruturas, etc.). (F.I. n.<sup>º</sup> 7)

Por outro lado os alunos do Ramo de Geologia dizem sentir-se bem seguros no campo:

No campo . . . sinto-me mais à vontade porque estamos habituados a efectuar saídas de campo de Geologia. (F.I. n.<sup>º</sup> 10)

A estrutura curricular deste Ramo é distinta da estrutura do Ramo de Biologia. A actual estrutura curricular é resultado da última Reforma (1993) do Curso de Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia da Universidade de Évora deliberada pelo Senado da Universidade de Évora e publicada em Diário da República sob Despacho n.<sup>º</sup> 4/VR/93 de 7 de Setembro, com entrada em funcionamento no ano lectivo de 1993/1994. Estas alterações foram introduzidas gradualmente até ao ano lectivo de 1997/1998, ficando extinto o anterior plano curricular introduzido no ano lectivo de 1987/1988 pelo Despacho n.<sup>º</sup> 18/SEES/87 de 22 de Julho. A nova estrutura pressupõe, como grande inovação, dois Ramos: Ramo de Biologia e Ramo de Geologia. Ambos os Ramos possuem as mesmas áreas científicas embora com unidades de crédito (u.c.) desiguais.

A nossa análise centrar-se-á apenas na área científica da Geologia. No Ramo de Geologia estão contempladas 49 u.c. para esta área científica (cerca de 39,4% das u.c. totais do curso), enquanto no Ramo de Biologia existem apenas 25 u.c. para a mesma área (correspondendo a 20,6% das u.c. totais do curso). Relativamente à estrutura curricular anterior, a área da Geologia cobria cerca de 26,9% do total das u.c. do curso. Ou seja, numa primeira análise vemos que na actual estrutura curricular, os licenciados do Ramo de Geologia terão mais 12,5% de u.c. de formação que os licenciados segundo a estrutura curricular

anterior, embora pese que os do Ramo de Biologia vêm decrescer a sua formação em 6,3% u.c..

Com mais especificidade, e face à pertinência do assunto, apresentamos um quadro sinóptico entre as Reformas de 1987 e a de 1993 (Quadro 5).

**Quadro 5**

*Quadro sinóptico das estruturas curriculares das Reformas de 1987 e de 1993.*

Disciplinas	Estrutura curricular de 1987					Estrutura curricular actual							
	Ob	Op	uc	T	P	Ramo de Geologia			Ramo de Biologia				
						Ob	uc	T	P	Ob	uc	T	P
Caracterização do Solo						✓	3,0	2	3	✓	3	2	3
Cartografia Geológica		✓	2,5	2	2	✓	2,5	2	2				
Estratigrafia	✓		2,5	2	2	✓	2,5	2	2				
Geodinâmica						✓	3	2	3				
Geologia de Portugal I						✓	3,0	2	3				
Geologia de Portugal II						✓	3,0	2	3				
Geologia de Portugal I e II <sup>(a)</sup>	✓		6,0	2	3								
Geologia do Ambiente		✓	2,5	2	2	✓	2,5	2	2				
Geologia Estrutural	✓		3,0	2	3	✓	3,0	2	3	✓	3,0	2	3
Geologia Geral	✓		3,0	2	3	✓	3,0	2	3	✓	3,0	2	3
Geomorfologia	✓		2,5	2	2	✓	2,5	2	2	✓	2,5	2	2
Hidrogeologia		✓	2,5	2	2	✓	2,5	2	2				
Introdução à Geolo. de Campo						✓	2,5	2	2				
Introdução à Geolo.de Portugal						✓	2,0	1	3	✓	2,0	1	3
Mineralogia e Cristalografia	✓		3,0	2	3	✓	3,0	2	3	✓	3,0	2	3
Paleontologia	✓		2,5	2	2	✓	2,5	2	2	✓	2,5	2	2
Pedologia	✓		2,0	1	3								
Petrologia Ígnea e Metamórfica	✓		3,0	2	3	✓	3,0	2	3	✓	3,0	2	3
Recursos Minerais	✓		2,5	2	2	✓	2,5	2	2				
Sedimentologia	✓		3,0	2	3	✓	3,0	2	3	✓	3,0	2	3

Ob - Disciplina obrigatória; Op - Disciplina optativa; uc- Unidades de Crédito (1 uc = 15 h teóricas = 45 h práticas); T- n.º de aulas teóricas semanais; P - n.º de aulas práticas semanais; (a) Disciplina anual.

Os dados apresentados no Quadro 5 podem ser sintetizados de forma global no Quadro 6.

**Quadro 6**

*Comparação global entre o número de disciplinas, unidades de crédito, n.º de aulas teóricas e práticas das estruturas curriculares das Reformas de 1987 e de 1993.*

• Estrutura curricular de 1987	N.º de disciplinas	uc	T <sup>(b)</sup>	P <sup>(c)</sup>
	12 <sup>(a)</sup>	35,5	345	465
• Estrutura curricular actual				
Ramo de Biologia	9	25	255	375
Ramos de Geologia	18	49	525	690

(a) Para obter o grau de licenciado o aluno terá que ter obrigatoriamente 35,5 créditos na área científica da Geologia. Só necessita, por isso, de obter aprovação em uma única disciplina optativa, podendo porém, se assim entender e sem qualquer tipo de imposição, frequentar as outras duas disciplinas optativas.

(b) T - N.º total de horas teóricas leccionadas, considerando que cada semestre tem a duração de 15 semanas e cada aula 60 minutos.

(c) P - N.º total de horas práticas leccionadas, considerando que cada semestre tem a duração de 15 semanas e cada aula 60 minutos.

Em síntese, verificamos que o Ramo de Biologia tem menos 9 disciplinas da área científica da Geologia que o Ramo de Geologia, ou seja de outra maneira, os alunos daquele Ramo frequentam menos 279 horas teóricas e 315 horas práticas, num total de 585 horas de formação. Comparando com a estrutura curricular de 1987, é curioso notar que o Ramo de Biologia também está aquém em termos de disciplinas: menos 3 disciplinas, equivalendo a 90 horas teóricas e 90 horas práticas, num total de 180 horas de formação. O Ramo de Geologia ficou beneficiado relativamente à Reforma de 1987. A estrutura curricular apresenta um incremento de 180 horas teóricas e 225 horas práticas, o que perfaz um total de 405 horas de formação.

Ou seja, os licenciados do Ramo de Biologia, relativamente aos seus colegas que frequentaram a Reforma de 1987, perderam 180 horas de formação na área de Geologia, enquanto os do Ramo de Geologia ganharam 405 horas. Não deixa de ser peculiar o facto do Ramo de Geologia ter 124,5 uc sobre as 121,5 uc no Ramo paralelo (na Reforma curricular de 1987, o grau de licenciado era concedido com 132 uc).

Estes dados não nos impedem de tecermos alguns comentários oportunos, que dizem respeito, neste caso, à quantidade/qualidade de capacidades, atitudes, competências e valores aprendidos. Na verdade «*el conocimiento de la materia a enseñar es esencial para el profesorado de ciencias*» (Abel e Roth, 1992, citados em Mellado, 1998, p. 40). Quando os conhecimentos em ciências são fracos surgem sérias dificuldades em realizar mudanças didácticas. Os professores em formação evitam ensinar os temas que não dominam, apresentam insegurança e falta de confiança no ensino das ciências, reforçam as concepções alternativas dos alunos, apresentam maior dependência do livro de texto e da memorização e transmissão da informação. O ensino torna-se menos eficaz. E quando as actividades são práticas e decorrem no campo, o fracasso é então total:

Embora me sentisse por vezes frustada. (F.I. n.º 5)

Foi uma iniciativa . . . [que nos ofereceu] uma oportunidade única, onde para além de efectuarmos uma aplicação dos nossos exíguos conhecimentos, fomos adquirir conhecimentos práticos no campo. (F.I. n.º 8)

Mellado (1998) revela-nos que «*los licenciados de las facultades de ciencias reciben los contenidos científicos como si su futuro profesional fuese la investigación básica, la empresa o la industria y no la enseñanza, por lo que muchos contenidos resultan a menudo poco significativos y útiles para el futuro profesorado de secundaria*» (p. 40). Mas em Portugal o cenário não é certamente muito diferente. No caso da licenciatura em análise, cremos que os conteúdos de Ciências da Terra que os alunos do Ramo de Biologia recebem são insuficientes (e não adequados) para o pleno desempenho profissional do futuro professor de ciências que serão a curto prazo (a maioria, no ano seguinte). Recordemos que os licenciados deste curso, dos dois Ramos, serão professores profissionalizados (é essa a sua principal saída profissional reconhecida pelo Ministério da Educação) e ensinarão, indiscriminadamente, disciplinas com conteúdos de Biologia e de Geologia.

E note-se ainda o seguinte: para aprender a ensinar ciências não é suficiente aprender ciências ou aprender didáctica das ciências. O conhecimento teórico, proposicional ou estático do docente pode não afectar o seu conhecimento prático, que guia a sua conduta na aula. E estamos a falar da componente denominada dinâmica que se produz e evolui a partir dos próprios conhecimentos, crenças e atitudes do professor, requerendo a implicação e reflexão pessoal e da prática do ensino na matéria específica em contextos escolares concretos. Este processo permite que o professor reconsidera o seu conhecimento estático e as suas concepções, modificando-as ou reafirmando-as.

Resulta para nós interessante a analogia escrita por Busquet (1974):

*Imagíñese una escuela de natación que se dedicara un año a enseñar anatomía y fisiología de la natación, psicología del nadador, química del agua y formación de los oceanos, costes unitarios de las piscinas por usuarios, sociología de la natación, antropología de la natación y, desde luego, la historia mundial de la natación, desde los egipcios hasta nuestros días. Todo esto, evidentemente, a base de cursos magistrales, libros y pizarras, pero sin agua. En una segunda etapa se llevaría a los alumnos-nadadores experimentados, y después de esta sólida preparación. se les lanzaría al mar, en aguas bien profundas, en un dia de temporal de enero.* (cedido em Mellado, Ruiz, e Blanco, 1997, p. 281)

A metodologia utilizada durante a formação inicial pelos formadores de professores deve ser consistente com os modelos teóricos que propõem, uma vez que é tomada como referência positiva ou negativa pelos alunos. «*En caso contrario, los estudiantes para profesores aprenderán más de lo que ven hacer en clase, que de lo que se les dice que hay que hacer*»(Mellado, et al., 1997, p. 285). A mudança conceptual só poderá ocorrer se for acompanhada de mudanças ontológicas, metodológicas e atitudinais. Ainda assim, não podemos cair no erro de crer que há uma única estratégia válida para todos. Os contextos escolares e as características motivacionais dos alunos são muito diferentes e determinam em grande medida o tipo de intervenção do formador.

A falta de pré-requisitos dos alunos Ramos de Biologia levou a um apoio sobre os colegas do Ramo de Geologia, pois os docentes raras vezes quiseram intervir (não era esse o seu papel). Este facto foi sentido pelos alunos que o apontam como desfavorável:

Um dos problemas com que nos deparámos, foi que a maior parte dos alunos participantes não era do ramo da Geologia, por este facto sentiam algumas dificuldades, de maneira que recorriam aos colegas da Geologia para se esclarecerem. Não se está afirmar que isso é mau, no entanto tal facto dificultava a realização dos esquemas e anotações, tendo ainda como agravante que o tempo disponível para cada paragem era limitado. (F.I. n.º 1)

Os nossos colegas do Ramo da Biologia não apresentavam as bases mínimas necessárias para retirar qualquer informação geológica, o que nos permitiu explicar algumas coisas que observávamos, o que nos limitou ainda mais o tempo. (F.I. n.º 10)

O aspecto da construção do conhecimento ficou dessa forma muito limitado. Durante a actividade e decurso do debate que se seguiu, constatámos que o tipo

de observações, registos, inferências e generalizações realizadas pelos alunos deste Ramo estavam limitados pelos seus conhecimentos e capacidades. A resolução do problema foi profundamente influenciada pelos colegas do Ramo de Geologia e por uma ou outra intervenção por parte dos docentes.

- Os aspectos organizativos foram muito valorizados pelos alunos ( $n_i = 4$ ). Com efeito referem que a actividade estava «muito bem organizada» (F.I. n.<sup>o</sup> 9), ou “extremamente bem organizada” (F.I. n.<sup>o</sup> 7). Salientam que «nunca tive[ram] tempo morto, sabia[m] onde fazer compras, o que fazer a seguir, etc.» (F.I. n.<sup>o</sup> 7). Parece inclusive que este facto conduziu a uma reflexão sobre a organização de uma actividade no campo: «fiquei ainda mais consciente que fazer uma visita de estudo não é apenas pegar os alunos e irmos em passeio. É necessário conhecer os sítios que se vão visitar e acima de tudo planear bem as coisas» (F.I. n.<sup>o</sup> 7). Esta valorização traduz a importância dada pelos alunos aos aspectos organizacionais, que embora não sejam de natureza científica, e que poderiam por isso ser considerados acessórios, assumem um papel muito importante, de modo que Orion (1993) chama intensamente a atenção a propósito da redução do «*novelty space*» considerando os factores psicológicos a par dos geográficos e cognitivos.
- A relação entre os docentes e os alunos, foi com assiduidade referida como francamente positiva ( $n_i = 8$ ). Este aspecto, que merece um destaque especial, denuncia que num processo de ensino-aprendizagem o «clima» relacional-afectivo que se gera entre professor-aluno é muito importante. Por si só pode ser a chave para o aluno se sentir profundamente motivado, em que o professor é considerado «exemplo» e «testemunho vivo» que revela a importância de aprender geologia, ou pelo contrário, funcionar com o efeito antagónico. É que nem só de «rochas» vive o Homem...

Foi gratificante contactar com os professores . . . pois são pessoas que gostam daquilo que fazem e dão tudo por isso. (F.I. n.<sup>o</sup> 2)

Professores . . . excelentes e capazes de nos motivar perante as actividades que nos eram propostas. (F.I. n.<sup>o</sup> 5)

Mellado, *et al.* (1997) refere que os alunos percebem os bons professores de ciências de acordo com o clima social que geram na aula, relacionando-os mais com aspectos afectivos que com os cognitivos.

Um comentário de um aluno merece um resguardo, pois denuncia num dado momento uma certa inconstância na aplicação da metodologia por parte dos docentes:

A actuação do docente . . . foi correcta em relação à actividade por ele proposta . . . ; colocou o problema e deixou os alunos trabalhar seguindo o método que achassem mais apropriado para chegar à resolução. Mas no que diz respeito aos outros professores não se verificou o mesmo, pois iam dando opiniões, tal procedimento influenciou as estratégias e as respostas dos alunos. (F.I. n.<sup>o</sup> 1)

- O *role-playing* desenvolvido após a conclusão das actividades dos alunos foi muito bem recebido e participado. Foi «bastante útil, pois serviu para consolidar

ideias e discussão dos resultados a que cada grupo de trabalho chegou» (F.I. n.<sup>o</sup> 4). Porém, os alunos opinam que as «reuniões deviram fazer-se mais cedo» (F.I. n.<sup>o</sup> 1), sendo a «falta de pontualidade dos colegas em algumas ocasiões» (F.I. n.<sup>o</sup> 2) um factor destabilizador.

- Esta actividade teve, sem margem para dúvidas, um número excessivo de paragens, algumas até com aspectos muito semelhantes ( $n_i = 7$ ). Os alunos sentiram seriamente esta quantidade que se transformou, depois do almoço, em obstáculo ao desenvolvimento normal das actividades, tornado-se mais «cansativas e desmotivadoras» (F.I. n.<sup>os</sup> 2 e 8). Em consequência deste número elevado de paragens, o tempo disponível para cada uma ficou mais reduzido: «deixaram-nos exaustos e com pouca vontade de discutir os resultados à noite» (F.I. n.<sup>o</sup> 5) acabando «por tornar a actividade um pouco cansativa e saturante» (F.I. n.<sup>o</sup> 6).
- Monotonia das litologias: um dos alunos referiu este aspecto. Na verdade, o facto de termos optado pelo estudo de granitos deveu-se aos resultados apresentados por Morcillo, et al. (1998) que revela um valor de 6 pontos percentuais para os conteúdos de petrologia-mineralogia tratados nas saída ao campo estudados por aquela equipa.
- A impressão global dos alunos sobre a actividade é expressa com comentários da seguinte forma:
  - grande importância para nós; (F.I. n.<sup>o</sup> 1)
  - esteve bem no global; (F.I. n.<sup>o</sup> 2)
  - no global, considero esta actividade bastante positiva; (F.I. n.<sup>o</sup> 3)
  - uma actividade prática muito bem conseguida; (F.I. n.<sup>o</sup> 4)
  - actividade bem conseguida, interessante e muito útil para todos; (F.I. n.<sup>o</sup> 6)
  - foi uma saída muito interessante . . . o balanço final foi . . . muito positivo; (F.I. n.<sup>o</sup> 7)
  - extremamente interessante. (F.I. n.<sup>o</sup> 9)

## 8 - Recomendações para trabalhos futuros

A definição de um problema constitui motivo bem claro para os alunos desenvolverem a investigação. Parece inclusive, que o mais importante não é quem formula o problema mas que ele tenha um significado claro para os alunos (Del Carmen e Pedrinaci, 1997). A formulação do problema deve ser feita de forma a relacioná-lo com conteúdos trabalhados na aula, permitindo tratar aspectos relevantes do currículo e que possa ser abordado *a priori* a partir de uma ou mais perspectivas teóricas. Os grupos de trabalho não têm que apresentar as mesmas hipóteses de trabalho. O objectivo é enriquecer as propostas, «clarificarlas, perfilarlas y procurar su coherencia interna» (Del Carmen e Pedrinaci, 1997).

Ainda de acordo com as recomendações saídas de Morcillo, et al. (1997) é de tomar em atenção os aspectos que descrevemos tendo-se tornado bastante úteis nesta actividade:

- i) o problema proposto deve admitir várias respostas, ao sugerir aos alunos que indiquem possíveis alternativas à sua escolha;
- ii) o primeira passo deve consistir na revisão e análise dos processos implicados a actividade;
- iii) motivação: os alunos devem ser considerados especialistas, supostamente qualificados para solucionar o problema.
- iv) o problema levantado deve ser extrapolável para outras situações, podendo realizar-se em qualquer âmbito geográfico e com alunos de diferentes níveis.

Neste caso a saída ao campo tem um papel importante no contraste da(s) hipótese(s). Eventualmente, surgirão novos problemas, alguns dos quais podem tratar-se logo *in situ*, outros porém, deixam-se como interrogações abertas ou anotadas para serem tratados em outras ocasiões.

O tempo necessário para a aprendizagem é muito importante. O número de paragens que planeámos foi excessivo, embora muito próximas geograficamente, o que provocou reacções de cansaço e desmotivação, que não pretendíamos à partida. Este facto constitui um alerta. Deve dar-se mais tempo a cada paragem, até esgotar as propostas de observação dos grupos de trabalho, em detrimento da quantidade de paragens.

Os aspectos relacionais entre professor e alunos mantém-se muito valorizados, e portanto, importantes, no ensino superior. Com efeito os alunos referem que «os professores . . . possibilitaram uma boa camaradagem» (F.I. n.º 8) e que «houve tempo para trabalhar e para conviver [embora a actividade devesse ter] mais dias, para aproveitarmos os dias para trabalhar e as noites para confraternizar» (F.I. n.º 9). Cremos que este aspecto deverá constituir motivo de séria reflexão para os docentes do ensino superior, através de uma introspecção acerca do papel que têm assumido nas suas práticas educativas.

Em futuras actividades desta natureza torna-se muito importante definir um perfil mais ou menos homó geneo entre os participantes, que devem apresentar um bom domínio dos pré-requisitos mínimos para a desenvolverem, com o risco de falhar terminantemente a persecução dos objectivos propostos.

Com este tipo de metodologia, os autores crêem que é possível desenvolver *skills* como:

- Iniciação à utilização de cartas geológicas;
- Uma melhor compreensão dos processos e do tempo geológico;
- Observação, comparação, classificação, correlação e generalização, contraste de hipóteses;
- A capacidade de sintetizar, mental e representativamente, os acontecimentos geológicos de regiões restritas;
- A empatia do trabalho de campo que o geólogo realiza;
- O aumento do interesse e motivação pelo trabalhos de campo,

tendo como sub-produto o desenvolvimento da atitude científica.

É também consenso entre os alunos participantes nesta actividade que o campo é insubstituível, não apenas na formação de professores de Geologia mas também para transmitir aos alunos do ensino não superior uma ideia daquilo que é a natureza. O campo é também importante para a consolidação do «grupo de trabalho» como «unidade de formação». Entenda-se aqui «unidade de formação» o grupo necessário para que o processo de aprendizagem seja possível através de uma metodologia baseada na participação. Nesse sentido, o campo é o local ideal para o reforço do laços afectivos, não apenas com a natureza mas também entre os elementos do grupo, sendo este último aspecto amiúde referido pelos alunos.

Não nos resta dúvida acerca da relevância da realização de actividades práticas de campo na formação dos alunos do ensino não superior. Por isso, a formação de professores para aquele nível de ensino deverá contemplar uma componente estática e dinâmica sobre a metodologia das actividades de campo. A planificação das actividades no campo deve ser realizada com muita acuidade relativamente aos aspectos do local a escolher, objectivos e conteúdos a tratar, tempo disponível, custo económico, grau de conhecimento do local, e momento da realização da actividade. Não obstante, a metodologia empregue e a relação professor-aluno que se estabelece é decisiva para permitir uma maior adaptação dos alunos a ritmos e interesses diversos, à formulação e resolução de problemas, ao intercâmbio de ideias, facilitando de sobremaneira maneira as aprendizagens.

Defendemos que a metodologia utilizada no ensino das Geociências durante a formação inicial dos professores de Ciências da Terra deve ser consistente com os modelos apresentados pela didáctica das ciências. Relativamente às actividades de campo, devem praticar-se modelos de ensino-aprendizagem com base nas metodologias anteriormente sugeridas. É da diversidade que surge a riqueza e a unidade. A aprendizagem da Geologia nestes moldes, estando os alunos inseridos numa aprendizagem segundo metodologias não necessariamente (e exclusivamente) de tipo «tradicional» desenvolve *skills* de maior nível cognitivo e procedural, e constitui-se como «semente» para que as práticas dos futuros professores, quando já em exercício, sigam pressupostos didácticos idênticos e gradualmente se forme aquele conhecimento didáctico de conteúdo (C.D.C.) (Shulman, 1993, citado em Mellado, et al., 1997).

A concluir, sabemos que a insatisfação não é uma condição suficiente para a mudança didáctica. O professor só muda a sua teoria pessoal quando percebe que é irrelevante para a sua própria prática (Buitink e Kemme, 1986, citados em Mellado, et al., 1997) e que as estratégias que lhe são propostas são úteis para a prática do ensino e progresso dos alunos. Sabemos também que não existe uma estratégia válida para todos. Os contextos das escolas de formação e as características motivacionais são muito diferentes pelo que há que ter em conta de forma realista as dificuldades para implementar práticas baseadas nestas metodologias.

### **Agradecimentos**

O conjunto de actividades realizadas só foi possível devido à inestimável colaboração de várias pessoas e organismos, destacando:

- Professor Gastão C. B. Antunes (Escola Secundária de Pinhel)

- Centro de Formação da Associação de Escolas de Pinhel
- Departamento de Botânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
- Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
- Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora
- Parque Natural do Douro Internacional

## Referencias Bibliográficas

- ALMEIDA, A. (1998). *Visitas de estudo. Concepções e eficácia na aprendizagem*. Lisboa: Livros Horizonte.
- ANGUITA, F., & ANCOCHEA, E. A. (1981). Prácticas de campo: alternativa a una excursión tradicional. In *I Simposio sobre enseñanza de la Geología*, Madrid, pp. 317-326.
- ASTOLFI, J.-P., & DEVELAY, M. (1991). *A didática das ciências*. 2.ª ed.. São Paulo: Papirus Editora. (Trabalho original em francês publicado em 1989)
- BACH, J., BRUSI, D., DOMINGO, M., & OBRADOR, A. (1988). Propuesta de una metodología y jerarquización del trabajo de campo en geología. In *Actas del V Simposio sobre enseñanza de la Geología*, Madrid, pp. 319-325.
- BARBERÁ, O., & VALDÉS, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las ciencias*, 14 (3), 365-379.
- BARROS, R. F. DE (1966). O jazigo da senhora das fontes. *Comunicações dos serviços geológicos de Portugal*, L, 109-129.
- BONITO, J. (1996a). *As actividades prácticas no ensino das Geociências. Contributos para o ensino da deformação das rochas no ensino secundário*. Dissertação de Mestrado (não publicada). Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- BONITO, J. (1996b). Na procura da definição do conceito de “actividades prácticas”. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. extra, 8-12.
- BRUSI, D. (1992). Reflexiones en torno a la didáctica de las salidas de campo en geología. *VII Simposio de enseñanza de la Geología*. Santiago de Compostela, pp. 363-407.
- COMPANI, M., & CARNEIRO, C. (1993). Os papéis didácticos das excursões geológicas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1.2, 90-98.
- DEL CARMEN, L., & PEDRINACI, E., (1997). El uso del entorno y el trabajo de campo. In L. Del Carmen (Coord.), *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: ICE/Horsori.
- FAIRBROTHER, B. (1991). Principles of practical assessment. In B. Woolnough (ed.), *Practical science*. Philadelphia: Open University Press.
- FARIA, F. L. DE (1966). Gites d'uranium portugais dans les formations metasedimentaires. *Comunicações dos serviços geológicos de Portugal*, L, 9-50.
- GUTIERREZ, R., MARCO, B., OLIVARES, E., & SERRANO (1990). *Enseñanza de las ciencias en la educación intermedia*. Madrid: Ediciones Rialp.
- HODSON, D. (1993). Re-thinking old ways: towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in science education*, 22, 85-142.
- JAEN, M., & BERNAL, J. M. (1993). Integración del trabajo de campo en el desarrollo de la enseñanza de la Geología mediante el planteamiento de situaciones problemáticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1.3, 153-158.
- JOHSUA, S., & DUPIN, J.-J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris: Presses Universitaires de France.
- MACEDO, C. A. R. (1988). *Granítoides, complexo xisto-grauváquico e ordovícico na região entre Trancoso e Pinhel – Geologia, petrologia, geocronologia*. Tese de Doutoramento (não publicada), Coimbra, Universidade de Coimbra.
- MELLADO, V. (1998). El estudio de aula en la formación del profesorado de ciencias. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 15, 39-46.
- MELLADO, V., RUIZ, C., & BLANCO, L. (1997). Aprender a enseñar ciencias experimentales en la formación inicial de maestros. *Bordón*, 49 (3), 275-288.
- MORCILLO, J., HERRERO, C., CENTENO, J. D., ANGUITA, F., MUÑOZ, F., ORTEGA, O., & SÁNCHEZ, J. (1997). El seminario sobre metodologías en las prácticas de campo: rascafría 96. Resultados y valoración. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 5.1, 69-76.

- MORCILLO, J., RODRIGO, M., CENTENO, J., & COMPIANI, M. (1998). Caracterización de las prácticas de campo: justificación y primeros resultados de una encuesta al profesorado. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6.3, 242-250.
- MUMBY, M. (1983). Thirty studies involving the scientific attitude inventory: what confidence can we have in the instrument? *Journal of research in science teaching*, 20, 141-162.
- NOVAK, J. D. (1978). An alternative to Piagetian psychology for science and mathematics education. *Studies in science education*, 5, 1-30.
- ORION, N. (1989). Development of high-school geology course based on field trips. *Journal of geological education*, 37, 13-17.
- ORTEGA, P., SAURA, J. P., MÍNGUEZ, R., GARCÍA DE LAS BAYONAS, A., & MARTÍNEZ, D. (1992). Diseño y aplicación de una escala de actitudes hacia el estudio de las ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, 10 (3), 295-303.
- PEDRINCACI, E., SEQUEIROS, L., & GARCÍA DE LA TORRE, E. (1994). El trabajo de campo e el aprendizaje de la geología. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 2, 37-45.
- ROMÁN, M., & DÍEZ, E. (1994). *Curriculum y enseñanza. Una didáctica centrada en procesos*. Madrid: Editorial EOS.
- SOUZA, M. B. (1985). Perspectiva sobre os conhecimentos actuais do complexo xisto-grauváquico de Portugal. *Memórias e Notícias do Museu e Laboratório de Mineralogia e Geologia da Universidade de Coimbra*, 100, 1-16.
- SOUZA, M. B. (1989). O complexo xisto-grauváquico da Marofa (Figueira de Castelo Rodrigo – Portugal Central). *Memórias e Notícias do Museu e Laboratório de Mineralogia e Geologia da Universidade de Coimbra*, 108, 1-10.
- SOUZA, V. M. DE (1944). Notas sobre a geologia e a mineralização das minas de Massueime. *Técnica*, 145, 743-745.
- VIANA, A. (1927). Relatório geral das minas de Massueime. *Boletim de minas*, Janeiro-Março, 25-30.
- VILASECA, A., & BACH, J. (1993). ¿Podemos evaluar el trabajo de campo? *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1.3, 158-167.
- WATSON, J. R., PRIETO, T., & DILLON, J. S. (1995). The effect of practical work on students' understanding of combustion. *Journal of Research in science teaching*, 32, 487-502.