

JACINTA ROSA SILVA MOREIRA

**O Trabalho de Campo em Geologia
com alunos do 11º ano –
– uma perspectiva inovadora
Da construção de materiais
à aprendizagem dos alunos**

Um estudo na área de Valongo

VOLUME I



FC

UNIVERSIDADE DO PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS - DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

2001

**O trabalho de Campo em Geologia com alunos do 11º ano –
– uma perspectiva inovadora
Da construção de materiais à aprendizagem dos alunos**
Um estudo na área de Valongo

VOLUME I

JACINTA ROSA SILVA MOREIRA

**Dissertação para obtenção do grau de Mestre
em *Geologia para o Ensino***

**Sob a orientação de
Doutor João José Félix Marnoto Praia**



**UNIVERSIDADE DO PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS - DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
2001**

Ao Adão e à Beatriz

“... Que na aventura de um livro levado a bom termo, ou numa vida feliz de escritor, deve haver por vezes, um pouco na sombra, alguém que não deixa passar a frase inexacta ou fraca que nós queríamos manter por fadiga; alguém que volta a ler vinte vezes connosco, se for preciso, uma página incerta;.....
.....Alguém que nos ampara, nos aprova, por vezes nos combate; alguém que partilha connosco, com igual fervor, as alegrias da arte e as da vida, os seus trabalhos jamais aborrecidos e jamais fáceis; alguém que não é a nossa sombra, nem o nosso reflexo, nem mesmo o nosso complemento, mas ela própria; alguém que nos deixa divinamente livres e, contudo, nos obriga a ser plenamente o que somos...”

Marguerite Yourcenar

In, Apontamentos sobre as “Memórias de Adriano”

AGRADECIMENTOS

Antes de mais devo agradecer ao Doutor João Félix Praia o ter aceite orientar este trabalho e a dedicação e paciência com que o fez. Agradeço-lhe o acompanhamento minucioso bem como os ensinamentos, as críticas pertinentes e as sugestões oportunas. Agradeço-lhe também as palavras de confiança e incentivo sempre manifestadas.

Ao Professor Doutor Frederico Sodré Borges agradeço o apoio bibliográfico, os esclarecimentos de carácter científico prestados relativamente ao enquadramento geológico da zona de Valongo e as observações e sugestões valiosas que, sem dúvida, muito contribuíram para melhorar este trabalho.

Ao Dr Guerner Dias agradeço o apoio nas deslocações à zona de Valongo e a incansável disponibilidade com que sempre o fez. Agradeço os esclarecimentos geológicos, o diálogo e as sugestões para a construção das actividades de campo e a forma de as implementar o que, por certo, as melhorou.

Ao Dr Benedito Calejo Rodrigues cumpre-me agradecer o apoio amavelmente prestado, especialmente no estudo petrográfico das amostras de mão e lâminas delgadas recolhidas ao longo do percurso efectuado com os alunos neste Trabalho de Campo.

À Dr^a Paula Guimarães quero agradecer a disponibilidade manifestada no acompanhamento da etapa de viagem do Trabalho de Campo, bem como a emissão do seu parecer acerca da referida etapa enquanto professora e observadora. Agradeço-lhe ainda as palavras de amizade e encorajamento.

Quero também agradecer ao Francisco Dias e à Manuela Pinto, enquanto professores estagiários com formação académica em Geologia, pela colaboração prestada e pelo seu parecer acerca da etapa de viagem do Trabalho de Campo.

Aos amigos Pedro Lages e Margarida Ventura, *designers*, agradeço o apoio generoso na execução gráfica do Livro de Campo, dos pósteres que acompanharam a viagem e do trabalho agora apresentado. Pelo empenho com que o fizeram, o meu muito obrigado. O vosso contributo criativo tornou, sem dúvida, todo o trabalho de mais agradável leitura.

Agradeço também aos alunos do 11º 1A (ano lectivo de 1999/2000) da Escola Secundária Carolina Michaëlis, do Porto, que participaram no Trabalho de Campo.

Não posso deixar de agradecer aos meus pais o terem acompanhado de perto a minha filha, proporcionando-me mais tranquilidade e tempo para realizar este trabalho.

RESUMO

Existe actualmente um consenso generalizado acerca do lugar insubstituível e do papel preponderante das actividades de campo no ensino da Geologia.

Não obstante tal consenso, as actividades de campo têm vindo a ser pouco enfatizadas na prática lectiva e, quando realizadas, assumem uma natureza ultrapassada, tradicionalmente de tipo *excursionista*. Tal deve-se não só à existência de dificuldades administrativas, organizacionais e curriculares, como também a obstáculos inerentes à própria construção do conhecimento geológico, para além das limitações que advêm da deficiente formação dos professores nesta área

Com a presente investigação pretendeu-se desenvolver um modelo de Trabalho de Campo inovador, através da conceptualização, construção e implementação de materiais didácticos, para uma área geológica específica conhecida por “*Corte geológico do rio Ferreira*” - Valongo. Procurou-se compreender a influência da implementação destes materiais na aprendizagem dos alunos e de que forma as dificuldades na sua construção se reflectiram nessa aprendizagem.

A designação de “modelo de Trabalho de Campo inovador” tem um sentido abrangente, não sendo nossa intenção associá-lo a qualquer perspectiva específica de ensino/aprendizagem. Perseguiu-se, isso sim, a realização de um Trabalho de Campo integrado no *curriculum*, concretizando de forma complementar, articulada e congruente propostas de trabalho para os três espaços de aprendizagem da Geologia – sala de aula, laboratório e campo – considerando as especificidades de cada um deles. Porém, num quadro construtivista.

Na investigação educativo-didáctica que nos propusemos realizar foi usada uma metodologia de trabalho do tipo investigação-acção, tendo sido docência e investigação, assumidas como possibilidade de coexistirem, interpenetrarem-se e integrarem-se. Procurou-se, tanto quanto possível, uma ponte entre a *cultura de investigação* e a *cultura de acção*.

O plano da investigação desenvolveu-se em quatro fases.

Na fase I reflectiu-se acerca do modelo de Trabalho de Campo inovador, a partir de uma criteriosa revisão bibliográfica.

Na fase II foram construídos e validados os materiais didácticos.

Na fase III foram realizadas as actividades relativas ao Trabalho de Campo. Avaliaram-se as aprendizagens dos alunos e reflectiu-se acerca dos resultados obtidos.

Na fase IV analisaram-se algumas das implicações da investigação na formação de professores, nos *curricula* e no próprio desenvolvimento da investigadora, enquanto professora e formadora.

Os resultados obtidos parecem permitir afirmar que os materiais construídos e implementados, à luz desta perspectiva de Trabalho de Campo inovadora, são exequíveis e envolvem os alunos de forma activa na sua resolução.

A investigação desenvolvida conduziu a uma mudança de atitude da investigadora, passando a abordar o Trabalho de Campo segundo uma perspectiva centrada numa reflexão sistemática, intencional e epistemologicamente fundamentada.

Podemos pois concluir que actividades desta natureza são, não só praticáveis como desejáveis, tornando evidente a necessidade de um aprofundamento da problemática do Trabalho de Campo ao nível da formação de professores, acompanhada de uma mudança de atitudes dos alunos.

ABSTRACT

Today, everyone agrees that fieldwork plays a unique and essential role in Geology teaching.

Yet, fieldwork has not been emphasized in teaching practice and when carried out it often assumes a traditional, out of date fashion, tourist-like outing. Reasons for this lie on administrative, organizational and *curriculum* limitations, as well as on difficulties inherent to the actual construction of the geological knowledge together with the flimsy instruction received by teachers in this area.

The present research aimed at the development of a fresh, innovative model for fieldwork, through the conceptualization, construction, and implementation of didactic materials. A specific area, the so-called Rio Ferreira geological cross-section, near Valongo, was considered. Several questions arose in this study, namely, how did the implementation of such materials influence the learning process and in what way were the difficulties in their construction reflected in that process.

The expression “innovative model for fieldwork” is used in a broad sense. No connotation with any particular teaching/learning standpoint is intended. The goal was to conduct fieldwork within the current *curriculum*, giving rise to complementary and coherent activities, where the two other learning stages, the classroom and the laboratory, concurred taking advantage of their specific potentialities. Still, within the framework of a constructivist approach.

In this educational and didactic research, it was assumed that teaching and research may coexist, do interpenetrate and can be integrated. As much as possible, a bridge joining *research culture* and *action culture* was sought for.

Four stages were considered during this research.

During stage I, after a selective bibliography search, a reflection about the innovative model for fieldwork was made.

In stage II, didactic materials were constructed and validated.

During stage III, the activities concerning field work were conducted and the learning by students was checked. The results were evaluated and discussed.

During stage IV, some implications of the research on teachers education, on *curricula*, and on the development of the researcher herself, as both a teacher and an educator, were analysed.

The results attained seem to prove that it is possible to construct and to implement materials, within this fresh fieldwork approach, and also that their resolution actively mobilizes the students.

The research conducted led to an attitude change of the present researcher who now looks at fieldwork from an epistemologically fostered point of view, centered on a systematic and purposeful reflection.

One may therefore conclude that activities of this kind are feasible. It is stressed the necessity for conferring a greater relevance to fieldwork scrutiny in teachers education

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 - Enquadramento da investigação

1.1. Introdução	1
1.2. Perspectivas actuais do ensino-aprendizagem das Ciências e problemática da investigação	2
1.3. Organização do estudo	11
1.3.1. Questões-problema	12
1.3.2. Hipóteses de trabalho	12
1.3.3. Objectivos	13

CAPÍTULO 2 - Revisão bibliográfica

Introdução	15
1. Enquadramento geotectónico	16
1.1. A Península Ibérica na Europa	16
1.2. O Maciço Hespérico	21
1.3. O ciclo hercínico ibérico	23
1.4. A região de Valongo	30
1.4.1. Litologia e estratigrafia	31
1.4.2. Tectónica e magmatismo	44
2.1. O TC enquanto instrumento privilegiado no ensino das Geociências	54
2.2. Modelo implementado - <i>Um modelo inovador de raiz construtivista</i>	61
2.2.1. Etapas do Trabalho de Campo	65

CAPÍTULO 3 - Metodologia da investigação

3.1. Introdução	69
3.2. Caracterização da Metodologia de <i>Investigação-acção</i>	70
3.3. Processos, Instrumentos e Técnicas de Recolha de Informação	74
3.3.1. Escolha dos processos, instrumentos e técnicas de recolha de dados	80

CAPÍTULO 4 - Construção dos materiais utilizados no Trabalho de Campo e sua implementação

Introdução	101
Fase 1 – Organização e construção dos materiais	104
Fase 2 – Implementação dos materiais construídos	123

CAPÍTULO 5 - Análise e discussão dos resultados do estudo

5.1. Introdução	143
5.2. Análise e discussão dos resultados	146
Secção 5.2.1. – Questões relacionadas com a aprendizagem	146
Secção 5.2.2. – Representações dos professores colaboradores e da investigadora/professora acerca do TC	172

CAPÍTULO 6 - Conclusões, limitações e implicações do estudo na formação

6.1. Introdução	179
6.2. Conclusões da investigação	179
6.3. Limitações da investigação	182
6.4. Implicações e recomendações para futuros estudos	187

BIBLIOGRAFIA

197

BIBLIOGRAFIA GEOLÓGICA ESPECIALIZADA

DA ÁREA ESTUDADA E DO SEU CONTEXTO REGIONAL

207

CAPÍTULO 1

ENQUADRAMENTO DA INVESTIGAÇÃO

1.1. Introdução

O trabalho que se passa a apresentar é constituído por dois volumes. No Volume I encontram-se compilados os seis capítulos que compõem o corpo central do estudo e no Volume II encontram-se os *Documentos de Trabalho*, construídos para serem implementados no Trabalho de Campo (TC) desenvolvido e que complementam a descrição realizada no capítulo 4 do Volume I. No Volume II apresentam-se ainda alguns documentos que se constituem como *anexos*, designadamente um excerto da Carta Geológica de Portugal, folha 9-D, trabalhos de alunos e o relatório do estudo petrográfico realizado a um conjunto de lâminas delgadas, feitas a partir de amostras de mão recolhidas nas paragens efectuadas ao longo do percurso. De entre estas lâminas apenas se seleccionaram algumas imagens, que ilustraram os pósteres concebidos como apoio na ida ao campo.

Neste primeiro capítulo serão referidos aspectos relativos à contextualização da área a investigar e à justificação da escolha desta área. Passar-se-á posteriormente à delimitação da problemática envolvida no estudo, apresentando-se de seguida a organização geral da investigação, sendo discriminadas as questões-problema, as hipóteses de trabalho, os objectivos de estudo e o plano geral de desenvolvimento da investigação.

O capítulo dois subdivide-se em duas secções, sendo, em ambas, efectuada uma revisão bibliográfica. Na primeira será apresentada a revisão científica da área geológica alvo do estudo (área tradicionalmente conhecida como *Corte geológico do rio Ferreira – Valongo*, distrito do Porto, representada na Carta Geológica de Portugal, folha 9-D) e na segunda secção, a revisão didáctica relativa ao TC, mais concretamente do modelo organizacional que guiou este TC e que foi desenvolvido por Nir Orion (1993), investigador do Science Teaching Department, do Weizmann Institute of Science de Israel.

No capítulo três apresentam-se os procedimentos metodológicos levados à prática durante a concepção e a implementação da investigação. Tratou-se de uma abordagem qualitativa baseada numa metodologia de Investigação-Acção.

O capítulo quatro dá conta da construção dos materiais, desde a sua planificação até à sua concretização e implementação, para o que a investigadora se apropriou de referências e orientações de base construtivista.

No capítulo cinco são apresentados os resultados e procede-se à análise e discussão do trabalho desenvolvido. Porventura esboça-se já algo das conclusões.

No sexto e último capítulo apontam-se as conclusões finais do estudo e algumas das suas limitações. Referem-se contributos da investigação para a formação da investigadora enquanto professora e formadora. São também adiantadas algumas implicações educacionais e estudos a realizar no futuro.

1.2. Perspectivas actuais do ensino-aprendizagem das Ciências e problemática da investigação

O avanço científico e tecnológico verificado nas últimas décadas alterou substancialmente o quotidiano da sociedade em que vivemos. Se é verdade que muitas destas alterações têm conduzido a alterações nas Culturas de Investigação em Ciência da Educação (vejam-se por exemplo os movimentos CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade), não deixa de ser verdade também que esta cultura de investigação não tem tido repercussões nas práticas de ensino/aprendizagem (E/A). Ou seja, a alteração na *Cultura de Investigação* não tem conduzido à alteração da *Cultura de Acção*.

Permanece-se numa perspectiva de ensino, em que a imagem de Ciência veiculada é a de que esta se trata de um corpo de conhecimentos e métodos desligado das práticas sociais e culturais dos cientistas, construído estritamente em *privado*, à margem de qualquer quadro de valores e ignorando a evolução histórica dos conceitos (Hodson, 1985).

Por outro lado, a par do aumento de bem-estar gerado nas nossas sociedades pós-industriais pelo desenvolvimento científico e tecnológico, criaram-se igualmente graves situações de desequilíbrio no ecossistema Terra. A poluição da atmosfera, das águas e dos solos, a extinção de numerosas espécies e a desflorestação, são exemplos de um manancial de problemas com que hoje o cidadão comum se confronta e que levantam, a nível mundial, preocupações de ordem ecológica.

O nosso planeta deixou de depender unicamente dos fenómenos que ele próprio desencadeia e que são inerentes à sua evolução – sismos, vulcões, tectónica de placas, etc. - para passar a depender também do *tipo* de intervenção humana sobre si efectuada.

Orientações internacionais recomendam que se deve atender aos interesses e conhecimentos dos alunos e proporcionar-lhes o desenvolvimento de competências que lhes permitam enfrentar as mudanças e formar-se como cidadãos judiciosamente participativos, numa sociedade onde as decisões pessoais e políticas ligadas à Ciência e Tecnologia não são isentas de valores por envolverem interesses económicos e sociais.

Ora, para que os cidadãos possam ajuizar sobre estas questões e intervir de forma adequada e concertada, torna-se necessário que possuam alguns conhecimentos de Ciências, mais concretamente de Geociências. A mudança tecnológica vertiginosa e a globalização do mercado exigem cidadãos com educação geral e conhecimentos nas várias áreas do saber, capacidades de comunicação e grande flexibilidade, a par de uma capacidade contínua de aprender ao longo da vida.

É a escola que, num contexto formal, deve fornecer aos cidadãos as capacidades, os conceitos, as atitudes e os valores que lhes permitam lidar com os saberes envolvidos na sua realidade quotidiana, através do desenvolvimento de metodologias adequadas e capazes de promover, antes de mais, a literacia científica. Ora as competências referidas nos parágrafos anteriores não se coadunam com o ensino compartimentado em conteúdos afastados da realidade e desligados dos fenómenos naturais, actualmente praticado.

Urge pois alterar a Educação em Ciência ministrada nas nossas escolas, de molde a que a *ciência* que ensinamos chegue a todos os alunos e, de alguma forma, reflita as tradições culturais e intelectuais inerentes à prática actual de Ciência e à metodologia de construção do conhecimento científico. Isto é, o consenso emergente da nova visão do ensino/aprendizagem (E/A) das ciências tem como um dos seus objectivos aproximar as actividades de aprendizagem às da construção do conhecimento científico. As estratégias de E/A que nos parecem mais coerentes com as características do raciocínio científico são as que encaram a aprendizagem como tratamento de situações problemáticas abertas e de interesse para o aluno. Trata-se de problemas, sem uma resposta única e imediata que, tanto quanto possível, tenham origem no meio envolvente do aluno (garante do confronto real com a natureza no seu todo e em toda a sua complexidade) e em que este participa de forma efectiva na reestruturação dos seus conhecimentos, atitudes e valores.

De acordo com Hodson (1994), estas preocupações poderão ser articuladas e trabalhadas com sucesso se os professores perspectivarem o ensino da Ciência em três vertentes, nomeadamente: a aprendizagem da Ciência, a aprendizagem da natureza da Ciência e a prá-

tica da Ciência. Para cada vertente o mesmo autor aponta, respectivamente, uma finalidade:

- Aquisição e desenvolvimento de conhecimentos científicos;
- Desenvolvimento do conhecimento sobre a natureza (e métodos) da Ciência, no sentido de evidenciar as interações entre Ciência e Sociedade;
- Desenvolvimento de conhecimentos técnicos sobre investigação científica e resolução de problemas.

Ao perspectivarmos a Educação em Ciência desta forma estaremos a preocupar-nos com os alunos enquanto cidadãos participantes, críticos e responsáveis e não a veicular uma visão da Ciência centrada apenas nos quadros conceptuais e teorias, enquanto produtos da Ciência. E desenvolveremos nos alunos a curiosidade, a autonomia, o sentido de responsabilidade para consigo, para com os outros e para com o meio ambiente. Ou seja, a escola aproximará o papel do aluno ao papel do cidadão e, simultaneamente, o entendimento científico ao entendimento quotidiano. De igual modo o aluno será incentivado a desenvolver processos de tomada de decisão coerentes e fundamentados e a afastar-se de perspectivas *em regressão*.

A concretização de tais finalidades não é, no entanto, tarefa fácil. Algumas delas encontram-se relacionadas com o facto de os professores fazerem um trabalho pouco globalizante e, frequentemente, esquecerem as finalidades da educação científica (Hodson, 1985), em particular sobre:

- O papel da teoria científica;
- A natureza do método científico;
- O propósito do trabalho prático.

Para orientar o ensino das Ciências numa outra perspectiva que designaremos por *perspectiva inovadora*, é necessário (ainda segundo Hodson, 1985) contemplar diversos parâmetros e procedimentos diferentes dos que actualmente se contemplam:

- Consciencializar os professores da diferença existente entre as três vertentes: aprendizagem da Ciência, aprendizagem da natureza da Ciência e prática da Ciência;

- Diversificar os métodos de ensino-aprendizagem e considerar cuidadosamente a transposição de experiências de aprendizagem;
- Trabalhar a transdisciplinaridade e os contributos das várias áreas do saber para a resolução do problema em estudo;
- Valorizar o ensino de conceitos que sejam próximos e necessários aos alunos para o bem estar social e para o progresso;
- Trabalhar a partir de uma visão externalista de Ciência, explorando situações problemáticas do quotidiano como ponto de partida para ensinar Ciência.

Estaremos então face a um quadro suportado por princípios epistemológicos e pedagógico-didáticos de diferente natureza. Nessa medida entendemos Ciência como um conjunto articulado de conhecimento científico criado pela razão, e não só, em permanente evolução, como resposta a problemas de interesse reconhecido, conhecimento que é construído através da criação de estruturas novas e ampliação das já existentes. Entretanto as teorias que precedem a observação e têm, ainda que muitas vezes temporariamente, uma coerência interna, resultam de todo um processo metodológico que nem sempre é fácil de descortinar. Esta visão, mais complexa, rejeita a existência de fontes únicas de conhecimento. Nesta perspectiva a aprendizagem faz-se principalmente por reestruturação qualitativa, mais que quantitativa, das estruturas existentes. O comportamento é explicado por entidades mentais: estados, processos e disposições de natureza mental em que o todo não é igual à soma de cada um destes componentes (as partes). A acção do sujeito é influenciada pelas suas representações e pelo contexto da aprendizagem. Trata-se de um processo complexo em que intervêm, entre outros factores: os conteúdos a aprender, a metodologia de E/A desenvolvida, a motivação do aluno e os conhecimentos que este já possui. Os princípios orientadores das estratégias preconizadas por esta perspectiva inovadora não têm, na aprendizagem de conteúdos, um fim em si mesmo, mas são sim um meio de familiarizar o aluno com as características do trabalho científico e, por esta via, torná-lo um cidadão activo, empenhado na compreensão e mesmo, porventura, na resolução de problemas sociais.

Neste sentido o Trabalho de Campo (TC), desenvolvido segundo *uma perspectiva de ensino inovadora*, pode ser considerado uma ferramenta de aprendizagem de grande riqueza heurística, na medida em que os alunos não só aprendem Geologia e adquirem

competências conceptuais específicas relativas a um pensar a Geologia e à forma como esta se constrói, como desenvolvem ainda atitudes de partilha, autonomia e responsabilidade, alargando os seus quadros de valores.

Na sequência do que se disse estamos perante uma Nova Didáctica e situamo-nos num novo enquadramento para o ensino da ciência que valoriza a construção do conhecimento pelo aluno, agora entendido como um sujeito idiossincrático, envolvido num ambiente sócio-cultural concreto, que traz consigo informações, saberes e vivências a levar em consideração e a valorizar. Nesta medida trata-se de uma visão mais relevante e actual do ponto de vista educacional, que envolve o aluno não só do ponto de vista cognitivo mas também atitudinal e procedimental e, porventura, intimamente ligada aos seus interesses quotidianos. Desta forma os alunos passam a sentir que os conteúdos são mais meios necessários ao exercício do pensar e menos produtos do saber que apenas se encontram ligados a uma avaliação classificatória. Os alunos sentem que não existem respostas prévias, prontas e feitas por medida, trazidas pelo professor, mas antes que as constroem, por aproximações sucessivas, à medida que se caminha para soluções provisórias, como resposta a problemas concretos e de real interesse para eles, de conteúdo inter e transdisciplinar, através de metodologias abertas, cultural e educacionalmente mais motivadoras e interessantes. Os problemas, socialmente enraizados, devem ser largamente discutidos na aula e aos poucos deverão ir sendo delimitados num exercício de pesquisa partilhada intra e inter-grupo. Esta nova visão exige uma mudança de atitudes e de processos organizativos de trabalho.

Ao rejeitar uma visão de ciência fechada sobre si própria pretende-se reequacionar todo o seu posicionamento epistemológico, reorientando-o para uma educação científica mais humana, mais integrada e harmonizada com a realidade social e, dessa forma, seguramente mais contributiva do desenvolvimento pessoal e social dos jovens. Exige-se, em termos de *trabalho de aula*, o uso de uma variedade de métodos de E/A e de abordagens com ritmos diversos, com a introdução de novas ideias – como por exemplo incorporando aspectos de aplicações da Ciência vulgarmente omitidos – e novas dimensões, como por exemplo a dimensão histórica, em particular no âmbito da Geologia. Impõe-se o uso de diferentes abordagens de avaliação, no sentido de apreciar a realização de diferentes tipos de actividades e competências desenvolvidas pelos alunos e promove-se a formação dos jovens no conhecimento tanto de conteúdos de natureza diversa – conceptual, procedimental e atitudinal – como acerca de processos segundo os quais se obtém o conhecimento do mundo natural.

No seguimento do que temos vindo a referir, julgamos pertinente que as actividades de Trabalho de Campo, enquanto trabalho por excelência das Geociências (Compiani *et al*, 1993), compreendam a possibilidade de levar à prática o conjunto de orientações que foram referidas.

Existe hoje um consenso generalizado (Praia & Marques, 1997, Juan Gabriel *et al*, 1997; Garcia de la Torre, 1994; Compiani & Carneiro, 1993, ...) de que as actividades de campo ocupam um lugar insubstituível e desempenham um papel fundamental no ensino da Geologia.

Este consenso assenta, naturalmente, no reconhecimento das vantagens que o contacto próximo com o campo (a natureza) proporciona na aprendizagem desta ciência. Entendido como o local privilegiado para o contacto directo com os objectos e fenómenos, o campo fornece o Contexto Geológico Concreto, a partir do que é possível criar situações e estratégias de aprendizagem da Geologia.

Pese embora a existência de um consenso generalizado nesta matéria, as actividades de campo têm vindo a ser esquecidas ou mesmo banidas da prática lectiva. Tal abandono não se deve somente à existência de obstáculos institucionais e organizacionais difíceis de ultrapassar, mas também às dificuldades de natureza conceptual e metodológica sentidas pelos professores que as levam à prática. A estas somam-se ainda dificuldades decorrentes da própria natureza dos fenómenos geológicos e da especificidade epistemológica da Geologia. Por tudo o que acabamos de referir o TC realizado hoje em dia nas nossas escolas não corresponde às expectativas (Rebelo, 1998; Gabriel Murcilo *et al*, 1998). Habitualmente limita-se a actividades avulso, pouco contextualizadas nas práticas lectivas, mal articuladas com os *curricula*, orientadas pelo *bom senso* e destituídas de fundamentação epistemológica e didáctica. Restringem a iniciativa dos alunos e o seu nível de participação às observações qualitativas e manipulativas, sem planificação prévia, apresentam-se desconectadas dos interesses e ideias prévias dos alunos e manifestam uma dimensão social quase nula.

Dadas as características que apresenta e que se acabam de referir, fácil é de compreender a razão pela qual o modelo transmissivo de E/A que enquadra este tipo de TC, é frequentemente designado por TC de tipo *excursionista* (Praia & Marques, 1997). Neste modelo privilegia-se a aprendizagem de numerosos conceitos, ou seja o produto, e o TC constitui-se como mera ilustração da teoria, em que o professor esboça demonstrações

que os alunos seguem passivamente, passo a passo e que, quando muito, terminam nas respostas – que os alunos já conheciam - a questões finais ou num comentário sobre os resultados.

A manifesta insuficiência deste tipo de projectos na promoção de aprendizagens significativas torna necessário a apresentação de propostas inovadoras de TC, mais frutíferas e satisfatórias.

Acreditando no pressuposto de que a aprendizagem da Geologia é um processo dialéctico permanente de construção, de interpretações e representações e de que as ideias e os conhecimentos prévios se tornam instrumentos que moldam a observação da realidade, nada melhor pois que o campo, como fonte de confronto com o real e de pesquisa nesta área do saber.

Nesta linha de raciocínio, privilegiamos a implementação de actividades de TC desenvolvidas numa perspectiva de ensino *inovadora*.

A perspectiva de ensino inovadora agora preconizada fundamenta-se, do ponto de vista epistemológico, numa visão externalista e racionalista de ciência. Esta perspectiva externalista sustenta que o progresso do conhecimento científico é condicionado por pressões sociais, políticas e económicas e que os cientistas são pessoas iguais a quaisquer outras. Deste ponto de vista o conhecimento científico é algo que se constrói e modifica, destruindo o mito de que a ciência é infalível, absolutamente eficaz, neutra e inalcançável. Realça a importância de se ser crítico e a necessidade de uma educação científica de base, capaz de dotar os futuros cidadãos de conhecimentos que lhes permitam, por um lado tomar decisões de âmbito sócio-político, ambiental, tecnológico e por outro, desmistificar a pretensa autoridade que se advoga para a ciência e dos que dela se servem com intenções menos lícitas.

Esta visão, que radica na pedagogia construtivista, preconiza uma organização de ensino, tanto quanto possível segundo o tratamento de problemas abertos e de interesse para os alunos, valoriza o trabalho de grupo e a cooperação inter-grupos – por exemplo com a comparação e discussão de conclusões –, o desenvolvimento de actividades sistemáticas de síntese e a aplicação, por parte dos alunos, dos saberes a situações reais numa abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente) da educação, que visa introduzi-los em aspectos particulares da ciência, já que tal dinâmica permite tomar direcções que se ajustam aos diversos problemas e tipos de sociedades.

Do ponto de vista da aprendizagem este modelo tem como intenção apresentar aos alunos uma perspectiva global de ciência, entendida como resultante do confronto de teorias e parte integrante de uma rede interdisciplinar, abrangendo outras formas de conhecimento. Nele o professor é um agente promotor da reflexão e do debate acerca de situações de carácter problemático e um orientador da construção do conhecimento. O aluno, por sua vez, passa a desenvolver uma atitude fortemente activa e participante, enquanto *investigador e solucionador* do problema em debate. Este processo (e não o produto) é a base de avaliação do aluno. O seu empenho na procura de soluções e as suas atitudes são os critérios dominantes num modelo de ensino cujo objectivo fundamental é a educação para a cidadania.

Ora o TC desenvolvido nesta perspectiva de ensino inovadora é o que melhor equilibra os diferentes objectivos das actividades, dando especial enfoque à formulação e resolução de problemas.

São actividades claramente formativas, centradas na acção dos alunos, cabendo a eles e não ao professor, sempre que possível, descobrir o caminho para a solução dos problemas levantados, sendo também eles tentativamente participantes nas decisões dos passos a dar enquanto se caminha para o solucionar do problema a investigar. Neste processo os alunos treinam a sua destreza na resolução de problemas, adquirem atitudes e competências e o conhecimento desenvolve-se de forma cooperativa. Por outro lado os modelos científicos são aceites mas questionados, o que facilita a superação de obstáculos entre Teoria/Explicação/Prática. Os alunos melhoram a sua capacidade de observar e de desenvolver operações cognitivas como: descrição e comparação, inferência e formulação de hipóteses, extrapolação e generalizações, raciocínio e síntese.

As actividades de TC na perspectiva de ensino inovadora proposta – que se opõe ao TC tradicionalmente designado por *excursionista* (Praia & Marques, 1997) – são as que mais se aproximam da prática científica dos geólogos, promovendo o uso de estratégias pessoais coerentes com procedimentos científicos. É de ressaltar que o termo actividades, não deve ser, aqui, entendido na acepção tradicional, ou seja, aquelas que o aluno faz e que geralmente são pouco estruturadas, sem relação clara com os conteúdos, e nas quais se valoriza especialmente a aquisição de destrezas de carácter manipulativo. Bem pelo contrário, devem ser entendidas como refere Cañal *et al* citado por Álvarez Suárez (1994, p. 364) como “...*processos de fluxo e tratamento de informação (orientados, interactivos e organizados) característicos do sistema de aula*” que são desenvolvidos como

concretização dos pressupostos teóricos do modelo didáctico. Nesta medida tanto são actividades as que os alunos, individualmente, em pequeno grupo ou em grupo-turma, realizam, (de levantamento, tratamento e resolução de problemas, interagindo com fontes de informação, construindo e comunicando resultados, generalizando, aplicando e fazendo previsões) – como as que realiza o professor (planificando, introduzindo os assuntos, coordenando, seleccionando informação, dirigindo, recapitulando, etc.).

Neste tipo de actividades os objectivos que dizem respeito aos alunos devem ser entendidos também como hipóteses de trabalho e devem relacionar-se com o desenvolvimento de capacidades de compreensão e de aplicação dos princípios das Geociências, de forma a ajudá-los a interpretar o que os rodeia de um modo mais científico e de uma forma mais consentânea com as metodologias das Geociências e a fomentar atitudes críticas e construtivas relativamente ao meio envolvente, à ciência em geral e ao papel desta na sociedade.

Os conteúdos a desenvolver nas referidas actividades devem ser integrados nas suas três dimensões, conceptual, procedimental e atitudinal, de maneira a que os conceitos sejam o fio condutor de processos de E/A, em que sejam desenvolvidas destrezas e se incentivem atitudes que favoreçam o desenvolvimento de procedimentos e a construção de conceitos (Álvarez Suárez, 1994).

Nestas actividades a metodologia seguida deve privilegiar a resolução de questões-problema, de forma activa, pelos alunos. Os recursos devem ser diversificados: laboratório, sala de aula, campo, bibliografia e materiais específicos das disciplinas da área das Geociências. Quanto à avaliação, Vilaseca e Bach (1993), apoiam a construção de instrumentos específicos para a recolha de informação, relativa à aprendizagem dos conteúdos nas vertentes conceptual, procedimental e atitudinal.

Assim, e em jeito de conclusão poderíamos dizer que as actividades de TC desenvolvidas na perspectiva de ensino inovadora, assumidamente *não excursionista*, são as que melhor se ajustam à riqueza potencial do campo, as que melhor levam em consideração a sua complexidade no processo didáctico da Geologia e as que, de modo mais eficaz, potenciam no aluno o desenvolvimento de competências que lhe permitem, como cidadão, a tomada de decisões no seu quotidiano pessoal e em sociedade, já que desenvolvem a curiosidade, a autonomia, o sentido de responsabilidade para consigo, para com os outros e para com o meio ambiente (Jaén García & Bernal Martínez, 1993).

Por outro lado, e se bem que fugindo um pouco ao âmbito do presente estudo¹, do que se tem vindo a dizer emerge a necessidade de dotar os *currícula* com conteúdos da área das Geociências. Daqui decorre a exigência de analisar atentamente a questão da formação de professores, no sentido de dar ênfase não apenas aos conteúdos de carácter geológico (mas também a estes, no sentido de transmitir conhecimentos geológicos ao futuro cidadão) como de mudar as suas concepções pouco coerentes de ensino.

1.3. Organização do estudo

Definida que está a problemática da investigação: o Trabalho de Campo em Geologia numa perspectiva inovadora – da construção de materiais à aprendizagem dos alunos, passar-se-á de seguida à delimitação das questões-problema. Antes, no entanto, gostaríamos de referir que foi o confronto² entre a prática pedagógica da investigadora (e o conhecimento, no terreno, de que essa é a prática corrente) e o regressar à formação formal, com o ingresso no Curso de Mestrado em Geologia para o Ensino, aliado ao gosto pela construção de materiais, o que motivou a investigadora/professora a avançar para a concretização deste projecto. Constitui-se também em motivação, a consciência de que a transposição³ dos fundamentos teóricos em que assentam as metodologias de ensino da Ciência desenvolvidas nas disciplinas de Didáctica, Projecto e História e Filosofia da Ciência, para a prática pedagógica, apresenta naturais dificuldades. A esta motivação deve acrescentar-se a natural preocupação com a formação dos futuros profissionais de ensino, já que a investigadora desempenha funções de orientadora de estágio na escola a cujo quadro pertence.

Reduzindo o campo de estudo de maneira a tornar exequível, em termos de meios e recursos disponíveis, a investigadora/professora partiu para a investigação já referida, tendo como *grupo de alunos* participantes, a turma de alunos do 11º ano da disciplina de Ciências da Terra e da Vida que lhe foi atribuída na distribuição de serviço lectivo no ano escolar de 1999/2000. Portanto, desde o início foi assumido que o estudo a levar a efeito não pretendia colher resultados e conclusões que fossem representativos ou generalizáveis ao país, ao distrito a que a escola pertence, ou mesmo à própria escola. Por outro lado ao efectuar uma abordagem qualitativa, a investigadora/professora estava consciente do grau de subjectividade que esta acarretaria e que precisaria de se munir de cuidados vários, para não fazer perigar a validade da investigação.

¹ Mas que não parece descabido, até porque foram sendo tecidas algumas considerações a esse propósito ao longo do presente capítulo

² Confronto que agudizou as discrepâncias entre a prática pedagógica tradicional e o (re)estudo nas disciplinas de Didáctica, Projecto e História e Filosofia da Ciência, de conteúdos marcados por perspectivas construtivistas e que nos levou, necessariamente, a um processo de reflexão continuado.

³ Que a investigadora gostaria de efectivar nas suas aulas.

1.3.1. Questões-problema

As questões-problema surgiram tendo em conta essencialmente duas linhas de pensamento: uma que se relaciona com a importância que o TC tem para o processo de E/A em Geociências; outra que se prende com o facto de hoje se saber que os professores concebem, organizam e desenvolvem o TC enquadrado num modelo tradicional, ou seja, numa perspectiva marcadamente “*excursionista*” (Praia & Marques, 1997) como ainda o revelou estudo recente (Rebelo, 1998, p. 150).

Deste modo partiu-se para o exercício prático de um TC desenvolvido numa perspectiva inovadora e par o estudo das suas repercussões na aprendizagem dos alunos. Assim foram enunciadas as seguintes questões-problema:

- De que modo a implementação do Trabalho de Campo, desenvolvido numa perspectiva de ensino inovadora, produz uma melhoria na aprendizagem dos conhecimentos de Geologia nos alunos?
- De que modo a implementação do Trabalho de Campo, desenvolvido numa perspectiva de ensino inovadora, produz mudanças de atitudes dos alunos?
- De que forma é que os obstáculos em levar à prática a perspectiva de ensino inovadora se traduzem em dificuldades acrescidas para a aprendizagem dos alunos?
- De que modo é que a construção dos materiais e a sua implementação, numa perspectiva de ensino inovadora, contribui para a formação da investigadora?

1.3.2. Hipóteses de trabalho

- O Trabalho de Campo desenvolvido numa perspectiva de ensino inovadora contribui para uma melhoria significativa de uma aprendizagem, mais consentânea com a construção do conhecimento em Geologia por parte dos alunos.
- O Trabalho de Campo desenvolvido numa perspectiva de ensino inovadora facilita a mudança de atitude dos alunos.
- O Trabalho de Campo desenvolvido numa perspectiva de ensino inovadora acarreta dificuldades de natureza externa e interna.
- O Trabalho de Campo desenvolvido numa perspectiva de ensino inovadora produz melhorias mais significativas e mais rapidamente evidenciadas a nível dos conceitos do que a nível das atitudes.

1.3.3. Objectivos

- Planificar o Trabalho de Campo segundo uma perspectiva de ensino inovadora.
- Construir materiais, numa perspectiva de ensino inovadora, para desenvolver durante as actividades de *pré*, durante e *pós*-viagem do Trabalho de Campo a realizar numa área geológica específica (zona conhecida por Corte Geológico do rio Ferreira - Valongo).
- Reflectir nas dificuldades que os professores têm na construção de materiais numa perspectiva de ensino inovadora, assim como em levá-los à prática.
- Reflectir acerca do contributo que a investigação desenvolvida teve para a formação da investigadora enquanto professora e formadora.

O plano da investigação desenvolveu-se em quatro fases, conforme pormenoriza o capítulo 3 e se passam a enumerar:

FASE I

Reflexão sobre um modelo de Trabalho de Campo de índole construtivista.

FASE II

Construção e respectiva validação de materiais relativos à realização do TC (actividades de *pré*, durante e *pós* viagem) numa área seleccionada da região de Valongo, á luz da metodologia construtivista.

FASE III

Realização do TC (actividades de *pré*-viagem, de viagem e de *pós*-viagem); avaliação das aprendizagens dos alunos; discussão dos resultados.

FASE IV

Análise de algumas implicações da realização deste trabalho de investigação na formação de professores, nos *curricula* e no próprio desenvolvimento enquanto investigadora, professora e formadora.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Introdução

Neste capítulo será apresentada uma revisão da literatura centrada na problemática tratada na presente investigação. Tal revisão será efectuada em duas secções.

Na **1ª Secção** será desenvolvida a revisão bibliográfica da área geológica em estudo, sendo abordado o enquadramento geotectónico da região (Valongo). Em primeiro lugar proceder-se-á ao enquadramento da Península Ibérica no contexto europeu, passando-se à caracterização do Maciço Hispérico, seguida da descrição do ciclo hercínico ibérico. A finalizar a revisão bibliográfica será caracterizada a região de Valongo em que se insere o percurso efectuado no Trabalho de Campo (TC) desenvolvido. Nesse sentido abordaram-se aspectos como: litologia e estratigrafia; tectónica e magmatismo; metamorfismo regional que afecta a região, mineralogia e paragénese minerais da área.

Na **2ª Secção** proceder-se-á à revisão bibliográfica de natureza didáctica, relativa ao modelo organizacional desenvolvido no TC levado à prática. Neste âmbito será abordada a problemática do modelo inovador de TC de raiz construtivista, implementado durante a presente investigação. Analizar-se-ão aspectos relativos ao TC enquanto instrumento privilegiado no ensino das Geociências e caracterizar-se-á o modelo inovador de raiz construtivista levado a cabo no presente trabalho.

1ª. SECÇÃO

1. ENQUADRAMENTO GEOTECTÓNICO

1.1. A Península Ibérica na Europa

Actualmente a Península Ibérica enquadra-se na Placa Eurasiática, na proximidade da grande falha Açores-Gibraltar que, com o seu prolongamento mediterrânico, constitui o limite convergente que separa aquela placa e a Placa Africana (Fig.2.1.). Para Oeste, a extremidade desta falha constitui um ramo divergente da dorsal mesoatlântica que intersecta no ponto triplo dos Açores; para Este, dá lugar a uma zona de subducção intra-oceânica. Sendo este, em termos globais, o contexto tectónico actual, ele será determinante para a compreensão de fenomenologia geológica no presente (como, por exemplo, a actividade sismotectónica).

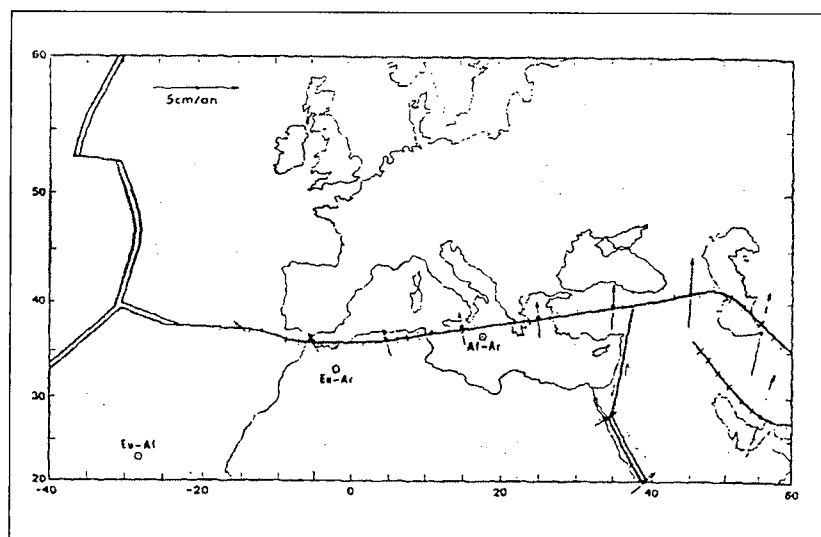


Fig. 2.1. - Localização da Península Ibérica na Placa Eurasiática, de acordo com McKenzie.
(In. A. Ribeiro *et al.*, 1979)

Mas a compreensão da estruturação actual da Península Ibérica passa pelo seu enquadramento tectónico regional (pelo menos à escala europeia), à luz de uma evolução que se poderá delinear desde o Precâmbrico.

Como a Fig.2.2. ilustra, o continente europeu é formado por uma amálgama de fragmentos cratonizados que se constituem como as suas grandes unidades tectónicas: a *Eo-Europa* (de idade precâmbrica, isenta de tectonização importante desde então), a *Paleo-Europa* (caledónica, isenta de tectonização importante desde o Paleozóico inferior), a *Meso-Europa* (hercínica ou varisca, isenta de deformação importante desde o Paleozóico superior) e a *Neo-Europa* (alpina, cuja tectonização dominante ocorreu, sobretudo, durante o Cenozóico).



Fig. 2.2. - A divisão cratónica da Europa, segundo Hans Stille
(In A. Ribeiro *et al.*, 1979)

Estes cratões, parcialmente ocultos sob coberturas sedimentares sub-horizontais, não são mais que os testemunhos da actuação de sucessivas orogenias: Arcaica (3500-2500 Ma), Eburneana-Penteveriana (2000-1800 Ma), Gothiana (*ca.* 1400 Ma), Grenvilliana

(*ca.* 1000 Ma), Pan-Africana-Cadomiana (650-580 Ma), Caledónica (580-345 Ma), Hercínica ou Varisca (345-240 Ma) e, finalmente, a mais recente, Alpina.

A destrinça dos episódios orogénicos nem sempre é fácil de estabelecer, em particular no caso dos mais antigos, pois cada episódio tende a mascarar os fenómenos tectono-metamórficos que caracterizam os episódios precedentes.

A Península Ibérica, como parte da Meso-Europa, não é senão um segmento da cadeia hercínica europeia. Portanto a caracterização paleogeográfica geral dessa cadeia orogénica permitirá enquadrar e melhor compreender a geologia ibérica e, em particular, a geologia da área estudada.

O orógeno hercínico encontra-se, actualmente, enquadrado pelos cratões americano, norte-europeu e africano (Fig.2.3.).

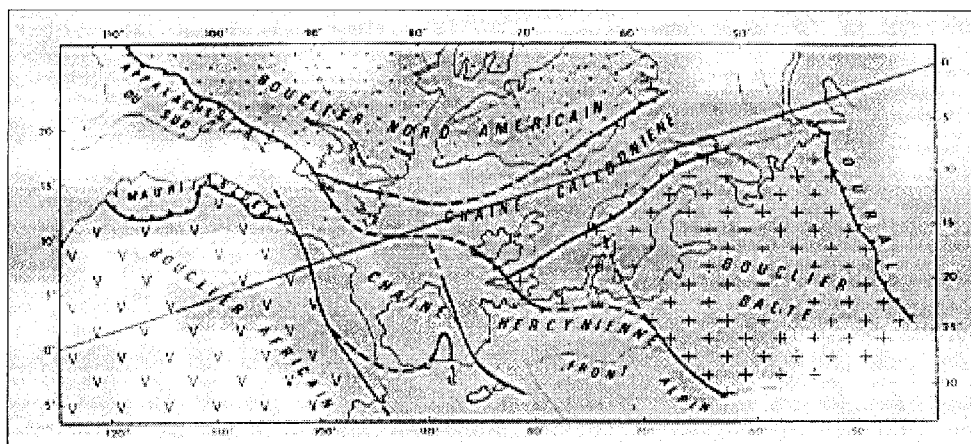


Fig. 2.3. - Disposição dos orógenos paleozóicos em torno do orógeno hercínico
(In. A. Ribeiro *et al.*, 1979).

A cadeia hercínica, edificada sobre o substrato ante-pérmico, engloba terrenos do Proterozóico ao Carbonífero médio e estende-se por mais de 3000 km (com uma largura média de 700 km), desde o sul de Portugal até ao maciço da Boémia (República Checa).

Localmente está encoberta por bacias sedimentares (a do Ebro e a da Europa central) ou por plataformas marinhas (Mediterrâneo, Golfo da Gasconha e costa atlântica portuguesa). Os domínios interiores, em que se inclui a área estudada, constituem um mosaico complexo, vendo-se nela uma zonalidade em que se estabelecem correlações (Fig. 2.4). Nomeadamente a Zona Centro-Ibérica, que se prolonga na Zona Sul-Armoricana, o Maciço Central Francês e a Zona Moldanubiana.

Na cadeia hercínica reconhece-se uma simetria bilateral em que terrenos, do Devónico ao Carbonífero, pouco metamorfizados e pouco deformados, raramente intrudidos por granitos, ladeiam uma zona interna de terrenos do Proterozóico ao Paleozóico inferior, mais fortemente metamorfizados e deformados, onde ocorreu a instalação de granitos. Do ponto de vista da tectónica, esta simetria reflecte-se na polaridade das estruturas e nos gradientes de deformação regional: as suas grandes dobras dispõem-se em leque, isto é, as estruturas regionais marginais têm uma vergência para fora, enquanto que, nas zonas centrais, as estruturas são subverticais (nomeadamente dobras com clivagem de plano axial, vertical).

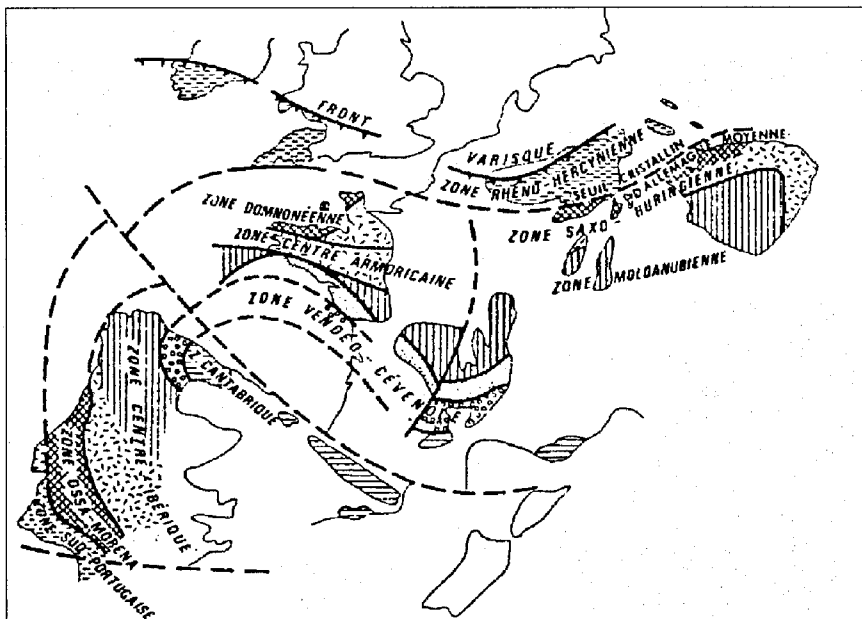


Fig. 2.4. - Zonalidade geotectónica da Meso-Europa e tentativa de correlação das principais unidades hercínicas, segundo Cogné, modificado (In. A. Ribeiro et al., 1979)

As diferentes zonas são, frequentemente, separadas por acidentes profundos que se têm mantido episodicamente activos ao longo dos tempos geológicos, determinando uma certa persistência das características paleogeográficas regionais. Note-se, contudo, que a essa constância paleogeográfica se sobrepõe uma tendência geral, em que, aos episódios iniciais de cada fase orogénica, caracterizados por um registo em regime dúctil, se sucedem episódios em que as rochas, em resposta às tensões vigentes, têm um comportamento cada vez mais frágil (isto é, formação de falhas que recortam e deslocam as dobras anteriormente formadas).

Do ponto de vista morfo-estrutural, naquelas zonas integram-se os diversos maciços do soco hercínico (por exemplo, o Hespérico, o Central Francês e o da Boémia), actualmente separados por oceanos, bacias sedimentares epi-hercínicas (por exemplo, a Bacia do Douro, a de Paris e a da Aquitânia) ou cadeias alpinas (por exemplo, a Cordilheira Bética e os Pirenéus).

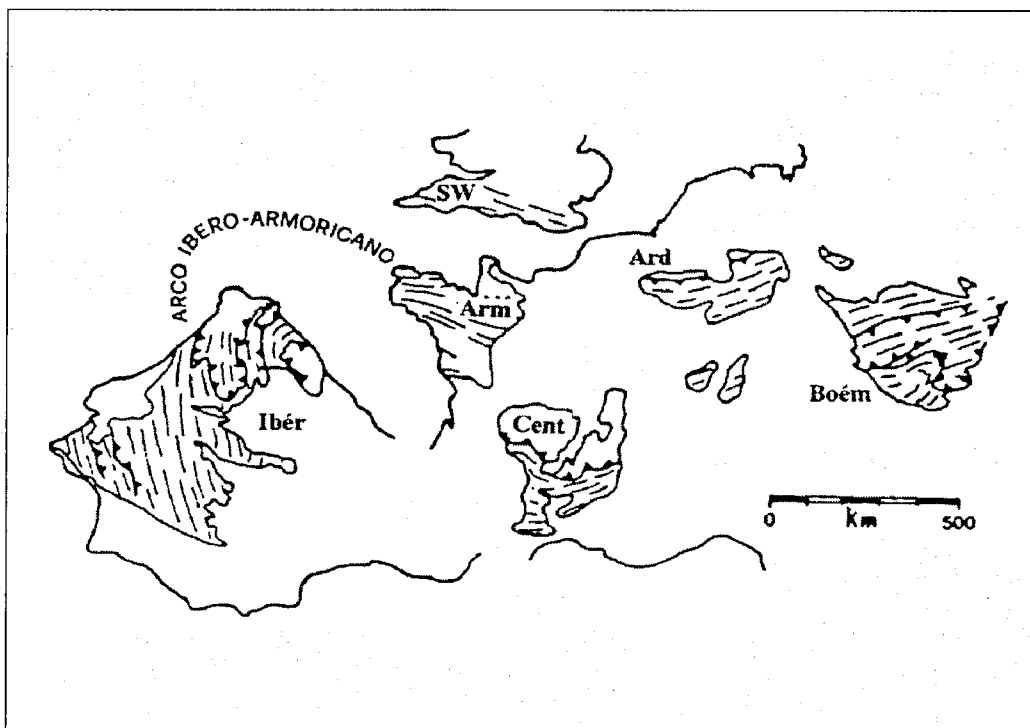


Fig. 2.5. –Mapa esquemático da Cadeia Hercínica *Arm*, Maciço Armoricano; *Ard*, Ardenas; *Boém*, Maciço da Boémia; *Cent*, Maciço Central; *Ibér*, Ibéria; *SW*, Sudoeste de Inglaterra

Como as figuras 2.4. e 2.5. ilustram, a Cadeia Hercínica patenteia uma das mais pronunciadas virgações terrestres: o Arco Ibero-Armoricano (Matte, 1968), no qual se exprime a existência de uma correlação entre a Ibéria e a Bretanha (antiga Armórica) durante o Paleozóico, a que se impôs um encurvamento, possivelmente resultante de uma prolongada colisão de dois blocos continentais (Gondwana e Laurásia), do Devónico superior ao Carbonífero (fecho do Rehic). Aquela correlação é evidenciada por uma continuidade entre as estruturas hercínicas das duas regiões, posta em destaque desde os trabalhos pioneiros de Argand, em 1924, e de Carey, em 1958. Ela estabelece uma ligação ao Gondwana, através de Marrocos, e à Europa Central, por via da Bretanha.

1.2 O Maciço Hespérico

Como ficou dito, a Península Ibérica é um fragmento do soco hercínico, o Maciço Hespérico, o qual está bordejado a sul e oeste pela cadeia alpina. Na verdade, o Maciço Hespérico é o fragmento do soco hercínico europeu com maior continuidade lateral.

Uma característica marcante do Maciço Hespérico é a sua zonalidade em termos de paleogeografia, metamorfismo, estilo tectónico e magmatismo. Essa zonalidade, primeiramente reconhecida por Franz Lotze e, depois, reformulada e estabelecida por M. Julivert *et al.* no *Mapa Tectónico da Península Ibérica y Baleares* (1974), é uma parte integrante da zonalidade da cadeia hercínica da Europa, antes referida. Na Fig.2.6. ilustra-se a zonação paleogeográfica e tectónica do Maciço Ibérico.

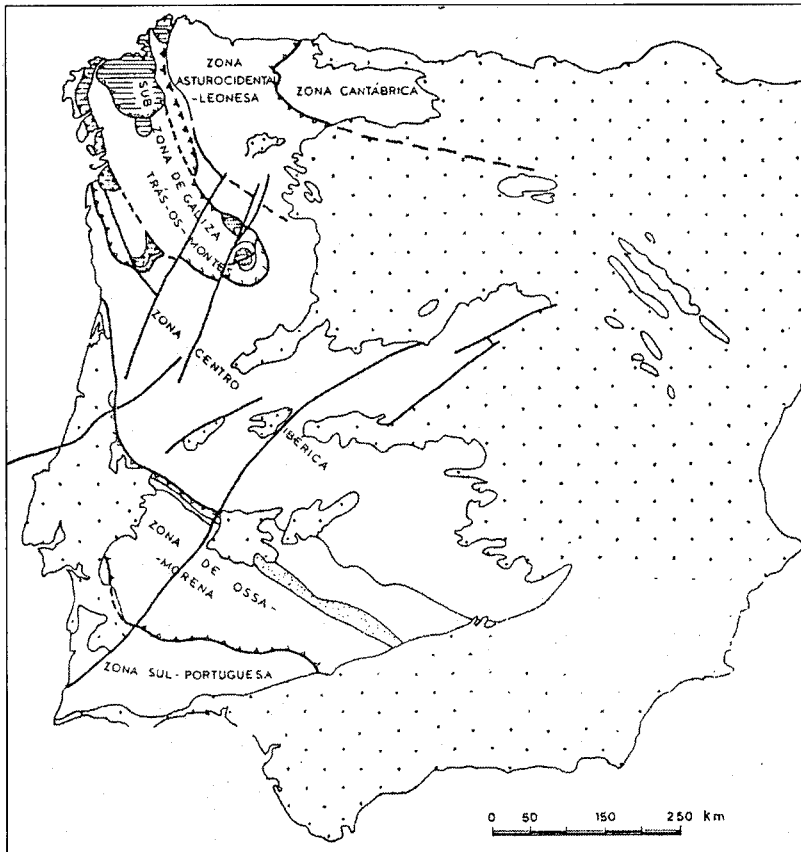


Fig. 2.6. – Zonas paleogeográficas e tectónicas do Maciço Hespérico, segundo o *Mapa Tectónico da Península Ibérica y Baleares* (Julivert *et al.*, 1974), mod. (In. Pereira, 1988)

A cobertura epi-hercínica do Maciço Hespérico (Fig.2.7.), em particular no território português, é fundamentalmente formada por sedimentos meso-cenozóicos que constituem, a oeste, a Bacia Lusitaniana (Bordadura Ocidental), a sul, a Bacia Algarvia (Bordadura Meridional) e, ainda, a Bacia cenozóica dos rios Tejo e Sado, essencialmente miocénica.

A cobertura sedimentar, com estratificação sub-horizontal, exhibe uma deformação típica de nível estrutural superior (dobras de grande curvatura e/ou falhas) e nela reconhecem-se as principais direcções de fracturação tardi-hercínicas presentes no soco.

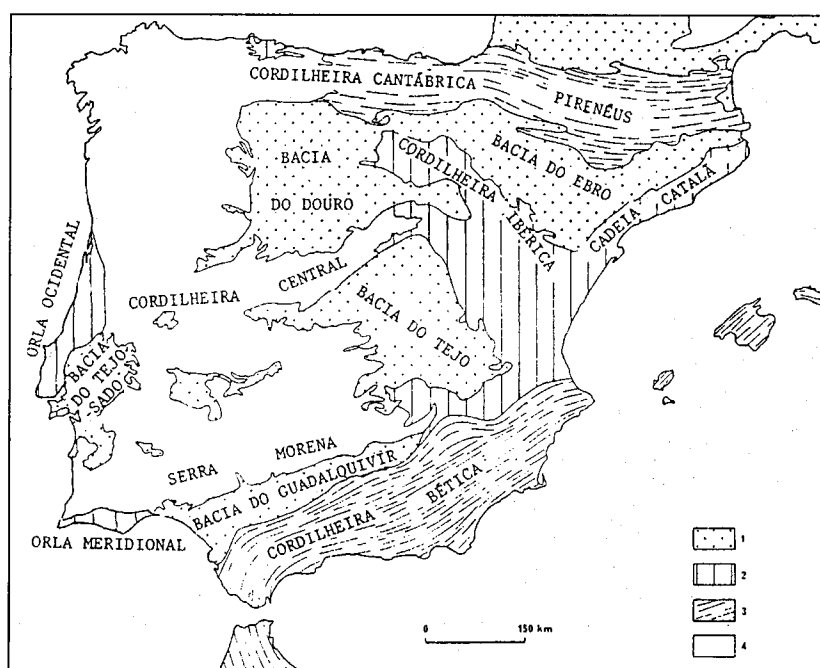


Fig. 2.7. – Unidades morfo-estruturais da Península Ibérica, segundo H. Lautensach
(In. A.M. Galopim de Carvalho, 1984)

1, bacias cenozóicas; 2, cadeias mesocenozóicas; 3, cadeias alpinas; 4, soco hercínico

A cobertura mesocenozóica, tabular, apresenta uma espessura que raramente ultrapassa os 200 a 300 metros. Ela está intimamente ligada à abertura e desenvolvimento do Atlântico, em que a deformação da margem continental (resultante da divergência da placa americana e da microplaca ibérica) se teria realizado através da reactivação de linhas de fraqueza correspondentes aos desligamentos tardi-hercínicos que afectaram o Maciço Hespérico nos finais do Paleozóico (de orientações dominantes N-S e ENE-WSW). Na cobertura sedimentar, aquelas linhas de fraqueza prolongam-se sob a forma de falhas e de limites de bacias. Tais falhas actuam, primeiro num regime distensivo, estruturando formas em *horst* e *graben*; depois, por um lado devido ao deslocamento para oeste do *rift* e, por outro lado em resultado da convergência episódica das placas africana e ibérica, originam cavalgamentos.

Neste contexto, a geologia peninsular é, essencialmente, a da cadeia hercínica, mais ou menos posteriormente reactivada no decorrer da orogenia alpina, que deu lugar à Cordilheira Bética (relacionada com a Depressão do Guadalquivir) e à cadeia Cantábrica-Pirenaica (relacionada com a depressão do Ebro).

1.3 O ciclo hercínico ibérico

Um ciclo orogénico compreende, pelo menos, dois períodos fundamentalmente distintos: um período de subsidência, com extensão e adelgaçamento crustal, concomitante com uma importante fase erosiva e de acumulação de sedimentos (“período geossinclinal”); e um período de contracção crustal que leva à edificação das cadeias montanhosas e ao magmatismo orogénico (“período tectogénico”).

No caso da orogénese hercínica, o período geossinclinal desencadeia-se no Câmbrio e o período tectogénico inicia-se no Devónico médio e prossegue até ao Estefaniano superior.

No Câmbrio, a Península Ibérica fazia parte da extensa placa gondwânica (Fig. 2.8.), altura em que se iniciou um estiramento do soco cadomiano ao longo de um sulco (intracratónico) subsidente, localizado no eixo da Zona Centro-Ibérica (ZCI).

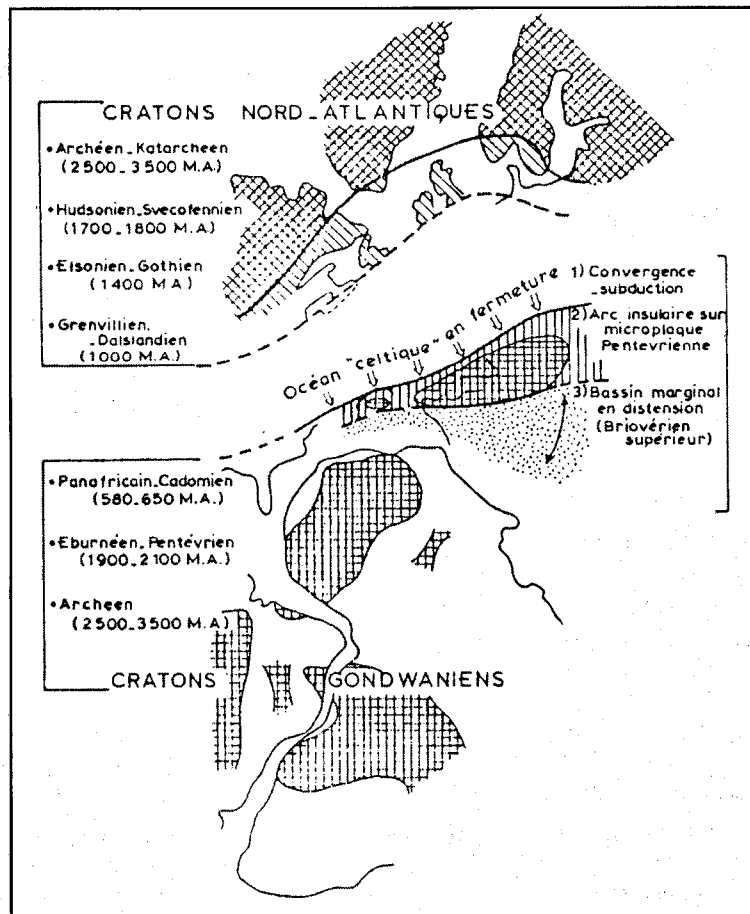


Fig. 2.8. – Cratões norte-atlânticos e gondwânicos e o fosso centro-ibérico (“*bassin marginal en distension*”) sede do início do ciclo hercínico na ZCI, segundo Cogné & Wright (In. E. Pereira, 1988)

Nesse fosso Centro-Ibérico, depositaram-se importantes massas sedimentares turbidíticas (*flysch*) que, lateralmente, dão lugar a sequências detríticas e carbonatadas (séries do *Complexo Xisto-Grauváquico*).

Esta fase erosiva e deposicional que marca o início do ciclo hercínico teria tido lugar numa vasta região ibérica, abrangendo o sul da província de Salamanca, Estremadura espanhola e Beiras portuguesas. Infere-se que os referidos sedimentos resultam da destruição da cadeia cadomiana, ou seja, do desmantelamento da bordadura do cratão Pan-Africano-Cadomiano, dada a idade câmbrica inferior a precâmbrica superior das formações turbidíticas.

Entretanto, no final do Câmbrico superior tinham-se gerado dobras sardas (sem clivagem) em resultado do estabelecimento de uma componente de movimento tangencial direito (transformante ou transtractivo), em substituição da componente vertical (subsidência) naquele sulco. Esta alteração de regimes poderá estar na origem da discordância entre os terrenos câmbricos e ordovícicos.

No Ordovícico e no Silúrico o estiramento do soco Cadomiano ainda está activo.

A subsidência teria perdurado até ao Ordovícico, altura em que se verificou a estabilização do Fosso Centro-Ibérico (eixo do “geossinclinal” varisco). A colmatagem do fosso dá-se com sedimentos terrígenos grosseiros (na região Dúrico-nortenha) e mais grosseiros e quartzosos, a oeste.

A abertura do oceano Rehic (possivelmente uma bacia marginal do Iapetus e um ramo norte do Oceano Varisco) só se teria iniciado no Ordovícico superior e prosseguido pelo Silúrico até ao Devónico inferior, altura em que o Oceano Varisco teria atingido a sua expansão máxima (Fig. 2.9). O fecho do Rehic (assim como o do Paleo-Tethys) iniciar-se-á no Devónico médio e estará consumado no Devónico superior, culminando com a colisão das duas margens continentais, o que estará na origem de um deslocamento de mais de 200 km para Este, desde a região a oeste ou noroeste do Porto, das unidades alóctones do noroeste peninsular (Maciços de Morais e de Bragança). Este episódio complexo faz parte de um ainda mais vasto que envolve a colisão das placas Laurentia-Báltica, Armórica e Gondwana e que determina o fecho do(s) Oceano(s) Variscos e o encurvamento do Arco Ibero-Armoricano.

Note-se ainda que, no decurso do Devónico médio a superior, se modificou radicalmente o controlo tectónico da sedimentação: de um regime de extensão crustal (com bacias de subsidência lenta) passa-se a um regime de contracção, com subsidência rápida e com uma marcada migração lateral.

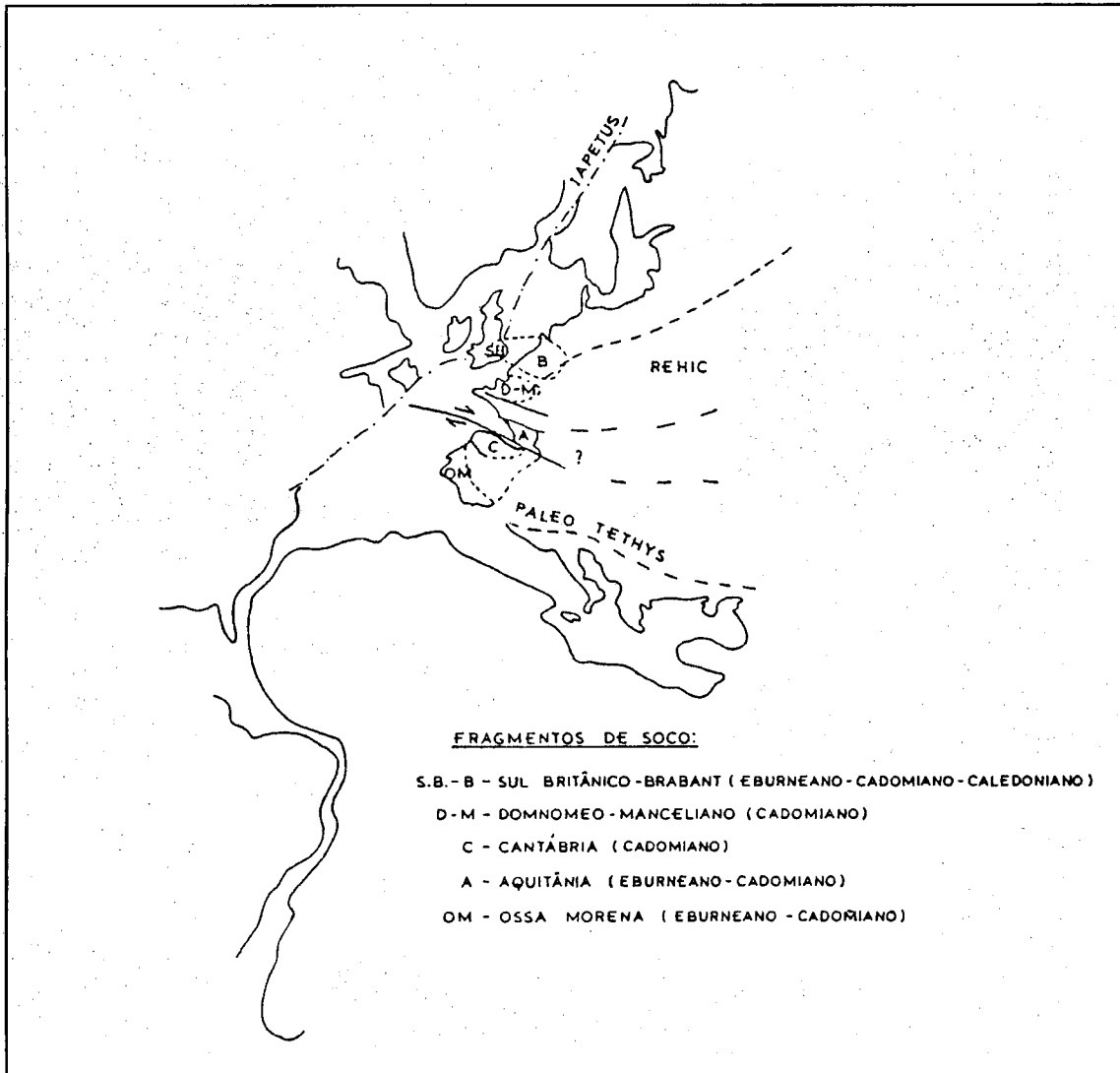


Fig. 2.9. – Oceanos Iapetus (Proto-Atlântico), Rehic e Paleo-Tethys, no início do Devónico
(In: E. Pereira, 1988)

Os sectores nordeste e sudoeste da cadeia hercínica colidem no Carbonífero inferior. Essa colisão continental completa-se no Vestefaliano, ficando aqueles dois ramos da cadeia hercínica soldados ao longo da sutura que constitui o contacto entre a ZCI e a Zona de Ossa-Morena. A tectónica prosseguirá através de cisalhamentos intracrustais (primeiro, em regime dúctil, depois, em regime frágil).

A partir do Pérmico, a evolução no território português, é determinada pela abertura do Oceano Atlântico e o estabelecimento de uma margem continental. No entanto a frente da cadeia alpina, na Península Ibérica, passa a sueste da Depressão de Guadalquivir, longe do território português. Mas a compressão alpina não deixa de ser claramente visível

na cobertura mesocenozoica (em que o caso mais expressivo é a formação da Cadeia da Arrábida), tendo reactivado o soco através de acidentes frágeis (rejogo de antigos desligamentos tardi-hercínicos). Ela é, essencialmente, do final do Miocénico, mas prolonga-se pelo Quaternário, com a direcção E-W, na bacia Algarvia, e NNW-SSE, na Bordadura Ocidental (Bordo Lusitano). Segundo A. Ribeiro (1988), a Cordilheira Central, de orientação geral ENE-WSW e que atinge uma altitude de cerca de 2600 m, corresponderia ao ressalto de um bloco do soco hercínico, delimitado por duas falhas inversas conjugadas; ou seja, ela poderá ser descrita como sendo *um horst compressivo*, que divide o soco em dois blocos (a Meseta Norte, de 800m de altitude média, e a Meseta Sul, de 200 a 900m de altitude) ¹.

A orogénese hercínica peninsular é polifásica, podendo ser essencialmente definida por dois episódios deformacionais: o primeiro (F1), de idade devónica média (Givetiano) ao Carbonífero inferior (Viseano) e o segundo (F2), de idade vestefaliana (Matte, 1968). Estas duas fases nem sempre são separáveis e dão lugar, de uma forma geral, a dobras com direcção axial aproximadamente constante (homoaxiais).² A primeira fase só afecta as zonas mais internas e dá lugar a dobras subverticais ou pouco tombadas que passam a recumbentes, nos domínios mais metamorfizados. A segunda fase, nas zonas internas, origina dobras subverticais (sobretudo nas regiões onde as dobras de 1ª fase são tombadas), enquanto nas regiões externas (Cantábrica e Sul Portuguesa, até então não deformadas) se formam dobras de plano axial variável e carreamentos.

Do Vestefaliano superior ao Pérmico a deformação é em regime frágil segundo desligamentos NW-SE e NNE-SSW, que facilitaram a intrusão de granitos tardi e pós-tectónicos (tipo Gerês), condicionando o seu desenvolvimento segundo corpos alongados.

No autóctone da Zona Centro-Ibérica os aspectos de deformação mais proeminentes resultam do primeiro episódio deformacional (F1), que afectou todo o autóctone da ZCI de uma forma muito penetrativa. As dobras formadas são cilindróides e desenvolvem-se predominantemente nas unidades quartzíticas, mais competentes. A clivagem ardosífera associada (S1) desenvolve-se em leque, mas nos níveis menos competentes (mais pelíticos) aproxima-se de uma clivagem de plano axial e a correspondente lineação de intersecção é paralela à direcção axial. A foliação S1, à medida em que se torna penetrativa, transpõe e oblitera a estratificação.

As estruturas hercínicas mais antigas (F1), de idade Devónica superior, são explicáveis (em particular na região mais a Norte desta zona) por um regime transpressivo,

¹ *Meseta Ibérica* é a designação adoptada por alguns autores, em vez de *Maciço Hespérico*. Trata-se, contudo, de uma designação mais de índole geomorfológica que estrutural, devendo ser reservado às áreas mais aplanadas do soco e à sua cobertura tabular.

² Dai, a definição por A. Ribeiro (1974) de três fases de deformação (F1, F2 e F3), em que F1 e F3 correspondem, aproximadamente a F1 e F2 de Matte, enquanto que F2 é intercalar, decorrendo do Carbonífero inferior (Dinanciano) ao Vestefaliano.

responsável por desligamentos esquerdos, de expressão regional, que se orientam subparalelamente aos eixos das dobras maiores. Este regime transpressivo é susceptível de complicar a geometria das estruturas, fazendo baixar a sua simetria ortorrômbica ou monoclinica. No entanto no autóctone centro-ibérico isso nem sempre ocorre, o que se poderá dever-se a uma partição da deformação: a componente de cisalhamento simples (cisalhante) concentra-se em zonas de cisalhamento e a de cisalhamento puro (achatamento) no dobramento. Neste caso tenderá a manter-se o paralelismo (habitual) das direcções axiais das dobras e das foliações associadas, situação facilitada em níveis estruturais profundos.

Do oeste (na costa atlântica) para leste (no interior), a orientação geral destas estruturas varia de N-S para E-W, em conformidade com a virgação Ibero-Armoricana.

Na Fig. 2.10., esquematizam-se as estruturas maiores F1, na ZCI.

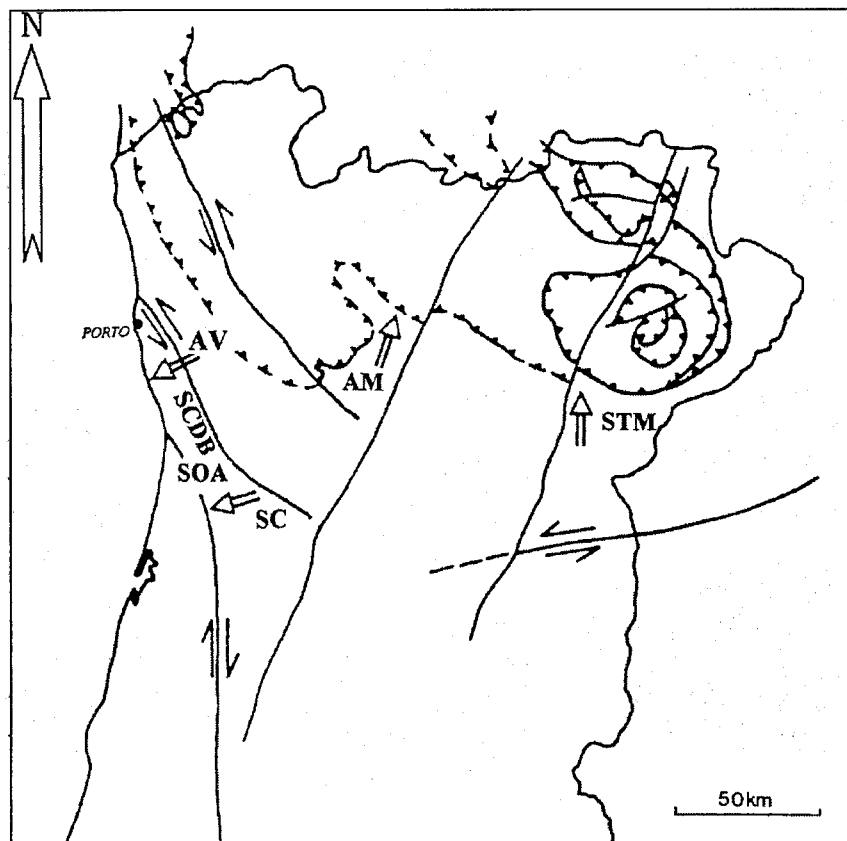


Fig. 2.10. – Estruturas maiores F1, na Zona Centro-Ibérica (Dias 1994)

AM, Anticlinal do Marão; STM, Sinclinal de Torre de Moncorvo

AV, Anticlinal de Valongo; SOA, Sinclinal de Oliveira de Azeméis

SC, Sinclinal de Caramulo; SCDB, Sulco Carbonífero Dúrico-Beirão

⇒ Vergência

⇌ Zona de cisalhamento

De notar que a antiforma de Valongo tem uma vergência para WSW, oposta à vergência geral para NE evidenciada pelo anticlinório do Marão e pelo sinclinal de Torre de Moncorvo. Para nordeste do Marão, a vergência para NE das dobras maiores vai-se acentuando, enquanto que para sul de Valongo a vergência para SW se vai acentuando, encontrando-se, na região de Oliveira de Azeméis e no Caramulo, dobras recumbentes com flancos invertidos de extensão quilométrica. Ou seja, trata-se de uma estrutura “em palmeira” (“*palm-tree*” ou “*flower-structure*”), uma estruturação típica de um regime transpressivo.

No noroeste peninsular, na aproximação das unidades alóctones, torna-se dominante um regime dominado por falhas inversas (e, correspondentemente, carreamentos) que já reflectirão, principalmente, episódios da segunda fase de deformação (F2), vestefaliana.

A incidência das estruturas de F2 é mais limitada que a das estruturas F1: ocorre nas proximidades dos carreamentos e junto dos escorregamentos esquerdos F1, reactivados por F2. Assim, à medida que nos afastamos dos carreamentos, as estruturas de 2.^a fase vão-se desvanecendo enquanto que as de 1.^a fase se tornam dominantes.

As estruturas F2 têm uma orientação geral WNW-ESE, quase homoaxiais de F1. O dobramento de S1 dá lugar a dois sistemas (conjugados) de clivagem de crenulação (S2). Correlacionam-se-lhes dois sistemas de dobras, em que a vergência de um deles é oposta ao movimento regional expresso pelos carreamentos.

Os cisalhamentos associados a este episódio deformacional facilitam e controlam a ascensão e instalação de granitos peraluminosos (resultantes da fusão crustal de metasedimentos e de granitóides preexistentes) ao longo de zonas de cisalhamento dúctil. As dobras tardias têm planos axiais sub-verticais e uma direcção axial sub-horizontal.

Nesta altura ter-se-á acentuado a virgação Ibero-Armoricana.

Na Fig. 2.11. ilustra-se, esquematicamente, a cronologia e os estilos dos principais episódios deformacionais do ciclo hercínico (Dias, 1994), assim como a evolução geodinâmica (Iglésias *et al.*, 1993), no sector norte da Península Ibérica.

Todas as estruturas referidas são recortadas por numerosas falhas tardi-hercínicas. Dada sua orientação depreendem-se dois episódios de fracturação, correspondentes, primeiro a uma compressão regional estefaniana quase N-S e, já no Pérmico, a uma compressão próxima de E-W. À primeira correspondem desligamentos conjugados, NNE-SSW a ENE-WSW (esquerdo) e NNW-SSE a NW-SE (direito), com predominância do

primeiro. À segunda corresponde uma fracturação de direcção próxima de N-S que afecta principalmente o sector mais ocidental do maciço (a falha de Coimbra, a fracturação do granito das Berlengas); no seu interior, origina sistemas de *kinks* conjugados.

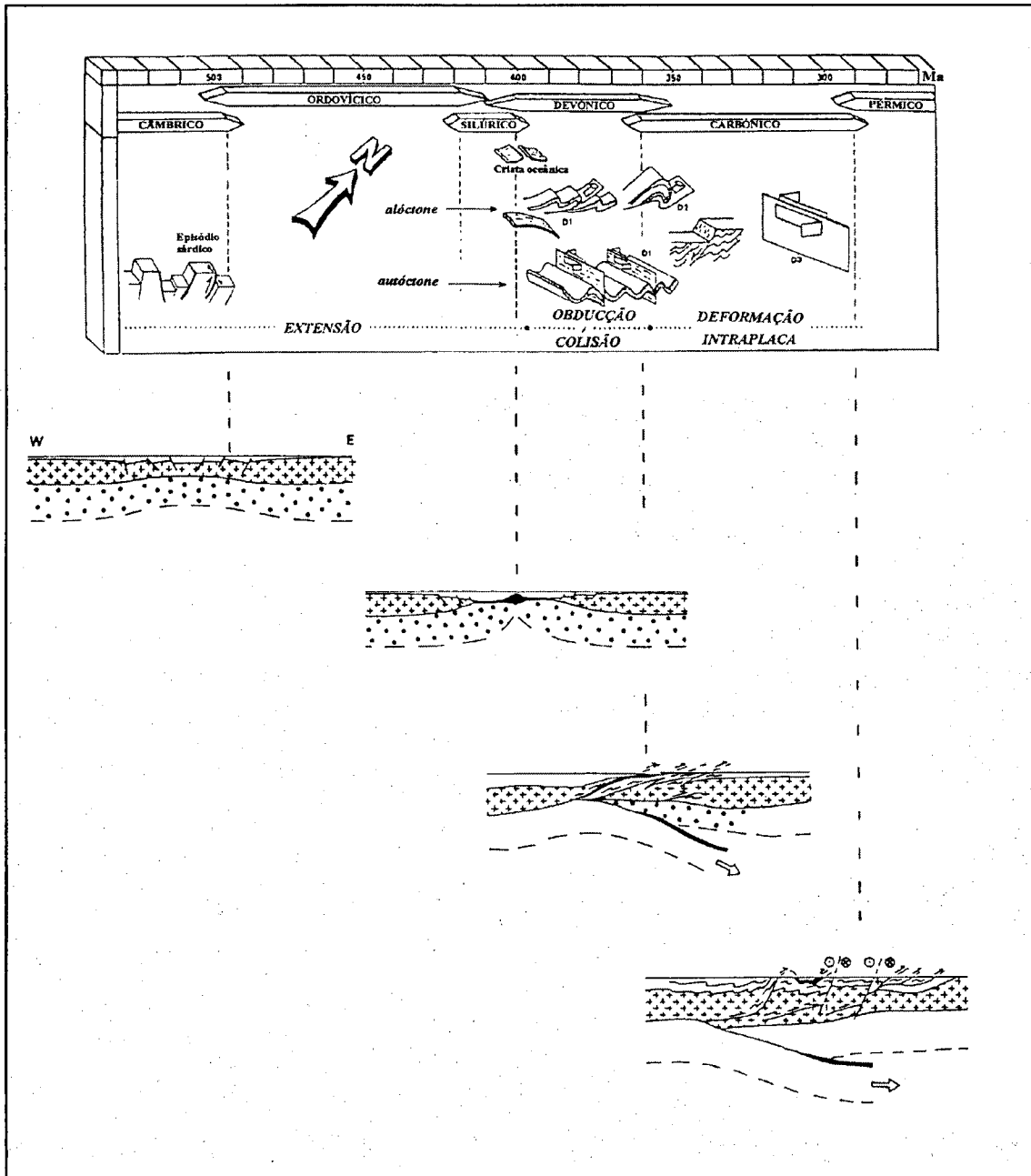


Fig. 2.11. – Cronologia dos principais episódios deformacionais sárdico a hercínicos (D1 a D3) no norte da Península Ibérica (mod. de Dias, 1994)

No quadro 2.1. apresenta-se o esquema geral das fases de deformação hercínicas na ZCI, tal como têm sido definidas por diversos autores.

Quadro 2.1. – Fases de deformação hercínicas na ZCI, anteriores ao Estefaniano C

Ma		Schermerhorn (1956)	Matte (1968)	Oen (1970)	Medeiros (1964)	M. Ferreira et al. (1971)	Ribeiro (1974)	Noronha et al. (1979)	Ribeiro et al. (1987)
PERMIANO	280				F	F ₃			D ₄
	290-295 Astúrica	F ₂		F ₂		F ₂			D ₃
	310-315 Erzgebirgiana	F ₁	F ₂				F ₃	F ₃	
	328+3 Sudética			F ₁		F ₁	F ₂	F ₂	D ₁
CARBONÍFERO	345 Breia		F ₁				F ₁	F ₁	
	359								
	370								

1.4. A região de Valongo

As bases para o conhecimento do Paleozóico nesta região foram estabelecidas por Nery Delgado (1908), se bem que não se pode deixar de referir o trabalho pioneiro de Sharpe (1849). Muitos outros trabalhos se seguiram, alguns dos quais se citarão ao longo do texto, que basicamente consistem em precisões, revisões e alguns dados adicionais à descrição de Nery Delgado. Um novo marco do conhecimento da geologia local é o trabalho de Romano e Diggins (1974), pela aplicação de conceitos modernos de litoestratigrafia e geologia estrutural às formações ordovícicas de Valongo. Seguramente muitos outros trabalhos subsequentes vieram não só estabelecer precisões como alargar o conhe-

cimento da área, em particular no contexto da sua integração na Zona Centro-Ibérica.

Na Fig.2.12. ilustra-se o enquadramento geológico regional da Carta Geológica (9-D) extraído da Carta Geológica de Portugal (4ª edição, de 1972).

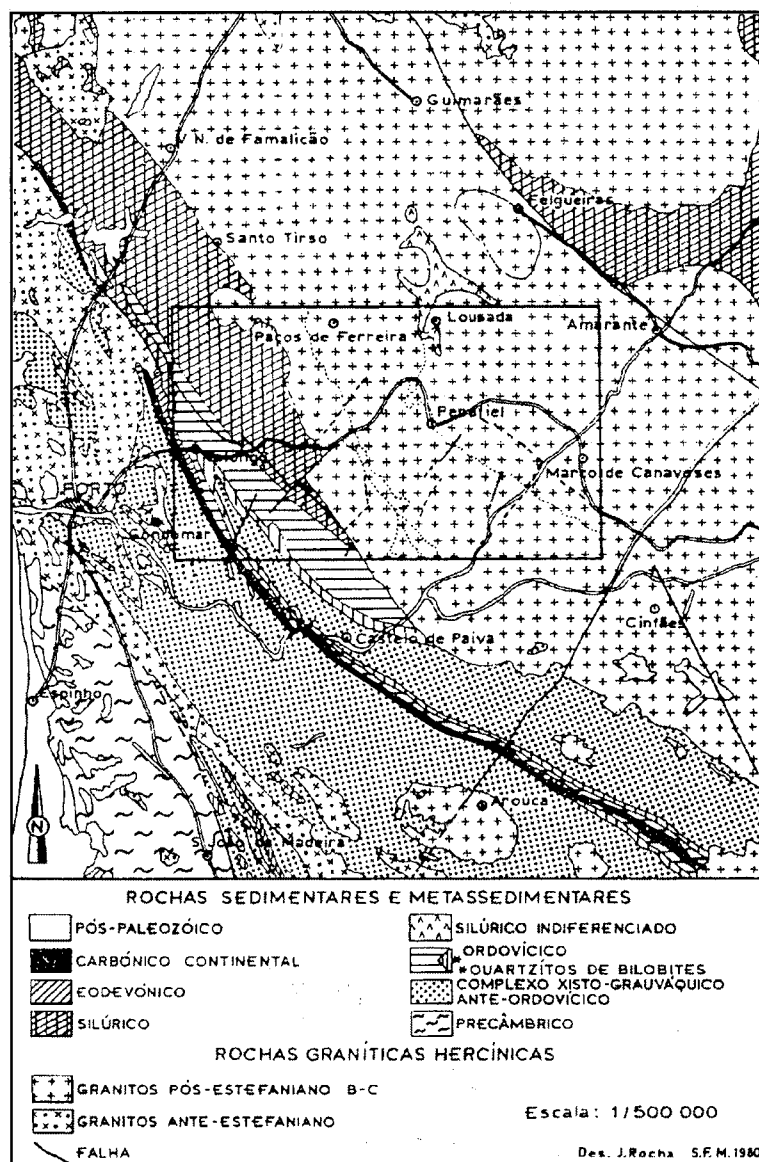


Fig. 2.12. – Enquadramento geológico regional da Carta Geológica (9D) extraído da Carta Geológica de Portugal (4ª edição, de 1972) (In. A.C. Medeiros, E. Pereira & A. Moreira, 1980)

1.4.1 Litologia e estratigrafia

Nesta área as rochas aflorantes paleozóicas constituem formações cuja idade vai, seguramente, de antes do Ordovícico (admitidamente, do Precâmbrico e/ou Câmbrico) ao Carbonífero, como a coluna estratigráfica da Fig. 2.13. ilustra.

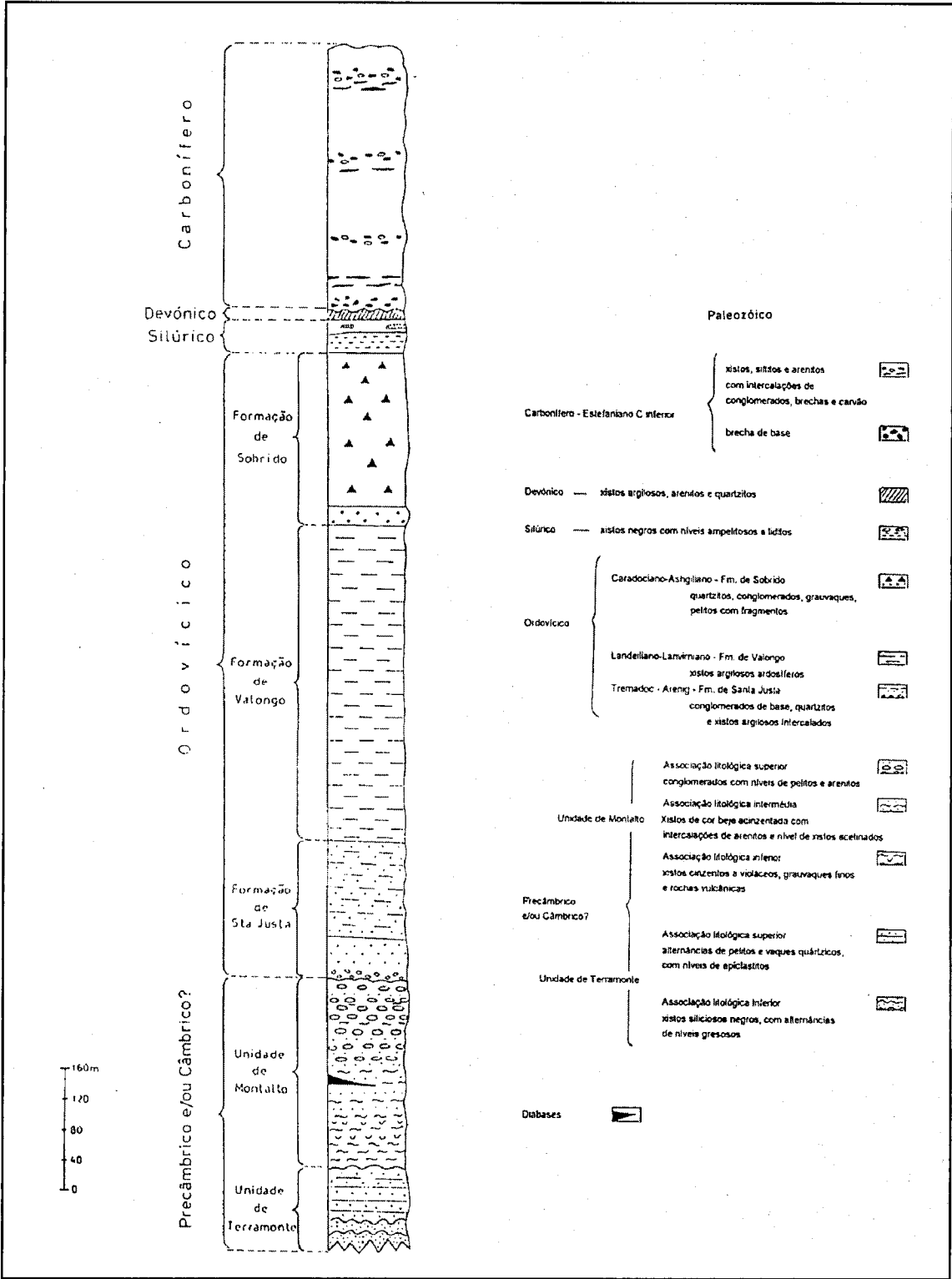


Fig. 2.13. – Coluna estratigráfica geral do Paleozóico do Anticlinal de Valongo (Couto, 1993).

Precâmbrico e/ou Câmbrico? (X-Xc, Complexo Xisto-Grauváquico)

Este terreno compreende as rochas aflorantes mais antigas na região. Consistem em grauvaques e metassedimentos, sem fósseis, que vão desde filitos pouco metamorfizados a xistos porfiroblásticos, numa sequência flyschóide (X) e, ainda, bandas conglomeráticas intercalares (Xc). Estes conglomerados exibem elementos (dominantemente quartzosos) bem rolados que patenteiam, frequentemente, estruturas sedimentares rítmicas (laminações, paralela e entrecruzada, *slumps*, *flute casts*, estruturas em chama, etc.) e granoclassificação.

Esta sequência turbidítica é designada por “Complexo Xisto-Grauváquico”, formando o núcleo do “Anticlinal de Valongo” que adiante se descreverá. Nas sequências litológicas observam-se, por exemplo, alternâncias de rochas xistosas (por vezes carbonosas, negras, outras vezes cinzentas a violáceas) e níveis arenosos (geralmente claros) a lutíticos (mais escuros) e, naturalmente, (grau)vaques. Embora nunca tenham sido reconhecidos fósseis, observam-se pequenos nódulos que poderão ter uma origem orgânica.

Sobre estas rochas assentam, discordantemente, rochas de idade Ordovícica; o Complexo Xisto-Grauváquico é, portanto, pré-ordovícico. Schermerhorn (1956) atribuiu uma idade do Câmbrico Inferior; para Teixeira (1981), nesta região ele seria do Precâmbrico Superior Terminal; segundo Sousa (1983), parte deste Complexo pertence ao Grupo das Beiras, do Precâmbrico Superior; Pereira (1988) e Oliveira *et al.* (1992) atribuem uma idade câmbrica ao Complexo Xisto-Grauváquico.

Ordovícico

Como se referiu, as rochas desta idade assentam, discordantemente, sobre as formações do Complexo Xisto-Grauváquico. Genericamente, a sequência inicia-se com um conglomerado descontínuo, que aflora ao longo da face interna dos dois flancos do Anticlinal de Valongo. A esse conglomerado basal sucedem-se quartzitos que transitam a siltitos. Entre as rochas observam-se: siltitos (cinzentos claros a negros, por vezes fossilíferos), arenitos quártzicos (quartzitos maciços) e vaques, conglomerados, xistos ardosíferos escuros (a rosados, em resultado de oxidação).

Nas proximidades dos granitos as rochas ordovícicas sofreram metamorfismo de contacto. Os quartzitos, no contacto com os granitos, originaram corneanas quártzicas, enquanto os grauvaques deram lugar a corneanas psamíticas que passam a xistos mosqueados.

Na região de Valongo as rochas ordovícicas podem ser divididas em três formações: *Formação de Santa Justa*, *Formação de Valongo* e *Formação de Sobredo* (Romano & Diggins, 1973/74). Em termos das unidades definidas por Nery Delgado, a Formação de Santa Justa é equivalente aos “Quartzitos com *Bilobites*”; a Formação de Valongo corresponde ao conjunto dos “Xistos com *Didymograptus*”, “Xistos com *Orthis noctilio*” e “Xistos com *Uralichas Ribeiroi*”; e a Formação de Sobredo corresponde aos “Grauvaques de Sobredo” e é, correntemente, designada por *Formação de Sobrido* (v. folha 9-D (Penafiel) da *Carta Geológica de Portugal na escala de 1:50 000*, Teixeira, 1981, Pereira, 1988, Couto, 1993).

Quanto às suas idades, a Formação de Santa Justa é tida como sendo do Arenig, mas, como acima se referiu, a sua base é, por alguns autores, tida como podendo ser do Tremadoc e o seu topo, Llanvirn Inferior; a Formação de Valongo é Llanvirn-?Llandeilo; e a Formação de Sobrido (que não contém fósseis) é, possivelmente, do final do Ordovício (Ashgill).

Seguidamente descrevem-se as sucessivas formações e, no fim, far-se-á uma referência à definição e notação adoptadas na folha 9-D (Penafiel) da referida Carta Geológica de Portugal.

• *Formação de Santa Justa*

Genericamente passa-se de um sedimento gresoso a gresoso-pelítico, originando bancadas alternantes de arenitos e quartzitos maciços com siltitos e xistos finos. São frequentes diversos tipos de estruturas sedimentares: *ripple-marks*, estruturas de carga, *slumps* e estratificação entrecruzada.

O limite entre esta formação e a Formação de Valongo não é muito nítido, pois ocorre uma variação gradual entre os arenitos quártzicos/pelitos arenigianos e os siltitos/xistos argilosos llanvirneanos. Para Romano & Diggins (1973/74), a última bancada gresosa quártzica marca o topo do Arenig. Ao “conglomerado basal” é, muitas vezes, atribuída a idade Tremadoc, mas não há qualquer evidência que suporte que a transgressão ordovícica tivesse, então, alcançado qualquer ponto da Zona Centro-Ibérica. Portanto, toda a formação terá uma idade arenigiana (Couto *et al.*, 1997b).

Os quartzitos maciços são, actualmente, considerados como correspondendo aos “Quartzitos Armoricanos”. São constituídos essencialmente por quartzo (ca. 90%); contêm ainda sericite, moscovite, minerais pesados (turmalina, zircão e rara esfena) e opacos (pirite, principalmente).

Estes quartzitos assumem uma enorme importância geomorfológica, expressa por numerosas cristas descontínuas, quase verticais, expostas por erosão diferencial, desde o final do Mesozóico (Ribeiro, 1990). Nomeadamente, na área em estudo, constituem o topo da Serra de Santa Justa (376 metros), onde ocorrem com uma possança de cerca de 110 metros; na área originam, também, o salto do rio Ferreira, que os atravessa. Um pouco mais a sul, dão lugar às serras de Pias (384m), do Facho (364m), Santa Iria (416m). Neles se manifesta, segundo amplas antiformas e sinformas, a deformação hercínica regional, dando lugar a alinhamentos de cristas paralelas, que sobressaem na paisagem.

Os quartzitos representam um carácter geral marcadamente transgressivo de sentido geral de NE para SW, em relação com um regime distensivo, patente em todo o Paleozóico Inferior, aquando da instalação de um mar epicontinental sobre formações sárdicas arrasadas (Ribeiro *et al.*, 1990). A parte média da formação (xistos pelíticos e psamíticos e raras intercalações de quartzitos) corresponde às fácies mais profundas, infralitoral, possivelmente relacionada com o máximo eustático ordovícico; o topo, caracterizado por bancadas quartzíticas com estratificação entrecruzada, corresponde a uma sedimentação em ambiente médio a infralitoral, denotando um regime regressivo (Neto de Carvalho *et al.*, 1998).

Nestes quartzitos são frequentes bilobites (nomeadamente diversas espécies de *Cruziana*) e outros icnofósseis, como diversos tipos de perfurações (*Skolithos*, *Planolites* e *Tigillites*), os quais permitem atribuir-lhes a idade do Arenig *s.l.* (Delgado 1887b, Moreno *et al.*, 1976, Cooper & Romano, 1982, Gutiérrez-Marco *et al.*, 1990). Entre os somatofósseis, registam-se diversas espécies de *Didymograptus*, *Azygograptus*, trilobites, como *Neseuretus*, *Asaphus*, e, também, os géneros *Bellerophon* (um gastrópode), *Redonia* e *Orthonota* (dois bivalves).

Os níveis gresosos incluem vaques quártzicos, menos frequentemente, vaques líticos (>15% de matriz) em alternâncias com arenitos quártzicos (<15% de matriz) e, mais extensamente, de sedimentos mais finos. Estes níveis ocorrem intercalados com níveis que, pela sua mineralogia e aspectos texturais (nomeadamente quartzo com golfos de corrosão), indiciam uma origem vulcano-sedimentar (Couto, 1993). A estratificação é, localmente, definida por horizontes negros, com opacos e minerais pesados. Estes também ocorrem, mas mais raramente, nos níveis lutíticos (pelitos), onde se reconhece a presença de matéria orgânica (grafitóides e migrabetumes). Níveis fosfatados com lingulídeos, lenticulares e com uma espessura que atinge os 10cm foram identificados por Couto (1993, 1995) tendo sido sugerido que eles marcam erupções freático-magmáticas, explosivas e,

eventualmente, geradoras de tsunamis (Couto *et al.*, 1999a). Durante o ciclo regressivo-transgressivo do final do Arenig - início do Oretaniano, grandes tempestades, possivelmente resultantes daquelas erupções, teriam afectado a plataforma continental, provocando a acumulação de valvas de lingulídeos em áreas parcialmente emersas. De qualquer forma estes níveis fosfatados têm muito interesse para o estabelecimento de correlações, permitindo reconstituir a linha de costa no final do Ordovícico Inferior.

- *Formação de Valongo*

Da formação de Santa Justa passa-se gradualmente à de Valongo, em concordância angular. Ela inicia-se com siltitos de cor rosada com intercalações de siltitos laminados micáceos, cinzento-escuros, exibindo estruturas primárias, tais como, estratificação cruzada, *ripple marks* e estruturas de carga. Ocorrem, ainda, interestratificações com argilitos escuros e com horizontes laminares essencialmente quartzosos. Seguem-se os típicos xistos argilosos escuros, até ao topo da formação. São desta formação as rochas com marcada clivagem ardosífera (ardósias ou lousas) que, desde 1865, têm sido intensamente exploradas como pedra de construção (especialmente, em revestimentos, pavimentos e peitoris), pedras de mesas de bilhar e em artesanato. Na Fig. 2.14. mostra-se a distribuição das louseiras, na área.

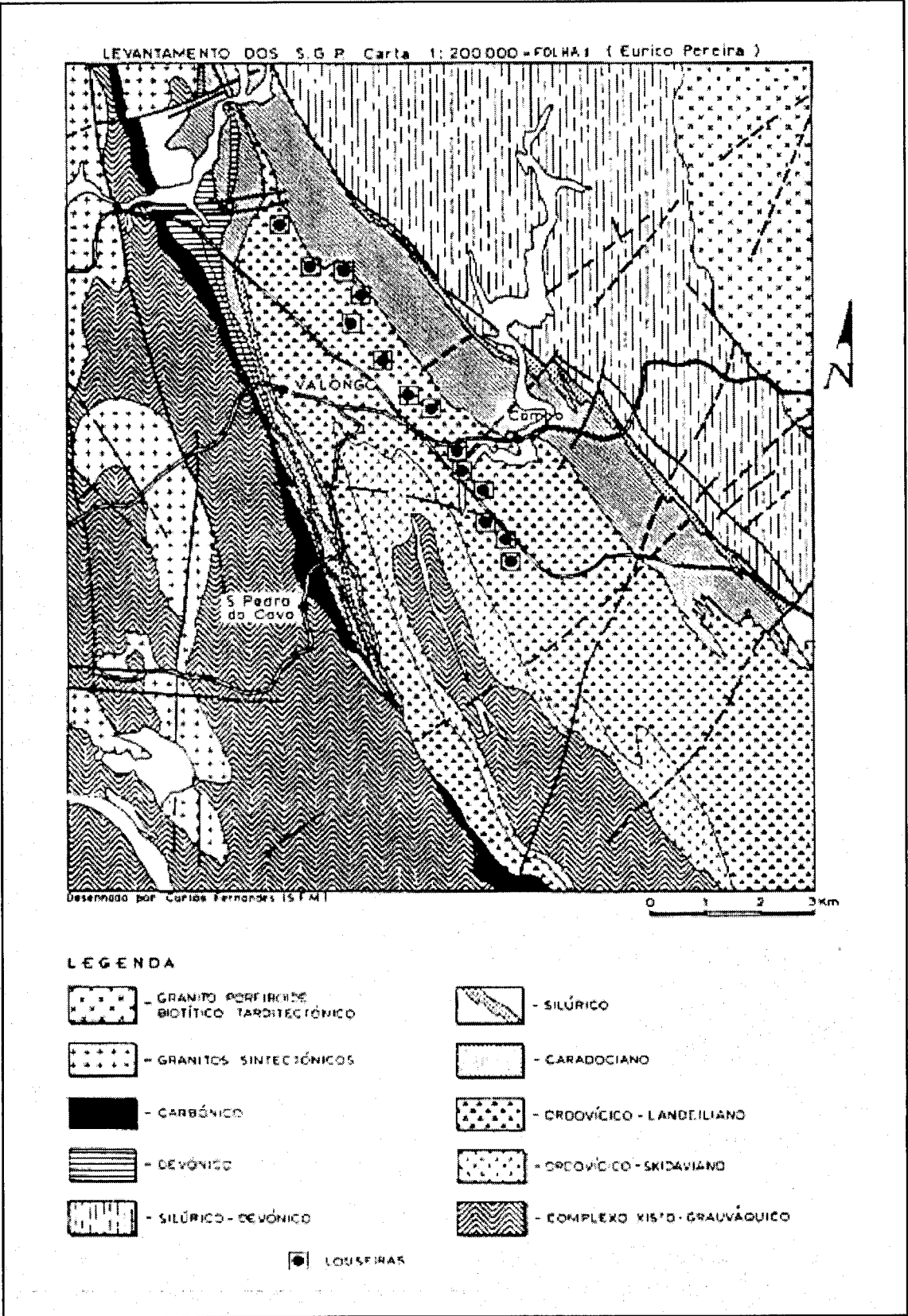


Fig. 2.14. – Louseiras na região de Valongo (In. J.M. Farinha Ramos, 1988)

Esta formação é muito fossilífera, das mais fossilíferas do Ordovícico de Portugal, embora os fósseis se restrinjam a certos horizontes. Mais de 150 táxones de invertebrados (artrópodes, graptólitos, braquiópodes, moluscos e equinodermes) foram referidos por Nery Delgado, embora se reconheça neles, actualmente, sinónimos e variantes tafonómicas. Entre eles, os mais comuns são os artrópodes da classe das trilobites.

Mais próximo da base da formação, o horizonte fossilífero apresenta graptólitos (várias espécies do gén. *Didymograptus* e de *Azygograptus*), os quais permitiram a datação das camadas; acima surgem níveis com trilobites (*Neseuretus*, *Colpocoryphe*, *Asaphus*).

Entre os fósseis ocorrem, ainda, braquiópodes, gastrópodes, lamelibrânquios e nautilóides.

Essencialmente esta formação é constituída por rochas do Arenig Superior ao Oretaniano (Llanvirn inicial) e Dobrotiviano (Llandeilo-Caradoc basal, ou seja, Ordovícico médio final, início do Ordovícico superior).

Seguidamente faz-se uma alusão muito geral (indicando apenas designações de géneros) dos fósseis da Formação de Valongo, repartidos pelas unidades definidas por Nery Delgado. Para descrições completas remete-se o leitor para Nery Delgado (1885,, 1892, 1897, 1903, 1908), J. C. da Costa (1935), C.Teixeira & F. Gonçalves (1980), C. Teixeira (1981), C. Romariz (1962), M. Romano & J. N. Diggins (1973/74), Neto de Carvalho *et al.* (1998), Gutiérrez-Marco *et al.* (2000) e H. Couto & J. C. Gutiérrez-Marco (2000).

“Xistos com *Didymograptus*”

Correspondem aos 20-70 metros iniciais da Formação de Valongo, de rochas claras a rosadas, predominantemente argilosas com intercalações gresosas.

Fósseis

Graptólitos do Arenig Superior (Fenniense): *Didymograptus*, *Expansograptus*,
Azygograptus

Trilobites: *Nerudaspis*, *Neseuretus*, *Asaphellus*, *Placoparia*, *Iliaenus*,
Colpocoryphe

Gastrópode: *Bellerophon*

Bivalves: *Redonia*, *Orthonota*

Braquiópodes: *Orthis*, *Salopia*, *Macrocoelia*, *Monobolina*

“Xistos com *Orthis noctilio*”

Sobrejacente ao nível anterior e constituído por 70-120 metros de argiloxistos escuros com fósseis de idade Oretaniense Inferior (Llanvirn Inferior).

Fósseis

- Graptólitos: *Didymograptus*, *Acrograptus*, *Cryptograptus*
- Braquiópodes: *Orthis*, *Salopia*, *Macrocoelia*, *Monobolina*
- Trilobites: *Placoparia*, *Pateraspis*, *Pradoella*, *Neseuretus*, *Colpocoryphe*, *Salterocoryphe*, *Batycheilus*, *Retamaspis*, *Toletanaspis*, *Hungioides*, *Asaphellus*, *Nobiliasaphus*, *Dionide*, *Ectillaenus*, *Geragnostus*.
- Gastrópode: *Bellerophon*
- Bivalves: *Redonia*, *Babinka*, *Coxiconcha*, *Praenacula*

Também ocorrem nautilóides ortocones, ostracodos (*Gracquina*) equinodermes e icnofósseis.

“Xistos com *Uralichas Ribeiroi*”

Correspondem à parte média a superior da Formação de Valongo e aos níveis ricos em trilobites, que tornaram famosa a região.

Fósseis

- Trilobites: *Placoparia*, *Eccoptochile*, *Neseuretus*, *Salterocoryphe*, *Colpocoryphe*, *Prionocheilus*, *Eodalmanitina*, *Zeliszella*, *Nobiliasaphus*, *Isabelinia*, *Dionide*, *Eoharpes*, *Selenopeltis*, *Uralichas*, *Valongia*, *Phacopidina*, *Parabarrandia*
- Braquiópodes: *Aegiromena*, *Heterorthina*, *Howellites*
- Moluscos: *Redonia*, *Hemiprionodonta*, *Cardiolaria*, *Praenucula*, *Sinuities*, *Clathrospira*, *Trocholites*, *Cameroceas*, *ortocerátidos*, *rostroconchas*
- Equinodermes (*Mitrocystella*)
- Graptólitos (raros): *Orthograptus*

É curioso observar que as valvas do *Orthis* estão frequentemente infestadas por briozoários (*Terebripora*) que perfuraram o interior da concha, formando uma rede de galerias e de cavidades.

• *Formação de Sobrido*

Corresponde a uma faixa de rochas geralmente claras, micáceas, xistóides (grauvaques), cortadas por numerosos filões de quartzo.

É atribuída a esta formação uma idade Ashgill terminal, ou seja, ela corresponderá ao final do Ordovícico (ou à transição Ordovícico-Silúrico), o qual é marcado por uma regressão brusca.

O contacto com a Formação de Valongo dá-se por uma paraconformidade a desconformidade. Não há qualquer registo de ocorrência de fósseis na área, salvo um fragmento não identificável de braquiópode e parte de uma trilobite num fragmento solto de rocha, achado junto de Sobrido por A. Medeiros (*cit. in* Romano & Higgens, 1973/74). A idade é inferida por similaridade com rochas de Cáceres (Espanha).

O nível que se sobrepõe aos quartzitos que alguns autores designam por “pelitos com fragmentos”, os quais têm sido referidos em vários pontos da Península e do noroeste de África. Eles são atribuídos ao Caradoc Superior, ou até, ao limite superior do Ordovícico. A sua génese não está cabalmente explicada e, entre as diversas hipóteses por processos tectónicos e sedimentares, é também referida uma origem associada com uma possível glaciação silúrico-ordovícica na Serra Morena, Espanha (F.Arbej & G. Tamain 1971, *cit. in* Pereira, 1988).

Na *Carta Geológica de Portugal na escala de 1:50000* (folha 9-D, Penafiel) definem-se as seguintes unidades do Sistema Ordovícico:

- Oa- ?Tremadoc: conglomerado basal, com elementos de quartzo e de quartzito, frequentemente silicificado; representam a transgressão que marca o início do Ordovícico;
- Ob- Arenig: arenitos quártzicos (quartzitos maciços) com frequentes intercalações de níveis conglomeráticos a siltíticos;
- Ocd- ?Llandeilo-Llanvirn: xistos argilosos cinzentos escuros com variações locais (siltitos laminados e lutitos) assentes sobre as rochas da Formação de Santa Justa.

Oe- ?Caradoc (“Grauvaques de Sobrido”): quartzitos maciços, acinzentados, a que se sobrepõem grauvaques indiferenciados, brancos, mais ou menos xistóides, incluindo seixos, massas quartzíticas compactas e concreções calcárias elipsoi-dais, atingindo, por vezes, 1,5m de comprimento (“Grauvaques de Sobrido”).

Silúrico

Apresenta uma certa uniformidade de fácies em todo o Maciço Hespérico e, em particular, na Zona Centro-Ibérica.

Na área considerada, conforma os dois flancos do Anticlinal de Valongo: a oeste é mais estreita e apresenta alguns estrangulamentos; a leste, ocorre com uma largura que atinge os 3 km, sendo deslocado pela falha de Recarei de direcção NE-SW.

O Silúrico na região de Valongo é muito rico em graptólitos, particularmente nos ftanitos e liditos, nos xistos grafitosos e nos xistos brancos. São muito numerosas (mais de uma centena) as espécies que têm sido descritas nesta região (v. Nery Delgado, 1908, Romariz, 1962, Medeiros *et al.*, 1980). As associações permitem a definição de dois anda-res do Silúrico: o Salopiano e o Valenciano. Nessas associações, reconhecem-se numero-sas espécies de variados géneros, nomeadamente de *Monograptus*, *Pristiograptus*, *Cyrto-graptus*, *Streptograptus*, *Climacograptus*, *Glyptograptus*, *Petalolithus*, *Normalograptus*, *Demirastrites*, *Retiolites*, *Rastrites* e *Mediograptus*.

As espécies de graptólitos presentes estão referenciadas nos trabalhos acima citados.

Na *Notícia explicativa da Folha 1 da Carta Geológica de Portugal na escala de 1:200.000* (Pereira 1992) descrevem-se três grandes unidades equiparáveis a formações, no Silúrico: Xistos Carbonosos Inferiores, Xistos Carbonosos Superiores e a Formação de Sobrado.

Os Xistos Carbonosos Inferiores assentam, concordantemente, sobre a Formação de Sobrido e corresponde a cerca de 100 metros de argiloxistos negros graptolíticos. A sua idade deve variar do Llandovery Inferior (Rhuddaniense), na base, ao Telychiense terminal/Wenlock basal, no tecto.

Os Xistos Carbonosos Superiores, de espessura indeterminada, iniciam-se com argiloxistos cinzentos e intercalações negras, liditos e ftanitos e terminam com níveis gresosos e pelíticos alternantes (“xistos raiados”). Por correlação com formações da Zona Centro-Ibérica, é-lhes atribuída uma idade Wenlock-Ludlow “inferior” (Gorstiense).

A Formação de Sobrado

Com uma possança de cerca de 800 metros, da base para o topo, observam-se quartzitos impuros com níveis conglomeráticos, grauvaques cinzento-esverdeados, alternando com argiloxistos e, no topo, argiloxistos cinzentos a negros alternando com pelitos claros.

A idade da formação é problemática, na ausência de um registo paleontológico adequado. Assim, tem-lhe sido atribuída tanto uma idade silúrica (Ludlow) a devónica basal (Lochkoviano). Couto *et al.* (1997a) sugerem uma idade silúrica superior (Ludfordiano- Pridoliano), admitindo a possibilidade de o seu topo atingir a base do Devónico.

Na *Carta Geológica de Portugal na escala de 1:50000* (folha 9-D, Penafiel), definem-se as seguintes unidades do Sistema Silúrico:

- S - Silúrico indiferenciado: metassedimentos recristalizados, principalmente, corneanas pelíticas;
- S¹ - Valenciano (Llandovery) e Salopiano (Wenlock): xistos negros, grafitosos com leitos siliciosos (liditos e ftanitos);
- S²- Salopiano: xistos cinzentos acetinados a brancos, grauvaques e quartzitos com intercalações siliciosas (“Grauvaques de Sobrado”).

Devónico

A passagem do Silúrico ao Devónico dá-se de forma gradual.

O Devónico ocorre, na área em consideração, segundo uma faixa de largura variável, ao longo da mancha silúrica ocidental de Valongo (Valongo-Midões-Varzielas).

No corte de Ervedosa a Santa Justa (Teixeira, 1981), no xisto cinzento-esverdeado escuro, intercalado com leitos de arenito branco e passando a um quartzito, observam-se três níveis fossilíferos. No xisto encontraram-se bons exemplares de crinóides; no arenito fino ocorrem *Homalonotus*, *Spirifer*, *Orthothes*, *Avicula*, *Bellerophon*, *Pleurotomaria* e *Murchisonia*, entre outros indeterminados; no mais próximo de Santa Justa, em xistos próximos da Igreja de São Pedro da Cova, têm-se colhido *Phacops*, *Retsia*, *Tentaculites* e *Pleurodictium*.

Na *Carta Geológica de Portugal na escala de 1:50000* (folha 9-D, Penafiel) define-se a seguinte unidade do Sistema Devónico:

D^I_{a,b} - Eodévónico (Gedinniano e Coblenciano): xistos cinzentos a verde-escuros intercalados com arenitos brancos que passam a quartzitos.

Carbonífero

Na região abrangida pela folha de Valongo da Carta Geológica de Portugal na escala de 1:50000 observam-se duas ocorrências carboníferas, ambas de fácies continental: o afloramento de Montalto-Midões e o afloramento de Ervedosa.

O afloramento entre Montalto e Midões (um segmento da Bacia Carbonífera do Douro) contém camadas de metantracite que foram exploradas, principalmente, no Couto Mineiro de São Pedro da Cova (até 1973) e do Pejão (até 1998).

A sucessão das camadas da Bacia do Douro é sempre normal, segundo dois episódios deposicionais. A deposição deu-se em bacia intramontanhosa. A flora fóssil (Wagner & Sousa, 1983), a fauna fóssil (Eagar, 1983) e estudos palinológicos (Fernandes *et al.*, 1997), todos, indicam uma idade Estefaniana C inferior para aquela bacia.

A referida sucessão inicia-se por um conglomerado de base que, a SW, assenta em discordância sobre o Complexo Xisto-Grauváquico. O segundo episódio sedimentar é marcado igualmente por um conglomerado. A NE o contacto é tectónico, por falha, entre o topo da sucessão (Estefaniano C inferior) com as outras formações paleozóicas do Anticlinal de Valongo (xistos do Devónico Inferior ou xistos com *Monograptus* do Silúrico).

A flora fóssil é muito rica: *Lebachia*, *Ernestiodendron*, *Pecopteris*, *Callipteridium*, *Alethopteris*, *Linopteris*, *Odontopteris*, *Sphenopteris*, *Neuropteris*, *Taenopteris*, *Sphenophyllum*, *Plagiozamites*, *Sigillaria* e *Calamites*.

Uma descrição completa desta flora pode ser consultada em R.H. Wagner & M.J. Lemos de Sousa (1983), em *Table 2* (pp. 134-135) e profusamente ilustrada com excelentes fotografias (*Pl. V-XII*).

A fauna no Estefaniano dúrico-beirão compreende insectos (*Phyloblatta*, *Eneriblatta*, *etc.*), encontrados em Valdeão, S. Pedro da Cova e Pejão. Regista-se, também, a ocorrência de lamelibrânquios límnicos e braquiópodes.

O afloramento de Ervedosa ocorre segundo uma faixa estreita, entre Ervedosa e o antigo Sanatório de Montalto, correspondendo a um retalho (escama tectónica) posto em evidência por cisalhamentos tardi-hercínicos. Assim, hoje, não é possível reconhecer os

seus contactos originais, mas apenas os estruturais, ou seja, contactos por falhas: a SW, com o Salopiano ou com o Estefaniano C inferior; a NE, com o Devónico. Este afloramento não contém camadas de carvão.

É abundante e muito variada a flora fóssil (Teixeira 1955), compreendendo os seguintes géneros: *Pecopteris*, *Pecopteridium*, *Alethopteris*, *Linopteris*, *Neuropteris*, *Sphenopteris*, *Sphenophyllum*, *Annularia*, *Lepidodendron*, *Lepidiphyllum*, *Sigilaria*, *Calamites*, *Dicranophyllum*, etc.

A descrição e ilustração das espécies vegetais fósseis pode encontrar-se em Wagner & Sousa (1983).

A idade desta flora deve situar-se na parte inferior do Vestefaliano D superior (Wagner & Sousa *ibid.*).

Na *Carta Geológica de Portugal na escala de 1:50000* (folha 9-D, Penafiel) definem-se as seguintes unidades do Sistema Carbonífero:

H³_{al} - Vestefaliano D ou Estefaniano A: conglomerados (com elementos de quartzo, xisto, granito), xistos cinzentos a amarelos, arenitos cinzentos e arcoses.

H³_{a2} - Estefaniano B-C: conglomerados, arcoses, xistos, carvão (de rang até à metantracite).

1.4.2 Tectónica e magmatismo

A estrutura dominante da área é o “Anticlinal de Valongo” que se estende por mais de 50 km, desde a cidade de Valongo até perto de Castro Daire, a sueste. Na Fig. 2.15., reproduz-se um sector da folha 9-D (Penafiel) da carta Geológica de Portugal à escala de 1:50 000, que cartografa esta estrutura maior, bem patente em muitos outros mapeamentos geológicos da área, como é o caso da Fig. 2.14..



Fig. 2.15. – O Anticlinal de Valongo - (extracto da folha 9-D da Carta Geológica de Portugal à escala de 1:50.000)

Um corte geológico regional, de direcção geral NE-SW, permitirá obter um perfil daquela dobra e melhor observar o seu estilo. Tal corte está representado na Fig. 2.16..

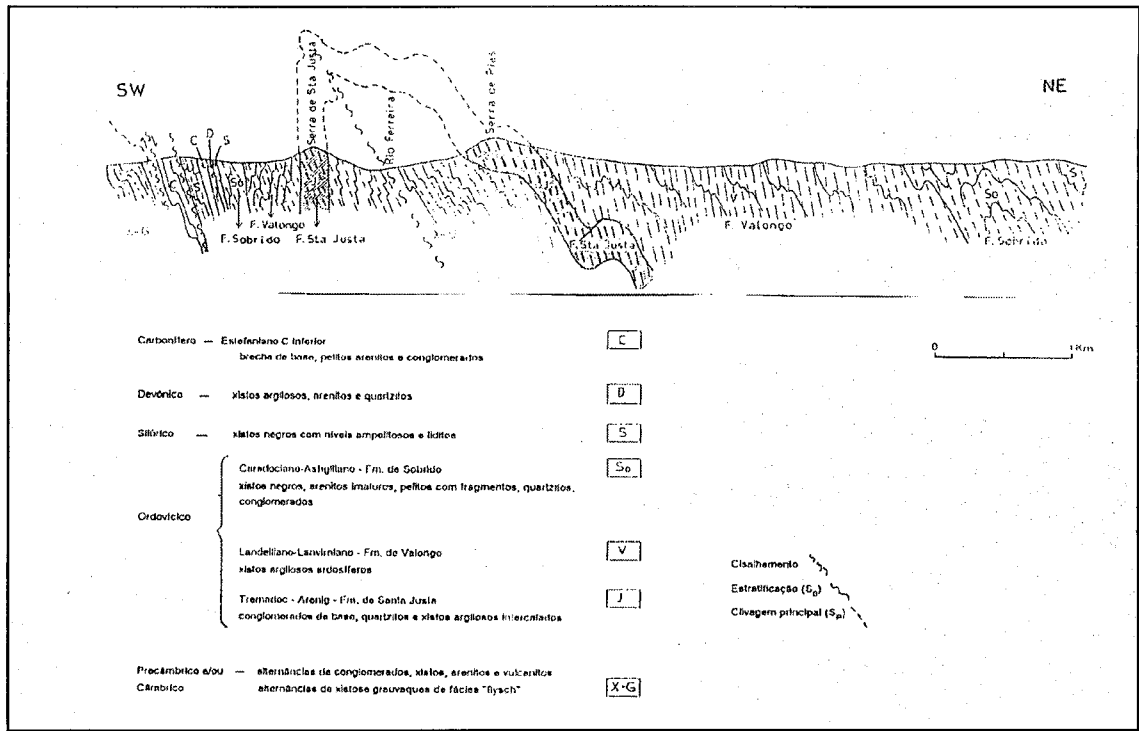


Fig. 2.16. – Corte geológico regional através do Anticlinal de Valongo (In. Couto 1993)

Trata-se de uma antiforma assimétrica, com um plano axial de direcção geral NNW-SSE e inclinando 60° para ENE. e com uma direcção axial que mergulha ligeiramente para NW. O flanco leste, normal, inclina cerca de 35°NE, estendendo-se por cerca de 20km até Castelo de Paiva, onde é intersectado por granitos hercínicos; o flanco ocidental, invertido, é muito mais inclinado (subvertical) e estende-se mais para sul, por cerca de 50km, até Castro Daire, onde também é intersectado por granitos hercínicos.

A deformação F1 descrita para a ZCI está patente na região de Valongo, onde constitui o principal episódio deformacional. Este episódio tectónico originou a antiforma anticlinal de Valongo, que se encontra delimitada por duas grandes zonas de cisalhamento esquerdas, contemporâneas: a sudoeste, e acompanhando o flanco inverso da antiforma, o Sulco Carbonífero Dúrico-Beirão; e a nordeste, intersectando o flanco normal da antiforma, a falha da Quinta do Anjo-Recarei.

A antiforma tem uma vergência para SW. Na direcção geral do plano axial e ao longo da face interna do seu flanco inverso reconhece-se um outro desligamento esquerdo. Este desligamento afecta a ardósia e os grauwaques, mas não os quartzitos da zona de charneira da dobra.

De acordo com Romano & Diggins (1973/74), na história estrutural da região de Valongo sobressaem quatro grandes episódios:

1. Deposição, em discordância angular, de formações ordovícicas (Formação de Santa Justa) sobre as rochas do “Complexo Xisto-Grauváquico”, ligeiramente dobradas (deformação sárdica);
2. Formação do “Anticlinal de Valongo” e, concomitante, clivagem ardosífera (deformação dúctil precoce);
3. Estabelecimento de duas zonas de cisalhamento, primeiro em regime dúctil, depois, associadas a um regime mais frágil que teria produzido clivagem de fractura S2 (axial) e, tardiamente, bandas de dobras angulosas (*kinks*);
4. Intrusões graníticas tardi a pós-hercínicas.

As duas zonas de cisalhamento referidas são concordantes com a clivagem ardosífera observada nos níveis mais pelíticos, mas que, nos níveis mais quartzosos, dá lugar a clivagem de fractura. Uma estende-se ao longo do flanco oeste, invertido, da antiforma, no contacto do Carbonífero com Precâmbrico ou Câmbrico (Complexo Xisto-Grauváquico), sendo designada por Zona de Cisalhamento do Douro ou Zona de Cisalhamento do Sinclinal Carbonífero Dúrico-Beirão. A outra localiza-se ao longo do traço axial da antiforma (Dias coloca-a um pouco mais para oeste, encostada à face interna do flanco inverso).

A estas zonas de cisalhamento acresce a mencionada falha de Quinta do Anjo-Recarei, também designada por Zona de Cisalhamento de Sobredo-Recarei, intersectante das estruturas do 1º episódio deformacional.

As estruturas mesoscópicas do 1º episódio deformacional incluem uma clivagem de plano axial (S1) e uma lineação de estiramento paralela aos eixos das dobras (menores).

Observam-se frequentemente dobras menores, abertas, com uma direcção axial variando entre N150 e N160, de planos axiais muito inclinados, por vezes, subverticais.

A sua associação com os cisalhamentos esquerdos demonstra a prevalência de um regime transpressivo, em que uma componente compressiva normal a S1 se combina com uma componente tangencial esquerda, orientada paralelamente àquela foliação. A deformação é posterior à deposição do Devónico (ante-estefaniana) e corresponde, em primeira observação, a uma contracção regional de direcção aproximada N070. A esta

direcção correspondem direcções preferenciais de mineralização, muitas vezes evidenciadas pelas galerias das explorações romanas (Couto, 1993). Essa mineralização ocorre em veios tractivos resultantes da deformação local relacionada com as antiformas menores.

Na verdade, a situação deformacional é muito mais complexa. O regime é transpressivo e o enquadramento estrutural exprime ou poderá ser favorável a uma partição da deformação.

Refira-se de novo que a antiforma de Valongo tem uma vergência para WSW, oposta à vergência para NE, evidenciada no Marão e na Torre de Moncorvo.

Também, ao contrário do que acontece no Marão, em Valongo observa-se uma obliquidade da foliação relativamente ao dobramento (transecção). Isso regista-se no flanco inverso da antiforma e, daí, relacionar-se com a proximidade do Sulco Carbonífero. O movimento cisalhante esquerdo (associado a uma componente cavalgante) induziu naquele flanco uma deformação contrastante com a observada no flanco normal (que se teria deformado por flexão). Além disso, em comparação com o Marão, a deformação na região de Valongo teria decorrido num nível estrutural superior.

A complexidade deformacional desta área está patente na variação de orientação da lineação de estiramento, que facilmente se reconhece nos níveis ardósíferos. Enquanto que no flanco normal a orientação está de acordo com o regime por flexão e aquela lineação se apresenta segundo b (mergulhando para NW), no flanco menor, invertido, a sua orientação é marcadamente variável, sugerindo uma dependência com a complexa movimentação do Sulco Carbonífero.

A deformação sárdica está na origem da discordância entre a Formação de Santa Justa (do Arenig) e o “Complexo Xisto-Grauváquico”, subjacente. No entanto, esta discordância observa-se melhor no flanco normal da antiforma; já no flanco inverso, a intensidade da deformação hercínica reduziu a obliquidade original entre os estratos, acima e abaixo da discordância.

Após a deposição dos sedimentos do Carbonífero ocorreu um novo episódio deformacional marcado por dobras de direcção axial N130-140, de menor importância que as geradas no primeiro episódio deformacional. A clivagem é, no geral, de plano axial. A esta compressão pós-estefaniana corresponde uma compressão regional, geral, de direcção N040.

O 2º episódio deformacional, de acordo com Ribeiro *et al.* (1987) restringir-se-á

ao flanco inverso do Anticlinal de Valongo. Nesse flanco inverso, a lineação mergulha geralmente para SE, desde menos de 35°, junto da zona de charneira, a mais de 80°, para sul. Esta variação reflectirá uma interferência do episódio hercínico mais recente (vestefaliano) que fortemente afectou aquele flanco, na proximidade do granito de Castro Daire.

Na área dominam falhas e fracturas (de tracção) de direcção (E)NE-(W)SW, N-S e NNW-SSE e, com menor evidência, E-W, as quais, na sua maioria, podem ser interpretadas pelo campo compressivo pós-estefaniano (Couto, 1993). Estas orientações são, também, as das estruturas mineralizadas.

Também são relativamente frequentes falhas horizontais, provavelmente relacionadas com uma tectónica tardia, o cavalgamento do Carbonífero sobre o Precâmbrico ou Câmbrico? (Couto, *ibid.*).

O diaclasamento observado é geralmente vertical, predominando as direcções de N020 a N090, em particular, N060-070; ocorrem ainda duas outras famílias de diaclases menores, N100-110 e N120-130 (Couto, *ibid.*)

Na área abrangida pela folha 9-D (Penafiel) da Carta Geológica de Portugal à escala de 1:50 000 afloram rochas graníticas, geralmente cinzentas a cinzento-acastanhadas, com uma expressão algo monótona. Têm as características gerais de um granito porfiróide de grão grosseiro, de duas micas (predominantemente biotítico), calcoalcalino, que constitui o substrato granitóide regional. Este granito, simbolizado na referida carta geológica por $\gamma_{\pi\gamma}$, encerra, frequentemente, xenólitos.

Esse granito é intrudido pelos últimos diferenciados da série: primeiro, por um microgranito de duas micas, também calcoalcalino; depois, por um microgranito alcalino, com moscovite e turmalina; finalmente, por intrusões filonianas, pegmatíticas, aplíticas e quartzíticas. Num episódio tardio, ocorreu uma feldspatização potássica que afectou, especialmente, os primeiros termos da série, quer reagindo com os bordos dos cristais de plagioclase quer originando grandes fenocristais de feldspato potássico (megacristais, frequentemente, exibindo maclas de Carlsbad). Estes fenocristais apresentam uma orientação preferencial (sintectónica) e sobrepõem-se, muitas vezes, aos contactos dos granito com os xenólitos (recristalizados e enriquecidos de feldspato).

Trata-se de granitos tarditectónicos (pós-estefanianos B-C), que, na área considerada, afloram para nordeste do anticlinal de Valongo. Para oeste, encontramos granitóide sintectónicos, ante-estefanianos (tardi-F3 a pós-F3).

Embora na área estrita do anticlinal de Valongo não aflorem granitóides, eles serão responsáveis pelos jazigos minerais presentes (v. adiante). De acordo com H. Couto (1993), não se observa uma relação espacial próxima entre os filões mineralizados e os granitos aflorantes. Supõe-se uma relação com granitos não aflorantes. As mineralizações não têm directamente a sua origem nesse magmatismo, mas poderão ser o resultado de uma remobilização (e de uma concentração controlada pela litologia e estruturas) dos metais dispersos nos metassedimentos, promovida pelo aquecimento regional provocado pelas intrusões magmáticas. Esse aquecimento geraria fluxos convectivos, lixiviadores dos metais preexistentes nas rochas encaixantes (nomeadamente, nos turbiditos originais e nas formações vulcano-sedimentares). Os fluxos e as reconcentrações metálicas poderiam ter sido controlados pela litoestratigrafia e pelas estruturas. Entre os factores litoestratigráficos, são referidos: contactos dos estratos a funcionarem como descontinuidades mecânicas, dando lugar, primeiro, a fracturas e depois, a filões; e certos níveis (casos das camadas negras, ricas em matéria orgânica) mais favoráveis à reconcentração dos metais. Como filões situados em locais estruturalmente favoráveis são identificados os que se alongam segundo as charneiras das dobras.

Metamorfismo regional

O metamorfismo regional, tal como a incidência da clivagem ardosífera, é mais evidente nos níveis ricos em filitos; nos mais quartzosos ele é menos evidente. Segundo H. Couto (1993) e de acordo com Winkler, trata-se de um metamorfismo de baixo grau, equivalente à epizona ou fácies de xistos verdes (temperaturas de 300°C a 450°C, a baixa pressão). Aquela autora reconhece as seguintes associações minerais:

quartzo + plagioclase (albite?) + moscovite

quartzo + clorite + moscovite + leucoxena

quartzo + moscovite + pirofilita

quartzo + clorite + moscovite + grafitóides

Mineralogia e paragéneses minerais

As mineralizações da área foram o tema de uma dissertação de doutoramento de H. Couto (1993). Na descrição da mineralogia regional que se segue, reportamo-nos basicamente a esse estudo.

Do ponto de vista mineiro, a área considerada insere-se no distrito auri-antimónioífero dúrico-beirão, o qual se estende desde Vila do Conde até perto de Castro Daire, segundo uma faixa (definida pela distribuição dos jazigos minerais conhecidos) de orientação NW-SE, com uma extensão de cerca de 90 km e uma largura à volta de 15 km. Na Fig. 2.17., indica-se a distribuição dos jazigos minerais da área.

Note-se que estes jazigos têm sido explorados desde os tempos da ocupação romana (especialmente interessados no ouro, mas não no antimónio, metal cujo tratamento desconheciam). Entre os vestígios dos trabalhos antigos de extracção do minério na região abundam perigosos poços e galerias, vulgarmente designados por fojos (a norte) e por banjas (a sul). Os veios mineralizados são quartzosos, mas nem todos os veios quartzosos estão mineralizados.

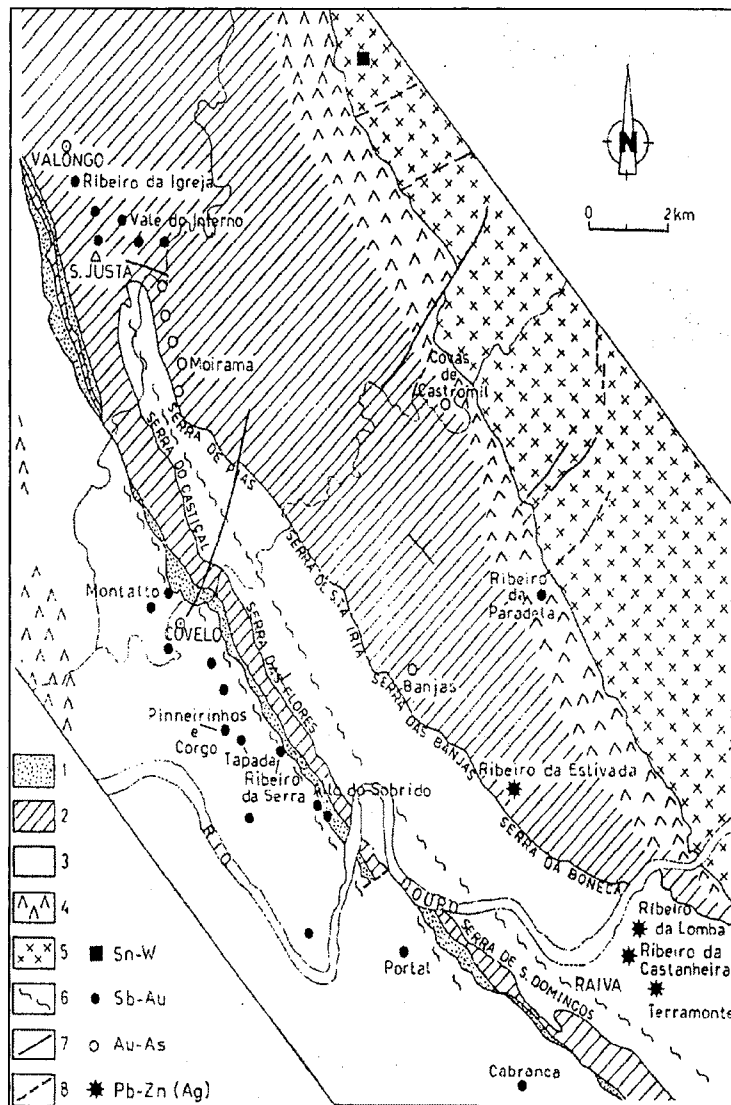


Fig. 2.17. – Localização dos jazigos minerais na região de Valongo (In Couto, 1993)

1. Carbónico; 2. Ordovícico a Devónico; 3. Precâmbrico e/ou Câmbrico?; 4. Auréola de metamorfismo; 5. Granitóides sin-orogénicos (tardi-F3 a pós-F3); 6. Zona de cisalhamento; 7. Falha; 8. Falha suposta

Observam-se (Diggens 1973/74, Couto *ibid.*) duas ou três gerações de quartzo:

- 1- Veios de quartzo com dobras de plano axial paralelo à foliação N160-180, relacionados com a deformação ante-estefaniana;
- 2- Veios paralelos à clivagem N100-136, relacionados com a deformação pós-estefaniana;
- 3- Veios mais recentes N50-70, verticais, possivelmente relacionados com uma fase tardia (posterior à pós-estefaniana).

A direcção dos veios não constitui um critério através do qual se possa estabelecer uma distinção entre veios mineralizados e veios estéreis.

H. Couto (*ibid.*), no seu estudo mineralógico das mineralizações, reconheceu quatro associações paragenéticas: 1.W-Sn; 2. Au-As, tardi-hercínica; 3. Sb (estibina ou berthierite)-Au, tardi-hercínica; 4. Pb-Zn(-Ag), episódio tardio (pós-hercínico), sobreimposto.

Embora o principal mineral constituinte da ganga seja o quartzo, também ocorrem a ganga, a apatite, carbonatos (calcite, dolomite, anquerite e siderite), a limonite e a caulinite.

Na área ao longo do anticlinal, desde a sua zona periclinal (a SE de Valongo, junto de Santa Justa) por cerca de 20 km até Terramonte, além dos minerais de ganga já referidos, dos elementos nativos (Au e Sb) e da liga Ag-Au (electrum), ocorrem os minerais que se indicam no quadro 2.2. embora muitos deles sejam raros e/ou não se observem à vista desarmada.

Quadro 2.2. – Ocorrências minerais ao longo do Anticlinal de Valongo (dados coligidos de Couto 1993)

SULFURETOS	SULFOSSAIS	MINÉRIOS DE Sn E W
Pirite, FeS ₂	Berthierite, FeSb ₂ S ₄	cassiterite, SnO ₂
Arsenopirite, FeAsS	Tetraedrite, (Cu,Fe) ₁₂ Sb ₄ S ₁₃	scheelite, CaWO ₄
Estibina, Sb ₂ S ₃	Ullmannite, NiSbS	volframite, (Fe,Mn)WO ₄
Blenda, ZnS	Jamesonite, Pb ₄ FeSb ₆ S ₁₄	OUTROS
Pirrotite, Fe _{1-x} S	Boulangerite, Pb ₅ Sb ₄ S ₁₁	anglesite, PbSO ₄
Marcassite, FeS ₂	Semseyite, Pb ₉ Sb ₈ S ₂₁	plattnerite, PbO ₂
Calcopirite, CuFeS ₂	Plagionite, Pb ₅ Sb ₈ S ₁₇	escorodite, FeAsO ₄ ·2H ₂ O
Galena, PbS	Zinkenite, Pb ₉ Sb ₂₂ S ₄₂	chapmanite, Fe ₂ Sb(SiO ₄) ₂ (OH)
Estanite, Cu ₂ FeSnS ₄	Fülöppite, Pb ₃ Sb ₈ S ₁₅	aurostilbite, AuSb ₂
Calcocite, Cu ₂ S	Freieslebenite, AgPbSbS ₃	
Bornite, Cu ₅ FeS ₄	Bournonite, CuPbSbS ₃	
Covellite, CuS	Pirargirite, Ag ₃ SbS ₃	
* greenockite, CdS		
* argenteite, Ag ₂ S		

* Detectado com o microscópio electrónico de varrimento

Segundo a referida autora, na área reconhecem-se diversas sequências de mineralização, variáveis de jazigo para jazigo. Reconhece-se uma certa constância sequencial definida por um total de cinco estádios de mineralização, mas alguns deles estão ausentes, num ou noutro jazigo. A sequência temporal desses cinco estádios observa-se nas mineralizações do jazigo de Ribeiro da Igreja. Após a formação de quartzo estéril, registam-se os seguintes estádios de mineralização:

1. Ferriarsenífero (quartzo + arsenopirite + pirite + apatite + cassiterite + volframite + pirrotite + ouro);
2. Zincofero (blenda + quartzo + calcopirite);
3. Plumbiantimonífero (quartzo + carbonatos + jamesonite + galena + pirargirite + tetraedrite argentífera);
4. Antimonífero (quartzo + estibina + berthierite + arsenopirite + pirite + ouro);
5. Remobilização (marcassite, ouro, blenda, calcopirite, carbonatos, galena, tetraedrite, pirite, estibina, etc.).

2ª SECÇÃO

Nesta secção irão ser efectuadas considerações relativamente aos objectivos didácticos, modelos de conceptualização e organização do Trabalho de Campo (TC) implementado. De igual modo dar-se-á conta dos benefícios colhidos e das dificuldades e obstáculos encontrados na sua implementação. Por fim será caracterizado e fundamentado o modelo inovador de TC de raiz construtivista.

No sentido de sistematizar o tratamento da problemática acima referida, passar-se-á à sua abordagem em dois pontos distintos. No ponto 2.1. abordar-se-á o TC enquanto instrumento privilegiado no ensino das Geociências e no ponto 2.2. será efectuada a caracterização do modelo implementado.

2.1. O TC enquanto instrumento privilegiado no ensino das Geociências

Parece não haver controvérsia acerca do lugar insubstituível e da importância primordial que as actividades de campo (AC) desempenham no processo de E/A da Geologia (Compiani & Carneiro, 1993, p. 90). Enquanto ferramenta pedagógica de forte riqueza heurística, o TC permite que os alunos reflectam sobre o carácter da Geologia e adquiram competências conceptuais específicas, ao “*treinarem*” o pensamento e a construção do conhecimento geológico (Praia & Marques, 1997). Estes autores justificam a importância do TC na compreensão dos conceitos estruturantes da geologia afirmando que “... *O que caracteriza uma disciplina escolar não pode estar predominantemente nos termos científicos que são referidos e mesmo recitados, sem que o seu significado seja compreendido e organizado num todo coerente capaz de fazer sentido para o aluno.*” (ibid. p.27). García de la Torre (1993, p. 11) afirma também que «*Não se pode aprender realmente Geologia sem uma experiência directa com o campo.*». Igualmente Compiani & Carneiro (1993, p. 90) afirmam que «*As actividades de campo são indispensáveis ao ensino da Geologia pois cumprem um papel pedagógico fundamental em qualquer nível escolar.*». Ora, se parece haver unidade de opiniões acerca do valor da realização de actividades de campo, o mesmo não se verifica no que respeita ao modelo seguido na concretização dessas actividades, ou mesmo no que concerne aos critérios que guiam a sua concretização.

Durante a realização de um seminário sobre metodologias desenvolvidas nas práticas de campo, ocorrido em Rascafría (Madrid) no ano de 1996, com a participação

de professores universitários e do ensino secundário provenientes de vários países, foi efectuada uma síntese introdutória acerca das modalidades, nomenclaturas e metodologias maioritariamente desenvolvidas nas actividades de campo, tendo em conta a relação professor/aluno. O documento usado foi construído no sentido de uniformizar o tipo de linguagem utilizada pelos participantes no seminário. Os trabalhos consultados para a realização da síntese foram os de Anguita e Anchoa (1981), Bach *et al.* (1986), Díaz e Garcia (1988), Compiani e Dal Ré (1993), Garcia de la Torre *et al.* (1993), Garcia de la Torre (1994) e Pedrinaci *et al.* (1994). Os organizadores concluíram que as várias práticas de campo se poderiam classificar em três grupos que reuniam a nomenclatura frequentemente utilizada pelos autores consultados. O quadro 2.3. apresenta uma síntese da classificação elaborada pelos coordenadores do seminário.

Quadro 2.3. – Classificação dos diversos tipos de práticas de campo. (Adaptado de: Juan Gabriel *et al.*, 1997)

Tipo de Saída de Campo ¹	Relação Professor-Aluno
Dirigida ²	Os alunos redescobrem os conceitos e os factos que o professor pretendia, desde o princípio , que eles descobrissem. O grau de participação do aluno limita-se a observar, escutar e anotar.
Semi-dirigida Com guião Sem guião	O professor é quem define as regras e é um sintetizador. O aluno é um investigador. Os alunos são protagonistas orientados pelo professor.
Não Dirigida ³	O professor sugere, o aluno é o investigador. Os alunos assumem a planificação e o desenvolvimento de toda a actividade

Para além de servir os propósitos para que foi criado (unificar termos e conceitos durante o referido seminário), a investigadora pensa que o quadro 2.3. serve para ilustrar as três grandes linhas metodológicas que orientam os professores na realização de actividades de campo.

Procurando a contextualização do TC levado à prática nesta investigação, e usando como critério o papel desempenhado pelo professor na organização das actividades de campo refira-se que, Brusi (1992) considera a existência de três categorias: dirigidas, semi-dirigidas e as não dirigidas ou auto-dirigidas pelos aluno. Nas primeiras o professor assume um papel central – o de conferencista. Já nas últimas o papel central na conceptualização e no desenvolvimento das actividades de campo cabe aos alunos.

1 Também Gabriel Morcillo *et al* em artigo de 1998, apresenta idêntica classificação.
2 Os termos *Clássica, Tradicional e Transmissiva* são também usados como sinónimos deste tipo de Saída de Campo. Os autores no entanto usam-nos num sentido amplo.
3 Os termos *Alternativa, Auto-dirigida, Autónoma e Independente* são também usados como sinónimos deste tipo de Saída de Campo. Os autores no entanto usam--nos num sentido amplo.

Por outro lado Compiani e Carneiro (1993) referem a existência de diferentes tipos de AC, de acordo com o seu papel didáctico, podendo ser definidos por, entre outros, os seguintes principais critérios de análise: os objectivos didácticos da actividade; a visão de ensino presente no processo (formativa/informativa); o posicionamento face aos modelos científicos/métodos de ensino; a relação de ensino/aprendizagem (Professor/Aluno); a lógica predominante no processo.

Da relação com estes parâmetros resulta uma classificação que, não obstante ser sobretudo um exercício teórico, funciona contudo como um instrumento que auxilia e orienta a observação.

Daqui resultam, segundo os autores, cinco tipos fundamentais de A.C.: ilustrativas, indutivas, motivadoras, treinadoras, investigativas. Estes autores defendem dever-se privilegiar as actividades investigativas pelas vantagens que apresentam.

Já outros autores, nomeadamente García de la Torre *et al* (1993) e Pedrinaci *et al* (1994), utilizando o *modelo didáctico* praticado no TC como critério de classificação, agrupam as saídas de campo em: tradicionais (de tipo transmissivo), de descoberta autónoma (e indutiva), de observação dirigida (pelo professor) e de Trabalho de Campo desenvolvido como resolução de problemas. É precisamente este último que os autores apresentam como alternativa aos demais, por ser mais proficiente à aprendizagem da Geologia no campo.

Considerando os critérios que têm vindo a ser referidos, parece poder agrupar-se os diferentes tipos de TC em dois grandes modelos: um de carácter tradicional e outro de carácter inovador.

O modelo tradicional desenvolve-se segundo uma aprendizagem de transmissão-recepção, em que a estratégia de aprendizagem se centra no professor e na informação que este veicula (constituindo-se este como recurso), que tem como finalidade dotar o aluno da maior quantidade de informação possível (García de la Torre, 1993) servindo o TC apenas para ilustrar e confirmar os fenómenos geológicos. A este propósito Praia e Marques (1996, p. 44) referem que neste modelo “...*Os professores utilizam o TC como se fosse de tipo “excursionista” em que a visualização, muitas vezes “naífe” sustenta e confirma os aspectos e os conceitos dados na aula. Como que se trata de uma aula que surge como tranquilizadora, quase de obrigatoriedade, sem uma continuidade natural inserida no currículo;...*”

O modelo inovador apresenta um carácter tendencialmente investigativo. Este desenvolve-se segundo um modelo de aprendizagem construtivista-interrogativo, em que a estratégia de aprendizagem se centra nos alunos, através do levantamento, tratamento e resolução de problemas durante o desenvolvimento de actividades didácticas no campo. São objectivos deste modelo aprender conceitos, destrezas e atitudes (García de la Torre, 1994).

Em oposição ao TC de tipo “excursionista” Marques *et al* (1996, p. 32) valorizam “...Outras práticas mais sustentadas, ou seja, tendo como suporte quadros valorizadores de situações problemáticas que são colocadas aos estudantes, bem como actividades orientadoras, motivadoras e incentivadoras para eles realizarem.” Que “Entretanto, não podem deixar de estar inseridas numa linha de continuidade com o currículo a desenvolver, deixando de surgir como episódicas e de circunstância...”

É precisamente neste modelo inovador que se enquadra o TC desenvolvido na presente investigação.

Para levar à prática com sucesso um TC desta natureza torna-se necessário um projecto didáctico adequado, entendendo-se como tal aquele que permite uma boa rentabilização do TC em termos de aprendizagem, sem o transformar num exercício esgotante para os alunos (Garcia de la Torre *et al*, 1993).

Ora a aprendizagem é um processo complexo em que intervêm: a metodologia de Ensino/Aprendizagem (E/A) usada, os conteúdos a aprender, a motivação do aluno, as suas ideias prévias, etc.. Um modelo didáctico *satisfatório* deve integrar e unificar todas estas variáveis.

Nesta perspectiva um projecto didáctico *adequado* deve: trabalhar previamente na aula o que o aluno necessita de conhecer da área a visitar; permitir identificar os conceitos prévios do aluno; indicar claramente os objectivos da saída e os conhecimentos conceptuais a incluir e, sobretudo, não deve ser demasiado ambicioso (é excessivo pretender interpretar grandes acontecimentos geológicos à escala regional). Deve-se *tão somente* ter em vista: modificar conceitos; adquirir novos conceitos; mudar esquemas conceptuais; adquirir atitudes e competências; desenvolver destrezas (Garcia de la Torre, 1993).

Um projecto como o acabado de referir assenta num modelo pedagógico-didático de natureza construtivista.

Os modelos construtivistas são “Resultantes de uma eclosão de propostas e de

investigações basicamente convergentes que combinam ideias, princípios e teses da epistemologia racionalista e da psicologia cognitivista” (Santos & Praia, 1998, p. 20).

Independentemente das diferenças de pontos de vista dos seus autores mais significativos (Kuhn, Popper, Lakatos, Toulmin, Bachelard, Feyerabend ...) o movimento epistemológico racionalista contemporâneo, por oposição ao empirismo⁴, pretende, segundo Luís Marques (1996, p. 5), *“Valorizar o referencial teórico prévio à observação; defender o pluralismo metodológico; mostrar que o avanço do conhecimento ocorre por rupturas e descontinuidades mais do que por vias lineares e acumulativas; redimensionar o papel do erro e sublinhar a importância do consenso da comunidade científica na validação do conhecimento”*.

Neste sentido defende que a observação dos factos não é neutra nem espontânea. Pelo contrário, a observação dos factos é condicionada pela rede de significados que o observador já possui. Ou seja, não basta a percepção para observar, é necessário um enquadramento teórico que oriente a observação. Nesta medida os factos científicos são construídos a partir de teorias, sendo estas que lhe atribuem significado. As teorias constituem-se como especulações criativas, precedem a observação e têm temporariamente uma coerência interna. Para o construtivismo o método científico é o caminho para ideias cada vez mais racionais, mais abstractas e gerais, que incita a natureza a responder às suas questões. A Ciência reveste-se de um carácter externalista (Santos & Praia, 1992).

Os contributos das teorias psicológicas cognitivistas que emergiram com grande força na segunda metade do século XX dão um sentido reforçado aos modelos construtivistas. Para os seus autores (Piaget, Ausubel e Bruner, entre outros), *“...O comportamento inteligente pressupõe a faculdade de representar o mundo de uma certa maneira. O sujeito do conhecimento é alguém que adquire conhecimento por virtude de uma estrutura cognitiva prévia”* (Santos & Praia, 1992, p. 24).

O cognitivismo, ao contrário do behaviorismo⁵, considera o indivíduo um sistema aberto, em sucessivas reestruturações por um processo complexo e progressivo de adaptação, pelo que lhe interessa investigar os chamados processos centrais do indivíduo tais como: a forma como organiza o conhecimento, como processa a informação, quais os mecanismos de tomada de decisão, etc..

Neste contexto o modelo construtivista privilegia as construções prévias dos alunos, na medida em que estas filtram, escolhem, decodificam e reelaboram informa-

⁴ Genericamente os empiristas defendem que a construção do conhecimento se faz a partir da observação dos dados obtidos a partir da experiência sensível e estabelecem um *método científico* indutivo e rigoroso apoiado nos dados dessa experiência (Mellado Jiménez & Carracedo Gallardo, 1998, p. 3).

⁵ A psicologia behaviorista entende a mente do indivíduo como uma espécie de receptáculo de informação e estímulos do exterior (*input*), que *reage* fornecendo comportamentos observáveis (*output*).

ções que o indivíduo recebe do meio e que são passíveis, ou não, de gerar novos conceitos. Segundo este modelo a aprendizagem envolve o desenvolvimento da rede cognitiva e a mudança da estrutura do sistema cognitivo. Nesta medida são os próprios alunos que constróem e (re)constróem os seus conhecimentos e os instrumentos para os adquirir e, nesta actividade, organizam e reorganizam os conhecimentos em esquemas, cada um com a sua estrutura cognitiva particular e idiossincrática.

Neste modelo encontramos o fulcro da aprendizagem na actividade do aluno, encarado como sujeito a constituir-se, que se auto-regula e auto-transforma à medida que constrói e reestrutura a sua rede conceptual. O aluno é verdadeiramente activo, assume o papel de investigador da problemática levantada, por si ou pelo seu professor, e chama a si a resolução da mesma. Isto permite confrontar o seu conhecimento com o conhecimento científico numa perspectiva histórica, confronto esse capaz de gerar mudanças conceptuais, metodológicas e atitudinais.

Em síntese, estamos face a uma perspectiva de ensino à luz da qual o aluno é entendido como o agente activo construtor do seu próprio conhecimento, no contexto social em que se desenvolve e partindo do seu conhecimento anterior. Os conceitos são construídos a partir de conceitos já integrados numa estrutura cognitiva prévia. E o processo fundamental de construção do conhecimento é a reestruturação das estruturas existentes num processo de mudança qualitativa e não apenas quantitativa. Ou seja, a aprendizagem é uma mudança entre concepções qualitativamente diferentes, ao nível dos conteúdos e do sistema cognitivo, *i. é*, envolve desenvolvimento e mudança de estruturas

Por seu turno o professor pode ser encarado como o organizador de estratégias que estimulem a problematização⁶ e formulação de hipóteses, bem como interacção e conhecimento contextualizado da disciplina (Cachapuz *et al*, 2000).

Tendo como base os pressupostos acabados de referir, as actividades de E/A (nomeadamente o TC) devem desenvolver-se numa perspectiva que contemple uma aprendizagem em que o conteúdo é entendido não como um fim em si, mas como meio para trabalhar procedimentos, treinar competências e destrezas e mudar atitudes (García de la Torre, 1993 e 1994; Jaén García & Bernal Martínez, 1993, Praia & Marques, 1997; Orion, 1993), no sentido de familiarizar os alunos com o que é a ciência, com a forma como se constrói o conhecimento científico⁷, com a transversalidade disciplinar a que esta

6 Porque desafiadores para os alunos.

7 Que de acordo com Cleminson (1990, p. 437 e 438) pode caracterizar-se da seguinte forma:

- "1. Scientific knowledge is tentative and should never be equated with truth. It has only temporary status.
2. Observation alone cannot give rise to scientific knowledge in a simple inductivist manner. We view the world through theoretical lenses built up from prior knowledge. There can be no sharp definition and inference.
3. New knowledge in science is produced by creative acts of the imagination allied with the methods of science inquiry. As such science is a personal and immensely activity.
4. Acquisition of new scientific knowledge is problematic and never easy. Abandoning cherished knowledge that has been falsified usually occurs with reluctance.
5. Scientists study a world of which they are a part, not a world from which they are apart."

construção obriga, e transformá-lo num cidadão activo e participante na resolução dos problemas que a sociedade actual enfrenta.

Nesta perspectiva de ensino deve-se valorizar grandemente o trabalho de grupo e a cooperação inter-grupo e dar grande importância aos debates intra e inter-grupo. Nesta medida devem comparar-se e discutir-se resultados e conclusões apresentados pelos diferentes grupos. A construção de sínteses e pontos de situação deve tornar-se sistemática. Deve também ser feito um esforço no sentido de trabalhar e aplicar os conhecimentos a situações reais e quotidianas. A avaliação deve centrar-se nos processos, pelo que os alunos devem ser avaliados pelo trabalho e pelo empenho manifestado no desenvolvimento das actividades e pelos seus comportamento e atitudes para com os colegas (Cachapuz *et al*, 2000)

Deste modo as AC não devem ser encaradas como um fim em si mesmas mas devem conter um conjunto de objectivos que vá além da observação e descrição do meio envolvente.

Por outro lado devem ser integradas no *curriculum*, não devendo por tal facto serem a primeira, ou a última, actividade de aprendizagem a desenvolver durante o ano lectivo. E simultaneamente devem ser enquadradas por uma unidade de preparação da viagem e por uma unidade de síntese, a realizar após a viagem (Orion, 1993; García de la Torre, 1994).

Durante as etapas acima referidas deverão ser desenvolvidas actividades concebidas com base num modelo investigativo, dedutivo ou hipotético-dedutivo (García de la Torre, 1994). Mesmo correndo o risco de que este modelo «...produza no princípio no aluno uma certa insegurança, em pouco tempo este vai gerando uma grande satisfação geral, devido sobretudo ao maior protagonismo do estudante relativamente a outros modelos mais tradicionais. Quando ganham segurança no método começam a conjecturar eles próprios sobre situações novas, com um progressivo aumento de confiança em si mesmos e na sua auto-estima.» (García de la Torre, 1994, p. 344). O mesmo autor refere que, uma vez que os conceitos constituem a base para formular hipóteses, torna-se imprescindível que antes de se sair para o campo, os alunos conheçam e articulem bem os conceitos que aí vão ser trabalhados na resolução das actividades. O mesmo afirma a propósito dos Princípios Geológicos e das Teorias Geológicas. Deste modo, durante a preparação da viagem, o professor deve certificar-se que foram abordados os conceitos, os princípios e as teorias de que os alunos vão precisar para, face às situações encontradas no terreno, formularem e/ou reformularem hipóteses.

As práticas laboratoriais constituem-se como uma metodologia privilegiada de apoio e/ou complemento do TC. Quando convenientemente articulado com o TC, o laboratório pode potenciar a resolução de actividades no terreno, como por exemplo ilustrar processos geológicos através de simulações (dobras, falhas, etc.), treinar destrezas utilizando instrumentos (bússola), praticar técnicas a usar no campo (identificar rochas, fósseis, etc.) (Orion, 1993). Pese embora se considere um espaço privilegiado de preparação da viagem propriamente dita, o laboratório pode também desempenhar um importante papel na concretização dos trabalhos propostos para depois da saída, como por exemplo para pormenorizar aspectos que precisem de ser esclarecidos com estudos mais minuciosos (observação de lâminas ao microscópio polarizante), proceder a ensaios que não possam ser realizados no campo, desfazer dúvidas, etc. .

Do que tem vindo a ser dito evidencia-se que a aprendizagem supõe uma interacção sujeito-meio (*i. é.*, conhecimentos prévios do aluno e observação e interpretação da natureza) e emerge a necessidade de implementação de um modelo de Trabalho de Campo inovador de raiz construtivista, para cuja concretização se conceptualizem e construam materiais a aplicar na resolução de actividades inovadoras.

2.2. Modelo implementado - Um modelo inovador de raiz construtivista

O modelo inovador de Trabalho de Campo (TC) que se irá apresentar visa potenciar a desestruturação do modelo de tipo *excursionista* habitualmente praticado pelos professores (Marques & Praia, 1997). Nessa medida a bibliografia orienta-nos para um modelo de TC de tipo investigativo com características que passaremos a apresentar.

Seguindo a perspectiva enunciada, o TC deve constituir-se como uma estratégia sustentada e em continuidade com outras estratégias de E/A utilizadas no desenvolvimento do *curriculum* escolar dos alunos a quem se destina. Ou seja, deve ser desenvolvido devidamente contextualizado e apresentar um conjunto de actividades articuladas que permitam a reflexão acerca do(s) problema(s) anteriormente formulados (Orion & Hofstein, 1994).

Os materiais construídos a fim de integrar estas actividades não devem ter um carácter mecanicista, com instruções do tipo “observa”, “toma nota”, “desenha”, etc. Antes pelo contrário, devem orientar de forma reflectida e conjunta, no sentido de interpretar fenómenos, questionar certezas, formular hipóteses explicativas, problematizar

assuntos, incentivando o aluno a expor as suas ideias e a exercitar capacidades na proposta de soluções.

Dado que a aplicação da teoria à prática não é linear nem sempre igual, o TC exige uma preparação prévia cuidada, que envolve discussões, adaptações e reformulações. Trata-se de uma estratégia que vai sendo construída e (re)definida passo a passo em função do *feed-back* que vai sendo fornecido pelos alunos e das condicionantes de vária ordem que, eventualmente, vão surgindo durante o seu desenvolvimento.

Uma actividade de campo desenvolvida de acordo com os critérios e pressupostos epistemológicos e didácticos atrás evidenciados tem de ter sempre presente os objectivos e finalidades do TC, bem como a consciência das suas dificuldades e obstáculos.

As finalidades do TC passam por: integrar conhecimentos prévios dos alunos; propiciar a construção de representações dos fenómenos geológicos a partir da observação directa; criar condições para a elaboração de dúvidas, suscitadas pelas questões-problema levantadas pelos próprios alunos; confrontar as hipóteses entretanto elaboradas com os conhecimentos adquiridos e, no desenvolvimento de todo o processo, construir uma estrutura cognitiva dinâmica e capaz de desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho directo com a Natureza.

Mas se o TC é, nessa perspectiva, de uma importância incontornável, há que ter em devida conta que ele é confrontado com um sem número de dificuldades que, a não serem claramente identificadas e ultrapassadas, poderão limitar substancialmente a dimensão do seu sucesso.

A um nível externo – dificuldades externas - consideram-se desde logo as dificuldades inerentes à escassez de meios logísticos e financeiros e, muitas vezes também, de formação e reflexão do próprio professor enquanto promotor desta estratégia. Acrescente-se o tipo de organização curricular da própria disciplina e das suas relações interdisciplinares, muitas vezes desadequada e, ainda, a muito frequente desarticulação das actividades de campo com a estrutura dos *curricula*, passível de criar dificuldades conceptuais nos alunos (Praia & Marques, 1997).

Porventura mais complexas são as dificuldades intrínsecas à especificidade do conhecimento geológico – dificuldades internas -, nomeadamente: o facto de a interdependência dos fenómenos geológicos obrigar a uma abordagem holística e sistémica mais difícil para os alunos; o carácter único e irreversível dos fenómenos geológicos, que

exige um processo de questionamento à *posteriori*, bem como o calendário geológico, que obriga a um elevado grau de abstracção espaço-temporal, particularmente difícil nas faixas etárias mais baixas; a circunstância de os fenómenos geológicos, por possuírem um dinamismo constante e de impossível percepção imediata, poderem ser submersos (e portanto não compreendidos) pela “evidência” e espectacularidade de certos acontecimentos, como sismos e vulcões e, em consequência, possibilitarem a sobrevalorização da observação descritiva dos fenómenos geológicos avulsos, sem a necessária compreensão do quadro teórico que os permite interpretar (Praia & Marques, 1997).

O conhecimento destas dificuldades faz ressaltar a necessidade de investir de forma consciente no trabalho de campo, não apenas na reflexão e formação de professores, mas também e sobretudo na consciencialização dos alunos dessas dificuldades, estimulando-os a apreciar o desafio que é a complexidade do conhecimento geológico. Planear, organizar e executar meticulosamente cada acção e apoiá-la em materiais didácticos construídos de forma orientada e fundamentada, são preocupações e cuidados determinantes e indispensáveis para o sucesso desta estratégia (Praia & Marques, 1997).

Consciente das limitações de carácter logístico existente no sistema escolar, da falta de materiais adequadamente construídos para ir ao campo, da escassa familiaridade que os professores têm relativamente às actividades de *outdoor*, Nir Orion, em 1993, apresentou um modelo de TC, desenvolvido por uma equipa de investigadores a trabalhar no Science Teaching Department of The Weizmann Institute of Science de Israel, com o propósito de planificar e implementar as actividades de campo como parte integrante dos *curricula*.

O modelo é baseado nos seguintes três princípios (Orion *et al*, 1997):

Δ As viagens ao campo devem constituir-se como um processo de aproximação orientado, centrado num processo de interacção activo entre os estudantes e o meio ambiente. Neste processo, os estudantes constróem activamente o seu conhecimento a partir de informação vinda do meio geológico. As vantagens de uma aprendizagem activa fundamenta-se numa perspectiva construtivista da aprendizagem.

Δ A viagem ao campo deve ser conduzida como parte integral de uma unidade particular do *curriculum*, e deve posicionar-se tão cedo quanto possível na

sequência de aprendizagem, para proporcionar uma base mais concreta de compreensão dos conceitos abstractos.

Δ Os estudantes devem estar convenientemente preparados para a viagem ao campo do ponto de vista cognitivo, psicológico e *geográfico*.

Neste modelo o ciclo de aprendizagem é representado segundo um desenvolvimento tridimensional em que a hierarquização dos conceitos é feita num movimento em espiral, do concreto para o abstracto, como ilustra a figura 2.18..

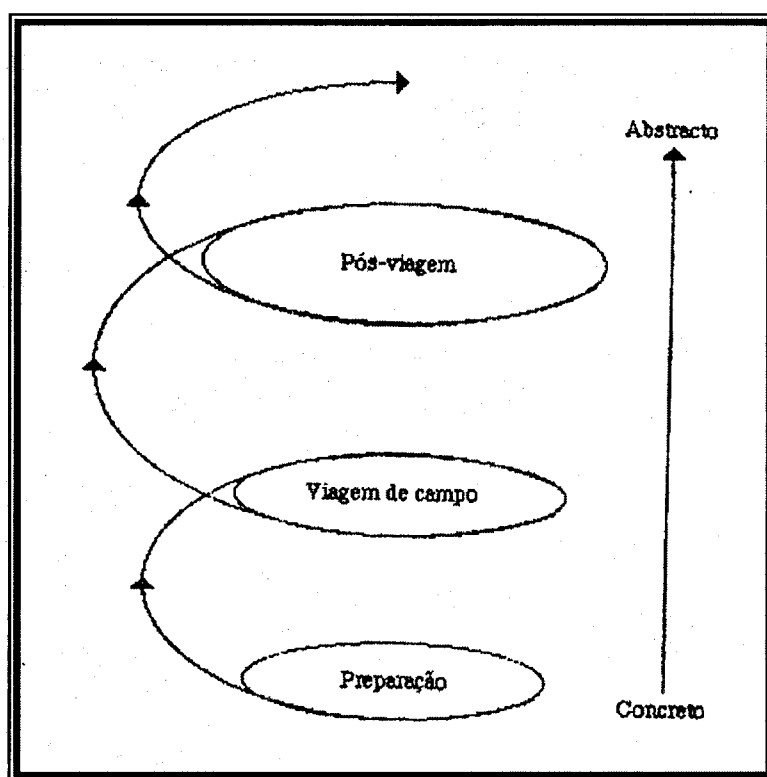


Fig. 2.18. – Estrutura da Unidade Viagem de Campo segundo o modelo organizacional desenvolvido por Orion, 1993 (In. Praia & Marques, 1997)

Em 1994 Orion & Hofstein identificaram um conjunto de factores de natureza diversa como capazes de condicionar a aprendizagem no campo e organizaram-nos em três grupos, a saber:

Δ Factores relacionados com o ensino, nomeadamente a posição que a viagem ocupa na estrutura curricular, os métodos e estratégias de E/A implementadas e até a *qualidade* de professor promotor da saída;

Δ Factores relacionados com a excursão, nomeadamente a agradabilidade do percurso, a duração do percurso e das paragens, as condições de aprendizagem de cada uma dessas paragens e até das condições atmosféricas;

Δ Factores relacionados com o estudante, nomeadamente o conhecimento anterior da área a visitar e dos tópicos a abordar durante a visita, os conhecimentos conceptuais prévios acerca da matéria em estudo, as atitudes face a experiências passadas de ir ao campo e as próprias características da classe (faixa etária, nível de ensino, maturidade, tamanho do grupo de trabalho e da turma, etc.).

Da investigação acabada de referir torna-se claro que na preparação do TC devem ser contemplados um conjunto de aspectos no sentido de familiarizar o aluno com o local a visitar e com os conhecimentos, as capacidades e as técnicas que serão mobilizados no terreno durante a resolução de actividades para aí preconizadas.

2.2.1. Etapas do Trabalho de Campo

A saída ao campo apresenta-se neste modelo como uma actividade de aprendizagem posicionada entre uma etapa de preparação, de pré-viagem, e uma outra etapa de pós-viagem. Nessa medida, exige a construção de materiais que integram actividades preparatórias da visita com os alunos ao local em estudo, realizadas na sala de aula ou no laboratório (*actividades de antes*); actividades a aplicar durante a viagem propriamente dita (*actividades de durante*); actividades de discussão, síntese e de levantamento de questões, novas ou pendentes, de volta na sala de aula (*actividades de pós*). Estas actividades correspondem, respectivamente, às seguintes três etapas que se interligam e são:

1. Preparação (organizacional e teórica).
2. Viagem ao campo (com roteiro, livro de campo, um conjunto de actividades, materiais de apoio e em que os fenómenos geológicos a observar/interpretar deverão ser claros e elucidativos).
3. Pós-viagem (devidamente planificada e sustentada por actividades e materiais de síntese).

Este modelo introduz, na sua 1ª etapa, um conceito importante, o de *novelty space*, que pode ser traduzido por “consciencialização para o novo/novidade”. Este conceito relaciona-se com o grau de familiaridade ou de novidade do aluno relativamente ao meio a visitar. Três tipos de factores contribuem para a sua definição: cognitivos (o aluno deve ser familiarizado com o modelo teórico que irá ser explorado, introduzindo os conceitos-chave através das actividades articuladas com os objectivos da viagem); psicológicos (é explorada a componente emocional e afectiva da viagem e a motivação intrínseca. Os factores negativos como a tensão ou insegurança podem ser compensados através de uma pré-figuração cuidada de todo o decurso da viagem); e geográficos (é feita uma contextualização do percurso a realizar na viagem, através da exploração de mapas, observação de filmes e diapositivos, etc.). É necessário reduzir ao mínimo o *novelty space*, através de actividades desenvolvidas nesta etapa de preparação, de forma a potenciar as actividades propostas para o campo, e a fomentar a capacidade de concentração e aprendizagem do aluno no campo. Estudos realizados por Orion *et al.* (1997), corroboram o que se acaba de afirmar ao demonstrarem que as viagens ao campo podem criar um *meio ambiente* de aprendizagem positiva, desde que os estudantes sejam preparados adequadamente e conheçam e compreendam claramente os objectivos e as actividades da viagem.

Nesta preparação deverão ser motivo de cuidada preocupação os seguintes aspectos:

- Selecção criteriosa da área de estudo, que deve ter características geológicas facilmente identificáveis e de fácil acesso;
- Distribuição dos conceitos para cada paragem e sua articulação com os conceitos curriculares;
- Planificação do roteiro, tendo o cuidado de que a beleza dos locais não se sobreponha aos objectivos cognitivos e psicológicos e assegurando a sua praticabilidade em termos de distâncias entre as diversas paragens;
- Construção das actividades e do material inerentes ao TC com vista a serem usados durante a viagem pelo professor e pelos alunos e que devem incluir um livro de campo individual, que serve de guião da viagem e um guia do professor.

Como já se disse, a viagem de campo propriamente dita deve ser precedida de uma série de actividades de preparação tendente a diminuir o grau de novidade que o

ambiente sempre comporta. Este processo de familiarização é indispensável para otimizar a capacidade de concentração dos alunos nas actividades de viagem propriamente dita.

Conforme referem Praia & Marques (1996, p. 45) *“Toda a actividade de preparação deve ser posicionada para a unidade de campo propriamente dita e, em seguida, para o pós-viagem, esta encarada como uma síntese. Movimento em espiral, como que a voltar ao ponto de partida para que a reflexão, num vaivém, se constitua em aprendizagem significativa”*.

Na 2ª etapa do processo, a viagem, a estratégia e as actividades programadas para cada paragem devem ser orientadas em termos de processo, não de produto, estando sempre subjacente uma interacção permanente entre o aluno e o meio.

As actividades deverão ser, inicialmente, desenvolvidas em pequenos grupos, seguindo-se uma discussão alargada, com fundamentação das hipóteses formuladas e concluindo-se com o levantamento de questões abertas e que posteriormente serão discutidas na sala de aula.

O trabalho de grupo assume aqui particular realce não só pelas atitudes de partilha, de respeito pela diferença, co-responsabilização, etc mas, sobretudo, porque os alunos, como referem Kempa & Orion, 1996, em geral têm uma percepção positiva dos benefícios educacionais que derivam de trabalhar no campo em grupo. É ainda importante por determinar o questionamento, dentro e fora do grupo, que promove a construção do seu próprio conhecimento pelos alunos.

A 3ª etapa, o pós-viagem, deve ser devidamente planificada e sustentada por actividades e materiais de síntese, já que constitui o verdadeiro momento de aprendizagem. Aqui retoma-se a exploração das questões deixadas em aberto, especialmente as de maior grau de abstracção (sobre as quais se formularam hipóteses), no sentido de (re)construir o conhecimento geológico da região estudada.

Nesta fase são também avaliados, mais do ponto de vista formativo, os aspectos relativos à atitude dos alunos perante a viagem.

As três fases referidas devem, no seu conjunto, ter sempre presente a intencionalidade de promover nos alunos uma atitude interrogativa, o que obriga o professor a desenvolver metodologias que sistematicamente solicitem a interpretação plausível dos fenómenos observados.

O modelo organizacional que se acaba de apresentar apresenta um conjunto de potencialidades que recomenda a sua implementação no terreno pelos professores das

Ciências Geológicas, uma vez que contempla um conjunto de aspectos inovadores capazes de promover a aprendizagem.

Nele procura-se uma unidade de objectivos a perseguir na tentativa de concretizar propostas de trabalho para três espaços de aprendizagem da Geologia – sala de aula, laboratório e campo – considerando as especificidades de cada um deles.

Para além disso, a concepção das actividades propostas – desde a preparação até ao pós-viagem – tem a firme intencionalidade de promover nos alunos uma atitude de interrogação, que deve ser explícita na metodologia de trabalho proposta pelo professor e deve ter uma natureza construtivista.

Por último esta proposta de trabalho sugere, em qualquer situação de E/A, uma atitude de mobilização das situações diárias e concretas que se relacionem com problemáticas relevantes como, por exemplo, a intervenção do Homem na paisagem.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO

3.1. Introdução

Este capítulo tem como objectivo especificar os procedimentos metodológicos da investigação utilizados no desenvolvimento do presente estudo. Assim, a organização do capítulo compreende duas vertentes intrinsecamente ligadas mas de alguma forma distintas:

- ❑ Uma, de carácter mais teórico, caracteriza, de forma sucinta a metodologia utilizada – o modelo de investigação-acção. Esta vertente será tratada no sub-capítulo 3.2.
- ❑ A outra descreve os processos da sua implementação no presente estudo (sub-capítulo 3.3.). Neste sub-capítulo será fundamentada a escolha da metodologia seguida e discriminados os meios que levaram à prática a investigação no que diz respeito a instrumentos, técnicas e estratégias. Serão apresentados os processos de validação dos instrumentos usados, referidas as condições que conduziram à formação do *grupo de alunos* participantes e feita a sua caracterização. Será igualmente referido o procedimento utilizado na recolha de dados e apresentados os métodos de análise utilizados nesta investigação.

3.2. Caracterização da Metodologia de *Investigação-acção*

Antes de dar início à caracterização da metodologia que foi utilizada no desenvolvimento do presente estudo parece oportuno referir que a investigadora sentiu necessidade de voltar à recolha bibliográfica, no sentido de mais e melhor se informar acerca quer dos métodos de abordagem qualitativa da investigação, quer das técnicas e instrumentos de recolha de informação tradicionalmente utilizados nesse tipo de abordagem.

Com este procedimento procurou aumentar quantitativa e qualitativamente o conhecimento sobre o assunto, ampliar o seu referencial metodológico e dar-lhe maior consistência. Pôde assim certificar-se até que ponto se havia afastado do procedimento recomendado pelos especialistas na literatura específica da área. Após essa análise procurou ajuizar acerca das dificuldades e/ou razões que estiveram na origem do eventual desfasamento o que, sempre que fôr caso disso, no momento próprio será registado.

As obras consultadas para o efeito constam da bibliografia deste trabalho.

Aventurando-se a propôr uma visão, que ele próprio considera algo simplificada, Stenhouse (1985, p. 27) define *investigação* como tratando-se de uma indagação sistemática e autocrítica, guiada pelo desejo de compreender e por uma curiosidade estável, suportada por uma estratégia que o investigador desenvolve de forma persistente, sempre norteada por princípios críticos que questionam metodicamente as hipóteses e os resultados.

Este autor refere que os professores se encontram numa situação privilegiada para levar a cabo o processo de investigação educativa já que têm a seu cargo as aulas e, do ponto de vista do experimentalista/investigador, as aulas são o cenário e o laboratório ideais para comprovar as teorias educativas. Enquanto investigador que almeja por uma observação naturalista, o professor é um observador e mesmo um observador participante potencial das aulas nas escolas, pelo que as oportunidades que tem de investigar são imensas.

Stenhouse 1985, (p. 41 e 42) considera “...*investigação em educação, a investigação realizada dentro de um projecto educativo e enriquecedora do processo educativo.*” E acrescenta que “*A investigação é educativa na medida em que pode relacionar-se com a prática educativa.*”

Deixando aberta a questão relativa ao tipo de relação que deve estabelecer-se, Stenhouse adianta no entanto hipóteses, entre as quais a de se tratar de uma ampliação

da experiência que informa a prática ou de constituir um marco para a investigação em acção encarada como instrumento exploratório de determinada situação.

Na investigação educativa que nos propomos realizar será usada uma metodologia de trabalho do tipo investigação-acção, isto é, uma metodologia descrita por Rodriguez Rojo (*in*: Blandez Ángel, 1996, p. 23) como um *“modelo de investigação dentro do paradigma qualitativo que observa e estuda, de forma reflexiva e participada, uma situação social para melhorá-la.”*

Este tipo de metodologia tem como objectivo investigar enquanto se realiza uma acção didáctica. Permite, portanto, investigar de forma rigorosa a acção que se leva a efeito, os seus resultados e implicações, tornando possível aprender com a própria experiência. Deste modo, docência e investigação são assumidas como possibilidade de coexistirem, integrarem-se e interpenetrarem-se. Trata-se de uma perspectiva em que o professor assume o seu próprio trabalho quotidiano na sala de aula como objecto da sua própria investigação. Acredita-se que este tipo de envolvimento do professor, que toma a sua acção como objecto de pesquisa, ao promover a auto-reflexão e a auto-crítica da prática docente contribui para uma melhoria da qualidade do ensino-aprendizagem (E/A).

Qualquer trabalho crítico exige um esforço continuado de reflexão e teorização sobre a prática. Ao assumir o duplo papel de investigadora/professora, torna-se necessário consciencializarmo-nos das especificidades do ensino por um lado e da pesquisa por outro, de modo a que fiquem muito claros os contornos e os limites de cada um.

Precisemos melhor este tipo de abordagem. Segundo Bogdan & Biklen (1994), na pesquisa qualitativa está essencialmente envolvida a obtenção de dados de carácter descritivo, no contacto directo do pesquisador com a situação estudada. O processo é mais enfatizado do que produto em si e o investigador evidencia grande preocupação com a perspectiva dos participantes.

Para estes autores a investigação qualitativa possui cinco características gerais, (pese embora nem todos os estudos considerados qualitativos apresentarem todas elas com igual desenvolvimento) que se passam a referir:

- i. Numa investigação qualitativa o investigador é o instrumento principal na recolha de dados. Esta é sempre feita no ambiente natural onde decorre a investigação. Mesmo socorrendo-se de equipamento vídeo ou áudio, os investigadores despendem muitas horas no local de estudo (escolas, bair-

ros, etc.) obtendo informação em contacto directo com o ambiente e na recolha de dados *em situação*. Esta atitude fica a dever-se à sua preocupação com o contexto e com o seu cabal entendimento.

- ii. Trata-se de uma investigação descritiva na qual os dados são recolhidos sob a forma de palavras ou de imagens e não de números: entrevistas, notas de campo, memorandos, fotografias, vídeos entre outros. A análise dos dados é feita em toda a sua riqueza permitindo abordar o mundo de forma minuciosa.
- iii. Numa investigação qualitativa o investigador coloca a tónica da investigação no processo e não no produto final. Enquanto as técnicas quantitativas mostram, por exemplo, que as mudanças se operam, as qualitativas mostram como é que as mudanças se operam.
- iv. Nas investigações qualitativas os dados tendem a ser analisados de forma indutiva pelos investigadores. São recolhidos individualmente e inter-relacionados sendo a partir deles que se desenvolve a teoria. É o que se designa por *teoria fundamentada*.
- v. Nas abordagens qualitativas o significado é fundamental, isto é, o investigador preocupa-se com aquilo que habitualmente se designa por *perspectivas participantes*. Por exemplo, preocupa-se em estudar as perspectivas dos professores e dos alunos acerca da mesma questão. O investigador tenta desta forma certificar-se de que apreende as diversas perspectivas dos sujeitos envolvidos no estudo.

Na investigação educativa agora levada a cabo foi, pois, utilizada uma metodologia de trabalho designada por investigação-acção. Esta metodologia desenvolve-se em quatro etapas fundamentais: planificação, acção, observação e reflexão e, de acordo com Ángel (1996, p. 69 e 70) reveste-se das características que abaixo se enumeram:

- Alia a teoria à prática: esforça-se por ligar, durante todo o processo, o que se pensa – a teoria – ao que se faz – a prática. As acções projectadas são levadas à prática, recolhem-se os dados e a análise dos resultados conduz-nos a um novo ciclo no qual se rectifica ou reelabora um novo plano, que se leva novamente à prática e assim sucessivamente, repetindo o ciclo.

- ❑ É ecológica : desenvolve-se no cenário natural da sala de aula em contacto com a realidade educativa e envolvendo as pessoas directamente ligadas ao processo educativo.
- ❑ É flexível: durante a construção da investigação as opções vão sendo seleccionadas em função dos resultados que vamos obtendo.
- ❑ É dinâmica: por estar ligada à prática docente compromete-nos inevitavelmente com o tempo.
- ❑ É formativa: conduz ao aprofundamento da prática docente, obrigando a um processo de consciencialização, transformação e formação, de interesse primordial para o desenvolvimento profissional.
- ❑ É crítica: exige uma reflexão séria.

Não obstante as evidentes vantagens inerentes à investigação-acção é importante estar atento à dificuldade que pode resultar do facto de, durante o desenvolvimento deste modelo de investigação, existir uma tensão constante entre objectividade-subjectividade, devido ao duplo papel de professor e investigador ser vivido pela mesma pessoa.

Para além disto – e de certa forma relacionado com a questão da objectividade – a investigação-acção necessita em todo o caso de ser suportada por procedimentos que confirmem validade aos estudos desenvolvidos com base nesta metodologia.

Reportando-nos a Ángel (1996, p. 73): “ ... *com respeito à validade é o que nos avaliza a qualidade de investigação dando-lhe consistência e firmeza...*”

Este autor distingue dois tipos de validade: a interna e a externa. O primeiro tipo prende-se com a preocupação de assegurar uma unidade de entendimento na interpretação dos factos por parte dos intervenientes na investigação. O segundo tipo prende-se com a procura da possibilidade de generalização dos resultados obtidos a outros contextos similares.

Com o objectivo de conferir validade ao presente estudo será feito um esforço no sentido de se deixarem claros os critérios utilizados na selecção dos dados a colher e das situações a observar. Sempre que oportuno dar-se-á conta das alterações havidas nos pressupostos, fruto da(s) mudança(s) operada(s) na própria investigadora como consequência do desenvolvimento da própria investigação. De igual modo serão explicitados os métodos e os procedimentos levados a cabo pela investigadora, de maneira a que fique claro a forma como foram colhidas as informações.

Ainda com o mesmo objectivo foi efectuado o cruzamento de dados da maneira que adiante será indicada.

De qualquer forma não parece demais referir que as questões de validação nas abordagens qualitativas da investigação assumem aspectos que se afastam das investigações *tradicionais* (quantitativas). Como refere Lüdke (1990, p. 52) citando Smith “*O máximo que se pode exigir, tendo em vista os próprios pressupostos da pesquisa qualitativa, é que haja um certo consenso, num determinado momento, sobre a veracidade daquilo que foi apreendido e relatado*”. Espera-se, não que observadores isentos cheguem a representações iguais de iguais acontecimentos, mas tão somente que cheguem a uma certa concordância de que essa representação da realidade é aceitável mesmo coexistindo com outras.

Este assunto voltará a ser abordado aquando da apresentação dos procedimentos desenvolvidos no âmbito da validação do presente trabalho de investigação.

3.3. Processos, Instrumentos e Técnicas de Recolha de Informação

A opção efectuada por metodologias qualitativas prendeu-se com o facto de a investigadora/professora pretender aumentar a compreensão acerca: de como os alunos aprendem Geologia no Campo, usando para o efeito materiais construídos numa perspectiva inovadora; de como se colocam pessoalmente face ao Trabalho de Campo enquanto instrumento de aprendizagem; de que dificuldades se colocam ao professor na construção desses materiais; de que forma essas dificuldades se reflectem na aprendizagem dos alunos. Ou seja, mais do que confirmar ou refutar hipóteses prévias, pretende-se melhorar a prática que está a ser investigada.

Assim sendo, a investigadora/professora só poderia optar por uma linha de investigação que lhe permitisse contextualizar a prática do TC, ou seja: entender o quadro referencial em que os elementos envolvidos *neste* processo de E/A se movem; captar a multiplicidade e a especificidade da prática do TC no ensino da Geologia; trabalhar com situações, porventura imprevistas, mas que eram as que iriam emergindo ao longo da investigação e lidar com questões e hipóteses que, podendo dar resposta às questões-problema inicialmente levantadas, deixassem em aberto outras questões tão ou mais pertinentes que as primeiras.

O uso das abordagens qualitativas em investigação suscita questões de natureza ética que decorrem da interacção entre investigador e sujeitos pesquisados. Este não foi, de todo, um problema no presente estudo, já que todos os intervenientes estavam informados do decurso da investigação e, em virtude do seu carácter, não foi necessário sigilo quanto aos resultados, nem o grupo de estudo teria qualquer vantagem em iludir o investigador, manipulando de alguma forma a informação.

Passar-se-á de seguida a justificar a escolha do método usado nesta *investigação/acção*.

O presente estudo foi realizado por uma investigadora/professora, ou seja, uma docente que investiga sobre a sua própria prática quotidiana, podendo nessa medida designar-se por *investigação na acção*.

O estudo foi realizado em ambiente natural de sala de aula e em contacto directo e natural (a sala de aula, o laboratório e o campo) com o objecto de estudo da disciplina no âmbito da qual foi realizado a investigação (a disciplina Ciências da Terra e da Vida). Pode por este motivo dizer-se que é ecológica.

A investigadora encontrava-se presente no local onde decorriam os fenómenos que pretendia observar.

Trata-se de um estudo de natureza essencialmente qualitativa, já que não foi preocupação central quantificar os resultados obtidos. Para além disso a investigadora, por um lado realçou o carácter contextualizado da investigação, a sua singularidade e complexidade, e por outro lado recolheu dados, registou palavras e imagens, anotando e descrevendo situações no seu contexto natural – a sala de aula, o laboratório, e o campo – onde decorreu o processo de E/A.

Trata-se ainda de um estudo de natureza interpretativa, que pretende *descrever* e *interpretar* (por oposição à comprovação/refutação de hipóteses por meio de dados quantitativos e do seu tratamento) aspectos úteis que permitam ilustrar emergências teóricas a partir da prática. Ou seja, o objecto de análise foi formulado em termos de *acção*, uma acção que se prende, não só com a forma como decorreu mas também com os significados que esse procedimento tem para os seus intervenientes (Lessard-Hébert, 1990, p. 39).

Pode dizer-se ainda que se tratou de uma investigação flexível e criativa, já que o percurso da investigação inicialmente delineado foi alterado à medida que as opções foram sendo tomadas em função dos resultados sucessivamente obtidos, e que alguns

procedimentos foram sendo abandonados e/ou trocados por outros que, após reflexão e discussão, foram considerados mais adequados e eficazes, ou de mais fácil exequibilidade. Por estas razões pode também afirmar-se que se tratou de um processo crítico: o exercício de análise exigido promoveu o aprofundamento e a tomada de consciência face ao processo educativo e formativo, uma vez que ao longo deste processo investigativo a prática docente da investigadora/professora se viu analisada e transformada.

No capítulo 4 serão discriminados os processos, procedimentos e materiais e acrescentados detalhes sobre a forma como evoluiu a investigação. Na página seguinte será apresentado um esquema representativo da organização dos procedimentos metodológicos levados a cabo nesta investigação. Com este esquema pretende-se fornecer uma visão de conjunto sobre a forma como se desenvolveu o presente estudo, as fases em que se desenvolveu e as inter-relações estabelecidas entre as diversas fases.

Por fim pode-se acrescentar que o estudo levado a efeito foi marcado por uma tensão objectividade $\Leftrightarrow$ subjectividade e pela relação teoria $\Leftrightarrow$ prática.

Não deve contudo entender-se os conceitos objectividade e subjectividade como constituindo dois pólos opostos num *continuum* linear, o que nos levaria a ter que optar por um deles. Parece-nos mais que, ao trabalhar simultaneamente como professora e investigadora, se coloca à docente uma questão metodológica que se prende com o facto de esta se transformar no sujeito da própria pesquisa e a conduzir a trabalhar com um certo nível de subjectividade, exigindo-lhe um esforço na observação do contexto, que deve ser rigorosa e distanciada, especialmente nestes casos relacionados com os processos de E/A onde as componentes *representação* e *significação* se acentuam com tanto peso.

Relacionado com estas questões vários autores, nomeadamente Bogdan & Biklen (1994), referem que nas abordagens qualitativas o investigador, ao constituir-se como instrumento da investigação¹ – designando-o por instrumento-investigador –, introduz *defeitos de subjectividade* aos dados que recolhe. Tais defeitos podem ser «corrigidos» se forem clarificadas as características do instrumento-investigador, o contexto da investigação, o modo como foi usado e o tipo de dados – não puros nem neutros – por ele colhidos. Igualmente devem ser cotejadas as indicações obtidas pelo instrumento-investigador com as obtidas através de outros instrumentos, ou seja, os dados por si colhidos de algum modo são controlados através da utilização de instrumentos auxiliares.

¹ Chegando mesmo a afirmarem (p. 47) que é o principal instrumento de investigação

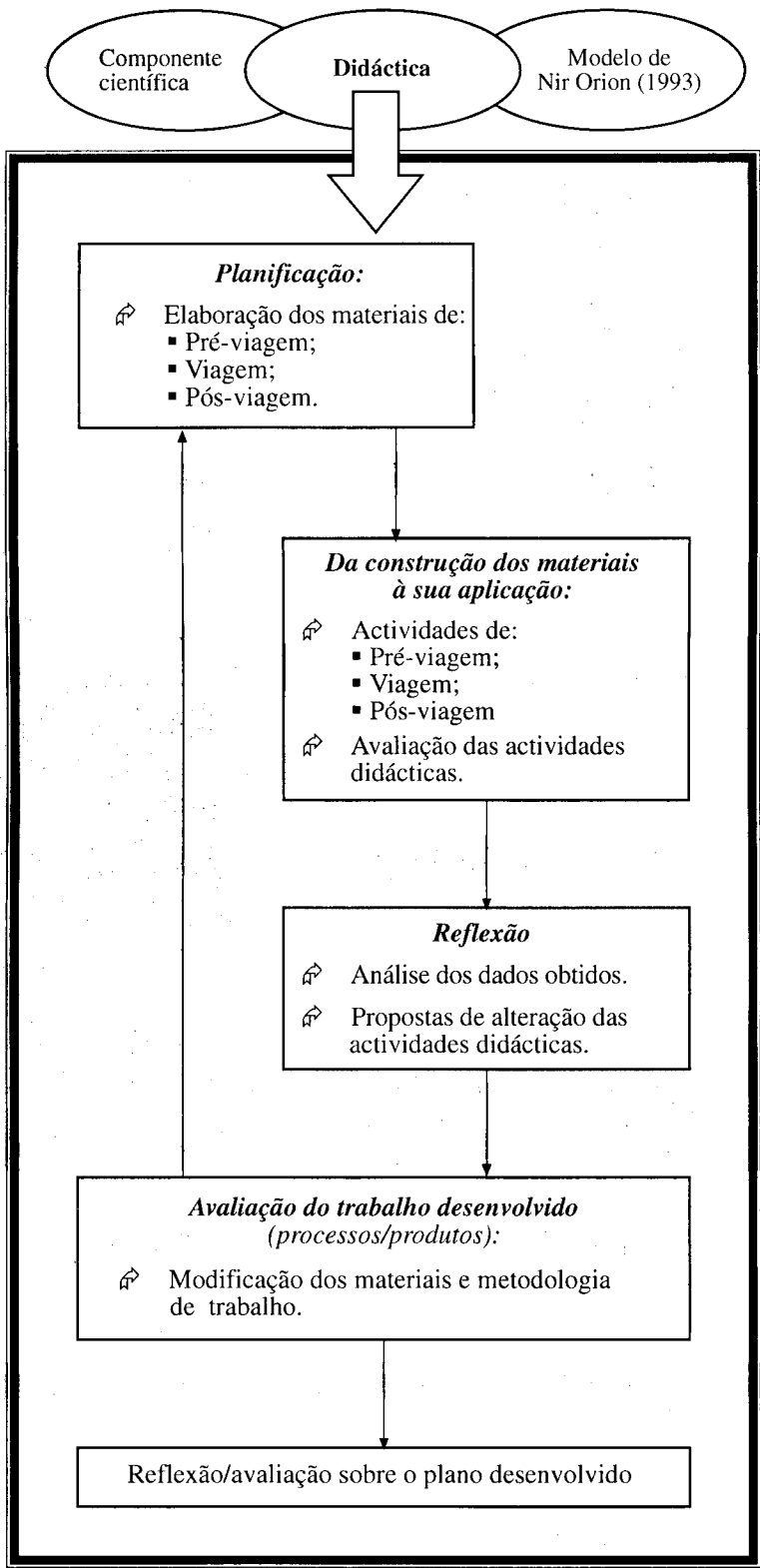


Fig. 3.1. – Organização dos procedimentos metodológicos

No presente estudo foi efectuado um esforço de teorização a partir da prática, que por sua vez se reflectiu na prática imediatamente seguinte, ao reformular, sempre que se julgou necessário, as actividades a desenvolver em função do *feed-back* que os alunos iam fornecendo durante a resolução das actividades imediatamente anteriores.

A investigação desenvolveu-se em quatro etapas de acordo com o quadro representado.

Quadro 3.1. – Fases do projecto de investigação e instrumentos utilizados

Fase	Descrição	Técnicas de recolha de informação e instrumentos
I	Reflexão sobre um modelo de Trabalho de Campo de índole construtivista .	Recolha bibliográfica anotada em fichas de leitura.
II	Construção de materiais relativos à realização do TC (actividades de pré, durante e pós-viagem) numa área seleccionada da região de Valongo, à luz da metodologia construtivista adoptada. Validação interna dos materiais construídos.	A partir de várias visitas à região fez-se a escolha criteriosa das paragens bem como a sequência que estas deveriam ter. Neste procedimento foi tida em elevada consideração a discussão com os especialistas em Didáctica e em Geologia que acompanharam o desenvolvimento desta investigação. Validação interna – os materiais foram submetidos à apreciação crítica de um especialista na área da Didáctica e de outro na área da Geologia. <i>Realização de um piloto</i>
III	Realização do TC (actividades de pré-viagem, de viagem e de pós-viagem). Avaliação das aprendizagens dos alunos. Entrevista Discussão dos resultados.	Administraram-se dois questionários aos alunos, um com incidência nos conteúdos conceptuais e outro nas atitudes. Cruzamento de dados.
IV	Análise das implicações da realização deste trabalho de investigação na formação de professores, nos currícula e no próprio desenvolvimento da professora enquanto investigadora e formadora	Reflexão crítica sobre o trabalho desenvolvido.

E desenrolou-se no tempo de acordo com o cronograma seguinte.

Quadro 3.2. – Calendarização das actividades/fases a desenvolver no projecto de investigação

TAREFAS	TRIMESTRES					
	Setembro a Dezembro	Janeiro a Março	Abril a Junho	Julho a Setembro	Outubro a Dezembro	Janeiro a Março
• Recolha bibliográfica						
• Construção de materiais						
• Validação de materiais						
• Realização das actividades de TC (pré-durante-pós viagem)						
• Discussão dos resultados e conclusões						
• Redacção da tese						
• Análise das implicações da concretização deste projecto						

3.3.1. Escolha dos processos, instrumentos e técnicas de recolha de dados

Para dar continuidade a um projecto de investigação há que optar, permanentemente, por um conjunto de procedimentos e estratégias que nos permitam alcançar o que nos propusemos atingir.

Após a delimitação do objecto de estudo desta investigação (que como já foi referido nos capítulos anteriores se prende com o *Trabalho de Campo no Ensino da Geologia*) e a construção de hipóteses, bem como a definição dos objectivos, passou-se à recolha de informação que permitiu à investigadora/professora construir um quadro conceptual consistente acerca do modelo de Actividades de Campo seguido neste estudo (Fase I da investigação). Esta recolha foi efectuada essencialmente através da consulta de artigos de revistas da especialidade que abordam o assunto de forma detalhada e actual e fornecem informação sobre outras investigações ou experiências relacionadas com o tema da presente investigação e que constam da bibliografia.

A investigadora começou por consultar artigos que apresentam uma reflexão de síntese e só depois outros que abordam o assunto de forma mais detalhada e particular. Procurou-se artigos em que os autores não se limitassem a apresentar dados mas também elementos de análise e de interpretação que despoletassem a reflexão e que, além disso, apresentassem abordagens diversificadas do assunto abordado no estudo. Após a análise e consulta efectuaram-se fichas de leitura de algumas obras e resumos de outras. No último caso escolheram-se alguns textos que consideramos mais relevantes para este estudo e procedeu-se à sua confrontação.

A complementar a recolha bibliográfica foram obtidas opiniões debatendo o tema com colegas conhecedoras do assunto e com o orientador da presente investigação. Com este procedimento a investigadora pretendeu criar novas perspectivas acerca do TC e enriquecer o trabalho a realizar.

Passar-se-á agora à análise da Fase II da investigação. Nesta fase, tendo em conta as questões-problema, as hipóteses de trabalho e os objectivos da investigação tornou-se necessário construir um conjunto de materiais curriculares que permitissem operacionalizar estratégias com vista à implementação de uma proposta inovadora de TC baseada num modelo emanado da literatura de raiz construtivista (Orion, 1993), já caracterizado no capítulo 2.

Deste modo passou-se à selecção do local que seria alvo do estudo a realizar para a concretização do TC. Seguidamente precedeu-se a conceptualização e construção dos materiais a implementar durante realização do TC – actividades de pré, durante e pós viagem – para a zona seleccionada.

Da planificação e a da construção dos materiais, das actividades desenvolvidas com esses materiais, bem como das dificuldades encontradas, quer na sua construção quer em levá-los à prática, falaremos no capítulo 4.

Passar-se-á a caracterizar o *grupo de alunos* que participaram no presente estudo e a descrever os conteúdos nele abordados.

a) Participantes no estudo e conteúdos tratados

Esclareça-se desde já que neste estudo não se pode usar o termo *amostra* para nos referirmos ao grupo de alunos com que se trabalhou. Frequentemente entende-se por *amostra* um conjunto de elementos – por exemplos pessoas – sobre as quais se vai desenvolver a investigação. Trata-se de um conjunto representativo da população alvo do estudo no sentido estatístico do termo.

Ora, no caso concreto da presente investigação, o conjunto de alunos envolvidos é demasiado pequeno e provém de uma mesma zona da cidade do Porto, o que o torna não representativo da realidade portuguesa, não podendo ser considerado uma “amostra estatística”

Por outro lado o *grupo de alunos* foi constituído de forma relativamente aleatória, já que o estudo foi realizado com a turma de alunos do 11º ano da disciplina de Ciências da Terra e da Vida (CTV) que no âmbito da prática de docente da investigadora/professora lhe foi atribuída no ano lectivo de 1999/2000. Devemos contudo referir que o facto de nos ter sido atribuído uma turma de 11º ano de C T V foi a resposta a um pedido para tal formulado já que, por um lado, a escola aonde lecciona não oferece aos alunos a disciplina de Técnicas Laboratoriais de Geologia (disciplina talvez mais adequada para a análise da problemática relacionada com a aprendizagem da Geologia) e por outro lado, contrariamente ao programa da disciplina de CTV do 10º ano, o de 11º contempla um conteúdo passível de ser abordado através das actividades desenvolvidas no TC nomeadamente no estudo das unidades “*MATERIAIS CONSTITUINTES DA TERRA – Minerais e Rochas*”

“AMBIENTE MAGMÁTICO – classificação das rochas magmáticas”, “AMBIENTE SEDIMENTAR” e “AMBIENTE METAMÓRFICO”.

Esta turma era constituída por 17 alunos, 12 dos quais do sexo masculino e 5 do sexo feminino e as suas idades situavam-se entre os 16 e 17 anos.

Os alunos vinham juntos desde o ano anterior, ano no qual atingiram elevadas classificações não apenas à disciplina de CTV como às restantes, evidenciando-se as classificações obtidas às disciplinas da área tradicionalmente designada por *Área de Ciências*. Ao longo do presente ano lectivo (1999/2000) o seu aproveitamento melhorou ainda mais tendo estes alunos, na sua generalidade, concluído o 11º ano com médias elevadas.

Do ponto de vista sócio-cultural a maior parte destes alunos são provenientes de famílias em que os pais possuem como grau académico a licenciatura. E a sua vida escolar era muito acompanhada pelos encarregados de educação e muito apoiada em termos de disponibilidade de bibliografia, equipamentos de informática e outros.

Em geral os alunos desta turma demonstravam interesse e curiosidade pelo conhecimento, um sentido agudo de observação, grande autonomia e um forte sentido crítico.

Dadas as considerações que se acabam de fazer, parece preferível usar a designação *GRUPO DE ALUNOS* (sempre que nos referirmos ao conjunto de alunos da turma com que se trabalhou nesta investigação), ao termo *AMOSTRA* que carrega em si uma conotação estatística pouco adequada a este caso.

Durante as fases II e III tornou-se necessário proceder à recolha de dados que permitissem o prosseguir da investigação. A seguir dar-se-á conta dos métodos, instrumentos e meios que concretizaram essa recolha.

b) Recolha de dados

Com a recolha de dados pretende-se obter toda a informação possível acerca do desenvolvimento da investigação. Nessa medida a recolha de dados depende, e citamos Quivy e Campenhoudt (1992, p. 188), “...*dos objectivos da investigação, do modelo de análise e das características do campo de análise.*”² . Por esta razão e atendendo à

2 Os mesmos autores defendem ser necessário, no que diz respeito à observação, para além da definição clara do tipo de dados a serem observados, circunscrever o campo de análise no espaço geográfico e social e no tempo.

natureza qualitativa da metodologia utilizada, foram seleccionados os seguintes meios na recolha de dados:

- ☐ observação participante;
- ☐ notas de campo;
- ☐ registo naturalista de aulas e respectiva interpretação;
- ☐ fotografias/slides;
- ☐ sessões de reflexão e discussão acerca das práticas tradicionais da realização do TC *versus* a prática inovadora com que o TC será desenvolvido nesta investigação e sobre alguns documentos tais como referências bibliográficas;
- ☐ validação dos materiais curriculares construídos;
- ☐ documentos de trabalho;
- ☐ entrevista não estruturada;

Ao particularizar os procedimentos acima referidos proceder-se-á também à sua fundamentação e ao registo das limitações e das dificuldades sentidas pela investigadora ao levá-los à prática. Sempre que vier a propósito será também referido o contributo de cada um dos procedimentos desenvolvidos para a formação da investigadora como professora.

Alguns dos métodos, instrumentos e meios acima referidos serão tratados com detalhe. Outros, devido à sua simplicidade e trivialidade, serão meramente aludidos sempre que tenham sido utilizados no decurso dos primeiros. Será também explicitado o propósito que se teve com a sua aplicação.

Desta forma a investigadora pretende evidenciar o modo como algumas das opções tomadas se relacionam com outras mais gerais do modelo metodológico escolhido, e ainda o modo como os diferentes instrumentos, técnicas e meios se inter-relacionam no sentido de fornecerem um conjunto rico e diversificado de dados que disponibilizem a informação necessária e suficiente ao cruzamento de dados, fornecendo elementos susceptíveis de serem avaliados quanto à sua coerência, qualidade e exequibilidade.

A opção pelo conjunto de métodos e meios teve em vista, por um lado, evidenciar a forte interligação entre a investigação e a acção no presente estudo e por outro responder às necessidades da investigação sem prejudicar o processo de E/A.

OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE

A observação participante é uma variante do método de recolha de dados conhecido por observação directa. A observação directa baseia-se na selecção de informação pertinente através dos órgãos sensoriais e fornece dados importantes na medida em que permite descrever, interpretar e actuar sobre a realidade observada. Em muitos casos mostra-se um método extremamente fiável pois permite descobrir se as pessoas fazem o que dizem fazer. Ou seja, constitui o único método que permite captar os comportamentos no momento em que são produzidos. O campo de observação do investigador é *a priori* infinitamente amplo, dependendo apenas dos objectivos da investigação e das hipóteses de partida. Existem diversas modalidades concretas de observação que vão desde a observação participante de tipo etnológico, muito pouco estruturada, até à observação não participante cujos processos técnicos de recolha de informação são muito formalizados – normalmente baseados em grelhas ou outros instrumentos que guiam a observação.

A opção pela observação participante ficou a dever-se à natureza qualitativa da metodologia segundo a qual se desenvolveu o presente estudo – método de investigação/acção (Bogdan & Biklen, 1994, p. 73; Ángel, 1996, p. 75).

No presente estudo assume particular interesse: o ambiente natural de ocorrência dos fenómenos (o seu contexto); a análise do não verbal e aquilo que ele revela, nomeadamente as condutas instituídas; os códigos de comportamento; a organização espacial dos grupos; a interacção intra e inter-grupo e a forma como essa interacção se reflecte na aprendizagem dos alunos; a forma como os alunos reagem e se envolvem no desenvolvimento de actividades construídas numa perspectiva inovadora de TC; de que forma varia o seu desempenho tendo em linha de conta a prática tradicional de algum TC que tenham já anteriormente efectuado. Em suma, pretende-se analisar os acontecimentos tal como estes se produzem e nessa medida a observação participante é de todo adequada, já que permite o contacto directo e íntimo da investigadora com o fenómeno de pesquisa. A observadora chega mais perto da perspectiva do sujeito já que observa as suas experiências quotidianas. No caso concreto, as experiências de aprendizagem do grupo de alunos

e a forma como estes constróem o conhecimento geológico durante o desenvolvimento das actividades de TC organizadas para o efeito e ainda o modo como essa perspectiva de trabalho altera a sua tomada de atitudes.

Com vista à construção dos materiais a serem utilizados no decurso das actividades preconizadas para o TC, tornou-se indispensável a recolha de informações e elementos no local seleccionado para alvo da saída. No entanto, antes de ter sido efectuado o primeiro contacto com o terreno, foi necessário proceder a uma recolha de informação de natureza bibliográfica que depois foi articulada, complementada e aprofundada com observações directas no terreno, dando posteriormente origem a um diálogo cognitivo, entre o que tinha sido lido e o que foi observado, fazendo-se dessa forma um entrelaçamento entre os dois procedimentos.

A investigadora possui, há alguns anos, conhecimentos sobre a área geológica em estudo. Esses conhecimentos permitiram-lhe aventar a hipótese de que essa área servia os propósitos da investigação. Na posse desse conhecimento discutiu o assunto com dois geólogos e um especialista em didáctica. Uma visita conjunta ao local permitiu confirmar tal hipótese.

A partir desse momento a investigadora efectuou sozinha e acompanhada, quer pelo especialista em didáctica, quer pelos geólogos, várias visitas no sentido de recolher dados que lhe permitissem seleccionar os locais – paragens – mais adequados para trabalhar os conceitos que pretendia, para o estudo dos afloramentos *in situ*, para a recolha de amostras de mão que posteriormente foram estudadas a olho nu e ao microscópio. Estas visitas permitiram-lhe recolher informações que guiaram primeiro a conceptualização e posteriormente a construção dos diferentes materiais a implementar, nomeadamente pósteres, fichas de trabalho, actividades que constam do livro de campo e diapositivos, entre outros.

Durante as visitas ao local foram recolhidas imagens com o propósito de auxiliarem a memória da investigadora durante a construção dos materiais. Algumas das imagens colhidas foram reproduzidas em diapositivos e projectadas aos alunos durante a concretização das actividades de pré-viagem. Realizaram-se também gravações áudio das discussões ocorridas com a intenção de permitirem uma reflexão mais rica e produzirem conclusões mais fundamentadas, que resultassem na produção de materiais mais elucidativos e diversificados. Com o mesmo propósito foram ainda registados por escrito sob a forma de Notas de Campo³, um conjunto de dados resultantes da observação e análise

³ Método de recolha de dados que será caracterizado na página 92

realizadas durante as visitas à área, que posteriormente foram confrontados com os registos áudio e com o demais material visual recolhido.

Os materiais construídos foram validados – validação interna – por um geólogo e um especialista em didáctica.

No projecto de investigação inicialmente traçado, durante a realização da Fase II, estava preconizada a realização de um *piloto* que tentativamente, permitiria à investigadora/professora testar a adequação das questões – a nível de conteúdo, redacção e sequência – que integram o conjunto das actividades constituintes do livro de campo que acompanhou os alunos e que fez parte integrante dos materiais construídos para a implementação das actividades a desenvolver no TC. Pretendia assim verificar a pertinência e clareza dos aspectos ilustrados pelos *pósteres* construídos com o objectivo de, em cada paragem, elucidar algum aspecto que permanecesse dúbio e tornar a discussão mais rica e esclarecedora. Além disso, permitiria à investigadora saber até que ponto o conjunto de actividades implementadas na sala de aula e no laboratório (com vista a preparar os alunos quer do ponto de vista conceptual quer do ponto de vista atitudinal, quer ainda no sentido de adquirirem métodos de trabalho específicos da Geologia) foram adequadas e suficientes para realizar as actividades no terreno, concedendo-lhe a possibilidade realizar os ajustes necessários.

Por razões institucionais, de natureza organizacional, não foi possível realizar o piloto inicialmente previsto. O facto do *terminus* do ano lectivo ocorrer a 2 de Junho e da organização curricular não o permitir, o início das actividades de TC não puderam ser implementadas antes do final do 2.º período. No sentido de minimizar a não realização do referido estudo piloto foi elaborado, por parte da investigadora/professora, um estudo minucioso do percurso entre Carvoeira e Couce. Com esse estudo pretendeu-se obter maior segurança nos materiais que estávamos a construir. Assim realizou-se inúmeras visitas ao local, por vezes sozinha e outras vezes acompanhada por um geólogo com grande conhecimento geológico deste percurso e sensível (dada a sua experiência no acompanhamento, participação e realização de visitas de estudo a diversos níveis de ensino – básico, secundário e universitário – desde há alguns anos) às questões relacionadas com a didáctica. A investigadora tem no entanto consciência que, do ponto de vista metodológico, teria sido mais correcta a realização do referido piloto.

Todas as actividades foram construídas e previamente discutidas pormenorizadamente com este geólogo, desde a definição dos objectivos até à conceptualização dos *pósteres* que acompanharam a discussão efectuada em grupo-turma.

Posteriormente o conjunto dos materiais foi submetido à apreciação do especialista em Didáctica que acompanhou o estudo desde a selecção do local a visitar e manifestou a sua concordância com a quantidade e qualidade do trabalho produzido.

No sentido de diversificar as perspectivas acerca dos resultados obtidos, três professores com formação na área da Geologia acompanharam a visita efectuada pelos alunos e observaram cuidadosamente, não só a forma como estes desenvolveram as actividades propostas no livro de campo, como a globalidade da sua actuação no campo. Posteriormente transmitiram as suas opiniões acerca da forma como os alunos vivenciaram a visita, as dificuldades por eles sentidas e a forma como desenvolveram as actividades.

No final foi feita uma entrevista a uma das docentes, a que tem mais experiência, tanto lectiva como a nível de trabalhos desenvolvidos ao mais diverso nível. Esta entrevista, à semelhança da discussão travada com os restantes acompanhantes, teve como objectivo confrontar as observações da entrevistada com as observações da própria investigadora e fornecer-lhe um *feed-back*, que porventura a ajude a, num futuro próximo, poder vir a melhorar estes materiais, com vista à realização de futuros trabalhos de campo.

Ao levar ao campo um pequeno grupo de alunos se se tivesse realizado o piloto a investigadora conseguiria dar mais garantias, em termos de conteúdo e de processo, aos materiais por si construídos. No entanto essas garantias estão de algum modo limitadas pelo facto, hoje consensualmente aceite, que cada aluno é uma entidade singular e idiossincrática, e portanto a adequabilidade ou não de um instrumento de E/A está condicionada pela estrutura/capacidade cognitiva do aluno, pela sua motivação, pelas experiências anteriormente realizadas, etc. .

Quanto à validação externa dos materiais, ela assume nas abordagens qualitativas da investigação um carácter particular. A generalização deste tipo de estudos é muito relativa, já que estes se desenrolam num contexto específico (Ángel, 1996, p. 73).

Como já foi referido, para a metodologia de investigação-acção aponta-se como fragilidade, a falta de validade externa e o seu baixo grau de generalização científica. A este respeito alguns autores tais como Marcelo *et al*, Lüdke *et al*, Lessard-Hébert *et al*,

Ángel, são de opinião que uma vez que se trata da abordagem qualitativa de uma investigação, o problema não se coloca nessa medida, mas sim do ponto de vista da transferibilidade. No caso presente será exigido que seja possível transferir a experiência deste Trabalho de Campo para outros grupos a *trabalhar* a Geologia no campo.

Também Silva (1997, p. III – 52) refere, citando Gimeno & Pérez, a respeito da *validade externa* nas abordagens qualitativas, que a *generalização* é concebida como a *possibilidade de transferir* conhecimentos recolhidos num dado contexto de forma a facilitar a pretensão de analisar, entender e actuar noutro contexto.

Parece pois que não se pode ir tão longe, i. é., passar do quadro teórico à prática e desta partir para a generalização. Assim foi preocupação central nesta investigação que os materiais construídos, cotejados pelo trabalho de campo, apresentassem coerência para o contexto quando articulados com os quadros teóricos.

Ao desenvolver esta primeira fase de observações, a investigadora sentiu algumas dificuldades com o dispêndio de tempo e de energia gastos a efectuar frequentes visitas ao local em estudo, pese embora o facto de se tratar de um local relativamente perto. Tal dificuldade foi parcialmente suavizada pela flexibilidade do seu horário de trabalho de docente a exercer funções de orientadora de estágio.

A reflexão efectuada contribuiu, de forma relevante, para a formação científica e pedagógica da investigadora. Por exemplo fez com que esta sentisse, por experiência própria e no terreno, a complexidade dos fenómenos geológicos e de que forma essa complexidade pode dificultar a construção de materiais simultaneamente claros e precisos. Além disso permitiu que tomasse consciência da diversidade de aspectos que, por vezes, certas paragens apresentam. O que a leva a pensar que, se bem seleccionados e adequadamente trabalhados, alguns locais podem ser transformados em fontes de experiências geológicas extraordinariamente ricas, deixando de ser necessário percorrer um número desmedido de paragens, que por vezes se torna exaustivo para os alunos e frustra o processo de E/A.

Após a planificação das actividades de pré, durante e pós viagem, os materiais foram construídos e, à medida que foram sendo aplicados, procedeu-se novamente à observação com vista à recolha de dados, em ambiente natural, acerca da forma como a implementação do TC, desenvolvido numa perspectiva de ensino inovadora, produz uma melhoria na aprendizagem dos conhecimentos de Geologia e uma mudança de atitude

por parte dos alunos. Este procedimento levou a investigadora/professora a consciencializar-se da sua acção e a compreender a forma e a razão das actividades desenvolvidas obterem ou não êxito, permitindo-lhe proceder à remodelação da actividade em questão e, eventualmente, proceder à alteração das que se lhe iriam seguir.

A observação adquiriu aqui contornos diversos da anteriormente praticada e embora tivesse trazido contributos para a formação da investigadora enquanto docente, acarretou algumas dificuldades sobretudo relacionadas com a metodologia de recolha de dados usada. Muitas dessas dificuldades decorrem da própria situação de a mesma pessoa desempenhar o duplo papel de investigadora e professora, i. é., das dificuldades que representa a professora assumir em tempos diversos os papéis de docente e de investigadora. Tal condição exige uma tomada de consciência da postura em si enquanto professora, e impõe que se efectue o distanciamento necessário, quando na função de investigadora.

Começar-se-á por aludir às dificuldades sentidas.

O facto de assumir o duplo papel de investigadora e professora conduz a que possa ser encarada como participante do fenómeno que simultaneamente observa. O que pode levar a supôr que introduz alterações no ambiente a investigar, provocando alterações no comportamento e na espontaneidade dos observados. Apesar de alguns autores, como por exemplo Guba & Lincoln citados por Lüdke & André (1986, p. 27), refutarem esta objecção ao método, argumentando que as alterações provocadas no ambiente pesquisado são em geral menores do que se pensa, dada a grande estabilidade destes ambientes, na realidade a investigadora confrontou-se com dificuldades que julga se prendem com este aspecto.

Durante todo este estudo a investigadora teve como uma das suas preocupações principais preservar o ambiente natural. Tal porém, nem sempre foi conseguido. Por vezes a investigação tentou forçar a acção.

Assim, ocorreram situações em que a investigadora/professora *«impôs» um pouco* alguns procedimentos durante a prática lectiva. Tal tentativa conduziu sempre a um fracasso, de tal forma evidente, pelas reacções imediatas dos alunos, que foi possível proceder à sua reparação, antes que se tornasse irremediável.

Apresenta-se a seguir um caso a título de esclarecimento.

Este caso ocorreu durante uma aula em que se desenvolvia uma actividade experimental (englobada no conjunto de actividades de pós-viagem), com a finalidade de estudar a “Deformação da Crusta Terrestre” e se simulava a ocorrência de falhas e dobras em resultado da actuação de forças compressivas sobre um conjunto de *estratos* de natureza *litológica* diversa. Com o objectivo de obter um conjunto de previsões exaustivas pelos alunos, a investigadora/professora insistiu para que estes as registassem por escrito antes de partirem para a simulação, cujo dispositivo que já se encontrava montado. Rapidamente ficou claro que os alunos se encontravam inseguros e preferiam realizar primeiro a experimentação antes de se comprometerem, avançando com suposições, já que alguns deles nada escreviam e outros, às escondidas, consultavam o livro no sentido de *sugerirem* o “cientificamente correcto”.

A investigadora percebeu que estava a manipular os dados, a professora que estava a prejudicar o processo de E/A, e *ambas* compreenderam que os alunos aprendem melhor trabalhando ao seu ritmo e se defendem das pressões quando é caso disso.

Parece no entanto verdadeiro poder assumir que a tomada de consciência deste *insucesso parcial* por parte da investigadora contribuiu para a aspiração de preservar o ambiente natural.

Outra dificuldade sentida pela investigadora, que de algum modo se prende ainda à anterior, tem a ver com o facto de o grande envolvimento vivido por si durante a investigação poder conduzir a uma visão distorcida dos acontecimentos, por se basear na interpretação pessoal desses mesmos acontecimentos. No sentido de ultrapassar esta dificuldade a investigadora comparou as anotações feitas no início com as que foram sendo feitas ao longo do estudo (Lüdke & André, 1986, p. 27). Confrontou de igual modo o que ia captando da realidade com o que esperava encontrar (Lüdke & André, 1986, p. 27). Em ambos os casos foram detectadas certas discrepâncias.

Estes e um ou outro registo da mesma natureza levam a investigadora a crer que houve, tentativamente imparcialidade na observação.

Para aproximar os dados da realidade dos acontecimentos foi ainda realizada uma entrevista a uma observadora externa que acompanhou a saída ao campo. No sentido de efectuar um cruzamento de dados foram recolhidos documentos escritos por dois outros professores que igualmente acompanharam a investigadora/professora nessa saída, relatando a sua opinião acerca da forma como decorreu o TC durante todo o percurso.

A investigadora sentiu ainda algumas dificuldades no registo dos dados observados. Por um lado não pode confiar unicamente na recordação dos acontecimentos apreendidos aquando da observação, uma vez que a memória é selectiva e eliminaria uma grande parte dos comportamentos (até porque muitos deles se revestem de uma importância que pode não ser de imediato apreendida). Por outro lado, como a investigadora desempenha simultaneamente o papel de professora, não lhe foi possível tomar notas no próprio momento. A solução que lhe restou foi a de anotar os dados colhidos imediatamente após a observação.

Falar-se-á de seguida dos contributos que esta observação teve para a formação da investigadora.

A observação realizada quer na primeira quer na segunda fase anteriormente referidas teve, antes de mais, o mérito de permitir descobrir aspectos novos e inesperados dos acontecimentos que contribuíram para este estudo, na medida em que enriqueceram a investigação e levaram por vezes à alteração do projecto inicial, tornando as actividades nele preconizadas mais problematizantes, mais centradas nos alunos e mais motivadoras.

Por outro lado a apreensão do desenrolar dos acontecimentos no próprio momento em que estes se produzem fez com que a reflexão, acerca da forma como as dificuldades sentidas pelos professores em levar à prática estratégias fundamentadas numa perspectiva inovadora se traduzem na aprendizagem dos alunos, se tornasse mais viva e autêntica.

Ainda no sentido de enriquecer a recolha de dados e de os tornar mais dignos de crédito administraram-se aos alunos dois questionários, um de conteúdo científico e outro de natureza atitudinal. Com este procedimento pretendeu-se que os alunos, de alguma forma, emitissem o seu parecer acerca do TC realizado. Estes questionários integram um conjunto de Documentos de Trabalho, de que será dado conta no capítulo 4, juntamente com outros trabalhos produzidos, nomeadamente uma *Notícia Explicativa* (que a investigadora pensa agora ter sido mais apropriado denominar-se *Notícia Descritiva*), onde os alunos livremente descrevem a viagem realizada do ponto de vista pessoal, referindo aquilo que mais lhes agradou e desagradou. Os alunos elaboraram ainda um trabalho subordinado ao tema *Intervenção do Homem na paisagem*, realizado com dados colhidos durante a viagem. Estes trabalhos de carácter ilustrativo apresentam, em alguns casos, reflexões enriquecedoras.

Foi prática corrente da investigadora o confronto entre estes documentos e os demais dados recolhidos através dos diferentes métodos.

NOTAS DE CAMPO

As *Notas de Campo* recolhidas pela investigadora neste estudo, constituem-se como um conjunto de impressões colhidas durante a observação dos acontecimentos da acção, ocorridos em ambiente natural durante as visitas levadas a cabo. O seu objectivo era recolher informações que lhe permitissem conceptualizar e construir os materiais necessários ao desenvolvimento das actividades do TC a realizar pelos alunos.

A recolha de dados foi simultaneamente acompanhada pela tomada de notas que ajudaram a investigadora a reflectir acerca da sua prática habitual de TC, do modelo que enquadra estas actividades, das dificuldades encontradas na sua concretização à luz deste modelo e, ainda, da exequibilidade das actividades quando desenvolvidas pelos alunos. Assim, as notas tomadas relacionavam-se com as dificuldades que a investigadora/professora sentiu na transposição didáctica do modelo adoptado, desde que delineou a estrutura das actividades até que as levou à prática, com a receptividade dos alunos ao material, e findamente com o ajuste entre o que se pretendia e o que efectivamente se obteve relativamente ao processo de E/A.

A análise e a reflexão sobre as notas de campo forneceu contributos importantes para o processo de formação da investigadora/professora (Fase IV do presente estudo, página 78 do capítulo 3). Por exemplo apurou-se, face a novos aspectos encontrados durante o estudo inicialmente levado a efeito na zona a visitar com os alunos, da possibilidade de tornar o percurso a efectuar durante a visita, mais simples e exequível do ponto de vista cognitivo. Esse facto levou a investigadora a (re)estruturar o percurso e a alterar a concepção e a organização das actividades. Alterações deste tipo foram sendo efectuadas durante a construção dos materiais.

Com este procedimento a investigadora pretendeu aproximar-se mais dos conteúdos curriculares da disciplina (os quais seriam alvo de avaliação através da Prova Global da disciplina de CTV), não introduzindo conceitos marginais aos preconizados pelos objectivos inicialmente formulados e que se encontravam articulados, de forma ajustada, com o programa da disciplina. Algumas vezes foram introduzidas alterações como resul-

tado do confronto entre o desejável e o possível (a não realização do *piloto* é disso um exemplo consumado). Felizmente poucas foram as limitações que não puderam ser ultrapassadas. Os aspectos relacionados com as alterações serão abordados com mais detalhe no capítulo quatro. Das limitações do estudo será dado conta no capítulo seis.

A reflexão sobre as notas de campo mostrou-se desde cedo tão frutuosa, que confirmou a opção já inicialmente efectuada, pelo «*Registo Naturalista de Aulas e Respectiva Interpretação*» como método complementar, agora na sala de aula.

Este método de recolha de dados, contribuiu para a formação da investigadora enquanto professora, uma vez que a compeliu e estimulou a construir, ensaiar e experimentar novas estratégias numa tentativa de inovar e melhorar a sua prática pedagógica.

REGISTO NATURALISTA DE AULAS

O Registo Naturalista de Aulas é uma prática de recolha de dados em tudo semelhante ao método acima considerado, pelo que será referido de forma sucinta. Tal como as Notas de Campo trata-se de um método de trabalho complementar da observação (Bell, 1997, p.143). Outros autores (Quivy & Campenhoudt, 1992, p. 199) consideram-no mesmo, uma exigência.

Tratou-se de um documento fundamental para a segunda fase da observação participante. Nele a investigadora anotou, com base na memória, no final de cada aula, um conjunto de eventos nela ocorridos, sob a forma de narrativa e de comentários acerca do desenvolvimento da investigação. Não é baseado em modelos, fichas, grelhas ou outros instrumentos passíveis de guiar a observação.

Este documento pretende servir do ponto de vista instrumental quer a professora, na sua prática docente quotidiana, quer a investigadora, na medida em que dão corpo aos acontecimentos práticos das aulas e fundamentam a representação teórica efectuada a partir desses acontecimentos. Foi manifestamente impossível à investigadora, porque simultaneamente professora do grupo de alunos envolvidos neste estudo, efectuar registos durante as aulas. Quando muito, por vezes, a investigadora escrevia algumas palavras no canto da página de um livro, para mais tarde se lembrar de algum ponto que considerava passível de ser esquecido enquanto os alunos trabalhavam em grupo.

Acrescente-se que Bogdan & Biklen (1994, p. 130) refere a este propósito que, tomar notas de campo (o mesmo se pode entender para registos, por ser uma prática da mesma natureza) extensas é um procedimento inerente à investigação qualitativa. Refere ainda que estas notas devem ser registadas depois de se ter abandonado o local onde se finalizou a observação, evitando fazê-lo em frente dos sujeitos.

Para além do que já se disse, a opção pelo registo naturalista ficou a dever-se ainda ao facto de se tratar de um método que permite uma recolha de informação exaustiva acerca dos acontecimentos, independentemente de no momento os considerarmos relevantes ou não para a investigação. Este procedimento permite *à posteriori* acesso a dados que se poderiam ter perdido se no decorrer da acção, na azáfama da recolha, tivéssemos ajuizado, precipitadamente, sobre a sua pertinência para o estudo.

Enquanto efectuava o registo das aulas a investigadora sentiu-se não só limitada como por vezes até desanimada. Tratou-se de uma prática desgastante. Por vezes era difícil manter os registos actualizados sobretudo no dia da semana em que a turma de alunos se encontrava desdobrada em turnos de duas horas cada e um turno se sucedia imediatamente ao outro. Frequentemente no final de uma aula pensávamos que não iríamos ser capazes de recordar o que quer que fosse. No entanto à medida que começava a traçar o *esqueleto* da aula – início, meio e fim – as recordações surgiam. Mais tarde completava o esboço já iniciado e comparava-o com a planificação anteriormente construída.

A par das limitações, a investigadora colheu largos proveitos dos registos efectuados. Por um lado a prática do registo naturalista de aulas contribui, na óptica da investigadora, não só para construir uma *bateria* de dados, como propiciou a reflexão sobre os aspectos registados, uma vez que a escrita, para além de instrumento de representação do pensamento, constitui um exercício que proporciona o desenvolvimento da competência de pensar em direcção a uma meta ou um objectivo. Por outro lado conduziu à alteração de algumas actividades. Essas alterações surgiram precisamente como resultado da reflexão acerca das notas tomadas após a resposta global dos alunos aquando do desenvolvimento de determinada(s) tarefa(s). Nestes casos a investigadora/professora esforçou-se por tornar as actividades mais próximas dos resultados obtidos nas actividades dos alunos, mais probetizantes e mais atraentes.

SESSÕES DE REFLEXÃO E DISCUSSÃO

No sentido de credibilizar os materiais construídos tornou-se necessário proceder ao cruzamento de dados, pelo que a investigadora discutiu e fez-se acompanhar durante o decurso das actividades desenvolvidas pelos alunos no âmbito da realização do TC, por dois professores com formação na área da Geologia. Estes professores tiveram como função observar e fornecer a sua opinião acerca de vários aspectos relacionados com o presente estudo, nomeadamente acerca da forma como as actividades citadas tinham sido resolvidas pelos alunos, qual a sua receptividade aos materiais, o seu grau de adesão ao TC desenvolvido, etc..

Estes professores não podem ser tratados como se de observadores externos se tratassem. Gozaram de uma posição muito particular uma vez que constituíram parte do Núcleo de Estágio de Biologia/Geologia de que a investigadora desempenha as funções de orientadora. Nessa medida a sua relação com os sujeitos da investigação é de muito maior proximidade (foram durante alguns períodos de tempo professores da turma), não lhes permitindo desempenhar as funções de observadores externos, por falta de distanciamento e, talvez até, de experiência na leitura do contexto de sala de aula.

Com os dois professores acima referidos e os outros dois que completam o núcleo de estágio a investigadora realizou Sessões de Reflexão e Discussão acerca das práticas tradicionais de realização de TC *versus* a prática inovadora com que o TC foi desenvolvido nesta investigação. Serviram de ponto de partida de discussão alguns documentos e referências bibliográficas, que foram já analisados na disciplina de Didáctica da Geologia (quer pela investigadora durante a parte curricular deste curso de mestrado, quer por parte dos restantes intervenientes no processo de reflexão, no âmbito das suas licenciaturas). A utilização destes documentos relaciona-se com duas questões que se tocam, mas que são de natureza diversa. Uma questão diz respeito à orientação. No desempenho das funções de orientadora, a investigadora teve a preocupação de fazer a transposição de conhecimentos adquiridos, do ponto de vista académico, para a prática didáctica. Outra questão diz respeito à observação que iria ser realizada. No sentido de se certificar de que os dois professores estagiários que acompanharam de perto as actividades desenvolvidas, estavam na posse de conhecimentos relativos ao modelo usado nesta investigação e ainda de os dotar das aptidões necessárias para acompanhar o seu trabalho, a investigadora, discutiu com eles os documentos que supostamente todos os envolvidos conheciam e em conjunto reflectiram sobre as conclusões da discussão inicialmente travada.

A título de exemplo citaremos quatro documentos, de entre os que serviram de base à discussão e reflexão referida acima:

- ✦ PRAIA, J., MARQUES, L., 1997. Para uma metodologia do Trabalho de Campo: contributos da Didáctica da Geologia, *Geologos*, 1, 27-33.
- ✦ COMPIANI, M., e CARNEIRO, C., 1993. Os papéis didácticos das excursões geológicas, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1 (2), 90-98;
- ✦ GABRIEL MORCILO, J. *et al*, 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.
- ✦ GARCIA De La TORRE, E., *et al*, 1993. Fundamentos para aprendizaje de la Geología de Campo en educación secundaria: una propuesta para la formación del profesorado, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1(1), 11-16.

Nesta reflexão a investigadora apercebeu-se da grande dificuldade que os professores estagiários têm em transpor para a prática didáctica os quadros de referência teórica que trazem da sua formação académica que, por dificuldades organizacionais, não experimentam no terreno. Por outro lado a investigadora/professora reflectiu sobre a sua prática habitual de TC e a prática que se propôs levar a efeito com este estudo.

ENTREVISTA (a uma das observadoras da viagem propriamente dita)

Trata-se de um método frequentemente usado como complementar da observação participante (Quivy & Campenhoudt, 1992, p. 200). A este propósito estes autores referem, e passo a citar: “*A sua complementaridade permite, com efeito, efectuar um trabalho de investigação aprofundado, que, quando conduzido com a lucidez e as precauções necessárias apresenta um grau de validade satisfatório.*”

O método de entrevista distingue-se por usar processos fundamentais quer de comunicação quer de interacção humana. Caracteriza-se por ocorrer um contacto directo entre o investigador e os entrevistados. O grau de directividade varia com o tipo de entrevista. De qualquer modo dá-se uma verdadeira troca, durante a qual o entrevistador revela as suas percepções acerca de um fenómeno, as interpretações dum evento ou experiências próprias ou de *outrem*. No desempenho da sua função, o entrevistador coloca questões mais ou menos abertas, facilitando o relato do entrevistado, evitando que este se

afaste dos objectivos da investigação e controlando o grau de profundidade.

A entrevista realizada na presente investigação não tem como objectivo testar hipóteses, nem o seu conteúdo se predestina a ser objecto de uma análise de conteúdo sistemática.

A entrevista é feita tendo como interlocutora uma professora com características e conhecimentos adequados e dela se pretende que informe a investigadora acerca da forma como viu o desenvolvimento do TC durante a viagem ao campo.

Trata-se de uma entrevista semi-estruturada, cujo conteúdo se destina a ajudar a investigadora/professora a reflectir sobre a forma como decorreu o desenvolvimento das actividades construídas com o propósito de serem levadas à prática durante a viagem ao campo. Ou seja, reflectir sobre: o empenho do grupo de alunos na resolução das actividades do livro de campo; a receptividade dos alunos aos materiais e se seguiram as orientações dadas pela investigadora; a adequabilidade das actividades do livro de campo face aos afloramentos e demais fenómenos geológicos; a pertinência e clareza dos pósteres que complementaram as explicações; a oportunidade das discussões despoletadas pela investigadora/professora; a forma como essas discussões foram conduzidas; e ainda sobre o encadear das actividades e a sua coordenação, além de outros aspectos que a entrevistada achasse pertinente dar a conhecer. Deste ponto de vista a entrevista ajudou a investigadora a compreender a dificuldade de transpôr para a prática didáctica o referencial teórico.

A entrevista teve ainda como fim analisar até que ponto se pode articular o que os alunos disseram no questionário que lhes foi administrado, com o que a própria entrevistada também sentiu que foi feito.

Em suma, pretendeu-se ter acesso às representações que a entrevistada teve no terreno, dado que era, genericamente, do seu conhecimento a forma como o trabalho se ia desenvolver. Procurou-se igualmente aceder à forma como a entrevistada viu a proposta de trabalho da investigadora e as suas intenções, comparativamente àquilo que na prática observou.

Com a realização desta entrevista a investigadora pretendeu enriquecer qualitativamente o conjunto de dados recolhidos e manifestou alguma preocupação com a validação externa⁴ deste estudo.

A entrevista realizou-se de modo pouco formal, no sentido em que se tratou de uma entrevista não muito estruturada, antes pelo contrário, suficientemente aberta para deixar um grande espaço à entrevistada para manifestar as suas opiniões e fornecer as

⁴ Na medida do possível dado tratar-se de uma abordagem qualitativa.

suas ideias e as representações que tem acerca da Viagem ao Campo realizada. Desta forma auxiliará a investigadora a integrar os próprios elementos que esta já possui e ajudá-la-á a avaliar os alunos. À partida, a entrevistadora não dispunha de um número preciso de perguntas concretas. Preferiu usar um guião do qual constava um conjunto de tópicos condutores de um diálogo tão natural quanto possível, mas evitando o perigo de se tornar caótico⁵. Apesar de este quadro ser razoavelmente flexível, os tópicos acima referidos foram entregues antecipadamente à professora entrevistada, com a intenção de lhe dar tempo a avivar a memória e a reflectir sobre as observações realizadas.

Da entrevista foi feito um registo áudio, com o objectivo de permitir *à posteriori* reconstituir com fidelidade os dados recolhidos e de não se perder informação, o que poderia acontecer se se dependesse exclusivamente da memória da entrevistadora e de algumas notas registadas durante o evento. Julga a investigadora que o registo exaustivo de notas pode constranger e embaraçar a entrevistada, dificultando a sua intervenção ao não lhe dar espaço para clarificar ideias ou interpretações que de imediato não tenham sido compreendidas.

Do que acabou de ser dito se infere que a entrevista em questão se reveste de algumas características de *entrevista centrada – focused interview*, da sua denominação inglesa (Quivy e Campenhoudt, 1992, p. 194). A este propósito escrevem os autores citados: “*A entrevista centrada, [...] tem por objectivo analisar o impacte de um acontecimento ou de uma experiência precisa sobre aqueles [...] que nela participaram; daí o seu nome. O entrevistador não dispõe de perguntas, como no inquérito por questionário, mas sim uma lista de tópicos precisos, relativos ao assunto estudado.*”

Os tópicos usados no desenrolar da entrevista foram colhidos e seleccionados a partir do questionário de atitudes administrado aos alunos por se considerar que o conteúdo desse questionário era adequado aos objectivos da entrevista, no que diz respeito aos acontecimentos ocorridos na fase de *durante a viagem*. E ainda porque se pretendia analisar até que ponto se pode articular o que os alunos responderam às questões colocadas no questionário relativamente à etapa de viagem, com a visão que a entrevistada teve do mesmo acontecimento.

No desenvolvimento da entrevista – mais concretamente na construção do guião – a investigadora temeu, pela sua falta de experiência nesta matéria, que o resultado obtido se afastasse dos objectivos.

5 E não lhe dar o aspecto de uma mera conversa onde se abordaram aspectos avulso.

Esta falta de experiência constituiu uma dificuldade que a investigadora tentou ultrapassar ao validar esse instrumento junto de um especialista de Didáctica. Nesse sentido foram-lhe fornecidos os tópicos da entrevista, acompanhados dos objectivos de trabalho, no sentido de este se pronunciar quanto à adequabilidade dos dois instrumentos entre si. O especialista em questão efectuou alguns comentários, não tendo no entanto sugerido quaisquer alterações.

A opção por este tipo de entrevista – por oposição a uma entrevista de carácter directivo - revelou-se vantajosa, ao facilitar a comunicação e permitir, durante o seu desenrolar, tecer considerações e dar achegas que inicialmente não se previa.

Do cruzamento de dados efectuado, entre o resultado da entrevista e as respostas ao questionário de atitudes administrado aos alunos, resultou uma reflexão muito frutuosa para a investigadora, que contribuiu para a sua formação como professora ao fornecer dados preciosos sobre alterações a realizar em futuras idas com alunos ao campo (por exemplo acerca do número de paragens a efectuar, acerca da parte do dia a usar para a realização destas saídas, da distribuição dos tempos de descanso e lazer) que permitam melhorar a construção de materiais e a sua prática docente.

Para finalizar este capítulo e visando fornecer uma rápida panorâmica e sumária caracterização dos métodos/instrumentos/processos utilizados pela investigadora, no âmbito da recolha de informações desta investigação, apresenta-se na página seguinte o quadro 3.3. .

Quadro 3.3. - Síntese dos Processos, Instrumentos e Técnicas usados no âmbito da recolha de dados

PROCESSOS/ INSTRUMENTOS/ /TÉCNICAS	CARACTERIZAÇÃO	FUNDAMENTAÇÃO DA SELECÇÃO	VALIDAÇÃO	LIMITAÇÕES/ /DIFICULDADES SENTIDAS PELA INVESTIGADORA	CONTRIBUTOS PARA A FORMAÇÃO DA INVE- STIGADORA ENQUANTO PROFESSORA
Observação Participante	Seleção de informação pertinente através dos órgãos dos sentidos e que permite observar o contexto em que ocorre o fenómeno estudado.	Permitir captar os comportamentos no momento em que são produzidos, o que se adequa à abordagem qualitativa desenvolvida no presente estudo.	Administração de questionários aos alunos (essencialmente de conteúdo e de atitudes) e a realização de outros trabalhos Cruzamento de dados com entrevista de uma observadora e com registos escritos de outros dois observadores.	A assunção do duplo papel de investigadora e de professora (porque participante do fenómeno que investiga pode introduzir alterações no ambiente que investiga). Dificuldade no registo dos dados observados.	Reflexão que conduziu à introdução de alterações nos materiais construídos de modo a torná-los mais problematizantes, mais centrados nos alunos e mais motivadores. Reflexão acerca das dificuldades das abordagens qualitativas em investigação.
Notas de Campo	Conjunto de impressões colhidas pela investigadora durante a observação e que, por vezes no momento, outras vezes posteriormente, são registadas por escrito. Outras vezes ainda, foi anotado o produto da reflexão acerca das dificuldades sentidas durante as diversas fases da investigação	Completar a recolha de dados obtida através do «Registo Naturalista de Aulas» e complementar a «Observação Participante»	Cruzamento de dados com entrevista de uma observadora e com registos escritos de outros dois observadores	Esforçado exercício de memória e limitações de tempo.	Reflexão acerca da actividade de docente. Compeliu a estimular a investigadora/professora a construir, ensaiar e experimentar novas estratégias numa tentativa de inovar e melhorar a sua prática pedagógica. Reflexão acerca das dificuldades das abordagens qualitativas em investigação.
Registo Naturalista de Aulas	Prática de recolha de dados semelhante ao método Notas de Campo, usado na segunda fase da observação e através do qual a investigadora/professora no final de cada aula anotou um conjunto de eventos nela ocorridos acompanhados de comentários seus ou, por vezes, dos alunos	Completar a recolha de dados obtida através das «Notas de Campo», já que permite a recolha exaustiva de dados independentemente de os considerarmos relevantes no momento da recolha e complementar a «Observação participante»	Cruzamento de dados com entrevista de uma observadora e com registos escritos de outros dois observadores	Esforçado exercício de memória e limitações de tempo.	Obtenção de um registo exaustivo de dados. Reflexão sobre os aspectos registados, uma vez que a escrita para além de instrumento de representação do pensamento, constitui um exercício que proporciona o desenvolvimento da competência de pensar em direcção a uma meta ou um objectivo. Reflexão acerca das dificuldades das abordagens qualitativas em investigação.
Fotografias/Slides	Registo de imagens colhidas no local pela investigadora	Auxiliarem a memória da investigadora durante a construção dos materiais. Ilustram os pósteres e dârem a conhecer aos alunos o local a visitar antes da saída.	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
Sessões de Reflexão e Discussão acerca das práticas tradicionais de realização do TC versus a prática inovadora com que o TC será desenvolvido nesta investigação	Discussão e reflexão efectuada a partir de referências bibliográficas conhecidas de todos os intervenientes e que constam da bibliografia.	Certificação, por parte da investigadora/professora/orientadora de estágio, de que os professores-estagiários que acompanharam a investigação dominavam conhecimentos capazes de permitir a compreensão da transposição didáctica do modelo teórico adoptado.	Não se aplica	Limitações de tempo para realização das sessões de discussão e reflexão e, por vezes a falta de interlocutor que alimentasse as discussões	Reconhecimento da dificuldade que os professores-estagiários têm em transpor para a prática didáctica os quadros teóricos que trazem da sua formação académica. Refletir sobre a prática habitual de TC face à inovadora agora proposta.
Documentos de Trabalho	Vários trabalhos realizados pelos alunos, dos quais se destacam os questionários de carácter conceptual (e procedimental) e o de natureza atitudinal	Cruzamento de dados com os elementos colhidos pela investigadora/professora. Avaliação formativa e informativa dos alunos nas vertentes conceptual, procedimental e atitudinal.	Ambos os questionários foram validados por um especialista em Didáctica das Ciências antes de ser aplicado aos alunos.	Dificuldade na construção de itens relativos à avaliação dos procedimentos. Dificuldade em aferir parâmetros de natureza atitudinal.	Reflexão acerca da prática da docência e das dificuldades de construção de instrumentos de avaliação.
Entrevista	Semi-estruturada na qual um conjunto de tópicos (colhidos e seleccionados a partir do "Inquérito de Atitudes" distribuído aos alunos) guiou o diálogo travado entre a investigadora e a entrevistada.	Complementar a «Observação Participante» e permitir um cruzamento de dados.	O guião contendo os tópicos foi validado por um especialista em Didáctica das Ciências antes de ser entregue a entrevistada	Não foram sentidas dificuldades nem limitações por parte da investigadora.	Reconhecimento da necessidade de reajustar certos aspectos relacionados com a organização do TC no futuro.

CAPÍTULO 4

CONSTRUÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADOS NO TRABALHO DE CAMPO E SUA IMPLEMENTAÇÃO

Introdução

Neste capítulo, será referido o percurso e as realizações levadas à prática pela investigadora/professora no presente estudo.

Começaremos por apresentar as etapas efectuadas na concepção e construção dos materiais que foram levados ao campo, dos que antecederam e sucederam a ida ao campo e se integram no conjunto de actividades de *pré* e *pós* viagem, respectivamente.

Optou-se por apresentar neste capítulo os materiais construídos e não colocá-los em anexo ao trabalho. Isto por se considerar que o facto de se terem construído estes materiais e não outros, a forma particular como se organizaram, o terem-se articulado entre si os diversos instrumentos desta maneira específica, influencia marcadamente os resultados obtidos no TC e a forma como se transpõe para a prática, do ponto de vista da Didáctica, o referencial teórico em que se enquadra o modelo adoptado. E influencia, como não poderia deixar de ser, a análise e reflexão da investigadora, porque com outros materiais os resultados seriam necessariamente diferentes e, conseqüentemente, também as conclusões a retirar desta investigação seriam diversas. Ou seja, acredita-se que só se entendem cabalmente os resultados obtidos com estes materiais e à luz destes materiais.

Para além disso, na concepção e construção destes materiais foi realizado um vasto trabalho de pesquisa, quer de campo (percurso entre as localidades de Carvoeira e Couce na zona de Valongo, que na fase de *viagem* se visitou com os alunos), quer bibliográfica: no âmbito da Geologia e no âmbito do modelo didáctico inovador (modelo de Nir Orion, 1993) de raiz construtivista que foi adoptado para levar à prática o TC. Assim sendo parece adequado considerar que esta pesquisa faz, ela própria, parte da investigação, até porque, os dados recolhidos foram determinantes na concepção dos materiais e por vezes conduziram mesmo a sua construção.

Mais ainda, a investigadora considera que a construção de materiais é o ponto fulcral desta investigação, no sentido em que exigiu procura, adaptações, transposições, trabalho didáctico e, como tal, reveste-se de grande importância no âmbito desta investigação dos objectivos, das hipóteses, ou seja da sua problemática em geral).

Pelos motivos acima apontados julgamos não ser de considerar estes materiais como anexos ao corpo central do trabalho. No entanto por razões que se prendem com a comodidade de leitura e de consulta deste trabalho, e no sentido de tornar o seu manuseamento mais versátil, sobretudo quando se torna necessário cotejar os materiais construídos com a descrição do processo da sua implementação, neste mesmo capítulo, e mais ainda quando importa confrontar os resultados apresentados no capítulo 5 com os instrumentos que lhes deram origem, optou-se por apresentar estes materiais em separado, num segundo volume – Volume II – intitulado *Documentos de Trabalho e Anexos*. Desta forma pretende-se evidenciar a especificidade de tais materiais e as implicações que essa especificidade acarreta para os resultados do TC realizado e daí para o presente estudo.

Por questões que se prendem com a apresentação formal da investigação e pese embora a unidade, interacção e até a retroacção existente entre todo o processo de construção dos materiais (actividades, pósteres, diapositivos, etc.) e a sua implementação nas fases de pré, durante e pós viagem, a exposição deste assunto será considerada como possuindo duas fases distintas ainda que articuladas. Assim o processo de construção dos materiais será referido como *Fase 1*, enquanto que a sua implementação será discriminada numa *Fase 2*.

Na Fase 1 serão referidas, em primeiro lugar, as etapas de construção e a organização dada aos materiais construídos e de seguida serão apresentados os próprios materiais. Em cada uma das fases discriminar-se-ão três momentos distintos. Concretamente a construção e a organização dos materiais relativos às etapas de antes (Momento 1.a.), durante (Momento 1.b.) e pós (Momento 1.C.) viagem. Na fase 2. Será exposto o trabalho de implementação das diversas actividades no âmbito deste TC, mais concretamente, nas etapas de antes (Momento 2.a.), durante (Momento 2.b.) e pós (Momento 2.C.) viagem.

A *Fase 1* e a *Fase 2* serão abordados neste capítulo pela ordem que se segue:

Fase 1:

- ✦ Materiais conceptualizados e construídos para a etapa de pré-viagem com a finalidade de preparar a viagem (Momento 1.a.);
- ✦ Materiais conceptualizados e construídos para desenvolver durante a viagem com o fim de operacionalizar a mesma (Momento 1.b.);
- ✦ Materiais conceptualizados e construídos para a etapa de pós-viagem com a finalidade de rentabilizar (do ponto de vista dos conceitos, dos procedimentos e das atitudes) a visita e *sintetizar a viagem* otimizando o TC (Momento 1.c.).

A propósito de qualquer dos três conjuntos de materiais construídos e acima citados, daremos conta das alterações que sofreu a sua conceptualização inicial e das razões que conduziram a essas alterações. Serão ainda referidas as limitações e/ou dificuldades sentidas pela investigadora durante a consecução de tais materiais, bem como os contributos que a sua construção aportou para a formação da investigadora enquanto professora.

Fase 2:

Neste ponto será abordada a forma como foram desenvolvidas no terreno as diversas actividades construídas antes (Momento 2.a.), durante (Momento 2.b.) e após (Momento 2.c.) a ida ao campo, do ponto de vista dos procedimentos e das atitudes dos alunos. De igual modo serão mencionadas as dificuldades/limitações sentidas pela investigadora/professora e a forma como a implementação das referidas actividades contribuiu para a formação da investigadora.

Antes de se passar à descrição da *Fase 1*, parece apropriado referir que este projecto de TC envolveu a construção de materiais que se desejou fossem motivadores, significantes, relacionados com a aula, pertinentes em termos de *curriculum* e que, à partida, permitissem uma abordagem diversificada e flexível do objecto de estudo. Antes da Viagem pretendeu-se preparar os alunos do ponto de vista conceptual, procedimental e

atitudinal, bem como clarificar o significado e a intencionalidade da Visita.

Durante a Viagem os alunos desenvolveram actividades que constam do seu *Livro de Campo*, livro esse que, ao funcionar como guião, fixa e conduz a concretização, no terreno, dos objectivos de forma inequívoca, evitando as actividades espontâneas e colocando os alunos em melhores condições de generalizarem conhecimentos e aplicá-los a outras zonas.

No regresso elaboraram-se conclusões que foram debatidas entre pares e com a investigadora/professora e anotaram-se as interrogações que subsistiram.

Fase 1 – Organização e construção dos materiais

Os materiais para o TC implementado nesta investigação foram construídos à luz do modelo retirado da literatura (sugerido por Nir Orion, 1993) já anteriormente caracterizado no capítulo 2. Neste modelo, a Viagem de Campo (e o conjunto de actividades desenvolvidas nesse âmbito) não é encarado de forma isolada mas, pelo contrário, é antecedida por um conjunto de actividades que se constituem como uma unidade de preparação e por um outro conjunto que se constituem como uma unidade de síntese.

É a construção da totalidade dessas actividades que passaremos a explicitar nesta secção.

Na fase 1 foram contempladas as seguintes etapas:

- A . Integração da saída de campo no *curriculum*;
- B . Selecção da área a estudar;
- C . Construção de materiais e sua organização pelas unidades relativas ao *pré, durante e pós* viagem.

A. Integração da saída no *curriculum*

Aceita-se hoje em dia (García de la Torre, 1994,) que a conceptualização das actividades de campo deve entrar em linha de conta com o nível de ensino a que se destinam (básico ou secundário) e, simultaneamente, devem ser integradas numa unidade de ensino determinada e articuladas com as finalidades e os objectivos específicos da disciplina no âmbito da qual vão ser realizadas. Ou seja não devem ser realizadas de forma avulsa.

Os materiais construídos e levados à prática neste trabalho destinam-se a alunos a frequentar a disciplina de Ciências da Terra e da Vida (CTV) do 11º ano e integram-se predominantemente na Unidade Didáctica “Ambiente sedimentar”. Diz-se predominantemente porque, dadas as exigências do local a visitar¹, tornou-se necessário abordar de forma breve, porém q.b., alguns aspectos relativos ao “Ambiente metamórfico”, ao “Ciclo Geológico” e a fazer uso de determinados elementos de “Cartografia”.

Parece desde já evidente que apesar de nas Orientações de Gestão de Programas de 1996, emanadas do Ministério da Educação para a disciplina de CTV se poder ler na página 23 “*Sugerem-se saídas de campo para observação directa de paisagens litológicas naturais características da região, quer com o objectivo de motivação para o estudo da Geologia, quer como actividade de integração dos saberes.*”, a organização do conteúdo curricular não é de molde a propiciar tais actividades. Sobretudo se essas actividades obedecerem a um modelo suportado por uma base teórica que se reveste de um carácter problematizante.

Em primeiro lugar, relativamente às rubricas Ambiente Magmático, Ambiente Sedimentar, Ambiente Metamórfico, por razões que se prendem com a falta de tempo disponível, é considerado *conteúdo essencial*, apenas a abordagem de um desses Ambientes. Recomenda-se nas OGP citadas que cada escola opte por leccionar aquele que esteja de acordo com o enquadramento litológico da região onde a escola se situa. Ir ao campo implica *gastar tempo*! Não perder, mas gastar tempo... E é disponibilizado muito pouco tempo para a Ciências da Terra neste programa.

Por outro lado, se a classificação da totalidade das litologias existentes em *três ambientes* já é redutor, estudar apenas um é pobre, é pouco e impede as idas ao campo, porque na natureza os ambientes não se *apartam* entre si. Torna-se difícil encontrar ambientes exclusivamente Magmáticos, Metamórficos ou Sedimentares.

Para além disto o estudo desses ambientes preconizado no *currículum* prende-se de todo, com as litologias e não aborda as *estruturas tipo* associadas a cada ambiente. Ora no campo as litologias não surgem por si só. Pelo contrário surgem-nos estruturadas e associadas de forma típica.

Por último o programa não contempla o estudo de nenhum elemento, por mínimo que seja, de Cartografia. Não se pode ir ao campo sem uma Carta Topográfica e uma Carta Geológica que seja. É necessário que os alunos se orientem no campo e localizem numa

¹ E no sentido de tentar *completar* o quadro conceptual dos alunos, de forma a que estes durante a viagem pudessem interpretar com maior amplitude os fenómenos observados.

carta a região em que se encontram. Identifiquem, ainda que sem o rigor da medição com uma bússola, a direcção e a inclinação de uma camada litológica.

A integração da Viagem de Campo no *Curriculum* começou pela listagem dos conceitos² que iriam ser abordados, que constam do programa da disciplina e se encontram representados no quadro 4.1..

Quadro 4.1. – Programa de Ciências da Terra e da Vida, relativo às sub-unidades *Ciclo Geológico*, *Ambiente Sedimentar* e parte do *Ambiente Metamórfico* (Adaptado de Orientações de Gestão de Programas, 1996)

Conteúdo	Objectivos	Termos/Conceitos
♦ Materiais Constituintes da Terra – Minerais e Rochas ▪ Ciclo Geológico – Diversidade e origem das rochas ▪ Os minerais – unidades básicas das rochas	☐ Perspectivar a génese dos diferentes tipos de rochas nos fenómenos gerais do ciclo geológico.	✓ Ciclo litológico ✓ Ciclo geológico ✓ Orogénese ✓ Litogénese ✓ Transgressão ✓ Regressão
♦ Ambiente Sedimentar ▪ Factores de susceptibilidade e alteração das rochas ▪ Evolução dos sedimentos – diagénese ▪ Classificação de rochas sedimentares (alguns critérios)	☐ Relacionar a génese de rochas sedimentares com o ajuste de minerais a novas condições ambientais. ☐ Caracterizar os fenómenos que ocorrem na diagénese ☐ Aplicar alguns critérios de classificação na identificação de rochas sedimentares	✓ Erosão/Meteorização ✓ Transporte ✓ Sedimentação ✓ Diagénese ✓ Cimentação ✓ Minerais de neoformação ✓ Rochas detríticas ✓ Rochas quimiogénicas ✓ Rochas quimiobiogénicas
♦ Ambiente Metamórfico ▪ Factores de metamorfismo ▪ Tipos de metamorfismo ▪ Classificação de rochas metamórficas (alguns critérios)	☐ Conhecer os condicionalismos da génese dos diferentes tipos de rochas metamórficas ☐ Relacionar alguns aspectos macroscópicos e microscópicos ocorrentes nas rochas com factores dominantes na sua génese ☐ Aplicar alguns critérios de classificação na identificação de rochas metamórficas	✓ Agente de metamorfismo ✓ Metamorfismo regional ✓ Metamorfismo de contacto ✓ Auréola metamórfica ✓ Pressão litostática ✓ Fluidos de circulação ✓ Anatexia ✓ Xistosidade

² O conceitos que a investigadora/professora entendeu serem necessários à efectiva construção do conhecimento da Geologia pelos alunos, serão apresentados já inseridos nas planificações das actividades respectivamente de antes, durante e pós viagem, de acordo com o momento de aprendizagem que se considerou mais adequado.

Juntamente com o conteúdo conceptual discriminado no quadro 4.1., foram igualmente tratados conteúdos de natureza procedimental e atitudinal. O quadro 4.2. que se segue, pretende ilustrar a globalidade holística dos diversos conteúdos desenvolvidos durante o TC.

Quadro 4.2. – Integração das actividades didácticas desenvolvidas no TC realizado no presente estudo (Adaptado de Garcia de La Torre, 1994).

Conteúdo Conceptual	Conteúdo Procedimental	Conteúdo Atitudinal
♦ Materiais Constituintes da Terra – Minerais e Rochas ▪ Ciclo Geológico – Diversidade e origem das rochas ▪ Os minerais – unidades básicas das rochas ♦ Ambiente Sedimentar ▪ Factores de susceptibilidade e alteração das rochas ▪ Evolução dos sedimentos – diagénese ▪ Classificação de rochas sedimentares (alguns critérios) ♦ Ambiente Metamórfico ▪ Factores de metamorfismo ▪ Tipos de metamorfismo ▪ Classificação de rochas metamórficas (alguns critérios)	☐ Levantamento de problemas ☐ Formulação de hipóteses ☐ Construção de modelos representativos de fenómenos geológicos ☐ Debate e procura de consenso acerca de resultados obtidos e dados recolhidos ☐ Estabelecimento de conclusões ☐ Recolha e tratamento de informação – Produção de Documentos e Instrumentos de Trabalho ☐ Realização de <i>croquis</i> e representação esquemática de locais onde se procede à recolha de amostras e se efectuam observações ☐ Desenvolvimento de métodos de trabalho com material de campo – bússolas, cartas topográficas e geológicas, etc. ☐ Identificação e reconhecimento de rochas em função da suas principais propriedades ☐ Reconhecimento de estruturas geológicas no terreno – dobras, falhas...	✓ Valorizar os minerais e as rochas como parte integrante do meio físico e da vida no nosso planeta ✓ Valorizar o território como uma unidade dinâmica, organizada e diversificada, no qual ocorrem interacções entre o substrato geológico, factores físico-químicos do meio, os seres vivos em geral e o Homem em particular ✓ Tomar consciência dos desequilíbrios ambientais ✓ Favorecer uma atitude de respeito pela natureza ✓ Valorizar o trabalho de grupo ✓ Valorizar a cooperação e a inter-ajuda ✓ Favorecer uma atitude de respeito pela diferença

De seguida procedeu-se à organização desses conceitos, não tanto no sentido de os hierarquizar mas mais com a finalidade de os articular entre si, de acordo com o seu significado, na construção do conhecimento que este TC pretende alcançar.

Tendo em conta que o presente TC é marcado pela adopção de princípios de orientação construtivista, pareceu adequado à investigadora agrupar os conceitos referidos no quadro 4.3. – página 108 – *em conceitos estruturantes e conceitos de ordem inferior*.

Sabido como é hoje, que os conteúdos em processo de aprendizagem se articulam com os conhecimentos prévios do sujeito que aprende, formando com eles um todo coerente, ou seja, o aluno constrói as suas representações interpretando o que escuta/lê/observa à luz dos conhecimentos anteriormente adquiridos (Gagliardi, 1986), parece adequado identificar e trabalhar os conceitos estruturantes. Gagliardi (1986) define conceitos estruturantes como sendo aqueles cuja construção transforma o sistema cognitivo dos alunos de forma a permitir-lhe, não só adquirir novos conhecimentos de forma coerente, como a reformular significados anteriores, *diferenciando positivamente* a sua rede de significações.

Ainda de acordo com o mesmo autor, a construção de um conceito estruturante determina a reestruturação do sistema cognitivo, tornando-o apto para a construção de outros conhecimentos. Assim, quando se constrói um conceito estruturante, o sistema de significações modifica-se e esta modificação permite a incorporação de outros conceitos anteriormente não valorizados ou aos quais se atribuía outro significado. Pela importância que os conceitos estruturantes têm na construção do conhecimento por parte dos alunos e pela relação que têm com os demais conceitos, a investigadora/professora identificou os conceitos estruturantes trabalhados no presente trabalho e designou os restantes conceitos tratados, por conceitos de ordem inferior (ver quadro 4.3).

O tratamento destes conceitos faz a ponte para o *conceito de ordem superior* de Ciclo Geológico.

Quadro 4.3. – Distribuição dos conceitos de acordo com o papel que estes desempenham na construção do conhecimento no TC

<i>Conceitos Estruturantes</i>	<i>Conceitos de ordem inferior</i>
✦ Princípio da Sobreposição ✦ Princípio do Actualismo ✦ Princípio da Horizontalidade Inicial ✦ Princípio da Identidade Paleontológica ✦ Ambiente Paleogeográfico ✦ Transgressão e Regressão ✦ Energia do Meio ✦ Granulometria	✦ Tipo de Rocha/Ambiente Litológico ✦ Rocha ✦ Mineral ✦ Estrato ✦ Superfície de estratificação ✦ Sedimento ✦ Ciclo sedimentar ✦ Carta topográfica ✦ Carta geológica ✦ Legenda ✦ Coluna estratigráfica ✦ Falha ✦ Dobra ✦ Antiforma ✦ Sinforma ✦ Tensão ✦ Compressão

De seguida passou-se à conceptualização e construção dos materiais para a realização do TC.

B. Selecção da área de estudo

Em primeiro lugar tornou-se necessário eleger o local para a realização da Viagem. De entre vários locais inicialmente considerados, e após discussão e reflexão envolvendo um especialista em Didáctica das Ciências e dois geólogos conhecedores de várias regiões da zona norte do país, a escolha recaiu sobre uma área tradicionalmente designada por “*Corte Geológico do Rio Ferreira*” na região de Valongo, concretamente sobre um percurso situado entre as aldeias de Carvoeira e Couce, ao longo do rio Ferreira.

Esta área foi seleccionada por se considerar que encerra potencialidades para a aprendizagem da Geologia, por ser uma área bem conhecida, alvo de numerosos estudos, e portanto o acesso à informação se encontrar facilitado. E ainda por ter sido considerada uma zona geológica que permite o estudo de conceitos relacionados com o ciclo geológico e os ambientes sedimentar e metamórfico e, simultaneamente, permitir observar estruturas geológicas. Além disso esta zona permite ainda reflectir sobre o que de artificial tem a divisão das rochas em magmáticas, sedimentares e metamórficas.

Os três especialistas já referidos ajudaram a procurar locais com características educacionalmente relevantes que possam servir de paragens de estudo.

Tanto na escolha das paragens como na sequência da sua realização consideraram-se em conta os seguintes critérios:

- ☐ pertinência, diversidade e clareza dos fenómenos geológicos registados no local;
- ☐ características litológicas e estruturais da paisagem;
- ☐ a idade relativa dos afloramentos;
- ☐ localização geográfica perto da escola;
- ☐ acessibilidade do local;
- ☐ segurança do percurso a efectuar a pé;
- ☐ facilidade de movimentação dos alunos durante a realização das actividades propostas no livro de campo que os acompanhou;
- ☐ conteúdo geológico articulável com os assuntos abordados no programa da disciplina de CTV.

Seleccionaram-se um total de cinco paragens localizadas e ordenadas da forma que se pode observar na figura 1.

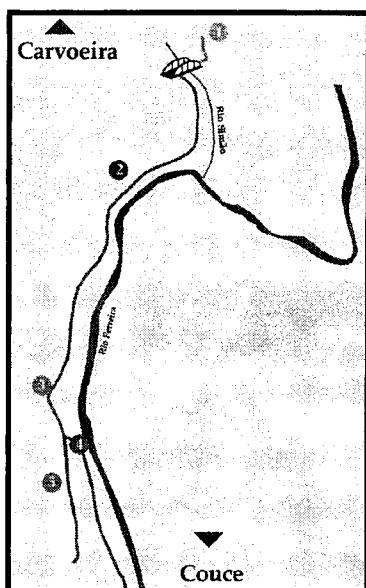


Fig. 1 – Localização das diversas paragens (P1, P2, P3, P4 e P5) efectuadas ao longo do rio Ferreira

C. Construção de materiais e sua organização pelas unidades relativas ao *pré*, durante e pós viagem

A construção dos materiais exigiu à investigadora/professora uma reflexão sobre o modelo alternativo de TC adoptado, especialmente aquando da sua operacionalização para aquela área específica. Obrigou-a igualmente a aprofundar os seus conhecimentos geológicos acerca dessa mesma área. Para esse efeito a investigadora recorreu à consulta bibliográfica sobre a região de Valongo, recolheu informações e discutiu alguma dessas informações com geólogos, visitou sozinha e acompanhada por geólogos e um didacta a referida zona, o que lhe permitiu reconhecer e interpretar um conjunto variado de fenómenos geológicos.

Após a referida reflexão, que permitiu à investigadora/professora compreender melhor os aspectos relacionados com a necessidade de articulação dos conceitos nas três etapas preconizadas no modelo organizacional adoptado, e na posse de conhecimentos geológicos mais vastos, passou-se à distribuição dos conceitos pelas várias paragens seleccionadas.

Esta distribuição teve em consideração o grau de abstracção dos conceitos. Por exemplo, na primeira paragem os conceitos que se desejava que os alunos apreendessem são conceitos de um grau de abstracção mais baixo que aqueles que se desejava que os alunos apreendessem na segunda paragem e assim sucessivamente; na paragem três fez-se uma síntese e tiraram-se conclusões; na paragem quatro essas conclusões foram usadas para interpretar um fenómeno mais amplo e mais complexo; etc.. Mais pormenores sobre este assunto serão fornecidos no *Momento 2* deste capítulo.

Seguidamente deu-se início à organização do roteiro.

Durante a organização procurou-se que a distribuição dos conceitos pelas várias paragens não significasse que em cada uma delas fossem abordados conceitos isolados e separados dos abordados nas restantes. Pelo contrário, cada paragem foi subordinada a um dado conteúdo que se encontrava estreitamente ligado com o conteúdo abordado na paragem seguinte e em que, porventura, a aplicação do conteúdo da primeira *ancorava* o da seguinte. Na selecção, bem como na ordenação das paragens, a lógica didáctico-educacional sobrepôs-se ao interesse meramente geológico dos fenómenos observados em cada paragem. Assim, foi feito um esforço no sentido de ordenar as paragens de modo a que os acontecimentos geológicos registados em cada uma delas, pudessem ser integrados nos das restantes, e que no seu conjunto o percurso efectuado tivesse unidade, *i. é.*, cada paragem pudesse ser encarada como parte, de um todo maior, ou um capítulo de um livro que conta uma história.

A investigadora pensa que tal foi razoavelmente conseguido para as três primeiras paragens. A quarta representa como que a repetição dos três capítulos da história, contada a outra escala. Talvez se possa considerar uma síntese. E a última paragem avança, ainda que interligada às restantes, para outros desenvolvimentos do tema.

Nesse sentido foram tidos em conta determinados parâmetros, nomeadamente:

- ↗ tipo de questões-problema levantadas em cada paragem;
- ↗ a idade dos afloramentos observados nas diversas paragens;
- ↗ a variedade litológica;
- ↗ a granulometria das rochas encontradas;
- ↗ as condições de formação das rochas encontradas.

Obedecendo a estes parâmetros e à especificidade de cada uma das paragens estas foram ordenadas como se pôde ver na figura 1. A discriminação dos aspectos e características de cada paragem será feita adiante no *Momento 2*.

Momento 1.a. – Organização e construção dos materiais a implementar durante a etapa de pré-viagem

Apesar de se poder afirmar que a viagem, propriamente dita, é a fase mais *nobre* do TC (Orion, 1993), a consecução dos objectivos definidos para o TC dependem, em larga medida dos conhecimentos que os alunos já possuem – dos seus conceitos prévios, da sua familiaridade com a área estudada e até das estratégias de aulas de exterior que os alunos já anteriormente experimentaram. Nessa medida a produção de materiais preparatórios da Visita, que entrem em linha de conta com factores de ordem cognitiva, psicológica e afectiva é uma exigência para o êxito da Viagem.

Estes materiais preparatórios fazem parte da unidade de pré-viagem que antecede a visita. Recomenda o modelo de Nir Orion (Praia, 1997 p. 30) que esta unidade de preparação se contenha entre dez a quinze horas lectivas, durante as quais se tentará diminuir o impacto causado nos alunos pela novidade do ambiente (*Novelty Space*), de modo a que estes se possam concentrar no acto de aprender.

Com vista à realização da Visita ao *Corte Geológico do Rio Ferreira*, mais concretamente ao percurso entre as aldeias de Carvoeira e Couce, entendeu-se que na unidade de preparação deveriam ser abordados conceitos relativos às seguintes rubricas: “*Ciclo Geológico*”, “*Ambiente Sedimentar*” e “*Ambiente Metamórfico*”. Entendeu-se ainda necessário proceder à abordagem, ainda que breve, de alguns aspectos relacionados com o tema “*Elementos de Cartografia*”, por se considerar que neste tema se trabalham alguns dos conceitos que os alunos terão de mobilizar para desenvolverem as actividades propostas no seu livro de campo.

A referida unidade teve a duração de onze tempos lectivos que se desenrolaram na sala de aula e no laboratório de acordo com o Guião de orientação da Pré-viagem ao corte geológico do rio Ferreira – Valongo, quadro A, que se encontra à disposição no Volume II.

Como já foi referido, a capacidade que os alunos têm de aprender geologia no

campo, prende-se com o binómio familiaridade $\Leftrightarrow$ novidade do ambiente natural que estes alunos vão estudar. Um ambiente completamente novo dificulta a aprendizagem na medida em que obriga os alunos, antes de mais, a apreender e integrar o que os rodeia, como que a fazer o (re)conhecimento do terreno, e só posteriormente os deixa disponíveis para aprender.

A realização das actividades preconizadas para a unidade de pré-viagem tem como finalidade última dotar os alunos de uma adequada preparação, tendo em conta factores de ordem cognitiva, geográfica e psico-afectiva, de modo a aumentar quantitativa e qualitativamente a aprendizagem que terão a oportunidade efectivar no campo³.

No Volume II apresentam-se os instrumentos que deram corpo à concretização das actividades – conjunto de *documentos numerados de 1 a 8* – que permitiram a aplicação do guião de actividades representado no quadro A.

Momento 1.b. – Organização e construção dos materiais a implementar durante a viagem

Passar-se-á à descrição da unidade central do TC, a Viagem propriamente dita.

Antes de mais foi elaborada a planificação representada no quadro B (Volume II) que dá conta das actividades desenvolvidas durante a unidade Viagem - Guião de orientação da Viagem ao corte geológico do rio Ferreira – Valongo.

A descrição exaustiva da forma como decorreu a Viagem será efectuada na **Fase 2** deste capítulo. No entanto parece oportuno esclarecer desde já quais os critérios que guiaram a conceptualização e construção das actividades que constam do *Livro de Campo* e de outros materiais (bem como a sua escolha) e a razão pela qual se optou por determinadas estratégias e não outras.

Antes de passar à discriminação e à fundamentação das escolhas efectuadas, não será demais referir, ainda que de forma sumária, as actividades que constam do *Livro de Campo*⁴ que acompanha cada aluno e as estratégias delineadas para a sua aplicação. Uma e outras foram orientadas para o processo em vez de para o produto. Daí terem sido construídos materiais centrados nos alunos e tentativamente problematizantes, capazes de produzir uma interacção destes com a natureza, propiciatórios de discussão intra e inter

³ Trata-se de reduzir os vários aspectos do “Novelty Space” referido no capítulo 2..

⁴ Livro de Campo que, para além das actividades e um conjunto de miniaturas dos pósteres usados como material de apoio à viagem, contém igualmente excertos da carta Geológica de Portugal, folha 9-D (à escala 1/50 000) e da carta Militar 123 - Valongo - à escala 1/25 000.

-grupos, tornando-se o aluno desta forma um agente activo na construção do seu próprio conhecimento e na modificação das suas atitudes.

O *Livro de Campo* é apresentado no Volume II deste trabalho, imediatamente a seguir ao quadro B atrás referido. Por questões que se prendem com o tamanho deste documento ampliamos para A₄, o formato do *Livro de Campo*, originalmente produzido em tamanho A₅ (por se tornar mais fácil de manusear pelos alunos no campo durante a realização das actividades). Pela mesma razão, as páginas que lá se encontravam presas por uma espiral de metal, são aqui inseridas soltas.

A conceptualização, organização e construção das actividades constituintes do *Livro de Campo* obedeceu a determinados critérios, muitos dos quais são inerentes ao modelo organizacional seguido.

Um critério recomendado para ordenar as actividades a desenvolver no campo é *o grau de abstracção inerente a cada actividade*. Recomenda-se, do ponto de vista conceptual, partir das actividades que apresentam um grau de abstracção menor para as de maior grau de abstracção (Orion, 1993).

Assim as primeiras questões com que os alunos se confrontam em cada paragem são menos abstractas que as últimas, e o grau de abstracção vai aumentando sucessivamente entre a primeira e a última paragem. Inicialmente cada grupo de cerca de três alunos realiza por si só um conjunto de tarefas direccionadas para a observação, identificação e outros procedimentos simples, tais como registar o que observam, identificar, tocar, medir ou comparar. Posteriormente são confrontados com questões que exigem a aplicação dos dados recolhidos nas primeiras, e a necessidade de avançar para a emissão de hipóteses explicativas. Segue-se o confronto de ideias, primeiro dentro do grupo e, posteriormente, entre os diversos grupos. O erro tem nestas discussões um carácter positivo e é encarado como elemento de aprendizagem. A orientação que a investigadora/professora faz da discussão visa a síntese e o tirar de conclusões.

Os pósteres que apoiam cada paragem vão sendo exibidos oportunamente, no intuito de esclarecer dúvidas, clarificar conceitos, visualizar fenómenos mais complexos, complementar evidências geológicas, etc.

As questões deixadas em aberto ou as hipóteses cuja validade não pode ser apreciada no momento, serão retomadas posteriormente no pós-viagem.

De acordo com o que acabou de ser dito, para cada paragem foi construída uma actividade da qual faziam parte um conjunto de questões e de procedimentos e que dizem respeito aos seguintes itens (pela ordem em que aparecem nas referidas actividades):

- ↗ Registo da hora de chegada e localização da paragem nas cartas topográfica e geológica;
- ↗ Caracterização topográfica da paisagem circundante;
- ↗ Caracterização litológica dos afloramentos *constituintes* da paragem;
- ↗ Caracterização de diversas estruturas/fenómenos geológicos encontradas nas diversas paragens;
- ↗ Explicação/reflexão/análise ou levantamento de hipóteses acerca da origem das estruturas/fenómenos estudados;
- ↗ Intervenção do Homem na paisagem.

O quadro 4.4. apresenta a distribuição das questões (Q) – Q1, Q2, Q3... etc. – das actividades desenvolvidas em cada uma das paragens (P) – P1, P2, ... P5 – pelos itens citados acima.

Quadro 4.4. – Distribuição das questões pelos itens das actividades desenvolvidas em cada paragem

<i>ITEM ABORDADO</i>	<i>PARAGEM</i>	P1	P2	P3	P4	P5
↗ Hora de chegada e localização da paragem		Q1, Q2	Q1, Q2	Q1, Q2	Q1, Q2	Q1, Q2
↗ Caracterização topográfica da paisagem		Q3				
↗ Caracterização litológica dos afloramentos		Q4	Q3, Q4	Q3, Q4	Q3, Q4	Q3, Q4, Q5
↗ Caracterização das estruturas/fenómenos geológicos		Q6	Q6	Q5, Q6	Q6	Q5
↗ Levantamento de hipóteses explicativas		Q5, Q3	Q3, Q5	Q3, Q5	Q4, Q5	Q4, Q6
↗ Intervenção do Homem na paisagem		Q6	Q6	Q6	Q6	Q7

Os dados recolhidos através da análise do quadro 4.4. mostram que, à excepção do item “*Caracterização da paisagem*”, os restantes itens considerados são trabalhados em todas as paragens, repetindo assim em cada uma delas um conjunto de procedimentos que as interliga por um lado, e por outro lado leva esses procedimentos sucessivamente mais longe em cada paragem.

A análise do mesmo quadro evidencia o facto de a mesma questão se referir a mais de um item. Por exemplo na segunda paragem, P2, a questão número três, Q3, aborda os dois seguintes itens: “*Caracterização litológica dos afloramentos constituintes da paragem*” e “*Levantamento de hipóteses acerca da origem das estruturas/fenómenos estudados*”. Isto fica a dever-se ao facto de cada questão conter várias alíneas, o que permite a abordagem de vários aspectos do assunto desenvolvido nessa questão. E evita, sempre que possível, o estudo de fenómenos avulso, que conduz à compartimentação de saberes nada propiciatória de aprendizagens significativas e integradoras dos saberes.

Relativamente ao item “*Caracterização topográfica da paisagem circundante*” ele só foi abordado na primeira paragem, P1, por se pretender tão somente chamar a atenção dos alunos para o meio envolvente, não havendo a intenção de que estes identificassem a estrutura em anticlinal em que se encontravam. Além disso a paisagem ao longo do percurso efectuado durante a Viagem é monótona, pelo que se tornaria repetitivo e gratuito efectuar o mesmo registo em todas as paragens.

Relativamente às questões relacionadas com “*A localização da paragem nas cartas topográfica e geológica*” e “*Caracterização litológica dos afloramentos constituintes da paragem*”, estas foram formuladas com o propósito de caracterizar o ambiente de formação das diferentes litologias, em particular no que respeita à energia do meio a elas associadas. Pretendeu-se também que os alunos relacionassem as condições do meio com a variação da posição da linha de costa, e daí abstraíssem alguns conceitos, nomeadamente: Transgressão/Regressão, Sequência Positiva/Sequência Negativa e Deformação. Com base na interpretação dos dados recolhidos intentou-se que os alunos interpretassem e descrevessem a evolução da linha de costa durante o período de tempo que mediou entre a formação dos afloramentos estudados, e mesmo reconstituíssem as condições paleogeográficas da região.

Com as questões relacionadas com o item “*Caracterização de diversas estruturas/fenómenos geológicos encontradas nas diversas paragens*” pretendeu-se a observação

de estruturas sedimentares directamente envolvidas nos conceitos maiores deste TC, tais como: estrato; superfície de estratificação; tecto e muro.

Com as questões relativas à *“Intervenção do Homem na paisagem”* tentou-se alertar os alunos para os desequilíbrios que a actividade humana, de forma consciente ou inconsciente, provoca nos ecossistemas.

Em qualquer uma das cinco actividades contidas no Livro de Campo, uma destinada a cada paragem, encontra-se previsto um local para registar *“Outros aspectos”* de carácter geológico ou não. Foi propósito da investigadora/professora, com este ponto, aproveitar a oportunidade de evidenciar conceitos geológicos tais como falhas, dobras, espelhos de falha, uma vez que se acredita (Praia, 1997 p. 31) que a experiência de campo facilita a apreensão destes aspectos.

No sentido de ajudar os alunos a conhecer melhor aspectos relacionados com a paisagem envolvente foi solicitado, no final de cada actividade, que procedessem ao registo fotográfico dos aspectos que julgassem mais relevantes.

Foi também sugerido aos alunos que registassem todas as dúvidas surgidas na Viagem e que não tivessem esclarecimento ou resposta de imediato, para que posteriormente fossem alvo de reflexão e análise nas actividades que constituem a unidade de pós-viagem.

Também foi retomado no pós-viagem o estudo das amostras de mão de diferentes rochas recolhidas, que foram estudadas no laboratório, confirmando ou refutando hipóteses levantadas no campo e dando resposta a questões eventualmente deixadas em aberto.

Com as questões tratadas no item *“Levantamento de hipóteses acerca da origem das estruturas/fenómenos estudados”* pretendeu a investigadora/professora que os alunos, após terem respondido a questões que exigem tão somente a observação e a identificação, passassem a questões que os obrigassem a fornecer explicações e formular hipóteses, *i. é.*, respondessem agora a questões conceptualmente mais exigentes. Com este tipo de questões procurou-se fomentar a discussão, primeiro em pequeno grupo, depois alargada ao grupo-turma e com a intervenção da investigadora. Esta orientou a discussão no sentido de sintetizar as várias tarefas desenvolvidas em cada uma das actividades previstas para cada paragem, e em certas paragens, – P3, P4 e P5 – para além das sínteses foram tiradas conclusões (como poderá ser dado conta adiante: *Fase 2* deste capítulo).

Durante o percurso efectuado, como se pode ver ao analisar o quadro B, os alunos foram registando, quer através de imagens, quer através de notas apontadas no *Livro de Campo*, elementos relacionados com a intervenção do Homem na paisagem. A opção de inserir este item nas actividades de campo, deveu-se ao facto de se entender não desperdiçar a oportunidade de os alunos, uma vez em contacto directo com o meio natural, observarem, analisarem e se pronunciarem, de forma crítica, sobre a acção do Homem na paisagem e as implicações dessa acção no equilíbrio do meio ambiente.

A zona visitada apesar de se poder considerar uma zona rural apresenta vários sinais de intervenção do Homem, desde a construção de habitações e demais infra-estruturas associadas (estradas e caminhos), até antigas explorações mineiras de volfrâmio hoje abandonadas, passando por escomboreiras e lixeiras.

Momento 1.c. – Organização e construção dos materiais a implementar durante a etapa de pós-viagem

Como já se disse, a Viagem propriamente dita representa a parte central do TC Orion (1993, p. 328) considera que «... a *viagem ao campo conjuntamente com a unidade preparatória podem constituir-se como um módulo independente que serve para estabelecer uma ponte em direcção a níveis mais abstractos de aprendizagem*».

Os referidos níveis de abstracção deverão ser abordados durante o desenvolvimento, de novo na escola (sala de aula e laboratório), das actividades que constituem a unidade de pós-viagem. Trata-se de uma unidade essencialmente de síntese que, de alguma maneira, se pode considerar como encerrando a parte conceptualmente mais pesada do *curriculum*. Inclui os conceitos mais complexos que por isso mesmo exigem maior capacidade de abstracção.

Nesta última unidade do TC vão ser reutilizados os conhecimentos prévios, confrontando-os com as observações e com os dados recolhidos no campo no sentido de (re)construir as aprendizagens, (re)formular os saberes geológicos e os procedimentos e alterar atitudes, a partir da experiência concreta. Novas hipóteses de trabalho serão levantadas e proceder-se-á à avaliação da Viagem ao Campo, não só dos pontos de vista conceptual e procedimental, como também no que toca a aspectos relacionados com a postura dos alunos face à importância do conhecimento das Ciências Geológicas e da sua

atitude face à Geologia e à prática do TC (abordagem qualitativa através da implementação de questionários e outros instrumentos da mesma natureza).

O conjunto de actividades e de estratégias desenvolvidas no presente TC para a unidade de pós-viagem encontram-se sintetizadas no quadro C - Guião de orientação do Pós-viagem ao corte geológico do rio Ferreira – Valongo que se encontra no Volume II do presente trabalho.

Para esta etapa de pós-viagem previu-se o desenvolvimento de um conjunto de actividades com a duração de 6/7 aulas.

Tendo em conta os objectivos desta unidade e o facto de se encontrar fortemente condicionada pelos dados colhidos no campo, pelas dúvidas dos alunos e mesmo pela sua participação e contributos e se prever virem a originar aulas muito interactivas, a estratégia prevista para essas aulas foi, à partida, aberta e flexível, como se pode ver no quadro C. Assim sendo, em termos de organização, o decorrer das aulas não se afastou do guião traçado, mas cada aula foi sendo fortemente condicionada pelas anteriores. Ora uma vez que essas aulas decorreram em função do trabalho realizado no campo e a estratégia usada envolveu a discussão com larga participação dos alunos, parece à investigadora/professora mais apropriado e oportuno detalhar a organização desta etapa do TC no ponto (2.c.) do *momento 2* deste capítulo, já que se optou por, nesse *momento*, dar conta da implementação das actividades construídas para cada uma das etapas do TC.

É de referir que nesta fase ainda não tínhamos muito claras as questões do pós-viagem, pois se há elementos que são susceptíveis de podermos perceber que vão entrar na discussão travada durante esta etapa, outros há porém, que não podemos antever e que só surgem como resultado do exercício da própria viagem.

A finalizar as actividades da unidade de pós-viagem foram distribuídos aos alunos dois questionários, designados por *Questionário de Atitudes* e *Questionário de Conteúdos Científicos*, abordando respectivamente conteúdos de natureza atitudinal e conteúdos de carácter conceptual e procedimental. Um e outro tiveram como finalidade avaliar os alunos, do ponto de vista formativo, nos diversos aspectos referidos. Exemplos dos questionários mencionados podem ser encontrados no Volume II deste trabalho.

Como se pode verificar a partir da análise do *Questionário de Atitudes* foram focados diversos aspectos atitudinais. Estes aspectos foram sistematizados e agrupados em secções consoante o âmbito de atitudes que pretendem avaliar.

As primeiras três secções prendem-se com aspectos relacionados com a Viagem. Concretamente pretende-se indagar a opinião dos alunos acerca das actividades desenvolvidas no TC. A primeira secção prende-se com as actividades de preparação da Viagem, a segunda com as actividades desenvolvidas na Viagem propriamente dita e a terceira com as actividades de depois da Viagem.

A quarta secção relaciona-se com aspectos organizacionais. Nela procura-se indagar acerca da configuração e do funcionamento dos grupos de alunos durante a Viagem.

Na secção cinco os alunos puderam manifestar-se sobre a importância do TC para a sua aprendizagem. E na secção seis tiveram oportunidade de posicionar-se face ao TC.

Em qualquer uma das secções foi solicitado aos alunos que assinalassem a presença ou ausência de certos procedimentos descritos em quadros, indicassem o grau de consecução de determinados comportamentos, atitudes e procedimentos, e se manifestassem a favor ou contra certas afirmações relativas ao TC (aprendizagem e perspectivas). Também foi pedido aos alunos que respondessem a algumas questões abertas e apresentassem sugestões, dando-lhes oportunidade de se manifestarem de forma mais ampla.

Relativamente ao *Questionário de Conteúdos Científicos*, a investigadora/professora considera que, a par da avaliação de *conteúdo científico*, se procedeu simultaneamente a (alguma) avaliação de *procedimentos*. Para o efeito usou-se uma prova escrita com questões de diversos tipos, nomeadamente: escolha múltipla, resposta curta e resposta aberta. Estas questões colocaram os alunos face a situações relacionadas com os conteúdos abordados nas três unidades em que se desenvolveu o TC programado (por exemplo as questões 1.1.1., 1.1.2, 1.2.1. e 1.4.).

De igual modo os alunos foram confrontados com descrições de observações efectuadas no campo e com resultados obtidos em saídas (questões 2.1.1. e 2.1.4.), a partir dos quais fizeram inferências (questões 1.2., 2.1.2. e 2.1.3.) e tiraram conclusões (questões 1.3. e 2.1.4.), pondo em prática os procedimentos apreendidos nesta experiência concreta de TC.

Parece oportuno realçar aqui que o modelo sugerido Nir Orion, em que nos baseamos apresenta um desenvolvimento tridimensional do ciclo de aprendizagem (ver figura 2.18 da página 64 do capítulo 2), em que a espiral hierarquiza os conceitos a abordar, segundo o autor, do *concreto* para o *abstracto*, no entender da investigadora, do *menos abstracto* para o *mais abstracto*. Esta sucessão de abordagem dos conceitos tanto é válida

para a sua abordagem dentro de cada uma das unidades de pré-viagem, viagem e pós-viagem, como para a estrutura global de hierarquização dos conceitos em todo o TC.

A este propósito será apresentado um quadro síntese representativo da versão em espiral, do método cíclico de aprendizagem, desenvolvido neste TC. O referido diagrama foi adaptado de um exemplo exposto pelo autor do modelo (Orion, 1993) e nele se desenvolvem três unidades, iniciando-se cada uma delas por um estágio de exploração. As conclusões de cada estágio de exploração foram utilizadas pela investigadora/professora para a aprendizagem dos conceitos e para encorajar o levantamento de questões acerca dos fenómenos explorados. Estas questões servem de ponte para o próximo ciclo e assim sucessivamente.

Quadro 4.5. – Implementação do método cíclico de aprendizagem usado no presente TC (Adaptado de Orion, 1993)

DESENVOLVIMENTO DOS CICLOS	CONTEXTO
<i>Ciclo de aprendizagem A da unidade de preparação</i>	
Observação I (Exploração)	Interpretação das condições de deposição de detritos (areias) e comparação dos estratos formados na coluna de sedimentação com um póster representando um corte geológico da praia de Lavadores.
Obtenção de informação	Os alunos estudaram anteriormente o Ciclo Litológico em geral e o Ciclo de Sedimentação em particular; classificaram rochas sedimentares em amostra de mão; analisaram diapositivos e outros documentos que ilustram a formação de superfícies de estratificação.
Conclusão:	A presença de determinadas estruturas sedimentares, nomeadamente de Superfícies de Estratificação, indicia o tipo de paleoambiente existente aquando da deposição dos sedimentos.
Observação II (Exploração)	Actividade Laboratorial – <i>Deposição de diferentes tipos de estratos em função do ambiente reinante durante a deposição.</i>
Conclusões:	• A observação de superfícies de estratificação nos afloramentos pode indiciar tratar-se de afloramentos de rochas sedimentares. • Sedimentos depositados em meios aquáticos de baixa energia habitualmente formam camadas horizontais. • Os sedimentos, em meios aquáticos, depositam-se de acordo com o seu tamanho dando origem a uma granoselecção das partículas.
Sumário das conclusões: (Criação/criatividade)	Em meio aquático os sedimentos detriticos depositam-se podendo dar origem a Superfícies de Estratificação.
<i>Ciclo de aprendizagem B da unidade de preparação</i>	
Observação: (Exploração e aplicação)	Interpretação de deformação de camadas – dobras e falhas – em modelos de plasticina.
Conclusões:	• As dobras e as falhas modificam as rochas.
Questões com as quais se abre o ciclo de aprendizagem da viagem:	Podem as rochas ser actuadas, tal como a plasticina, dando de igual modo origem a falhas e dobras?
<i>Ciclo de aprendizagem A da Viagem ao campo</i>	
Observação: (Exploração e aplicação)	Interpretação de diversos afloramentos constituídos por litologias com diferentes características, nomeadamente diversas granulometrias, em que as camadas encontradas se encontravam inclinadas.
Conclusões: (Criação/criatividade)	• A área estudada foi coberta por água do mar enquanto se depositavam as diversas camadas. • A energia do meio não foi sempre a mesma porque se depositaram detritos com granulometrias diferentes. • A posição da linha de costa variou ao longo do tempo. • A posição das camadas foi alterada após a deposição
Questões com as quais se abre o ciclo de aprendizagem da viagem:	O que aconteceu a estes estratos? Teriam sido dobrados e fracturados?
<i>Ciclo de aprendizagem B da Viagem ao campo</i>	
Observação: (Exploração e aplicação)	Os estratos das diferentes litologias foram actuados, em conjunto, após a sua deposição por forças de natureza diversa
Conclusões: (Criação/Criatividade)	• A posição inicial dos estratos foi modificada pela actuação de forças que originaram a formação de dobras, falhas e a deformação dos clastos constituintes de algumas das litologias.
Questões com as quais se abre o ciclo de aprendizagem da viagem:	Que tipo de forças é capaz de deformar uma rocha sólida como se de um bloco de plasticina se tratasse? Qual a proveniência dessas forças? Como actuam?
<i>Ciclo de aprendizagem da unidade de síntese</i>	
Ciclo A: Os afloramentos estudados formaram-se durante uma transgressão marinha/ As transgressões são reconhecidas no terreno pela existência de sequências positivas/Forças de tensão e compressão modelam a crosta terrestre.	
Ciclo B: Reconstituição paleogeográfica da área estudada/ Abordagem do Ciclo Geológico/Integração da área estudada no Ciclo Geológico.	

Sem que se tenha a pretensão de apresentar, neste momento, resultados ou conclusões, a investigadora pensa que os alunos melhoraram a sua capacidade de observação depois de realizarem o TC e que esta capacidade aumenta, de forma correlacionada com a informação que possuem.

A Investigadora/professora pensa que deve salientar a relevância que o trabalho em grupo teve para a aprendizagem dos alunos, uma vez que o conhecimento se constrói de forma cooperativa e durante a comunicação o aluno aprofunda a sua compreensão.

Quanto às vantagens do contacto directo com o objecto de estudo – Visitas ao Campo – elas são inúmeras mas neste contexto é de acentuar o facto de permitirem superar obstáculos entre teoria/explicação/prática e de oferecerem aos alunos a oportunidade de treinarem a sua destreza na resolução de problemas reais.

Fase 2 – Implementação dos materiais construídos

Passar-se-á à descrição da forma como foram implementados os materiais construídos para cada uma das três unidades do TC desenvolvido.

Momento 2.a. - Implementação das actividades relativas à etapa de pré-viagem

De acordo com alguns autores (Garcia De La Torre, *et al*, 1993) é importante que o aluno conheça os princípios sobre os quais assenta a Geologia: *Princípio do Actualismo, Princípio da Sobreposição, Princípio da Correlação Estratigráfica*, etc., isto porque desde o século XIX, com Lyell, que estes princípios guiam os geólogos nas suas *observações*. Entrando em linha de conta com o que se acabou de dizer, estes princípios foram enunciados aos alunos com o duplo propósito de serem usados no campo para interpretar os fenómenos geológicos e para melhor compreenderem a forma como se constrói o conhecimento geológico.

Assim, no sentido de minimizar dificuldades cognitivas e procedimentais desenvolveram-se as actividades – que constam do quadro A. – que envolveram o manuseamento e a leitura de cartas topográficas e geológicas na sala de aula – Ficha de Trabalho nº 1 – acompanhado do uso da bússola; a classificação de rochas sedimentares – Ficha de Trabalho nº 2; a realização de uma sessão de discussão, efectuada a partir do estudo de

um conjunto de amostras de minerais e rochas, com o objectivo de se identificarem os minerais como constituintes das rochas e de se classificarem as amostras de rochas em: magmáticas, sedimentares e metamórficas; actividade de classificação de alguns exemplares de rochas metamórficas, entre as quais se encontravam amostras recolhidas nas paragens a realizar durante o percurso da Viagem; a realização da actividade da página 421 do manual escolar utilizado pelos alunos; a realização de um Trabalho Laboratorial durante o qual se criou uma modelação de sequências sedimentares formadas em meio aquático, que permitiu aos alunos identificar superfícies de estratificação, tecto e muro de camadas, etc.(Trabalho Experimental nº 1).

Com estes trabalhos, bem como com todos os trabalhos desenvolvidos nas unidades de Viagem e pós-Viagem, de maneira geral pretendeu-se que os alunos:

- ✦ Treinassem diferentes formas de comunicação oral e escrita;
- ✦ Manifestassem curiosidade e criatividade na formulação de perguntas e hipóteses;
- ✦ Planeassem e realizassem curtas investigações teoricamente enquadradas;
- ✦ Utilizassem fontes bibliográficas de forma autónoma, mostrando-se dessa forma capazes de pesquisar, organizar e tratar informação;
- ✦ Desenvolvessem atitudes e valores inerentes ao trabalho, quer individual quer grupal;
- ✦ Aceitassem a diferença no que respeita à abordagem e solução dos problemas.

O conjunto de actividades desenvolvidas na unidade de pré-viagem que acima se referiu permitiu, na óptica da investigadora/professora, para além da construção de um quadro conceptual dos alunos, treinar destrezas que lhes foram úteis no campo durante o desenvolvimento das actividades do *Livro de Campo*. Isto porque, a par do manusear de materiais conducente à aprendizagem dos conceitos, os alunos experimentaram uma série de procedimentos capazes de exercitar habilidades e competências necessárias à realização das tarefas previstas para a unidade de *durante a Viagem*, ou seja, necessárias à observação, à identificação e à interpretação dos processos, fenómenos e estruturas geológicas.

Por outro lado o estudo de maquetas, a construção de modelos de plasticina representando falhas, dobras e outros acidentes geológicos, a análise de cortes geológicos que

constam da Carta Geológica, bem como o próprio estudo deste instrumento de trabalho e de outros tipos de representações das estruturas geológicas na sala de aula, facilitou ao aluno a abstracção espacial das mesmas e o seu reconhecimento, *à posteriori*, no campo.

No mesmo sentido os alunos tiveram oportunidade de analisar um póster construído a partir da montagem de dois conjuntos de 6/7 fotografias cada, registadas a partir de um terraço existente na Praia de Lavadores e de interpretar um conjunto de diapositivos representativos de vários aspectos geológicos que ilustram em geral: os conteúdos curriculares abordados no quadro 4.1. e em particular os aspectos passíveis de serem estudados no percurso a efectuar durante a Viagem. Um exemplar do referido póster, em formato reduzido (o original tem formato A₂) é apresentado no Volume II, juntamente com os restantes materiais construídos para esta etapa do TC.

A par das dificuldades cognitivas, os alunos podem sentir-se inseguros e algo ansiosos relativamente ao que se vai passar no campo. A insegurança e a ansiedade sentidas são factores de ordem psicológica que podem minar a aprendizagem durante a Viagem e que é preciso ter em conta e tentar ultrapassar. Com vista a minimizar o efeito negativo destes factores, o grupo de alunos foi detalhadamente informado acerca do modo como se previa o decurso da viagem.

A apresentação foi feita na aula imediatamente anterior à saída. Nessa aula foi distribuída aos alunos a Ficha Informativa nº 1, cujo conteúdo versou os objectivos a atingir com a Visita, discriminou o material necessário usar no terreno e indicou o modo como os alunos iriam ser avaliados pelo seu trabalho (para que antecipadamente os alunos tivessem oportunidade de reflectir sobre a forma como poderiam apresentar os produtos da sua aprendizagem e, atempadamente, se munirem do material necessário à sua concretização). Estes aspectos foram pormenorizadamente discutidos com o grupo-turma com base na análise da referida ficha. A propósito de alguns dos materiais, nomeadamente da bússola e das cartas topográficas e geológicas, foram lembrados alguns aspectos e recomendado que voltassem a rever a Ficha de Trabalho nº 1.

Ainda nesta aula foi distribuído a cada aluno – e posteriormente recolhido, a fim de serem evitados esquecimentos – o *Livro de Campo* onde se encontravam as actividades a desenvolver em cada uma das cinco paragens e que contem o conjunto de miniaturas dos pósteres a serem usados na viagem. Através da análise do *Livro de Campo* os alunos ficaram a conhecer o tipo e a sequência dos trabalhos a realizar durante o percurso, a

duração aproximada de cada paragem e a distância a percorrer entre cada uma delas. Foram acrescentados pormenores sobre cada paragem, quer fornecidos de *viva voz* pela investigadora/professora, quer através da observação de alguns dos pósteres (os números 1, 2a, 2b, 3) e da projecção de uma colecção de diapositivos registando diversos aspectos das paragens. Desta forma foi dado conhecimento concreto das diferentes paragens que a investigadora/professora foi comentando, não só acrescentando pormenores como chamando a atenção para aspectos que no terreno iriam ser objecto de estudo. Ainda com o intuito de reduzir as dificuldades causadas por factores de ordem geográfica, voltou a proceder-se com os alunos à identificação e caracterização da zona a visitar – Valongo – primeiro com base no estudo das cartas topográfica e geológica e posteriormente, com a ajuda de uma carta das estradas. Este procedimento permitiu aos alunos fazerem uma ideia do tipo de local (topografia e paisagem) e identificarem as estradas e demais caminhos de acesso ao local e mesmo do percurso (ao longo do rio Ferreira). Dois dos alunos, devido ao facto de serem escuteiros, conheciam bem a região e acrescentaram pormenores do interesse dos restantes colegas.

De igual modo os alunos foram informados sobre os momentos, os locais e os tempos destinados ao descanso e à(s) merenda(s).

Foi ainda recordado aos alunos aspectos tais como a hora de partida, a hora prevista para a chegada, o facto de não terem mais aulas nesse dia e portanto de não precisarem de trazer o material necessário à(s) aula(s) prevista(s) – uma ou duas – para o resto do dia, e como tal deverem dirigir-se para as suas casas imediatamente após o regresso, etc..

No sentido de alargar o conhecimento dos alunos acerca do âmbito da Geologia e da diversidade de aplicação dos materiais extraídos do nosso planeta, de adquirir métodos de trabalho e prática de consulta bibliográfica e ainda para os motivar, foi-lhes pedido, como se pode ver na *Ficha de Orientação de Trabalho Individual e Extra Aula*, que realizassem um trabalho intitulado “*Aplicações no quotidiano dos materiais fornecidos pela Terra*”.

Momento 2.b. - Implementação das actividades relativas à viagem

Passar-se-á de seguida á descrição da realização da Viagem propriamente dita. Pretende-se aqui pormenorizar a forma como foram implementadas e desenvolvidas as

actividades preconizadas no *Livro de Campo* que acompanhou os alunos, realçando os conteúdos procedimentais e atitudinais e não somente os conceptuais.

A construção de materiais para a concretização do TC obrigou à tomada de decisões que conduziram à estruturação de um conjunto de tarefas que os alunos levaram à prática em cada uma das cinco paragens realizadas. Assim, em cada paragem os alunos desenvolveram *uma actividade*, sendo que algumas dessas tarefas foram iguais para todas as paragens, enquanto outras foram de natureza semelhante e outras ainda de natureza muito diferente, tudo dependendo dos conteúdos e objectivos (conceptuais, procedimentais e atitudinais) que se pretendiam atingir.

Atendendo ao que acima se referiu, serão descritas em primeiro lugar as tarefas propostas aos alunos que são comuns às actividades de todas as paragens. De seguida, para cada paragem, serão descritas as actividades de natureza semelhante e por último as actividades diferentes. Tentar-se-á que a descrição expresse a unidade e que se evidenciem as correlações existentes entre as diversas paragens.

O TC deve desenvolver nos alunos, entre outras, a capacidade de se orientarem reconhecendo as suas deslocações no espaço geográfico, de localizarem factos relacionados com o espaço físico envolvente e de descreverem determinada localização correctamente. Nesse sentido recomenda-se (Garcia de la Torre, 1994, p. 350) que, no terreno, os alunos desenvolvam actividades que envolvam o manusear de mapas que lhes permitam orientarem-se e localizarem a sua posição. Assim sendo, e após ter sido apresentado – na actividade relativa à paragem 1 (P1) – um esquema representativo de todo o percurso a realizar com as cinco paragens assinaladas e se ter sugerido a orientação da carta topográfica com a ajuda da bússola, em todas as actividades se propôs aos alunos que localizassem nas cartas topográfica e geológica a respectiva paragem⁵. Na P1 propôs-se, imediatamente a seguir, que fosse determinada a direcção em que será feita a deslocação ao longo do percurso a realizar. Com esta questão pretendeu-se que os alunos interpretassem dados, analisassem o percurso esquematizado e com base nos dados recolhidos se orientassem no terreno.

O facto de os alunos, a par das cartas topográfica e geológica, trabalharem com um esboço simplificado construído a partir da carta topográfica (Folha 123 – Valongo, escala 1/25 000) é justificado pela circunstância desta última, ao representar uma zona muito complexa, se tornar de leitura muito difícil, sobretudo tendo em conta a inexperiência

⁵ Imediatamente após ser anotada a hora de chegada à paragem.

dos alunos em trabalho de campo. De qualquer modo cada aluno dispunha de um excerto desta folha, bem como de um excerto da carta geológica (Folha 9D – Penafiel, escala 1/50 000) que cobre a região, que a todo o momento pôde ser alvo de consulta.

Qualquer ambiente natural que se estude, fornece uma variedade de elementos que informam acerca de diversos aspectos tais como a litologia, a geomorfologia, a hidrogeologia, a biologia e a actividade humana directa e indirectamente relacionada com a Geologia (a propósito da zona onde se localiza o percurso realizado poderemos referir a extracção e a indústria mineira, a construção de habitações, acessos e estradas). Ou seja, numa paisagem podemos encontrar um conjunto de dados relativos a fenómenos naturais, propriamente ditos, a par de aspectos de carácter humano e sociocultural. Assim, no sentido de caracterizar a paisagem, foi proposto aos alunos na P1, que descrevessem a paisagem circundante do ponto de vista morfológico, e que indicassem factores que pudessem ser responsáveis por essa morfológico. Com estas questões pretendeu-se que os alunos observassem o meio envolvente, registassem dados, formulassem hipóteses e fundamentassem as hipóteses avançadas⁶. Pretendeu-se ainda que os alunos relacionassem os factores modeladores do relevo (tais como os diferentes tipos de agentes de erosivos) com a constituição dos terrenos (heterogeneidade litológica das rochas aflorantes), de forma a compreenderem a evolução daquela paisagem em função da acção dos agentes condicionantes que sobre ela actuaram. A caracterização, genérica, da paisagem foi tratada na P1 imediatamente após a localização, por exigir um grau de abstracção relativamente baixo.

Também no sentido de melhor caracterizar a paisagem, em todas as restantes paragens, solicitou-se aos alunos que registassem por meio de esquemas e palavras e/ou documentassem com fotografias, os aspectos mais significativos relativamente a:

- ⇒ Estruturas geológicas analisadas;
- ⇒ Acção dos agentes biológicos sobre os afloramentos;
- ⇒ Intervenção do Homem na paisagem.

Estas questões aparecem a fechar cada uma das unidades. No que toca ao último aspecto ele foi colocado nas actividades com a finalidade, não só de caracterizar os elementos artificiais introduzidos na paisagem, mas também valorizar o meio natural, sensibilizando os alunos para o perigo desencadeado pelos desequilíbrios e despertando neles uma nova perspectiva de actuação. Uma vez que os alunos se encontravam em contacto com a natureza não seria de desperdiçar a oportunidade de reflectir acerca da intervenção

⁶ A caracterização da paisagem apenas foi abordada na primeira paragem por o percurso a realizar ser relativamente curto, o que tornaria as descrições a efectuar repetitivas. Por outro lado não se pretendia a identificação da estrutura em anticlinal desta região o que, de toda a forma, a curta extensão do percurso também impedia.

do Homem no meio ambiente, e de sensibilizá-los para as questões de natureza ambiental responsabilizando-os pela sua actuação futura nessa matéria. Com base nos registos efectuados pelos alunos, *à posteriori* e já na sala de aula, foi proposta a realização de uma apreciação crítica dos aspectos ilustrados e a indicação de medidas a tomar no sentido de eliminar ou minimizar o efeito negativo da intervenção do Homem no local visitado. Esta apreciação foi apresentada por escrito e ilustrada com os registos recolhidos durante a Viagem, com o intuito de tornar mais consistente a reflexão e de treinar a redacção de conclusões bem como a sua comunicação escrita.

Ao colocar estas questões no final da actividade de cada paragem, atendeu-se essencialmente ao grau de abrangência de cada um dos *itens* tratados, nomeadamente no que toca à intervenção do Homem na paisagem, além de que, no que respeita ao *item* relativo às estruturas geológicas, o grau de abstracção exigido aos alunos é também frequentemente elevado.

Para aprofundar o conhecimento geológico da paisagem em cada actividade foram sendo propostas aos alunos a realização de tarefas sucessivamente mais abstractas. Em linhas gerais as questões foram abordadas da seguinte forma:

- i. Caracterizar as litologias encontradas (essencialmente sedimentares e metamórficas – baixo grau de metamorfismo);
- ii. Identificar estruturas sedimentares e outras, associadas às litologias encontradas nos afloramentos (nomeadamente superfícies de estratificação, etc.);
- iii. Identificar a inclinação dos estratos encontrados (apenas era pedido aos alunos que indicassem se se tratava de uma camada horizontal, vertical ou inclinada);
- iv. Visualizar no espaço estruturas geológicas;
- v. Formular hipóteses a partir dos *Princípios Estratigráficos* com base nos dados recolhidos nas actividades anteriormente desenvolvidas;
- vi. Relacionar a posição de diferentes camadas com a sua idade relativa;
- vii. Associar a energia do meio “*versus*” granulometria dos sedimentos com a variação da linha de costa;
- viii. Integrar as rochas sedimentares e metamórficas no ciclo litológico;
- ix. Analisar o domínio de transição entre rochas sedimentares e metamórficas.

Para caracterizar as litologias encontradas, identificar a inclinação das camadas e identificar a presença de superfícies de estratificação foi proposto aos alunos o preenchimento de um quadro tipo que sofreu ligeiras alterações no sentido de se adaptar a cada uma das diferentes paragens e que pode ser encontrado no *Livro de Campo* numerado como quadro 1, 2, 4, 6 e 8.

A proposta de preencher o quadro serviu não só para os alunos promoverem o desenvolvimento de determinadas destrezas, como também para a obtenção de registos que, posteriormente, lhes permitiram estabelecer as idades relativas dos afloramentos encontrados nas três primeiras paragens. Além dos registos escritos foi solicitado a elaboração de um esquema da orientação das camadas. Para além disto sugeriu-se ainda que, sobre o percurso representado na figura 3 – na qual para além de registado o percurso se encontram assinaladas as paragens – fosse indicado por meio de linhas, a orientação dessas camadas e por meio de setas se anotasse o sentido para onde estas inclinam.

O registo esquemático foi sugerido após o registo escrito, por se tratar de uma tarefa relacionada com a visualização de estruturas geológicas no espaço e, como tal, exigir um maior grau de abstracção.

A realização de vários tipos de registos teve ainda a intencionalidade de promover a diversificação das formas de comunicação escrita, por parte dos alunos.

Considerou-se ainda que os dados litológicos e estratigráficos permitiriam aos alunos a compreensão das condições ambientais em que foram formadas as diferentes litologias estudadas e a sua evolução ao longo do tempo geológico (reconstituição paleogeográfica da zona percorrida durante a Viagem).

No seguimento destas questões foi pedido aos alunos para formularem hipóteses que explicassem a inclinação que as camadas encontradas apresentam. Esta questão, ainda de mais elevado nível de abstracção, obriga não só a visualizar no espaço o afloramento, como a relacionar os agentes modeladores do relevo com a sua actuação neste caso concreto.

Após a resolução destes pontos das actividades nas P2, P3 e P4, foi proposto aos alunos que registassem respectivamente nos quadros 3, 5 e 7, relativamente a todas as paragens anteriores: a granulometria, a energia associada ao transporte de sedimentos das diferentes granulometrias (representação gráfica e fundamentação) e a idade relativa das camadas encontradas até à paragem em estudo. Pretendeu-se com esta proposta que

os alunos encarassem as diferentes paragens como um todo, de modo a que cada uma por si fosse integrada entre a anterior e a seguinte, acrescentando um pouco à *História Geológica* do percurso em estudo.

Na tentativa de levar mais longe esta intenção, as actividades das três primeiras paragens foram conceptualizadas de forma a que os alunos, à medida que iam avançando no percurso, registassem os dados acima referidos – nomeadamente nos quadros 3 e 5 – de modo a que a análise desses dados permitisse uma melhor compreensão dos fenómenos geológicos patenteados e se tornassem mais consistentes as inferências relativas às condições de formação daquelas litologias e da variação da linha de costa. Dessa forma, apenas na P3 se considerou haver dados suficientes para fazer a primeira síntese. Os alunos analisaram o quadro 5 e em pequeno grupo discutiram as questões 5.1., 5.2. e 5.3.. Após terem sido apresentadas as respostas pelo porta-voz dos diferentes grupos, a investigadora/professora com a ajuda do póster intitulado “*Princípio da Sobreposição – conclusão 1*” dinamizou a discussão de forma a que os alunos aplicassem o *Princípio Estratigráfico* citado às três paragens já estudadas, para estes compreenderem que, tendo em conta a inclinação das camadas, tal *Princípio* se aplicava aos afloramentos estudados. A partir daí e com base na análise do quadro 5, já consolidada ao momento com as respostas às questões 5.1., 5.2. e 5.3., os alunos concluíram que aquando da formação dos afloramentos encontrados entre a P1 e a P3, a posição da linha de costa não se manteve constante e, tendo em conta que se encontra materializada no terreno uma *Sequência Positiva*, o mar avançou sobre o continente, pelo que ocorreu uma transgressão. Os pósteres que registam as “*Conclusões 2 – partes (a) e (b)*”, permitiram ilustrar os fenómenos envolvidos na discussão uma vez que não só reconstituem um episódio transgressivo, como representam, de forma esquemática, a variação da energia do meio *versus* granulometria dos sedimentos com a variação da linha de costa.

Estabelecida que estava a relação entre o fenómeno geológico *Transgressão* e a forma como tal fenómeno é identificado no terreno, prosseguiu-se para a realização do percurso em direcção à P4. Nesta paragem para além da realização das tarefas propostas aos alunos a que já se aludiu em parágrafos anteriores (nomeadamente o preenchimento do quadro 6 – agora mais exigente em termos de registo, já que no afloramento desta paragem encontramos não uma sequência monótona mais ou menos inclinada, mas pelo contrário, duas sequências positivas, e verticalizadas) e o levantamento de hipóteses quanto à disposição das camadas e quanto à superfície ideal para observar a inclinação das cama-

das, os alunos preencheram o quadro 7 que lhes permitiu comparar os dados obtidos no quadro 5 analisado na P3, com dados colhidos nesta paragem, relativamente aos mesmos parâmetros.

Em pequeno grupo os alunos discutiram a resposta às questões 5.1., 5.2. e 5.2.1. propostas no *Livro de Campo* relativamente a esta paragem, após o que a investigadora/professora, com a ajuda do póster destinado a ilustrar o afloramento encontrado e intitulado “Sequências de granulometria crescente ou decrescente”, ajudou os alunos a visualizar a disposição dos estratos encontrados ao exhibir, no póster citado, um bloco diagrama interpretativo da disposição desses estratos (à semelhança do que já tinha sido feito ao exhibir o póster relativo à P1 onde, para além de um bloco diagrama que esquematiza a disposição das camadas aí encontradas, se evidencia, através da marcação com uma linha vermelha, a orientação de uma superfície de estratificação do afloramento, por neste caso concreto ser bastante difícil distinguir as superfícies de estratificação da orientação das superfícies de xistosidade). De novo a investigadora/professora dinamizou a discussão, agora no sentido dos alunos formularem hipóteses que explicassem o processo de ocorrência dos movimentos transgressivos da linha de costa (movimentos por *pulsos* e não continuados sempre num mesmo sentido).

Nesta paragem (P4) os alunos estudaram um afloramento cuja disposição das camadas foi completamente alterada (superfícies de estratificação verticais). De resto, ao longo de todo o percurso, os alunos encontraram estratos que foram actuados por forças que alteraram a sua posição inicial e os deformaram – nomeadamente na paragem 1 onde encontraram uma grande superfície de falha em rochas ardósíferas, um espelho de falha na mesma paragem, dobras, como se evidencia num dos pósteres – 2 (b) – alusivo à P2, etc..

Alertados para estes aspectos, os alunos interrogaram-se acerca da origem de forças capazes de deformar tão profundamente as camadas rochosas. Interrogaram-se ainda acerca do processo e da forma como estas forças actuam e também se estas forças se fazem sentir a menor escala (por exemplo a nível dos clastos constituintes das litologias estudadas).

Caminhámos então para a P5 onde, para além de estudarem as características litológicas mais marcantes do afloramento encontrado (recolha de dados que permite o preenchimento do quadro 8 e a classificação dessa litologia – conglomerado deformado), foi proposto aos alunos o registo esquemático da forma que os clastos assumem no aflora-

mento. Para o efeito foi fornecido a cada grupo uma folha de acetato e uma caneta apropriada e foi-lhes sugerido que decalcassem a forma dos clastos e posteriormente a analisassem (procedimento descrito nos pontos 4.1., 4.1.1., 4.1.2., 4.1.3.). Na questão seguinte (4.1.4.) pediu-se que fosse indicada a orientação das forças responsáveis pelo estiramento dos clastos e, de imediato (questão 4.2.), propôs-se o avanço de uma hipótese que explique a deformação apresentada. Os alunos começaram por esquematizar por meio de setas a orientação de actuação dessas forças. Passaram seguidamente ao levantamento das hipóteses explicativas anteriormente pedidas e, no seguimento das questões que constam da actividade construída para esta paragem, discutiram em pequeno grupo, quais os *protólitos* que estiveram na origem da litologia encontrada na formação estudada na P5 e discutiram ainda a classificação das referidas rochas.

Visando sintetizar os conhecimentos e estabelecer conexões entre os conceitos e modelos explicativos que os alunos possuem e os novos conhecimentos construídos com base nos dados e nas inferências agora estabelecidas, a investigadora/professora dinamizou a discussão final não só desta paragem como da unidade de Viagem do presente TC.

Para o efeito ilustrou a ocorrência de deformação com um esquema do póster intitulado “Deformação nos clastos do conglomerado” destinado a ser exibido nesta paragem. E colocou os alunos face à contradição de se classificar como conglomerado (designação tradicionalmente associada a litologias de ambiente sedimentar) uma rocha que patenteia deformação típica das litologias originadas em ambientes metamórficos, no caso concreto de baixo grau de metamorfismo – baixa temperatura e pressão algo elevada. Com esta discussão os alunos tomaram consciência da complexidade dos fenómenos naturais e do *continuum* existente nos processos que ocorrem na natureza, e de que as associações, os agrupamentos em classes ou tipos e os modelos explicativos, são necessidades de sistematização que facilitam o estudo, mas que são sempre reducionistas e produzem, por vezes, enviezamentos do conhecimento acerca dos fenómenos e processos naturais.

No final da viagem propriamente dita, para além de terem sido deixadas em aberto, questões pontuais ou de pormenor e esclarecimentos diversos, ficaram sobretudo para discutir, aprofundar e integrar as seguintes questões/problema:

- ☞ Que relações se podem estabelecer entre os diversos tipos de rochas, (Ciclo Litológico) particularmente as de natureza sedimentar e as condições ambientais existentes aquando da sua formação (Ciclo Hidrológico)?

- Que relações se podem estabelecer entre os diversos tipos de rochas (Ciclo Litológico)?
- Que relações se podem estabelecer entre as rochas (Ciclo Litológico) e as forças capazes de provocar a sua deformação (Ciclo Orogénico)?

Estas questões problemáticas foram posteriormente abordadas e tratadas na unidade de pós-viagem, da forma que se passará a referir em (2.c.).

No entender da investigadora/professora, a organização e a ordem estabelecida para a realização das tarefas propostas nas paragens consecutivas, ajudam os alunos a compreender melhor o contexto espacio-temporal dos fenómenos geológicos estudados em cada uma das paragens e a articular os conceitos e os fenómenos geológicos abordados sucessivamente em cada paragem, de forma gradual, o que *à posteriori* os ajudará a interrelacionar cada uma das diferentes paragens e a integrar, não só conceitos cada vez de maior grau de abstracção surgidos durante a realização do percurso, como a integrar e articular tais conceitos em esquemas conceptuais mais amplos, como por exemplo, integrar o conceito de *transgressão* no *Ciclo Geológico*.

Ao concluir este capítulo, apresenta-se na página seguinte o quadro 4.6. que pretende ser uma síntese dos *conceitos maiores* apreendidos em cada paragem e da forma como esses conceitos foram mobilizados nas paragens seguintes, de modo a serem atingidos conceitos sucessivamente mais abstractos. Com este quadro tenciona-se ainda ilustrar alguns procedimentos tidos pelos alunos.

Quadro 4.6. – Quadro síntese do desenvolvimento do conteúdo conceptual realizado na unidade relativa à viagem do presente TC

PROCEDIMENTO PARAGEM PROBLEMA	OBSERVAÇÕES	INFERÊNCIAS	CONCLUSÕES
P1 Quais as condições de formação deste afloramento?	▪ Características litológicas do afloramento – xisto ardósífero. ▪ Granulometria – não visível à vista desamada. ▪ Camadas inclinadas patenteando um espelho de falha.	☐ Inclinação das camadas mantém-se sensivelmente constante? ☐ Granulometria aumenta. ☐ Energia do meio aumenta. ▪ As condições do meio modificaram-se ▪ Sequência positiva ⇒	▪ Transgressão marinha
P2 Quais as condições de formação deste afloramento?	▪ Características litológicas do afloramento – alternância de quartzito com material pelítico. ▪ Granulometria – visível e inferior a 2 mm. ▪ Camadas com inclinação sensivelmente igual à da P1 e em certos locais patenteando dobras.		
P3 Quais as condições de formação deste afloramento?	▪ Características litológicas do afloramento – quartzito. ▪ Granulometria – visível e superior a 2 mm. ▪ Camadas com inclinação sensivelmente igual à das P1 e P2.		
P4 Como se desenrola uma transgressão?	▪ Características litológicas do afloramento – variadas. ▪ Granulometria – variada – duas sequências granocrescentes ou granodecrescentes. ▪ Camadas verticalizadas	☐ A posição inicial das camadas foi alterada. ☐ Num espaço muito curto (40 cm) encontramos duas sequências⁸ quando nas três paragens anteriormente efectuadas precisamos de caminhar cerca de 500 m para encontrar uma sequência positiva.	▪ As grandes transgressões não se fazem de uma assentada, com o avanço do mar num único sentido, mas sim por avanços e recuos, embora predominando os movimentos de avanço sobre o continente ▪ Durante esse período de tempo actuam forças capazes de alterar a posição dos estratos
P5 Que forças são capazes de alterar as formações litológicas após a sua formação? Como actuam essas forças?	▪ Características litológicas do afloramento – conglomerado de formado. ▪ Granulometria – clastos com deformação. ▪ Camadas inclinadas.	☐ A posição inicial das camadas foi alterada. ☐ Actuaram forças que alteraram a posição inicial das camadas ☐ E forças que actuaram no sentido do estiramento dos clastos. ☐ As condições ambientais alteraram-se das tipicamente pertencentes ao domínio das rochas sedimentares para as de domínio metamórfico	▪ Vários processos geológicos actuando em simultâneo ou em sequência alteram, a várias escalas (deformando os clastos ou alterando a posição inicial das camadas), as formações. ▪ Os fenómenos geológicos revestem-se de grande complexidade e continuidade.

7 Considera-se que não ocorreu inversão das camadas após a sua deposição pelo que se podem aplicar os *Princípio da Horizontalidade Inicial das Camadas* e o *Princípio da Sobreposição*. Em todo o caso sofreram um basculamento ligeiro.

8 Nada se pode inferir quanto à polaridade por as camadas se encontrarem verticalizadas.

Momento 2.c. - Implementação das actividades desenvolvidas no pós-viagem

Nas duas primeiras aulas discutiu-se a resolução das actividades que constam do Livro de Campo. A estratégia seguida foi a seguinte:

- i. reuniram-se os alunos de cada grupo por um período de 20/25 minutos;
- ii. alargou-se a discussão ao grupo turma;
- iii. a investigadora/professora orientou a discussão de cada uma das unidades de *per si*, tendo pedido ao porta-voz dos vários grupos que fosse dando conta dos dados recolhidos que lhes permitiram desenvolver cada uma das actividades e que foram registando no Livro de Campo e que mencionassem as dúvidas e as dificuldades sentidas no terreno;
- iv. no final da discussão relativa à P3, o porta-voz de cada grupo, com base nos dados colhidos como resposta à questão (4), enunciou as conclusões a que o seu grupo tinha chegado - *Nas três paragens estudadas até ao momento estava registada uma transgressão marinha;*
- v. o mesmo aconteceu na discussão relativa à P4, em que as conclusões a que os alunos chegaram na paragem anterior foram usadas para interpretar o fenómeno geológico registado no afloramento desta paragem e alargar o conceito de transgressão marinha. Mais concretamente que: *As grandes transgressões não ocorrem uniformemente e sempre no mesmo sentido, mas que ocorrem por pulsos com avanços e recuos sendo que os avanços em direcção ao continente são de amplitude muito maior;*
- vi. de igual modo discutiram-se as actividades da P5. Os alunos compararam os registos que tinham sido efectuados na concretização do procedimento relativo à questão (4) e o porta-voz de cada grupo informou o grupo-turma acerca da hipótese que o seu grupo adiantou para explicar a forma dos clastos encontrados no afloramento, já identificado como se tratando de um *conglomerado deformado* – forças compressivas orientadas perpendicularmente ao eixo maior do clasto deformado. Atendendo à constituição litológica – *Conglomerado* – e simultaneamente à existência de deformação, discutiu-se o facto de o afloramento estudado nesta paragem exemplificar a transição de ambiente sedimentar a ambiente metamórfico. Neste contexto os alunos tiveram oportunidade de compreender o conceito de *protólito*.

A acompanhar a discussão acima referida, foram sendo projectados os diapositivos que ilustravam a paragem de cuja actividade se estava a discutir no momento. Sempre que necessário a discussão era clarificada através do recurso aos pósteres já usados na viagem, com o sentido de clarificar aspectos que, por exigirem maior grau de abstracção, os alunos manifestaram maior dificuldade em compreender. Por exemplo, um dos casos em que os alunos claramente tiveram dificuldade de interpretar relaciona-se com as questões (4) e (5) da actividade desenvolvida na P4. Aqui notou-se que os alunos sentiram grande dificuldade na interpretação da atitude das camadas encontradas bem no meio do caminho (a investigadora acredita que o bloco diagrama interpretativo da disposição dos estratos representado no póster da paragem 4 foi decisivo na compreensão deste assunto) e no entendimento dos processos desenvolvidos durante a ocorrência de uma grande transgressão. Aí parece ter sido de grande ajuda a reflexão tida com base nos dados recolhidos no campo e registados no quadro 7 da actividade elaborada para esta paragem. Os alunos tiveram também oportunidade de estudar, agora no laboratório e portanto com melhores condições de trabalho, as amostras de mão recolhidas durante a ida ao campo. Desta forma alargaram o leque de ensaios realizados. Por exemplo realizaram ensaios com ácido, observaram as amostras com a ajuda da lupa binocular, etc..

A discussão levada a efeito na sala de aula seguiu de perto a anteriormente desenvolvida no campo, no final de cada paragem. No entanto depois da experiência global da Viagem e de alguma reflexão, pareceu à investigadora/professora que esta discussão foi, por parte dos alunos, mais consistente e profunda.

Do debate das actividades parece ter resultado não só a clarificação de alguns pormenores, como também uma mais ampla e refinada conceptualização dos saberes. Alguns alunos mostraram-se capazes de estabelecer inter-relações no sentido de representarem a estrutura geológica da região estudada. Mesmo alguns alunos que demonstraram no campo ter dificuldades em inferir conclusões científicas, após a discussão desenvolvida na sala de aula, parece terem apreendido o significado dos fenómenos geológicos estudados.

Este debate permitiu ainda levantar algumas questões relativamente aos mecanismos de deformação da crosta terrestre. A articulação deste assunto com a Viagem ao campo fez-se a partir das questões (4) e (5) abordadas na P5, paragem esta onde se encontra um afloramento tradicionalmente classificado como sendo um *conglomerado deformado*. Agarrando a questão que relaciona os clastos com a deformação, a investigadora/professora projectou diapositivos de paisagens anteriores onde os alunos puderam obser-

var falhas, espelhos de falha, dobras, basculamentos – por exemplo na P1 e P2 – e interrogou os alunos acerca de dois aspectos diferentes da deformação:

- ↗ qual a natureza das forças actuantes em cada um dos casos ilustrados pelos diapositivos, qual o ambiente litológico aonde será mais frequente encontrar material litológico deformado, quais as condições de deformação actuantes no momento em que ocorreu a deformação e na actualidade;
- ↗ qual a relação da deformação com o ciclo litológico.

Os alunos levantaram algumas hipóteses que foram registadas nos seus cadernos, no sentido de posteriormente serem confrontadas com informações provenientes de outras fontes.

Para esclarecer os dois aspectos acima referidos e acrescentar dados que permitam dar-lhes resposta, foram realizadas diversas actividades. Nomeadamente a realização de um trabalho prático laboratorial intitulado «*Deformação da Crusta Terrestre*» - Trabalho Laboratorial nº 2. Com esta modelação pretendeu-se:

- ↗ Compreender a actuação de forças compressivas sobre um conjunto de estratos;
- ↗ Compreender que material diferente responde de modo diferente ao mesmo agente de deformação;
- ↗ Relacionar diferentes tipos de deformação com as forças que os originam.

O protocolo que serviu de apoio ao Trabalho Laboratorial acima referido pode ser encontrado no Volume II com a designação de *Documento 9*.

Após a discussão dos resultados obtidos nesta simulação, voltaram a ser exibidos os diapositivos representativos das P1, P2a, P2b e P5 (onde era passível observar deformações da crosta) e foi pedido aos alunos que, de uma forma simples, esquematizassem a História Geológica de cada paragem, apenas no que toca à deformação.

A larga maioria dos alunos executou correctamente esta actividade, evidenciando ser capaz de ilustrar os processos de formação de dobras e falhas simples e de ordenar os acontecimentos geológicos – relativamente às camadas cuja posição inicial foi modificada – no espaço e no tempo.

Introduziu-se o conceito de Ciclo Orogénico. Abordou-se de maneira simples e sintética a forma como se processam as orogenias, referiram-se locais, em Portugal,

aonde existem registos de orogenias e mencionaram-se alguns acidentes e algumas estruturas geológicas que as evidenciam.

De seguida foi explorado um acetato que integra o Ciclo Orogénico no Ciclo Geológico. E a propósito da exploração do referido acetato recapitulou-se o Ciclo Litológico e referiram-se, no contexto, o Ciclo Geoquímico e o Ciclo Hidrológico.

Por último reflectiu-se sobre o que de artificial e de redutor tem a compartimentação dos saberes, a propósito da divisão dos fenómenos naturais em ciclos *individuais* e separados, amputando-os das suas inter-relações, e em particular sobre o quanto de artificial tem o agrupamento de um grande e variado número de litologias, em apenas três grupos – rochas magmáticas, sedimentares e metamórficas – quando na natureza encontramos, por exemplo, *conglomerados deformados*, P5.

Tal como se pode ver no quadro 4.3. os assuntos foram sendo abordados segundo uma estratégia aberta aos contributos dos alunos, de debate, a partir da ilustração de aspectos considerados motivadores e passíveis de suscitar a participação dos alunos e implicá-los na discussão.

Por fim a investigadora/professora propôs aos alunos que:

- ✦ Ilustrassem, com algum pormenor, a reconstituição da zona estudada;
- ✦ E integrassem a zona estudada neste TC no contexto do Ciclo Geológico.

Limitações de vária ordem impediram os alunos de concretizar o que lhes foi pedido. Nomeadamente a falta de tempo, de conhecimento e de dados. O que nos levaria a novos projectos de TC.

A avaliação, no presente TC, foi considerada como um instrumento de aprendizagem que fornece a oportunidade de introduzir correcções no processo de ensino. Tanto quanto possível foi feita através de múltiplos instrumentos. E à avaliação de aspectos conceptuais associou-se uma avaliação de aspectos procedimentais e atitudinais.

À medida que cada uma das três unidades foi sendo conceptualizada, foram sendo preconizados vários processos no sentido de proceder à avaliação formativa dos alunos. Tais processos encontram-se discriminados respectivamente nas tabelas 4.2., 4.3., 4.4..

Com uma natureza diferente da avaliação acima referida, foram construídos outros instrumentos de carácter mais abrangente, destinados a avaliar diversos aspectos desta acção didáctica. Nomeadamente aspectos relacionados quer com os conteúdos e procedimentos,

quer com as atitudes. Neste sentido construíram-se dois questionários – um para avaliar atitudes, outro com o propósito de avaliar os conteúdos/procedimentos – que se administraram aos alunos e foi-lhes solicitada a realização de dois outros trabalhos individuais.

A finalizar as actividades da unidade de pós-viagem, os alunos foram chamados a efectuar os dois trabalhos referidos: um deles subordinado ao título “*Intervenção do Homem na paisagem*”; o outro intitulado “*Memória explicativa⁹ da Viagem*”.

Com o primeiro pretendeu-se que os alunos indicassem, ou registassem em imagens como fotografias ou gravações vídeo, aspectos de manifesta intervenção do Homem na paisagem e que, simultaneamente, realizassem uma apreciação crítica sobre essa intervenção, referindo as consequências positivas ou negativas e apontando formas concretas de actuação, passíveis de eliminar ou minimizar os aspectos negativos dessa intervenção. Ou seja, a finalidade deste trabalho foi desencadear nos alunos a reflexão sobre a forma desajustada com que o Homem frequentemente intervém nos ecossistemas naturais, provocando directa ou indirectamente o seu desequilíbrio, no sentido de contribuir para o desenvolvimento nos alunos, de atitudes de respeito e protecção ao meio ambiente.

O segundo trabalho consistiu em fazer a reconstituição, em uma ou duas páginas, da Viagem realizada, de forma livre e informal, permitindo-nos ficar a conhecer as representações de cada aluno acerca da viagem realizada no âmbito deste TC. Nesse sentido foi pedido aos alunos que descrevessem o modo como, a seu ver, decorreu a viagem, sem a preocupação de consultar os *Livros de Campo* (que tinham sido recolhidos) ou qualquer outro registo relativo à viagem, sem precisarem de recapitular conceitos. Ou seja, deu-nos a conhecer a forma como foi visto, por cada aluno, o desenvolvimento de cada uma das actividades, a implementação das estratégias, o funcionamento do trabalho de grupo, etc.. Pode-se dizer que se pretendeu inquirir sobre a forma como os alunos viram esta Viagem concreta, enquanto instrumento de aprendizagem.

Esta opção prende-se com o facto de acreditarmos que, dar aos alunos uma grande margem de liberdade lhes permite, por um lado, exprimir com maior fidelidade as suas opiniões e os seus sentimentos, e por outro manifestarem-se relativamente a aspectos que tenham escapado à investigadora/professora.

Qualquer um destes trabalhos, bem como o “*Questionário de Atitudes*” se relaciona com as atitudes (e até valores):

- Atitudes face às Ciências Geológicas,

⁹ A investigadora/professora tem hoje a opinião que talvez tivesse maior propriedade o título “*Memória descritiva da Viagem*”, no entanto foi com o título acima referido que o trabalho foi pedido aos alunos, e os resultados corresponderam ao esperado.

- Atitudes face à aprendizagem das Ciências Geológicas;
- Atitudes face à aprendizagem da Geologia segundo este modelo de TC;
- Atitudes face às implicações sociais da Ciência.

Esta necessidade decorre dos objectivos e hipóteses de trabalho que promovem o desenvolvimento de atitudes preconizadas nesta investigação. Preocupamo-nos com as atitudes, em primeiro lugar porque sabemos que a atitude dos alunos em relação à escola, à aprendizagem, à Ciência e aos diversos ramos do saber, condiciona a aprendizagem conceptual (Neus Sanmarti & Rosa Tarín, 1999), e depois porque temos consciência que devido ao dinamismo da própria Ciência e ao desenvolvimento tecnológico vertiginoso a ela associado, os conteúdos conceptuais que hoje veiculamos, dentro de alguns anos estarão ultrapassados (Pedro Álvarez *et al*, 1999), ou seja, quando estes alunos tiverem necessidade de os aplicar nas suas ocupações profissionais e deles necessitarem para tomar decisões como cidadãos. Pelo contrário a aquisição de normas, de atitudes e de valores permitir-lhes-ão adaptar-se a novas situações e a contextos muito diversos que por certo se lhes apresentarão.

Deste ponto de vista, parece-nos muito importante desenvolver nos alunos atitudes relacionadas com a valorização e o respeito pelo meio ambiente e pela participação na sua conservação e melhoria, atitudes ligadas ao respeito pelo trabalho dos outros, ao respeito pela diferença, atitudes ligadas à responsabilização pelos actos praticados, atitudes de cooperação e solidariedade, etc.. E, nesse sentido, dentro do grupo turma com o qual se levou a cabo esta investigação, promoveram-se actividades e implementaram-se estratégias, com a preocupação de facilitar aos alunos a consciencialização das suas próprias actividades, lhes proporcionem o conhecimento de outras, o seu desenvolvimento, a reflexão, a problematização e a tomada de decisões.

Tanto o *Questionário de Atitudes* como o *Questionário de Conteúdos Científicos* podem ser consultados no Volume II deste trabalho, e dos resultados neles obtidos será dado conta no capítulo 5.

CAPÍTULO 5

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO ESTUDO

5.1. Introdução

No quadro da metodologia de investigação qualitativa, desenvolvida neste estudo, pretende-se que este capítulo espelhe a forma como decorreram as actividades desenvolvidas no TC, sendo nesse sentido apresentadas: as representações dos alunos (através da análise dos documentos por estes produzidos); as representações dos colaboradores (através do relato escrito de dois deles, e do registo escrito de uma entrevista feita a uma terceira colaboradora), e as representações da própria investigadora/professora (através da consulta das suas *notas de campo* e das percepções que registou na memória durante a implementação das actividades do TC).

Ou seja, pretende-se esclarecer que percepções e que representações têm os vários intervenientes acerca da forma como este TC foi desenvolvido, e ainda reflectir acerca das questões de ensino/aprendizagem (E/A) envolvidas na sua concretização e das dificuldades sentidas. Tal assunto será desenvolvido no ponto 5.2. deste capítulo.

No conteúdo do presente capítulo serão abordadas, num primeiro momento, – Secção 5.2.1. – as representações dos alunos. Para o efeito serão analisadas as respostas fornecidas pelos alunos no *Questionário de Conteúdos Científicos* (de natureza conceptual), no *Livro de Campo*, no *Questionário de Atitudes*, e ainda num pequeno texto escrito que se intitulou *Memória Explicativa*. Será igualmente feita alusão a outros trabalhos realizados pelos alunos, dos quais será dada mostra em documento anexo. De entre todos os trabalhos realizados pelo grupo de alunos que participou nesta investigação, parece-nos adequado realçar os quatro documentos primeiramente nomeados, pela importância e pertinência que os assuntos neles tratados desempenharam no processo de aprendizagem.

Senão vejamos. As actividades de carácter conceptual foram valorizadas porque os alunos se encontram a frequentar o 11º ano e, neste nível, o *curriculum* as evidencia.

Além disso os alunos (e encarregados de educação) sentem e manifestam, eles próprios, preocupação com esta questão, devido a razões que se prendem com o prosseguimento de estudos. Por esse motivo foi proposto aos alunos a realização do referido *Questionário de Conteúdos Científicos*. O *Livro de Campo* será analisado, uma vez que este acompanhou e guiou os alunos durante a realização das actividades ao longo das cinco paragens do percurso efectuado.

No entanto, durante a conceptualização dos materiais a implementar neste TC, a investigadora/professora teve também preocupações relacionadas com outros tipos de conteúdo, nomeadamente de natureza atitudinal e procedimental. E sem pretender que estes últimos se sobreponham ou substituam a problemática conceptual, entendeu não dever escamotear essas preocupações, e por esse motivo construiu actividades aonde, intencionalmente, os conteúdos atitudinal e procedimental são evidenciados. Até porque, a seu ver, se trata de conteúdos importantes numa Educação para a Cidadania, com que se pretende dotar os nossos jovens, e que complementam os conteúdos de natureza conceptual. Ou seja, a investigadora/professora tem consciência de que no TC levado a efeito, os conteúdos conceptuais tiveram ainda muito peso. No entanto também se teve a preocupação, quiçá nem sempre conseguida, de trabalhar os conteúdos atitudinais e procedimentais que, evidentemente, muitas vezes só se podem expressar pelo efectivo desenvolvimento das actividades. Frequentemente os conteúdos procedimentais e atitudinais não podem ser tão explicitados quanto os conceptuais, que se encontraram naturalmente formalizados nas actividades a desenvolver no TC. De qualquer modo estes aspectos estiveram presentes nas preocupações da investigadora/professora, particularmente durante o desenvolvimento das actividades no campo e no trabalho de sala de aula durante as discussões havidas com os alunos, mesmo parecendo, por vezes, desfocados. Daí decorreu a necessidade de administrar aos alunos um questionário abordando as questões de natureza atitudinal, muito mais exaustivo que o questionário que trata as questões de âmbito conceptual. Mesmo com limitações, o cuidado e o relevo dado aos procedimentos e às atitudes, talvez se possa considerar como constituindo uma parte inovadora do nosso trabalho, pois que, habitualmente se dá relevância apenas aos conteúdos conceptuais.

Para além deste questionário que doravante será designado por *Questionário de Atitudes*, os alunos realizaram, individualmente, uma descrição, livre e informal, acerca da forma como, em seu entender, decorreu a Viagem propriamente dita, intitulado *Memória Explicativa*.

Num segundo momento – *Secção 5.2.2.* – abordar-se-ão as representações dos restantes intervenientes neste TC: investigadora/professora, dois professores com formação académica em Geologia e em início de formação profissional, que acompanharam este trabalho, e de uma professora com conhecimentos adequados, tanto no que toca à didáctica como relativamente à Geologia e ao modelo organizacional segundo o qual se desenvolveu este TC. A professora em questão constituiu um importante recurso para uma entrevista do tipo semi-estruturado pretendendo-se que nos informasse acerca da forma como ela viu o TC.

Tratou-se de uma entrevista cujo conteúdo se destinou a ajudar a reflexão sobre a forma como decorreu o desenvolvimento das actividades que a investigadora construiu, para serem levadas à prática durante a viagem ao campo. Concretamente esta entrevista permitiu reflectir sobre: o empenho do grupo de alunos na resolução das actividades do livro de campo, a receptividade dos alunos aos materiais e se estes estiveram de acordo com as directrizes dadas pela investigadora, a adequabilidade das actividades do livro de campo aos afloramentos e demais fenómenos geológicos, a pertinência dos pósteres que complementaram as explicações, a oportunidade das discussões despoletadas pela investigadora/professora, a forma como essas discussões foram conduzidas, o encadear das actividades e a sua coordenação e outros aspectos de igual natureza.

Com intuito semelhante, os outros dois professores produziram a sua apreciação que foi posteriormente registada por escrito.

Estes três professores assumiram o papel de colaboradores/observadores e, tanto quanto possível, expressaram as dificuldades que os alunos tiveram em passar do *pré* para o *durante* e as dificuldades que sentiram na realização das tarefas propostas nas actividades desenvolvidas em cada paragem, em pequeno grupo, e na discussão com a investigadora/professora que conduziu às sínteses feitas amiúde. Posteriormente a investigadora confrontou as representações dos colaboradores acerca do TC com a percepção que ela própria possui da forma como decorreu todo o processo.

A divisão do ponto 5.2. em duas secções parece-nos pertinente, uma vez que as questões relacionadas com as representações dos alunos acerca do TC tiveram instrumentos próprios para as enfocar: do ponto de vista conceptual e procedimental, através da realização de um *Questionário de Conteúdos Científico* (análise dos resultados deste questionário nomeadamente para detectar onde os alunos sentiram mais dificuldades) e

da análise dos *Livros de Campo* usados pelos alunos durante a Viagem, e do ponto de vista atitudinal (e eventualmente, novamente procedimental), através do preenchimento do *Questionário de Atitudes* e da *Memória Explicativa*.

Por seu lado as representações dos professores foram evidenciadas através dos registos produzidos por dois dos colaboradores, através da entrevista da terceira colaboradora e através das *Notas de Campo* registadas pela investigadora/professora. Ou seja, foram enfocadas num conjunto de instrumentos próprios e de natureza diversa da dos alunos.

Conclui-se portanto que, no primeiro momento – *Secção 5.2.1.* – serão tratadas as questões relacionadas com a aprendizagem, e no momento seguinte – *Secção 5.2.2.* – serão abordadas as questões relacionadas com o ensino. Não se pretende com esta divisão dissociar estes dois tipos de questões que, em nosso entender, estão intimamente ligadas. Abordar as questões do ensino e da aprendizagem em separado deve-se apenas à procura de sistematicidade na descrição e ao facto de os instrumentos usados no enfoque das representações dos alunos serem de carácter diferente dos usados no enfoque das representações dos professores.

5.2. Análise e discussão dos resultados

Neste ponto do capítulo 5 far-se-á a apresentação dos resultados colhidos durante a implementação dos materiais e a reflexão efectuada após a análise desses resultados. Para esse efeito serão usados os instrumentos supracitados na introdução e que serão pormenorizados em cada uma das secções seguintes, e a reflexão da investigadora sobre a forma como decorreu o TC. A reflexão incidiu sobre: a adequabilidade das actividades a cada uma das unidades de *pré*, durante e *pós* viagem, a articulação entre elas, a exequibilidade das actividades que constituem o *Livro de Campo*, a adequabilidade dos pósteres construídos com o sentido de superarem as eventuais dificuldades sentidas pelos alunos durante a viagem e a relevância das actividades laboratoriais estarem integradas nas unidades de *pré* e *pós* viagem.

Secção 5.2.1. – Questões relacionadas com a aprendizagem

Esta secção centra-se nas questões da aprendizagem, nomeadamente as dificulda-

des sentidas pelos alunos e a forma como viram o TC. Começar-se-á por descrever, de forma sumária, cada um dos instrumentos usados e cada uma das suas secções constituintes. De seguida será efectuada uma síntese acerca do que os alunos, maioritariamente, responderam e/ou referiram a propósito.

Indicaremos por ordem cronológica de utilização os resultados produzidos através da análise dos instrumentos de natureza essencialmente conceptual, i. é. do *Livro de Campo* e do *Questionário de Conteúdos Científicos*.

Os materiais construídos para serem usados durante o percurso no campo constanciam-se num conjunto de actividades reunidas no *Livro de Campo* e num conjunto de oito pósteres em formato A₂ que acompanham e ilustram as discussões e as sínteses efectuadas no final de cada uma das paragens efectuada ao longo do percurso realizado. No *Livro de Campo* (livro individual de campo com guião da excursão, integrando elementos de orientação dos estudantes para as tarefas e investigação a realizar em cada paragem), imediatamente a seguir às actividades previstas para a última paragem, encontra-se um conjunto de reproduções, em formato A₃, dos pósteres de apoio à viagem. Igualmente se podem encontrar excertos da Carta Topográfica nº 123 – Valongo – à escala 1/25.000 e da Carta Geológica – Folha 9D – Penafiel, à escala 1/50.000.

A viagem ao campo, durante a qual foram implementados os referidos materiais, teve a duração de um dia, realizou-se na região de Valongo, mais propriamente num percurso situado entre as povoações de Carvoeira e Couce, foi efectuada no âmbito da disciplina de Ciências da Terra e da Vida do 11º ano e nela participaram 15 alunos.

A hora de saída foi estabelecida em função da distância entre a escola e o local de estudo (aproximadamente 20km), do tempo que se pressupôs necessário para a realização das actividades previstas para cada paragem, bem como da distância entre cada uma delas. A viagem realizou-se de camioneta até à povoação de Carvoeira. A partir daí os alunos efectuaram um percurso de cerca de um quilómetro a pé, em direcção à povoação de Couce, tendo sido efectuadas cinco paragens durante o trajecto.

Em cada paragem do percurso efectuado desenvolveu-se uma estratégia de organização que se desdobra em duas fases de aprendizagem. Numa primeira fase os alunos, em pequeno-grupo – três ou quatro elementos – foram confrontados com as actividades indicadas no *Livro de Campo*. Estas actividades são na sua globalidade, de vários tipos: de orientação e leitura de cartas topográficas e localização no terreno; questões de direc-

cionamento dos alunos para o estudo dos afloramentos, executando tarefas tais como identificar litologias, identificar superfícies de estratificação, relacionar a granulometria das rochas com a energia do meio a ela associada; de observação de fenómenos geológicos e o seu registo tais como inclinação das camadas, reconhecimento de sequências monótonas/variadas, identificação de falhas e dobras; e de questões de nível de abstracção ainda mais elevado que obrigam a justificar as opções feitas e as respostas dadas, formulação de hipóteses e elaboração de conclusões.

Após a realização das actividades propostas para cada paragem, em pequeno-grupo, a investigadora/professora orientou uma discussão alargada ao grupo-turma que, para além de esclarecer dúvidas que eventualmente existam, visou conduzir os alunos à síntese das actividades desenvolvidas.

Por último foram levantadas questões que se deixaram em aberto, acerca das quais se reflecte e para as quais se avançou com hipóteses explicativas de solução. Para responder a estas questões encontram-se dados disponíveis na(s) paragem/paragens seguinte(s).

Paragem 1 – Ponto de partida do percurso 3 do Parque Paleozóico (paragem anterior à ponte sobre o rio Simão)

O *Livro de Campo* foi distribuído aos alunos para que estes relembassem os pormenores do percurso que iriam efectuar e pudessem esclarecer eventuais dúvidas. Recorde-se a propósito que os alunos, na última aula de preparação da viagem – integrada na unidade de pré-viagem – tiveram em seu poder o referido *Livro de Campo* para tomarem contacto com este instrumento de trabalho na sua globalidade. A investigadora/professora entretanto optou por recolhê-lo novamente, para evitar esquecimentos no dia da viagem. Uma vez na área em estudo, após ter-se abandonado a camioneta nas imediações da P1, foi distribuído a cada grupo de alunos o material necessário à realização das actividades propostas no *Livro de Campo* – martelo, bússola, lupa de mão, etc. .

No presente trabalho não se vão apresentar as respostas que cada aluno, ou sequer que cada grupo de alunos, forneceu para as actividades desenvolvidas. Pretende-se apenas fornecer uma visão geral de como decorreu a viagem e de como se desenvolveram globalmente as actividades em cada paragem, até porque este TC não foi realizado, de forma atomística e avulsa. Pelo contrário foi preocupação da investigadora/professora que cada actividade realizada se encontrasse enquadrada nas anterior e seguintes e que

todo o trabalho se constituísse numa unidade holística. Por conseguinte a análise terá de ser semelhantemente global.

Após a distribuição do material, os alunos, em grupo, deram início às actividades preconizadas para a Paragem 1 (P1). Eram cerca de 10 horas. Nesta primeira paragem os alunos tiveram, de modo geral, algumas dificuldades na resolução das questões iniciais, nomeadamente sentiram-se pouco à vontade – provavelmente devido à falta de experiência em trabalho de campo² – a orientarem a carta topográfica, a localizarem-se, quer na carta topográfica quer na carta geológica e a determinarem a direcção em que se iriam deslocar. As dificuldades sentidas e o facto de solicitarem ajuda à professora, que não podia acorrer a todos ao mesmo tempo, prolongou os trabalhos para além do previsto. As questões seguintes foram, no entanto, resolvidas com maior desembaraço. As de carácter descritivo (como por *exemplo descrever a paisagem do ponto de vista morfológico* – questão 3) eram resolvidas individualmente e as de carácter interpretativo iam suscitando a discussão intra-grupo (como por exemplo *indicar factores responsáveis pelo aspecto morfológico observado* – questão 3.1. – ou *registar, num quadro, as características litológicas do afloramento* – questão 4.1.). Novamente voltaram a surgir dificuldades quando na questão 4.3. foi proposto *registar sob a forma de um esquema a orientação das camadas*. Após a resolução desta questão os alunos, com maior ou menor facilidade, registaram no esboço que continha o percurso a efectuar – figura 3 – por meio de linhas, a orientação das camadas e a seguir, usando uma seta, assinalaram o sentido para onde inclinam essas camadas.

Nas questões 5. e 5.1., os alunos não mostraram dificuldade em prever *a idade relativa do afloramento que iriam encontrar a seguir* e, após breve discussão entre os elementos de cada grupo, facilmente levantaram hipóteses explicativas acerca *da posição – relativamente à inclinação – que as camadas ocupam*. Novamente procederam individualmente ao registo (através da escrita e de imagens) de aspectos que foram identificados relativamente a: *estruturas geológicas analisadas; acção dos agentes biológicos sobre os afloramentos; intervenção do Homem na paisagem*.

Durante o desenvolvimento das actividades os alunos trocavam livremente opiniões entre si, quer com os elementos do seu grupo, quer com os de outros grupos. Pese embora as actividades desenvolvidas terem demorado mais tempo a realizar que o que inicialmente previsto (até porque nesta primeira paragem se realizou um menor número de tarefas que nas seguintes), os alunos deram mostras de interesse e de empenho na rea-

² Dois dos alunos realizaram rapidamente e de forma eficiente estas tarefas. Tratava-se de dois alunos que por serem escuteiros, estavam habituados a tais procedimentos.

lização das diversas tarefas e responderam na íntegra às questões que constam da actividade desta paragem.

Após a resolução das actividades preconizadas para esta paragem passou-se à discussão envolvendo o grupo-turma e a investigadora/professora. Nessa discussão foi usado o póster intitulado “Rochas Ardosíferas – Paragem 1”. Começou-se por recapitular as actividades que os alunos tinham acabado de realizar, foi feita uma síntese dessas actividades com a contribuição activa das respostas apresentadas pelos alunos e, à medida que surgiam dúvidas ou questões não resolvidas, a professora introduzia novas questões no sentido de fazer com que os alunos chegassem à resposta. Sempre que necessário e oportuno a investigadora/professora socorria-se do póster para esclarecer as questões levantadas pelos alunos. Foi disso exemplo o que ocorreu relativamente ao registo da orientação e inclinação das camadas encontradas no afloramento em estudo. Os alunos tiveram dificuldade em visualizar a orientação e inclinação destas camadas, tanto mais que devido ao facto de a granulometria ser muito fina nas bancadas da P1, as superfícies de estratificação se confundem com a xistosidade. Deste modo a exploração do bloco diagrama que consta do póster construído para esta paragem, no qual se encontra esquematizada a disposição dos estratos e a representação de um pormenor das bancadas onde se evidencia uma superfície de estratificação, constituiu grande ajuda para a compreensão destes aspectos por parte dos alunos. Esta discussão permitiu igualmente corroborar as hipóteses que os alunos haviam adiantado relativamente à idade relativa das camadas do afloramento que iam encontrar na paragem seguinte, e à posição actual que as camadas apresentam no afloramento da P1. Foram no entanto deixadas em aberto algumas questões que se prendiam com a granulometria e com a orientação das camadas constituintes das bancadas, que iriam ser encontradas na paragem seguinte.

Paragem 2 – Confluência do rio Simão com o rio Ferreira

Os alunos chegaram à paragem 2 (P2) cerca das 10 horas e 50 minutos e começaram a desenvolver as actividades previstas para esta paragem nos mesmos moldes em que as tinham realizado na P1. Mostravam no entanto maior destreza na resolução das questões que a demonstrada na paragem anterior. Tal desembaraço não nos surpreendeu, tanto mais que também aqui se encontravam questões relativas a localizarem-se nas cartas topográfica e geológica, registo num quadro das características litológicas do

afloramento, descrição do aspecto do afloramento, seguida de registo da orientação e inclinação das superfícies de estratificação e o levantamento de hipóteses explicativas da disposição das camadas. Durante a realização destas actividades em tudo semelhantes às primeiras, da P1, os alunos, agora com maior facilidade na sua concretização trabalharam mais individualmente. No entanto quando passaram para a questão 4 voltaram a sentir necessidade de discutir o preenchimento do quadro 3, que exigiu a comparação da granulometria, da energia de transporte associada a essa granulometria, a interpretação destes dois aspectos e o concluir acerca da idade relativa dos afloramentos das duas paragens. Ao finalizarem as actividades os alunos voltaram a identificar aspectos relacionados com: *as estruturas geológicas analisadas; a acção dos agentes biológicos sobre os afloramentos; a intervenção do Homem na paisagem.*

No final da realização das actividades e à semelhança do que tinha acontecido na P1, foi discutida, alargada ao grupo-turma, a resolução das questões apresentada pelos alunos, tendo a investigadora/professora recorrido ao póster 2a, intitulado “Quartzitos alternantes com rochas pelíticas”, exactamente para, ao explorar um esquema de pormenor da bancada, salientar a alternância de uma granulometria mais grosseira – quartzito – com outra granulometria mais fina – ardósia (igual à que se encontrou na paragem anterior) – que dá origem à formação de um bandado litológico de duas cores, escuro e claro. Na oportunidade foram levantadas hipóteses acerca do ambiente reinante à altura em que se depositaram estas camadas e, com base nos dados registados nos quadro 3, sintetizaram-se os elementos resultantes da comparação dos dois afloramentos estudados até ao momento. Esta discussão alargada, ajudou os alunos a clarificarem alguns aspectos que, porventura, não tivessem sido esclarecidos nas discussões intra-grupo. Aproveitou-se ainda para propor aos alunos a formulação de hipóteses – tendo em conta a reflexão acabada de efectuar – acerca do tamanho do grão que se iria encontrar nas bancadas da P3. Alguns alunos adiantaram prontamente que a granulometria iria aumentar de tamanho.

Nesta paragem os alunos manifestavam ainda bastante entusiasmo na resolução das actividades do seu *Livro de Campo*, dando resposta a todas as questões.

A caminho da paragem 3, poucas dezenas de metros à frente da P2, os alunos debruçaram-se sobre uma estrutura que evidencia uma série de camadas dobradas. Em alguns minutos apenas e com a ajuda do póster relativo ao que se designou por Paragem 2b, intitulado “Dobra em Quartzito”, analisou-se a estrutura observada neste local tendo

os alunos identificado, com facilidade, tratar-se de uma dobra. Aquando da exibição do póster, a propósito de um pormenor evidenciado, aproveitou-se para chamar a atenção para a litologia encontrada. Tratava-se da reprodução de uma fotografia obtida ao microscópio polarizante, ampliando 12 vezes a imagem e registada em luz polarizada, que mostrava a existência de quartzitos no local. Como toda a bancada é homogénea trata-se de uma bancada de quartzito. A propósito fez-se notar aos alunos a ausência de rochas pelíticas, ao que estes concluíram, estar-se a confirmar o aumento de granulometria hipoteticamente previsto na paragem anterior relativamente à seguinte, paragem 3.

Paragem 3 – Cerca de 150 metros à frente da Paragem 2b

Nesta terceira paragem, a que chegamos sensivelmente às 11 horas e 45 minutos, a metodologia de trabalho seguida foi idêntica à adoptada nas duas anteriores. Após a realização das tarefas propostas, que os alunos desenvolveram agora com maior desembaraço – porque eram semelhantes às tarefas das paragens anteriores e porque tinham adquirido experiência na sua resolução anteriormente – seguiu-se a discussão alargada ao grupo-turma.

Esta discussão foi crucial para a compreensão e o reconhecimento no terreno, da ocorrência de um movimento transgressivo durante a formação dos afloramentos que tinham vindo a ser estudados até ao momento. Começou-se por explorar o póster relativo à paragem 3 intitulado “Conglomerado (base do Ordovícico)”. Com a ajuda deste póster – concretamente com a fotografia de uma lâmina delgada vista ao microscópio e feita a partir de uma amostra da rocha recolhida neste afloramento – os alunos puderam, com mais certeza, concluir tratar-se de uma rocha de grão mais grosseiro e que portanto exigia maior energia do meio para ser transportada.

Fez-se então a comparação granulometria *versus* energia do meio associada às litologias encontradas nas três paragens já estudadas. Em síntese, os alunos concluíram que da P1 até à P3 a granulometria dos afloramentos foi aumentando e a energia do meio associada a essas granulometrias, também. Entretanto chamou-se a atenção dos alunos para o quadro 5 onde, além de se encontrarem registados estes dados, se encontrava registada a idade relativa das camadas que constituem os afloramentos estudados, sendo que as mais antigas se encontravam na P1 e as mais recentes na P3⁴. Os alunos indicaram que as camadas de granulometria mais fina (as rochas ardosíferas encontradas na P1) são as

⁴ Os alunos chegaram a esta conclusão durante a resolução das diversas actividades propostas no *Livro de Campo*, tendo em conta a orientação e inclinação das camadas e a direcção em que nos deslocamos ao longo do percurso.

mais recentes e se encontravam, antes de serem basculadas, por cima de todas as restantes. Logo, durante o percurso efectuado desde a P1 até P3, viemos encontrando rochas de granulometria mais grosseira, mais antigas e que se depositaram sucessivamente antes das da paragem anterior. Foi então exibido o póster intitulado “Princípio da Sobreposição – conclusão 1” e os alunos puderam visualizar a reconstituição do que haviam acabado de descrever. De imediato reconheceram estarem em presença de uma sequência positiva (já estudada nas aulas de preparação da Viagem)

Com a ajuda dos pósteres intitulados “Avanço do Mar em Direcção ao Continente – conclusão 2, parte a)” e “Energia do Meio *Versus* Granulometria dos Sedimentos com a Variação da Linha de Costa – conclusão 2, parte b)” a investigadora/professora sintetizou a ocorrência de uma transgressão marinha e as alterações litológicas e ambientais associadas a esse fenómeno geológico.

Com base na discussão acabada de efectuar os alunos reconheceram – entre a P1 e a P3 - estarem em presença de uma sequência de estratos positiva e concluíram ter ocorrido uma transgressão, durante a deposição dos estratos que estudaram nas P1, P2 e P3.

Globalmente os alunos resolveram as questões da actividade proposta para a esta paragem e participaram de forma activa na discussão, que durou entre 15 a 20 minutos. No entanto, para o final alguns alunos estavam algo inquietos e dispersos, talvez devido ao cansaço e a estarem já a pensar no almoço.

Seguimos até à paragem 4 que se situa a cerca de 500 metros da P3. Efectuou-se então uma pausa de uma hora para descanso e almoço.

Paragem 4 – A cerca de 500 m da Paragem 3

Cerca das 13 horas e 45 minutos começaram-se os trabalhos com a resolução das actividades previstas para esta paragem. Como o afloramento apresenta uma pequena área para o estudo, os alunos dividiram-se e estudaram-no metade do grupo turma de cada vez. A discussão/síntese desenvolvida pela investigadora/professora foi igualmente feita por duas vezes, para que os alunos tivessem oportunidade de dispor da visão do afloramento e do póster intitulado “Sequências de granulometria crescente ou decrescente” e ouvirem claramente as intervenções dos colegas e da professora durante a discussão.

De início os alunos desenvolveram as actividades propostas com alguma lentidão, mais pela inércia provocada pela pausa acabada de efectuar, do que por dificuldade, uma vez que as questões eram semelhantes às primeiras já resolvidas e discutidas. No entanto ao chegarem à questão 4.1., onde se pedia a descrição, por meio de um registo gráfico, do afloramento ali encontrado, sentiram algumas dificuldades já que neste afloramento as camadas se encontravam verticalizadas. Ora tal posição exigia um maior grau de abstracção para concretizar o registo solicitado que o dos afloramentos anteriores, em que as camadas se encontravam muito menos inclinadas. Sentiram igualmente dificuldade em *indicarem qual seria a superfície ideal para observar a inclinação das camadas*. Já a melhor ritmo de trabalho os alunos responderam às restantes questões e preencheram o quadro 7, que lhes permitiu comparar a granulometria e a energia do meio associada, nos afloramentos das quatro paragens já estudadas. Posteriormente concluíram as respostas às restantes questões. Passou-se depois à discussão alargada, onde, com a ajuda do póster intitulado “Sequências de granulometria crescente ou decrescente”, os alunos puderam colocar as suas dúvidas, nomeadamente, visualizar qual a disposição dos estratos naquele afloramento – através da exploração feita de um bloco diagrama interpretativo da disposição dos estratos representado no referido póster – e fornecer respostas mais precisas a algumas das questões do *Livro de Campo*. Com a exploração da coluna estratigráfica também representada no póster, puderam igualmente esclarecer a resposta à questão 5.2. que lhes tinha suscitado muitas dúvidas ao propôr-lhes que comparassem o registo estratigráfico, de acordo com as características espaciais e temporais, entre o que puderam observar nas P1, P2 e P3 por um lado, e o que estavam a observar naquela paragem. A discussão levou a que os alunos concluíssem que os movimentos transgressivos ocorrem por pulsos, com sucessivos avanços e recuos da linha de costa, muito embora seja predominante o movimento da linha de costa a avançar sobre o continente.

No final da discussão foram deixadas em aberto algumas questões nomeadamente: *que fenómenos geológicos serão responsáveis pela alteração da posição inicial das camadas que acabamos de estudar? A que nível actuam? A grande escala, deformando apenas camadas e estruturas de porte idêntico? Ou far-se-ão sentir a menor escala, como por exemplo deformando os clastos constituintes das rochas?*

No final desta paragem os alunos começaram a denotar algum cansaço e só com esforço se mantinham concentrados. A realização das actividades propostas para a paragem e a discussão que se lhes seguiu demoraram cerca de sessenta minutos, ou melhor,

duas vezes trinta minutos, já que as condicionantes geográficas e de segurança dos alunos exigiram que o grupo-turma se dividisse em dois turnos, o que provocou certa dispresão no turno que não se encontrava a trabalhar no momento. De toda a maneira as questões propostas para esta paragem foram sendo resolvidas com mais ou menos sucesso.

Paragem 5 – A Cerca de 150 m da Paragem 3

Não obstante a paragem 5 se situar a 150 m da paragem 3, o que na realidade aconteceu é que os alunos tiveram que inverter o percurso feito antes do almoço correspondendo a cerca de 500 m e mais os ditos 150 m. Com o calor e o peso do material que transportavam, os alunos começavam a ficar inquietos e dispersavam-se com conversas não relacionadas com o TC.

De qualquer forma realizaram rapidamente as questões relacionadas com a sua localização e o registo das características litológicas do afloramento. Para que os alunos pudessem decalcar a forma dos clastos constituintes do afloramento em estudo, e desta forma evidenciar a sua deformação, foi-lhes distribuída uma folha de acetato e uma caneta apropriada para efectuar registos neste tipo de material. Os alunos procederam como indicado no *Livro de Campo* e em discussão intra-grupo concluíram acerca da causa da deformação patenteada pelos clastos (questão 4.2.). Surgiram dúvidas na questão 6, que os alunos diziam não entender. Essa questão foi deixada em aberto para a discussão no grupo-turma e passaram à conclusão das actividades registando: *Estruturas geológicas identificadas; Acção dos agentes biológicos sobre os afloramentos e Intervenção do Homem na paisagem.*

Na discussão tida com o grupo-turma no final da realização das actividades as dúvidas surgidas na resolução de algumas questões foram sendo esclarecidas, à medida que se ia fazendo a síntese dos aspectos estudados. Foram também abordadas as questões deixadas em aberto na paragem 4. Os alunos concluíram então que na natureza actuam forças capazes de deformar grandes massas rochosas dando origem a dobras e falhas de extensão variável e que essa deformação pode ficar marcada nos clastos constituintes das rochas sedimentares, como ocorre por exemplo nesta paragem, onde o conglomerado apresenta clastos muito deformados, sendo por esse motivo designado por *Conglomerado Deformado*. Aproveitando exactamente os termos usados para classificar esta rocha, iniciou-se uma discussão acerca da sua origem, que os alunos tinham acabado de estudar. Se

se trata de um conglomerado, então, tradicionalmente, é uma rocha sedimentar. Mas se apresenta deformação, entra-se no domínio das rochas metamórficas. Com esta discussão a investigadora/professora pretendeu que os alunos reconhecessem que na natureza, os fenómenos geológicos ou outros, não ocorrem de forma isolada, estanque ou compartimentada. E que quando, para simplificar e sistematizar o estudo, os cientistas agrupam e classificam os objectos naturais, incorrem por vezes em imprecisões, outras vezes transmitem uma imagem distorcida e reduzida da natureza, pois abstraem-se de um conjunto de articulações existentes entre os diversos grupos classificados. A acompanhar esta exposição foi exibido o póster intitulado “Deformação nos clastos do conglomerado”, que ajudou os alunos a visualizarem a direcção de actuação das forças que deformaram os clastos encontrados no afloramento desta paragem.

Após o debate foram deixadas em aberto algumas questões, no sentido de serem abordadas na unidade de pós-viagem, concretamente, questões relacionadas com a reconstituição paleogeográfica da zona estudada e a sua integração no Ciclo Geológico. Este último aspecto, a ser abordado de forma simplificada e breve.

Durante esta discussão os alunos estavam menos atentos e só quatro a cinco participavam activamente na discussão. A tendência era para se dispersarem a conversar com os colegas. As respostas registadas às questões do *Livro de Campo* patenteiam essa desatenção e a diminuição do afincamento no desenvolvimento das actividades propostas para esta paragem, pois são mais vagas e menos precisas e, nalguns casos, percebe-se que foram copiadas por outros colegas.

Em síntese, durante a viagem notou-se que a concentração e o empenho na resolução das actividades não foi sempre idêntica, tendo diminuído a partir da P3 e mais acentuadamente nas duas últimas paragens. Parece ter contribuído para o facto, o cansaço, o aumento da temperatura do ar e o desgaste causado pela realização de actividades exigentes e que os alunos não têm por hábito realizar. Também a dificuldade expressa na realização das actividades e tarefas propostas para as cinco paragens não foi igual. Denotou-se que aquelas que tinham um carácter eminentemente geológico e simultaneamente exigiam destrezas e competências inerentes ao campo (a experiência não era suficiente) e em que, portanto, o exercício na sala de aula não treina com eficiência – como por exemplo orientar uma carta, localizar-se nas cartas topográfica e geológica, etc. – apresentaram maior grau de dificuldade na sua concretização, sobretudo na primeira paragem. Também nas actividades que exigiram a visualização da orientação

de estruturas geológicas, como por exemplo a orientação das camadas e a realização de esquemas e *croquis* que traduzissem essa orientação, os alunos precisaram de mais tempo, discutiram mais dentro do seu grupo de trabalho e socorreram-se mais vezes da ajuda da investigadora/professora. No entanto, à medida que iam repetindo este tipo de tarefas ao longo das paragens, iam-nas efectuando com maior destreza e rapidez e solicitando menos ajuda. Em suma, na realização de tarefas de índole mais descritiva, os alunos não mostraram dificuldade, já nas de carácter mais abstracto, ou que exigem uma prática de trabalho de campo, necessitaram de alguma ajuda para a sua concretização, principalmente nas primeiras paragens. As discussões havidas no final de cada paragem foram muito participadas e aconteceu sempre, de um ou mais alunos, terem chegado às conclusões esperadas e terem adiantado hipóteses, sugestões ou problemas pertinentes para a paragem que se seguia.

Relativamente à problemática ambiental, os alunos foram focando aspectos mais ou menos diversificados e procedendo ao seu registo fotográfico e em filme. No entanto os resultados obtidos não passam do razoável, provavelmente devido ao facto de, durante as aulas de preparação da Viagem, não terem sido suficientemente sensibilizados e motivados para estas questões e talvez ainda por não terem sido, durante essas aulas de pré-viagem, mobilizados conhecimentos na problemática ambiental que tornassem os alunos mais disponíveis e acutilantes no seu desempenho, no terreno, a propósito dessa matéria.

Apresentamos agora resultados do *Questionário de Conteúdos Científicos*.

Este inquérito é constituído por um total de dez questões de vários tipos: duas de escolha múltipla (1.2. e 1.4.); cinco de resposta curta (1.1.1., 1.1.2., 1.3., 2.1.1. e 2.1.4.) e duas de resposta longa (2.1.2. e 2.1.3.). Foi aplicado a um total de quinze alunos, no final da realização de todas as actividades previstas para este TC e imediatamente antes da realização do *Questionário de Atitudes*.

Algumas das questões deste inquérito prendem-se com conhecimentos e destrezas que podem ser apreendidas nas salas de aula ou nos laboratórios, – *que designaremos de questões (a)* – nomeadamente duas sobre características litológicas (granulometria e presença de cimento – 1.1.1. e 1.1.2.) e uma sobre identificação de rochas (feita a partir das descrições – 2.1.1.). Outras, são questões relacionadas com assuntos que, regra geral, são abordados de forma mais teórica, i. é., sem recurso a trabalhos práticos – *que designaremos por questões (b)* - concretamente, a variação do nível de água de uma bacia durante

a sedimentação de um conjunto de estratos esquematizado, a fundamentação, descrição e integração desse fenómeno num fenómeno geológico mais abrangente (relacionadas com os acontecimentos observados no campo - 1.2., 1.2.1., 1.3. e 1.4.). Outras ainda, que são questões melhor aprendidas com actividades realizadas no campo e que se relacionam com orientação geográfica no terreno e que simultaneamente envolvem a compreensão de fenómenos geológicos mais elaborados – *que designaremos por questões (c)* – (análise de dados relativos a uma saída de campo – 2.1.2, 2.1.3. e 2.1.4.).

Relativamente às *questões (a)*, catorze dos quinze alunos respondentes apresentaram resposta e a larga maioria obteve a pontuação máxima nas três questões.

Quanto às *questões (b)*, 1.2. e 1.4., praticamente todos os alunos responderam obtendo a pontuação máxima; o mesmo não aconteceu com as questões, 1.2.1. e 1.3., em que apenas metade dos alunos obtiveram a pontuação máxima e um número significativo respondeu erradamente (sete alunos).

Por último e em relação às *questões (c)*, a 2.1.4. foi acertadamente respondida por oito dos quinze alunos; enquanto à questão 2.1.2., sete alunos responderam erradamente, cinco atingiram a pontuação máxima e os restantes obtiveram pontuações variadas; quanto à questão 2.1.3., nenhum aluno obteve a pontuação máxima, nove responderam erradamente e os restantes obtiveram pontuações variadas, num máximo de oito em dezasseis pontos.

A análise dos resultados obtidos parece indicar que as questões trabalhadas na sala de aulas e no laboratório – *questões (a)* – e que simultaneamente correspondem a uma componente prática e exigem capacidade de abstracção baixa, foram respondidas acertadamente por um maior número de alunos. O mesmo já não se pode afirmar relativamente às questões que habitualmente são alvo de tratamento mais teórico, sem recurso ao laboratório – *questões (c)* – duas das questões (ambas de escolha múltipla e uma de baixo grau de abstracção) foram muito e bem respondidas, mas a fundamentação teórica da mais simples foi pouco conseguida pelos alunos, embora na outra questão os alunos tivessem tido melhor prestação. Por último e no que diz respeito às *questões (c)*, os alunos falharam bastante na formulação da hipótese que lhes era pedida. Esta questão exigiu um grau de abstracção elevado e relaciona-se directamente com a prática e a experiência de trabalho de campo que, efectivamente, os alunos não possuem. Pese embora essa pouca experiência os alunos apresentaram melhores resultados nas duas outras questões consi-

deradas neste grupo, talvez por, num dos casos, se tratar de escolher, de entre vários, um esquema já elaborado, e no outro, se tratar da aplicação de *esquemas mentais* – envolvendo orientação com base em esquemas e previsões feitas para as paragens seguintes com base nos dados das paragens anteriores, i.é., procedimentos exercitados no terreno.

Passar-se-á a apresentar os resultados e sua análise, das questões essencialmente relacionadas com o Conteúdo Atitudinal.

O *Questionário de Atitudes* foi construído, como já se referiu na introdução deste capítulo, no sentido de conferir alguma centralidade às preocupações que a investigação educacional recomenda em saídas de campo, com o conteúdo de *natureza atitudinal*.

Assim, nesta secção será dado algum realce a este instrumento por nele se reflectirem preocupações constantes da professora e que, de alguma maneira, são habitualmente escamoteadas, durante o E/A já que este se centra, sobretudo em alguns momentos, no conteúdo conceptual. Por essa razão não parece displicente referir a intencionalidade de cada uma das secções abordadas no questionário, até porque aí se encontram patenteados factores de inovação, como são o caso da cooperação, do trabalho de grupo, das preocupações ambientais, do levantamento de problemas, da formulação de hipóteses, da recolha de material específico (neste caso amostras de mão), da recolha e posterior tratamento de informação, do debate de ideias e da discussão de resultados.

A propósito, a investigadora/professora gostaria de esclarecer que, relativamente ao *Questionário de Atitudes* e à *Memória Explicativa*, mais do que avaliar o TC trata-se de efectuar uma apreciação desse trabalho, uma vez que não envolve muitos alunos⁵. Parece portanto mais adequado encarar estes instrumentos como capazes de produzir uma apreciação dos próprios alunos sobre o TC que desenvolveram.

O *Questionário de Atitudes* foi distribuído após a realização de todas as actividades da unidade de pós-viagem estarem concluídas. Os alunos dispuseram de 50 minutos (uma aula) para o preencherem, individualmente.

O questionário é constituído por seis secções numeradas de 1 a 6. Cada secção é constituída por quadros, que os alunos preenchem, por meio de cruzes, e/ou por questões de resposta aberta, em que podem contemplar aspectos que lhes pareçam omissos nos quadros, emitir pareceres ou opiniões, ou ainda justificar opções efectuadas e acrescentar informações que julguem pertinentes.

⁵ Quando muito seria a avaliação que aqueles alunos fazem.

Relativamente a cada secção, para além de se discriminarem as questões abordadas, são igualmente referidos os termos da escala de que os alunos dispunham para responder à respectiva questão. Isto foi feito com a intenção de facilitar a leitura e a compreensão do trabalho e de situar cada um dos termos obtidos como resultado a uma dada questão, na escala usada para medir esse resultado. É uma tentativa de facilitar a quem lê a compreensão do que lê, sem precisar de recorrer a todo o momento à consulta do questionário que figura no Volume II.

A *Secção 1* aborda a *Preparação da Viagem*. Na questão (1) é proposto aos alunos o preenchimento de uma tabela onde se encontram descritos diversos tipos de informação que a professora havia fornecido durante as aulas de preparação da viagem. Para o efeito, os alunos referiram o grau com que, em seu entender, foi desenvolvido cada um dos itens. A escala é constituída por quatro graus, *muita, alguma, pouca, nenhuma* e será a mesma para as secções 2, 3 e 4.

Globalmente os alunos afirmaram terem recebido *muita* e *alguma* informação acerca dos diversos tipos de informação. Alguns alunos consideraram ter recebido pouca informação acerca da forma como se deveriam comportar durante a viagem. Uma larga maioria considerou ter recebido *muita* informação *acerca do que ia encontrar e aprender no campo, do local que ia visitar e do que tinha que fazer durante a viagem*.

Na questão 2 foi proposto aos alunos que referissem actividades não contempladas na tabela e que estes tivessem realizado, com vista à sua preparação para a viagem. A título de exemplo apontam-se as seguintes: *estudo de cartas topográficas, análise dos elementos de cartas geológicas, treino de orientação com a bússola, registo de notas aquando da projecção dos diapositivos do local da visita, análise do Livro de Campo*.

A *Secção 2* trata das actividades que foram desenvolvidas *Durante a Viagem*. Numa tabela encontravam-se listados diversos tipos de actividades que foram desenvolvidas. Na questão 1 propôs-se aos alunos que indicassem o grau com que, em seu entender, foram desenvolvidas tais actividades. A larga maioria dos alunos indicou que as actividades referidas no quadro foram *muito/algo* desenvolvidas, com maior peso para o termo *muito*. Apenas não se registou *o uso de tabelas na identificação das rochas ou minerais* que, na realidade, não foram usadas.

Na questão 2 questionou-se os alunos acerca da realização, ou não, de outras actividades não assinaladas na tabela. A maior parte dos alunos respondeu afirmativamente,

três responderam que *não*, e um não respondeu. A questão 2.1. propôs aos alunos que registassem essas actividades. Os alunos que responderam afirmativamente assinalaram algumas actividades de entre as quais se destacam as seguintes: *orientação de cartas topográficas, análise dos elementos descritivos de cartas geológicas, treino de trabalho com a bússola, registo de notas a partir da projecção de diapositivos representativos da área a visitar, etc..*

Na *Secção 3* abordou-se o *Depois da Viagem*. Nesse sentido foi solicitado aos alunos que indicassem, por meio de cruzes, o grau de concretização que em seu entender foi atingido em cada uma das actividades listadas numa tabela. Globalmente os alunos indicaram que as actividades em geral tiveram *muito ou algum* desenvolvimento. A análise desta *Secção* do questionário mostrou que as actividades de: *Discussão na aula acerca do que foi observado no campo, Discussão em grupo acerca de factos ocorridos no campo e Interpretação dos resultados recolhidos no campo*, foram na opinião dos alunos bastante trabalhadas nas aulas de pós-viagem. Já o *Aprofundar de um trabalho com as amostras recolhidas* foi, no entender da maioria, pouco desenvolvida. O pouco desenvolvimento dado a esta actividade ficou a dever-se à falta de tempo e de condições materiais e organizacionais. Era uma actividade que à partida foi preconizada e se encontra explicitada no quadro A. Igual resultado foi apontado para a actividade *Comparação dos resultados obtidos no campo com informações colhidas a partir de livros/revistas/outras fontes*. Em virtude dessa informação ser algo especializada e se encontrar dispersa em bibliografia da especialidade, não houve tempo de processar o seu tratamento por parte dos alunos.

A *Secção 4* abordou os aspectos relacionados com a *Organização da Viagem* e é constituída por um total de sete questões. Concretamente, a questão 1 prendeu-se com a forma como foram organizados os grupos de trabalho. Para o efeito, na parte (1-A) foi proposto aos alunos que assinalassem com uma cruz, de entre quatro afirmações que constam de um quadro, aquela que melhor traduz a forma como o seu grupo foi formado. Doze de entre os quinze respondentes, assinalaram a afirmação que descreve o seguinte procedimento: *O professor deixou decidir o número de alunos por grupo e a própria constituição dos grupos*. Os restantes três alunos assinalaram a descrição que afirma: *O professor indicou o número de elementos que cada grupo deveria ter e ofereceu a possibilidade de os alunos escolherem*. Na parte (1-B) da questão propunha-se aos alunos que explicitassem qualquer outro procedimento tido que fosse omitido no quadro. Nenhum aluno registou outro procedimento.

Na questão 2, os alunos foram confrontados com um quadro, no qual se encontravam quatro afirmações relacionadas com a constituição dos grupos de trabalho. Foi sugerido aos alunos que assinalassem, por meio de cruzes, em colunas distintas, quais das afirmações apontavam situações que tinham estado presentes e quais as que estiveram ausentes na constituição dos grupos de trabalho. Treze de entre os quinze alunos que responderam ao inquérito afirmaram: *Todos, ou a maior parte, dos membros do meu grupo de trabalho eram meus amigos pessoais; Todos os elementos do meu grupo eram colegas com quem eu habitualmente trabalho; Os membros do meu grupo interessam-se de modo idêntico pelo trabalho de campo.* Todos negaram a afirmação: *Após ter realizado o trabalho de campo e dadas as suas características e grau de exigência, eu teria preferido trabalhar com outros elementos da turma.*

Na questão (3-A) desta secção propôs-se aos alunos que assinalassem por meio de uma cruz, de entre um total de cinco afirmações, aquela que, com maior rigor, traduz a forma como a professora organizou o trabalho do grupo a que pertenciam e o dos outros grupos. Praticamente todos os alunos assinalaram a afirmação que se passa a transcrever: *No início, foram atribuídas as mesmas tarefas a todos os grupos.* Alguns alunos assinalaram igualmente a seguinte afirmação: *O professor não especificou no início da saída de campo o que deveria ser feito, mas orientou-nos depois em todas as etapas.* Na questão (3-B) foi proposto aos alunos que descrevessem a forma como se tinha processado a organização dos grupos, caso nenhuma das afirmações da questão anterior o fizesse. Nenhum aluno apontou qualquer outra forma de procedimento.

Na questão (4-A) os alunos pronunciaram-se acerca da forma como os elementos do grupo em que se encontravam integrados, se envolveram no trabalho. Para esse efeito foi-lhes sugerido que assinalassem o grau de envolvimento em cada uma das situações descritas num quadro. O quadro discrimina cinco graus distintos: *Muito alto, Alto, Médio, Baixo, Muito baixo.* A maioria dos alunos considerou que o esforço global dos elementos do seu grupo e o seu próprio esforço no trabalho de grupo foi *Muito alto a Alto.* Entretanto, a maioria dos alunos avaliou o seu grau de participação em *Alto*, tendo três assinalado em *Muito alto* e outros três em *Médio.* Quanto ao *grau de satisfação pessoal proporcionado pelo trabalho de grupo desenvolvido*, a maior parte dos alunos afirmou ter atingido um grau *Muito alto* de satisfação, dos restantes, um não respondeu, outro assinalou ter atingido um grau *Baixo* de satisfação, e os demais um grau de satisfação *Médio.*

A questão (4-B) propôs aos alunos a apresentação de sugestões para melhorar o trabalho do seu grupo. Três alunos responderam a esta questão, tendo no entanto fugido ao que lhes foi pedido. Assim assinalaram apenas *que lhes parecia difícil melhorar um trabalho que em seu entender foi bem organizado e não encontravam aspectos negativos a corrigir*. Um aluno referiu para além do que acaba de ser registado, *que melhorar era difícil, até porque os elementos do seu grupo não apreciavam a disciplina de Geologia*.

Ainda na Secção 4 a questão (5) pretendeu que os alunos se pronunciassem acerca da forma como estes, enquanto elementos do grupo, aprenderam através do envolvimento que tiveram. Nesse sentido os alunos assinalaram, por meio de uma cruz, o grau que melhor traduziu essa aprendizagem, que se encontrava descrita por meio de quatro perguntas listadas numa tabela. A tabela continha cinco graus distintos: *Muitíssimo, Muito, Moderadamente, Pouco, Muito pouco*. De forma geral os alunos assinalaram que: *tinham aprendido, em termos pessoais, a partir do campo, Muito ou Muito pouco; acerca da forma como o grupo, e os colegas contribuíram para a sua aprendizagem e vice-versa, uma margem significativa de alunos respondeu que tal aconteceu num grau que varia entre o Muito e o Moderadamente*. Na questão 5.1. propôs-se aos alunos que *explicitassem a sua contribuição para a aprendizagem do grupo*. Três de entre os quinze alunos não responderam à questão, os restantes apontaram as contribuições que se passa a registar: *Ajudando a realizar as tarefas; Juntando os meus conhecimentos aos dos colegas, aumentávamos a informação; Tirando fotografias para ilustrar o trabalho; Organizando e distribuindo as tarefas do Livro de Campo; Discutindo as situações observadas e colaborando na elaboração das respostas ao Livro de Campo; Com a inter-ajuda natural do trabalho em grupo; Procurando esclarecer dúvidas quando elas surgiam; Recolhendo amostras; Estando atento às explicações; Dando força anímica aos meus colegas*.

Na questão (6) os alunos assinalaram *a proporção de tempo, reservado ao trabalho de grupo, que dispensou falando com os colegas acerca de assuntos não relacionadas com as tarefas que tinham sido propostas no campo*. A maioria dos alunos referiram ter gasto *menos de 10% ou entre 10% e 25%* do tempo destinado às actividades de campo com outros assuntos.

Relativamente à última questão desta secção, questão (7), propôs-se aos alunos que *descrevessem, de forma breve, qualquer problema que tivessem tido com os colegas de grupo*. Os alunos foram unânimes em afirmar que não tiveram nenhum problema, ou então não registavam nada como resposta à questão.

Passaremos à *Secção 5* que aborda a *Aprendizagem relativa ao Trabalho de Campo*. Esta secção é constituída por um conjunto de afirmações transcritas numa das colunas de uma tabela. Nas outras cinco colunas os alunos puderam assinalar, por meio de uma cruz, o grau de concordância ou discordância que cada um sentia relativamente a cada afirmação. Na tabela encontravam-se discriminados cinco graus: *Concordo totalmente*; *Concordo*; *Tenho dúvidas*⁶; *Discordo*; *Discordo completamente*. As afirmações foram feitas com o sentido de traduzirem as percepções com que os alunos ficaram acerca da importância que o Trabalho de Campo teve para a sua aprendizagem. Relativamente às várias afirmações, os alunos de forma global assinalaram *Concordo totalmente ou Concordo* nas seguintes afirmações: *O trabalho de campo mostrou-nos fenómenos geológicos que já haviam sido estudados na aula*; *O que aprendemos a partir do trabalho de campo tinha sido por nós previamente estudado*; *O trabalho de campo deu-nos informações que não conhecíamos anteriormente*; *Eu penso que aprendo melhor a partir do trabalho de campo do que aprendo na sala de aula*. Pelo contrário os alunos assinalaram, na sua maioria, os termos *Discordo completamente* ou *Discordo*, relativamente às afirmações: *O tempo despendido no trabalho de campo podia ser mais bem aproveitado noutras actividades de aprendizagem*; *O trabalho de campo é o único caminho pelo qual se podem realmente aprender os fenómenos geológicos*; *O trabalho de campo não nos deu indicações claras acerca da natureza dos fenómenos geológicos*; *Encontrei a informação obtida no campo bastante confusa*. Quanto a esta última afirmação (embora um maior número de alunos tivesse assinalado os termos acima mencionados), um número significativo (cinco num total de quinze) de outros alunos sinalizou a coluna *Tenho dúvidas*. Também em relação à afirmação: *O que aprendemos com o trabalho de campo podia ter sido aprendido a partir dos livros*, os alunos sinalizaram a coluna *Tenho dúvidas*. Neste caso foi a coluna que os alunos assinalaram maioritariamente.

Por último, na *Secção 6* intitulada *Perspectivas acerca do Trabalho de Campo*, pretendeu-se ficar a conhecer melhor as atitudes dos alunos perante o Trabalho de Campo. Esta secção é constituída por quatro questões, algumas das quais subdivididas em alíneas, de diferentes tipos.

A questão (1) é, à semelhança da questão relativa à *Secção 5*, constituída por um conjunto de dez afirmações transcritas numa das colunas de uma tabela. Nas outras cinco colunas os alunos puderam assinalar, por meio de uma cruz, o grau de concordância

⁶ Nem em acordo nem em desacordo.

cia ou discordância que cada um sentia relativamente a cada afirmação. Na tabela encontravam-se discriminados cinco graus: *Concordo totalmente*; *Concordo*; *Tenho dúvidas*⁷; *Discordo*; *Discordo completamente*.

Relativamente às afirmações: *O trabalho de campo, quando comparado com as actividades da sala de aula, aumentou o meu interesse pelas ciências geológicas*; *O trabalho de campo dá-me oportunidade de trabalhar com os meus amigos*; *Com o trabalho de campo nós conhecemos a natureza através da observação*; *Quando fazemos trabalho de campo nós estamos a acompanhar os nossos interesses*, os alunos foram praticamente unânimes em afirmarem *Concordo totalmente* ou simplesmente *Concordo*. Também a maioria dos respondentes assinalou a coluna relativa ao *Concordo completamente* ou a relativa ao *Concordo*, para as afirmações: *O trabalho de campo dá-nos mais possibilidades de trabalhar com colegas do que o trabalho feito na sala de aula*; *O trabalho de campo é um bom processo de ficar a conhecer problemas ambientais*. Em relação à afirmação: *A questão interessante do trabalho de campo é que nós podemos trabalhar independentemente do professor*, as respostas dos alunos dispersaram-se entre o *Tenho dúvidas* (sete respostas), *Concordo totalmente* ou *Concordo* (cinco respostas), *Discordo totalmente* ou *Discordo* (três respostas). O mesmo aconteceu relativamente à afirmação: *É possível aprender acerca da dinâmica dos processos geológicos sem o trabalho de campo*; aqui as respostas dos alunos repartiram-se entre os termos *Tenho dúvidas* (oito respostas), e o *Concordo totalmente* ou o *Concordo* (sete respostas). Algo de semelhante ocorreu ainda relativamente a afirmação: *O trabalho de laboratório é tão interessante como o trabalho de campo*; sete dos alunos estiveram em desacordo com esta afirmação, seis tiveram dúvidas, apenas dois concordaram com esta afirmação. Assinalaram a coluna relativa aos termos *Discordo totalmente* ou *Discordo* a maioria dos alunos (oito) no que diz respeito à afirmação: *O melhor do trabalho de campo é poder falar à vontade com os amigos*. Quatro alunos manifestaram *Ter dúvidas* e os restantes três estão de acordo com a afirmação.

Na questão (2) os alunos puderam registar aquilo de que mais gostaram – alínea 2.1. – e o que menos gostaram – alínea 2.2.. Passar-se-á de seguida a transcrever algumas de entre as respostas fornecidas pelos alunos. O critério usado na selecção das respostas tem a ver com a diversidade de aspectos nelas abordados.

Relativamente à primeira alínea (o que mais gostaram) os alunos referiram as respostas que se passam a transcrever:

⁷ Nem em acordo nem em desacordo.

- ✓ *“O contacto social entre colegas/professores, bem como o facto de ter aprendido directamente fenómenos que ocorrem na natureza”.*
- ✓ *“O convívio com os colegas, mas sempre com o intuito de realizar o que foi pedido”.*
- ✓ *“O interesse demonstrado pelos membros do grupo. Gostei muito de ver coisas (...) que só conhecia através dos livros. Adorei analisar processos que ocorrem na Terra aos quais eu nunca tinha tido acesso”.*
- ✓ *“Da série cíclica (???) encontrada na paragem 4. E do passeio na hora do almoço”.*
- ✓ *“De sair da escola e ter uma aula ao ar livre”.*
- ✓ *“De tudo. Do trabalho, do convívio, do contacto com a natureza e da óptima experiência”.*
- ✓ *“De estudar os afloramentos rochosos sem se tornar seca!”*
- ✓ *“Da análise da paragem 1”*
- ✓ *“De tirar amostras, analisá-las e viver o ambiente que nos cercava.*

Já quanto aos aspectos que os alunos menos gostaram, foram referidos os seguintes:

- ✓ *“A visita não se ter alargado a mais etapas”.*
- ✓ *“Termos andado perdidos⁸”.*
- ✓ *“Da poluição encontrada”.*
- ✓ *“De ter sido a única em todo o ano lectivo”.*
- ✓ *“De o trabalho de campo se ter realizado num só dia, e de ter durado pouco tempo”..*
- ✓ *“O lixo existente”.*
- ✓ *“O cansaço no final da viagem”.*
- ✓ *“A penosa e desesperante observação e estudo das rochas da paragem 4”.*
- ✓ *“De ter de desenhar a inclinação das camadas num esquema”.*

A questão (3) inquiriu os alunos acerca da sua preferência pela Ciência Geológica, perspectivada como um melhor conhecimento do planeta que habitamos. De entre

8 Referência ao facto de a certa altura termos seguido um trilho errado e termos de voltar atrás para retomar o percurso desejado.

os quinze respondentes, dez assinalaram não ser este um dos seus assuntos preferidos. A alínea 3.1. desta questão propôs aos alunos a justificação, no âmbito do ensino da disciplina, da sua resposta à questão anterior. De entre os questionários em que esta resposta é negativa, serão transcritas a seguir algumas das justificações apresentadas. O critério usado para a sua selecção é o de mostrar uma maior variedade de respostas na tentativa de ilustrar com fidelidade, as opiniões dos alunos. Passar-se-á à transcrição:

- ✎ *“Apesar de não ser um dos meus assuntos preferidos, é um dos que me interessa, não só porque fico a conhecer/compreender os fenómenos que ocorrem na natureza, até como, tendo em conta as minhas perspectivas profissionais, será de grande virtude.”*
- ✎ *“Pois se atender ao objectivo de realização profissional nada tem a ver com a Geologia.”*
- ✎ *“A Geologia, embora mostre o planeta de uma forma global e abrangente, não tem interesse como ciência de aplicação real e imediata nas situações correntes.”*
- ✎ *“É um assunto que para mim tem um interesse relativo, mas quando estudado ao vivo torna-se muito mais interessante”.*
- ✎ *“Neste momento, a matéria que estamos a dar não me cativa muito, uma vez que eu não gosto desta matéria.”*
- ✎ *“Apesar de gostar de Geologia, não considero que seja um dos meus assuntos preferidos, talvez porque não o tenha abordado muito tempo.”*
- ✎ *“A Geologia não é, sem sombra de dúvidas, uma das minhas disciplinas preferidas. É um assunto um pouco confuso.”*

Como já foi referido acima, cinco alunos assinalaram ser a Ciência Geológica um dos seus assuntos preferidos. A seguir serão referidas duas das justificações apresentadas por estes alunos na questão 3.1., uma vez que as restantes apresentam um conteúdo semelhante..

- ✎ *“ De certo modo, permite-nos estudar o passado do nosso planeta, a sua vida e talvez como foi formado.”*
- ✎ *“Isto porque conhecendo melhor o nosso passado, compreendemos melhor o nosso futuro.”*

A questão (4), cujas respostas se irão de seguida apresentar, desdobrou-se em várias alíneas. Todas elas, no entanto, tiveram como objectivo apurar de que forma as actividades relacionadas com o ambiente realizadas durante a Viagem, contribuíram para uma maior tomada de consciência relativamente a essa problemática. Na alínea (4.1.) os alunos puderam assinalar por meio de uma cruz se, em sua opinião, as actividades propostas cumpriram o seu propósito de forma adequada. Na alínea (4.1.1.), foi proposto aos alunos que justificassem a sua resposta à alínea anterior. Na alínea (4.2.) puderam assinalar por meio de uma cruz se as actividades propostas *não* cumpriram o seu propósito de forma adequada. Na alínea (4.2.1.), foi proposto aos alunos que justificassem a sua resposta à alínea anterior. Nas alíneas (4.3.) e (4.4.), os alunos puderam assinalar se a problemática ambiental foi tratada, respectivamente, de forma suficiente ou insuficiente. Na alínea (4.4.1.) foi-lhes proposto que justificassem a sua opção. E por último na alínea (4.4.2.) foi dada oportunidade aos alunos de apresentarem sugestões relativamente ao tratamento do assunto abordado nesta questão.

Relativamente às alíneas (4.1.) e (4.1.1.), dez dos quinze respondentes afirmaram que a problemática foi tratada de forma adequada e justificaram a sua resposta atendendo essencialmente a dois aspectos: *por entenderem que o TC ao contribuir para compreender melhor a natureza aumentava o respeito pelo equilíbrio dos ecossistemas naturais; por outro lado a observação local de situações de desequilíbrio torna o problema mais presente.*

De entre os restantes cinco alunos, quatro não se pronunciaram acerca da adequação ou não das actividades desenvolvidas. O quinto não respondeu mas justificou, na alínea (4.2.1.), *já se encontrar sensibilizado para esta problemática.*

No que diz respeito às alíneas (4.3.), (4.4.) e (4.4.1.) dez alunos não responderam. De entre os cinco que responderam, quatro manifestaram o seu parecer afirmando ter, a problemática ambiental, sido tratada de forma suficiente. No entanto, apenas um apresentou justificação para a sua resposta, afirmando: *“Tivemos contacto com a natureza, o que me levou a reflectir sobre os efeitos do Homem nela e os problemas que isso pode acarretar”*. O único aluno que manifestou opinião em contrário, justificou-se afirmando não ter achado os aspectos observados alarmantes, pelo que não ficou mais sensibilizado para as questões ambientais.

Por último, no que diz respeito à alínea (4.4.2.) apenas três alunos apresentaram sugestões para o tratamento da problemática ambiental, tendo sido unânimes em sugerir a realização de mais *saídas de campo.*

A partir da análise feita às respostas obtidas no questionário, e após a reflexão efectuada pela investigadora/professora acerca desses resultados, parece poder concluir-se que:

- os alunos consideraram suficiente a informação acerca dos vários aspectos (natureza do local, tipo de aprendizagem a efectuar, actividades a desenvolver e equipamento a disponibilizar, entre outros) da viagem que lhes foi fornecida pela professora na etapa de pré-viagem desenvolvida;
- reconheceram terem largamente realizado uma grande variedade de actividades durante a viagem;
- o mesmo se pode registar a propósito das actividades desenvolvidas depois da viagem;
- os alunos puderam escolher livremente os seus pares para trabalhar em grupo e optaram por trabalhar com os seus amigos pessoais, com os quais habitualmente trabalham e que têm o mesmo grau de interesse pelo trabalho de grupo; todos os grupos realizaram as mesmas tarefas e no final do trabalho reconheceram não querer alterar a constituição dos grupos que integraram;
- os grupos trabalharam com afinho e cada elemento do grupo, de maneira geral, empenhou-se de modo semelhante ao dos restantes elementos.
- os alunos reconheceram as virtualidades do modelo desenvolvido neste TC sendo difícil melhorar um trabalho que em seu entender foi bem organizado;
- os alunos gastaram, em questões de natureza extra-actividades de campo, entre 10% e 25% do tempo que durou a Viagem, alguns gastaram ainda menos de 10% desse tempo;
- reconheceram ainda que a realização das actividades integradas no TC, lhes proporcionou autonomia e a possibilidade de concretizarem um trabalho de acordo com os seus interesses;
- Os alunos expressaram satisfação geral com os colegas escolhidos para trabalharem em grupo. Esta escolha foi feita quer pelo facto de existirem relações de amizade, quer pelo facto de ser já habitual trabalharem em conjunto. A circunstância de já conhecerem o trabalho dos seus pares pode fazer crer que a escolha dos diferentes elementos se ficou também a dever o

facto de serem conhecidos, de experiências anteriores, aos níveis de conhecimentos e capacidades de cada um efectuar trabalhos de determinada natureza, bem como ao seu empenho e interesse na aprendizagem.

- Relativamente ao comportamento geral dos seus grupos durante o trabalho, em relação às tarefas de aprendizagem que tinham sido estabelecidas e ao contributo de cada um para o trabalho do seu grupo, os alunos consideraram ter sido muito alto e alto, o que parece indicar que têm uma percepção positiva dos benefícios educacionais advindos do trabalho em grupo. A análise dos resultados do *Questionário de Atitudes* parece indicar que este resultado se aplica às suas percepções, quer no que respeita ao comportamento do seu grupo nas tarefas de aprendizagem, quer relativamente ao esforço do grupo no sentido de realizar e finalizar as tarefas de aprendizagem propostas.
- Por outro lado os alunos afirmam terem beneficiado com o trabalho de grupo. Afirmaram igualmente ter colaborado com o seu grupo através de contributos de natureza diversa: (1) através da disponibilização de conhecimento e informações previamente aprendidos; (2) sugerindo estratégias e procedimentos para a resolução dos problemas; (3) contribuindo para a concretização das tarefas de natureza prática; (4) contribuindo para a gestão e organização do trabalho de grupo.

Do que se acabou de expor emerge a imagem de que os alunos veem mais as suas contribuições através de aportes relacionados com o domínio cognitivo – conhecimento e resolução de problemas. Ou seja, não acentuam os contributos relacionados com aspectos inter-pessoais, que como se sabe são por vezes cruciais para o sucesso do trabalho do grupo, parecendo ignorar a importância de assuntos como gestão de grupos, negociação, etc..

A análise dos trabalhos realizados pelos alunos sob a designação de *Memória Explicativa* permitiu à investigadora/professora por um lado, confirmar alguns dos resultados obtidos através do “*Questionário de Atitudes*” e por outro, reflectir sobre algumas questões que não foram enfocadas no questionário mas se prendem com este tipo de conteúdo, nomeadamente as que constituem o resultado da análise que se passa a apresentar.

Da análise dos documentos produzidos pelos alunos sob o título “*Memória Explicativa*” pode concluir-se que os alunos consideraram como importante para a sua apren-

dizagem a realização das actividades desenvolvidas na unidade de pré-viagem. De igual modo reconheceram que a sua aprendizagem foi facilitada e mais consistente com o estudo de fenómenos geológicos em ambiente natural (fora da sala de aula); que o tempo gasto no TC foi um tempo útil; e que este tipo de trabalho permite a consciencialização de questões ligadas à problemática ambiental. A título de exemplo e no sentido de espezinhar o que atrás se disse, passa-se à transcrição de alguns extractos dos documentos em análise:

“A visita pareceu ser apreciada pelos colegas em geral sendo a aplicação dos conhecimentos dados em aula uma grande vantagem deste tipo de actividades.”

“Pessoalmente creio que a visita se enquadra na matéria estudada de maneira complementar ao dado em aula sendo uma boa oportunidade de contactar com a diversidade e ambiguidade dos dados experimentais, coisa que por vezes passa despercebida no leccionamento desta disciplina.”

“Achei curioso verificar o que de artificial tem a divisão das rochas em sedimentares e metamórficas, já que a natureza, como foi possível verificar na última paragem, não é tão rigorosa como tinha estudado.”

Outro aspecto focado no instrumento em análise, prendeu-se com o reconhecimento, por parte de alguns alunos, da dificuldade sentida em transpôr para a prática alguns dos conhecimentos adquiridos na sala de aula, durante o desenvolvimento da unidade preparatória da viagem. No sentido de ilustrar estas dificuldades transcrevem-se a seguir algumas das afirmações feitas pelos alunos.

“Era difícil marcar a direcção e a inclinação das camadas já que não se conseguia ver muito bem.”

“A maior dificuldade foi, no princípio, orientarmo-nos nas cartas porque não tínhamos prática de fazê-lo no campo, e nos treinos que fizemos na sala parecia mais fácil.”

De forma indirecta os alunos reconheceram não ser habitual a realização de TC com este tipo de organização. Apesar de o não terem dito de forma explícita, evidenciaram-no ao associarem as questões abertas da secção 6 – “*Perspectivas acerca do TC – do Questionário de Atitudes* exclusivamente com a unidade de viagem propriamente dita do TC, não aludindo nas suas resposta às unidades de pré e de pós.

Quer no *Questionário de Atitudes* quer na *Memória Explicativa* os alunos sugeriram a realização de um maior número de trabalhos desta natureza.

Secção 5.2.2. – Representações dos professores colaboradores e da investigadora/professora acerca do TC

Nesta secção serão apresentadas as representações que a investigadora/professora e dois dos colaboradores têm de todo o TC realizado e a forma como a terceira colaboradora (que apenas acompanhou a implementação da unidade relativa à Viagem e que posteriormente foi entrevistada, fornecendo um conjunto de elementos registados em gravação áudio) viu o TC no terreno.

A) Registo relativo ao depoimento de dois dos professores colaboradores

Dois dos colaboradores – dois professores com formação académica na área da Geologia e em início de formação (professores estagiários do núcleo de estágio de Biologia /Geologia que a investigadora/professora orienta na escola onde exerce as funções de docente) – acompanharam desde o início a planificação das actividades desenvolvidas no TC. Durante o acompanhamento participaram em sessões de reflexão e debate, conduzidas pela investigadora/professora, acerca do modelo organizacional seguido (Nir Orion, 1993) e do suporte epistemológico e didáctico inerentes a tal modelo. Deslocaram-se igualmente à zona onde posteriormente se escolheu o percurso efectuado durante a visita. Nessas deslocações tomaram parte na discussão havida entre a investigadora/professora, o geólogo e o especialista em Didáctica que acompanharam a visita, acerca dos locais a constituírem-se como paragens e das actividades a desenvolver a propósito. Posteriormente assistiram às aulas aonde foram implementadas as actividades construídas para este TC.

Após a realização da Viagem propriamente dita estes colaboradores trocaram impressões com a investigadora, acerca de como, em seu entender, decorreu a viagem e em simultâneo deram conta dos dados colhidos durante a realização. Posteriormente elaborou-se um curto relatório que a investigadora/professora analisou e cujo resultado se passa a dar conta.

A observação efectuada evidenciou que mais de metade dos estudantes revelaram um elevado nível de desempenho nas actividades direccionadas pelo *Livro de Campo*, sendo a desatenção mínima. Mesmo quando não conseguiam encontrar respostas dentro do grupo os alunos procuravam-nas nos outros grupos. Excepção às duas últimas paragens onde houve alguma dispersão. De qualquer forma a maioria dos estudantes envolveram-se na resolução das questões propostas. Globalmente os alunos participaram nas discussões em pequeno grupo tidas a propósito das questões do *Livro de Campo*, e cerca de 30% participou activamente nas discussões de síntese havidas no final de cada paragem. Tanto na resolução das actividades como nas discussões a atenção dos alunos foi diminuindo, sobretudo nas última e penúltima paragem.

Durante a viagem os colaboradores conversaram abertamente com os alunos, tendo trocado impressões com estes acerca das tarefas propostas nas actividades e do modelo organizacional seguido neste TC. A par de darem conta das dificuldades pontualmente sentidas, os alunos manifestaram a sua surpresa face à qualidade dos materiais construídos para este TC, nomeadamente face ao *Livro de Campo* e ao conjunto de pôsteres apresentado e revelaram o seu entusiasmo por actividades *outdoor* deste tipo.

Sob o ponto de vista dos dois colaboradores, a viagem foi positiva e muito proveitosa, tendo ambos referido que se sentiram impressionados com o desempenho e o comportamento tidos pelos alunos no campo. Referiram igualmente que, fruto de terem aumentado a sua compreensão acerca dos fenómenos geológicos, os alunos demonstraram sentir maior interesse pela Ciência Geológica.

B) Registo relativo à entrevista efectuada à terceira colaboradora

A terceira colaboradora que observou a viagem ao campo realizada no âmbito deste TC esteve menos envolvida na sua conceptualização e implementação. De qualquer modo conhece bem o modelo organizacional desenvolvido, acompanhou de longe a planificação das unidades de pré, durante e pós viagem e tem experiência de docência e de reflexão acerca, não apenas da problemática ligada à prática do TC, como às questões da Didáctica em geral.

Após ter acompanhado o grupo-turma durante todo o percurso através do *Livro de Campo*, a colaboradora em questão serviu de interlocutora numa entrevista semi-estruturada, no sentido de informar a investigadora acerca da forma como viu o

desenvolvimento do trabalho no campo durante a viagem realizada.

Na entrevista a investigadora/professora utilizou um guião orientador, de perguntas de formulação aberta, despoletador de pontos de partida de discussão, do qual constava um conjunto de tópicos que conduziram o diálogo de uma forma tão natural quanto possível. De seguida transcreve-se o conjunto de tópicos abordados no guião

GUIA DE ENTREVISTA

- i. Descrição geral do comportamento dos alunos durante a realização das tarefas que constam das actividades do Livro de Campo, individualmente e em grupo.
- ii. Impressão geral acerca do trabalho realizado.
- iii. Descrição do comportamento sócio-afectivo dos alunos durante o desenvolvimento do TC.
- iv. Impressão sobre o interesse e entusiasmo demonstrado pelos alunos na resolução das actividades propostas.
- v. Distribuição do tempo ocupado nas actividades individual e de grupo.
- vi. Descrição acerca de como se processou a discussão entre a investigadora/professora e os alunos dos diferentes grupos.
- vii. Exemplos de algumas questões colocadas pelos alunos durante a discussão em grupo
- viii. Impressão sobre a compreensão demonstrada pelos alunos durante a discussão em grupo.
- ix. Duração da discussão em cada paragem.
- x. Comentários gerais.

Da entrevista foi realizado um registo áudio, que posteriormente foi passado ao papel e analisado o seu conteúdo. A seguir apresenta-se o conteúdo desta entrevista.

“ A observação e acompanhamento da aula de campo fazem-me supôr vivências de TC pouco estruturadas do ponto de vista didático. Alguns alunos transpuseram, com facilidade, a sua in experiência neste modo de trabalho, tendo-se empenhado no mesmo e participado com vivo interesse na resolução das actividades previstas. Alguns mostraram mesmo satisfação na realização do trabalho, colocando questões bastante pertinentes, que demonstravam compreensão/interpretação dos fenómenos geológicos em análise.

Outros, por sua vez, não conseguiram adequar a sua postura, tendo-se comportado como se de um passeio no campo se tratasse.

De salientar a postura da investigadora, que privilegiou a problematização, a reflexão e a interpretação das observações efectuadas no terreno.

As respostas que se seguem estão condicionadas por esta apreciação global da postura dos alunos e dos professores no processo de ensino/aprendizagem.

- i. O comportamento dos alunos, individualmente e em grupo, variou do empenho de resolução (baseado na análise interpretativa dos dados fornecidos e das observações efectuadas); à resolução mecânica (baseada, por exemplo, na resposta do colega).*
- ii. Relativamente à organização/planificação do trabalho de campo, o conhecimento da geologia da zona em estudo pela investigadora foi determinante no seu desenvolvimento, dada a complexidade dos fenómenos associados e a amplitude de tempo geológico envolvida no percurso efectuado. De salientar, ainda, a utilização dos pósteres interpretativos que permitiram a visualização de (reconstrução de) processos, sendo que, no campo, apenas se observam parcelas desses processos.*
- iii. O comportamento sócio-afectivo dos alunos, durante a realização das actividades propostas, individualmente e em grupo esteve, do meu ponto de vista, bastante condicionado pelos aspectos que referi previamente e pelo facto das actividades se realizarem ao ar livre, num percurso bastante agradável, num ambiente bastante informal, distinto do ambiente escolar/citadino. Durante a hora do almoço, os alunos “imploraram” à investigadora/professora, tempo para realizarem uma caminhada na zona, argumentando a falta de oportunidade para a realização deste tipo de actividade.*
- iv. O interesse e o entusiasmo dos alunos, na resolução das actividades propostas, esteve também e do meu ponto de vista, bastante condicionado pelos aspectos que referi previamente. Contudo, tenho a percepção de que o número de alunos interessados aumentou ao longo do percurso, dada a estruturação do trabalho de campo; penso, ainda, que os pósteres, para além do seu papel didáctico, tiveram também a capacidade de atrair a atenção do aluno, captando-o para o*

processo de ensino/aprendizagem. Em contraste, outros foram-se dispersando, especialmente durante as duas últimas paragens.

- v. *Adequado.*
- vi. *A discussão pareceu-me, na generalidade, bastante suportada científica e visualmente (pósteres das paragens).*
- vii. *Questões/argumentos apresentados pelos alunos para a distinção entre foliação e estratificação; argumentos apresentados pelos alunos para a interpretação das diferentes granulometrias.*
- viii. *Alguns alunos revelaram níveis de compreensão bastante elevados, como a resolução das actividades o deve ter sugerido (lamentavelmente não fiz registos exemplificativos).*
- ix. *Duração adequada à discussão planificada e à decorrente das questões dos alunos.*
- x. *A planificação deste trabalho de campo, segundo a perspectiva didáctica de Nir Orion, permite a (re)qualificação do trabalho do professor e a rentabilização do processo ensino/aprendizagem. Nesta perspectiva pretende-se que o aluno vá ao campo mais do que para ver/observar; acresce que o facto deste trabalho decorrer num ambiente mais informal, o torna susceptível de promover outras aprendizagens, do foro sócio-afectivo, tão importantes no desenvolvimento do aluno como pessoa/cidadão.”*

C) Registo relativo à reflexão efectuada pela investigadora/professora

A reflexão efectuada pela investigadora/professora acerca da forma como decorreu o TC, assim como a avaliação que os alunos fizeram da mesma, através dos documentos já discriminados, possibilitam-lhe repensar a prática de TC que esta tem vindo a realizar. Alguns ajustes foram sendo feitos ainda durante a construção de alguns dos materiais a utilizar no decurso do TC, à medida que os alunos iam dando o *feed-back* das actividades que desenvolviam. Tais ajustes foram realizados no sentido de as tornar mais problematizantes, mais centradas nos alunos, e capazes de atender melhor às suas necessidades. De toda a maneira, em práticas futuras as actividades devem ter a preocupação de:

- ☞ treinar melhor os alunos na utilização de material e técnicas imprescindíveis ao desenvolvimento eficiente de actividades de campo, por exemplo: orientação com cartas topográficas e geológicas e manuseamento de bússolas;
- ☞ caracterizar com mais pormenor a componente geográfica antes da viagem, no sentido de diminuir a dispersão dos alunos;
- ☞ no mesmo sentido, explorar melhor a componente sócio-afectiva, com a pretensão de melhor a articular com a realidade quotidiana dos alunos;
- ☞ enfatizar mais os conceitos estruturantes e articulá-los de forma mais evidente com os restantes conceitos a apreender;
- ☞ aumentar, durante a preparação da viagem, a sensibilização dos alunos para a problemática ambiental, no sentido de os tornar mais atentos a esses aspectos no campo e mais preocupados com essa problemática e a com a sua resolução;
- ☞ realizar actividades aonde sejam chamados, de forma mais clara e evidente os conteúdos de natureza procedimental e atitudinal, com o intuito de os trabalhar, realçando a sua importância na educação dos alunos;
- ☞ alterar (provavelmente aumentar), o número de tempos destinados ao descanso e aumentar a duração desses períodos;
- ☞ tornar as actividades da unidade de pós-viagem mais motivadoras, no sentido de propiciar as discussões de síntese mais participadas e animadas e, simultaneamente passíveis de levantar novos problemas e criar novas e futuras hipóteses de trabalho.

Do que foi referido e do resultado do cruzamento da informação obtida através da análise dos diversos instrumentos produzidos, parece poder afirmar-se que a proposta de TC inovadora desenvolvida no presente trabalho, ao preparar os alunos antes da viagem com a realização de actividades que, de forma inequívoca, se encontravam direccionadas para as tarefas que estes tiveram de realizar no campo, possibilitou-lhes assumir um papel activo no processo de E/A. De igual modo, para além de familiarizar os alunos com o trabalho prático, essas actividades ajudaram-nos a apreenderem os conceitos e os fenómenos geológicos em estudo, e a desenvolver a sua capacidade de pesquisa nas Ciências Geológi-

cas. Parece também poder afirmar-se que a professora investigadora concebeu, organizou, construiu materiais e levou à prática um modelo de TC no qual os alunos foram envolvidos de forma activa – desenvolveram, discutiram, avançaram com hipóteses, sintetizaram resultados da observação – em actividades de campo articuladas com outras que se desenvolveram na sala de aula e no laboratório, num processo que, do ponto de vista cognitivo, se aproxima da construção do conhecimento em Ciências Geológicas.

A propósito dos materiais construídos, após a sua implementação no terreno e consequente consecução por parte dos alunos e após a análise dos diversos instrumentos criados para apreciar a concretização do TC, dos dados colhidos junto dos colaboradores e da reflexão da investigadora/professora, esta concluiu que as actividades que constam do *Livro de Campo* são exequíveis. O conjunto de pósteres usados, com o intuito de ajudarem os alunos a visualizarem estruturas e fenómenos geológicos, para ilustrarem conceitos e princípios e para servirem de apoio às discussões e sínteses efectuadas após cada paragem, tornaram mais atractiva e facilitaram a aprendizagem dos alunos durante a viagem. Assim sendo pode afirmar-se que actividades de TC deste tipo são não só praticáveis como desejáveis e do agrado dos alunos.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E IMPLICAÇÕES DO ESTUDO NA FORMAÇÃO

6.1. Introdução

No presente capítulo serão analisadas as hipóteses de trabalho adiantadas no capítulo 1 e apontadas as respostas às questões-problema nele levantadas. Em continuidade serão enumeradas as conclusões essenciais do estudo realizado (ponto 6.2.).

Seguidamente enunciar-se-ão (ponto 6.3.) as principais limitações sentidas pela investigadora durante a realização da investigação, algumas das quais estavam inicialmente previstas, sendo que de entre estas, algumas são, de certo modo, inerentes à natureza do estudo.

Por último apresentar-se-ão os principais contributos de cada uma das fases da investigação levada a efeito para a formação da investigadora, sendo indicadas as evidências das mudanças operadas, quer ao nível das atitudes, quer ao nível das representações, simultaneamente como professora e como formadora (ponto 6.4.). Serão igualmente referidas, de forma breve, algumas implicações e recomendações educacionais que o presente estudo evidencia e que são corroboradas pela bibliografia actual.

6.2. Conclusões da investigação

No capítulo 4, intitulado “*Construção dos materiais utilizados no Trabalho de Campo e sua implementação*”, e sobretudo no capítulo 5, intitulado “*Análise e discussão dos resultados do estudo*” foram sendo efectuadas análises provisórias e apresentadas conclusões parcelares que permitem agora, de forma coerente e sustentada, articular as hipóteses inicialmente formuladas com as questões-problemas enunciadas no capítulo 1 e dar-lhe resposta. Deste modo a investigadora acredita poder afirmar que:

⇒ As indicações fornecidas pelos diversos instrumentos e estratégias usados na investigação revelaram que o TC, desenvolvido numa perspectiva de ensino inovadora, produz uma melhoria na aprendizagem dos conhecimentos de Geologia pelos alunos. Estes reconheceram que as inovações introduzidas na organização da Viagem de Campo, perfeitamente diversa das que têm vindo a experimentar, juntamente com a proposta de realização de actividades, [várias aulas antes da Viagem (actividades de pré-viagem)], contribuíram para melhorar a sua aquisição de conhecimentos, uma vez que os preparou para as tarefas desenvolvidas no campo, facilitando-lhes a aprendizagem e permitindo-lhes assumir um papel activo nesse processo. Consideraram ainda que a organização do conjunto de actividades que foram implementadas nas aulas que se seguiram à viagem, bem como o facto de terem sido realizadas diversas actividades de avaliação no âmbito do TC, permitiram discutir e esclarecer aspectos relacionados com alguns fenómenos geológicos de difícil visualização, desenvolver a sua capacidade de pesquisa em Geologia, consolidar conhecimentos adquiridos no campo e integrar e articular os novos conceitos, entre si e com os que já possuíam. Os alunos reconheceram, nos instrumentos produzidos para o efeito, as virtualidades do modelo desenvolvido neste TC e implicitamente evidenciaram a ideia de que a investigadora/professora organizou um tipo de TC que contribuiu para que estes desenvolvessem processos cognitivos que se aproximam do processo de construção do conhecimento geológico. Admitiram igualmente que a realização das actividades integradas no TC lhes proporcionou mais autonomia e a possibilidade de concretizarem um trabalho de acordo com os seus interesses;

⇒ Relativamente à mudança de atitudes dos alunos, como resultado da implementação do TC numa perspectiva inovadora, pode-se afirmar que tal se produziu. De forma geral os alunos afirmaram terem aprendido muito, em termos pessoais, a partir do campo e mostraram, de forma clara, interesse em voltar a realizar TC desta natureza e com o mesmo tipo de organização. Reconheceram também terem uma percepção clara dos benefícios educacionais derivados do trabalho em grupo. Por outro lado envolveram-se afincadamente na realização das tarefas intra-grupo, nas discussões alargadas ao grupo-turma, na resolução das actividades dentro e fora da escola, e na elaboração de outros trabalhos que lhes foi pedido que realizassem em casa.

- ⇒ Tal como previsto numa das hipóteses de trabalho enunciadas no capítulo 1, a implementação do TC, desenvolvido numa perspectiva de ensino inovadora, produz uma mais rápida mudança nos alunos a nível conceptual, que a nível atitudinal.
- ⇒ Após ter-se analisado o capítulo 4 e os resultados apresentados no capítulo 5, torna-se evidente que as dificuldades que os professores sentem em levar à prática o TC desenvolvido numa perspectiva de ensino inovadora – que se reveste da natureza e das características descritas no capítulo 1 – se reflecte na aprendizagem dos alunos. A perspectiva (inovadora de raiz construtivista) à luz da qual desenvolvemos o TC é uma perspectiva de exigente concretização, em termos de conhecimento científico das áreas do saber a leccionar, da Didáctica e da Filosofia das Ciências, que se afasta profundamente das práticas tradicionais dos professores. A dificuldade que os professores têm em levá-la à prática faz com que, em extremo, seja abandonada. Esta ausência reflecte-se sempre nos alunos, se mais não fôr porque os afasta de uma prática pedagógico-didáctica capaz de aproximar a construção do conhecimento da forma (e não tanto de significado) como se constrói o conhecimento científico, com todas as implicações que foram sendo referidas na contextualização deste estudo (capítulo 1).
- ⇒ No caso concreto da construção dos materiais que foram implementados neste TC, a investigadora confrontou-se com dificuldades de vária ordem, nomeadamente as decorrentes do modelo organizacional seguido – categorizadas em dificuldades de *ordem externa*¹ e de *ordem interna*² (e que serão abordadas, ainda neste capítulo, na secção relativa às limitações), e de outras que, sem deixarem de se relacionar com as anteriores, transcorrem do grau de exigência na adequação e na validação dos materiais construídos para as etapas de *pré*, *durante* e *pós* viagem. Por outro lado trata-se de um conjunto de materiais que não são facilmente generalizáveis. Ou seja, os materiais, quando usados por outra pessoa não podem ser directamente aplicados e de imediato executados, sob pena de se tornar redutor, no sentido investigativo, o trabalho do professor.

Para além das conclusões apresentadas até ao momento e que de algum modo dão resposta às questões-problema abordadas nesta investigação (capítulo 1), parece à investi-

¹ Relativas às questões administrativas, formação de professores e aos próprios alunos.

² Obstáculos internalistas que dizem respeito à especificidade do conhecimento geológico.

gadora haver algumas outras conclusões a referir que são fruto da experiência vivenciada, nomeadamente em relação ao *curriculum* e à formação.

Numa análise feita ao *curriculum*, no que diz respeito ao TC, aquele parece *frágil* face às necessidades de preparação do professor e de preparação dos alunos, para as Saídas de Campo de tipo inovador. Ou seja, as exigências das Saídas de Campo parecem não estar contempladas nos *curricula*, onde nada é dito acerca do modo como devem ser implementadas. O resultado do trabalho levado a efeito pela investigadora/professora aponta para a necessidade de serem emanadas orientações para a realização das Saídas de Campo, no sentido de os professores tomarem consciência, da perspectiva inovadora que se pretende e do contexto das exigências que lhe são inerentes. Por isso, na construção dos materiais, a investigadora/professora teve de percorrer caminhos que não estão expressos nos *curricula* de que dispõe. Tanto mais que teve de realizar um TC adequado às exigências que são colocadas por uma investigação educacional nesta área.

O desenvolvimento do presente trabalho e a experiência passada da investigadora enquanto professora, mostraram ainda que é necessário dar formação aos professores na área do TC, já que teve de despender grande esforço para aprender a desenvolver um trabalho desta natureza. Este exercício contribuiu para a formação da investigadora enquanto professora e formadora ao permitir-lhe reavaliar as suas práticas relativas ao TC. Nesta medida a investigadora tomou consciência da necessidade de contribuir para alterar o quadro conceptual dos professores e, de alguma forma, ficou mais preparada para o fazer, mobilizando os professores para a adopção do modelo inovador que tem vindo a ser referido, uma vez que o TC que estes têm vindo a desenvolver se afasta deste modelo e, consequentemente, não se enquadra numa perspectiva de E/A de raiz construtivista, sustentada actualmente pela Educação em Ciência.

6.3. Limitações da investigação

A concretização da investigação levada a efeito acarretou diversos tipos de dificuldades, nomeadamente:

- dificuldades organizacionais;
- dificuldades de operacionalização das propostas e das recomendações do suporte teórico adoptado;

- dificuldades relacionadas com a metodologia de investigação/acção segundo a qual se desenvolveu.

Deste modo é de referir que o trabalho realizado apresenta alguns aspectos que deveriam ser mais trabalhados, que não puderam ser evitados, e que a investigadora entende dever explicar.

Relativamente às dificuldades organizacionais (que se constituem como as dificuldades externas acima nomeadas) é de referir que teve de ser feito um esforço considerável para, por um lado adequar e articular o *currículum* às necessidades de levar os alunos para o campo, com as exigências do modelo alternativo adoptado e, por outro lado leccionar, na íntegra, o conteúdo curricular previsto na disciplina de Ciências da Terra e da Vida (CTV) para o 11º ano.

Quanto ao primeiro aspecto, como já foi anteriormente referido no capítulo 4, o programa de CTV do 11º ano recomenda saídas com os alunos ao campo. No entanto, a par de uma abordagem redutora de apenas um, (à escolha) de entre três ambientes litológicos (magmático, sedimentar e metamórfico), não aborda o estudo de qualquer elemento no âmbito da cartografia, indispensável para o domínio de técnicas e saberes que permitam aos alunos trabalhar a Geologia no campo. Também não sugere metodologias, estratégias, instrumentos ou materiais, deixando ao critério e ao cuidado do professor a conceptualização, organização e implementação do TC. Se a isto acrescentarmos que os professores, durante a sua formação, têm pouca ou nenhuma experiência de reflexão, ou mesmo de preparação para pôr em prática no terreno conceitos geológicos importantes, e ainda que os materiais de apoio são escassos, ou de pouca qualidade, ou mesmo inexistentes, pode-se avaliar o quanto o programa desta disciplina fica aquém de desenvolver as potencialidades das Actividades de Campo, por si recomendadas. Assim é fácil avaliar o grande investimento que é necessário o professor efectuar para suprir essas lacunas, habitualmente sem o apoio da organização (escola) onde desenvolve a sua actividade lectiva. A este propósito a investigadora julga conveniente acrescentar que, na realização desta investigação - durante a qual foram construídos materiais que posteriormente foram implementados no desenvolvimento do TC -, foram sentidas dificuldades que a levam a pôr em dúvida que, no seu quotidiano, os professores sozinhos consigam resolver com facilidade. Isto é, só por se tratar de uma situação pontual de excepção e ter recebido apoios, que não passaram pela escola, foi possível em termos económicos e de disponibi-

lidade, a investigadora ter conseguido construir materiais de qualidade científica e gráfica adequados e nos prazos previstos.

Quanto ao segundo aspecto apontado parece pertinente referir que, se por um lado a não articulação do conteúdo curricular com as Saídas de Campo com as exigências deste modelo alternativo de TC, obriga a gastar um número de aulas que o programa não prevê, leccionar assuntos que nem sequer estão contemplados no *curriculum* (caso dos *Elementos de Cartografia* acima citados) mas que são indispensáveis para ir ao campo, aumenta largamente o número de aulas necessário para a concretização deste tipo de actividades, com a consequente diminuição de tempo de aulas disponível para o desenvolvimento dos restantes conteúdos programáticos. Ou seja, tornou-se necessário efectuar adaptações para conseguir encaixar, de forma harmónica e concertada, actividades com este nível de exigência em *curricula* tão longos, pouco articulados e esvaziados de conteúdos procedimentais e atitudinais. De qualquer modo é de ressaltar que a implementação deste TC não prejudicou o cumprimento das planificações do conteúdo curricular, efectuadas a nível de escola para o ano lectivo em curso, nem o cumprimento das restantes actividades previamente calendarizadas.

Reconhecemos no entanto que algumas das dificuldades encontradas prendem-se também com a prática anterior que a investigadora/professora vinha reproduzindo ao nível da:

- articulação entre os conteúdos programáticos, os conceitos e os fenómenos geológicos passíveis de serem tratados na área em estudo;
- organização das actividades de maneira a traduzir os princípios orientadores do modelo;
- adaptação dos materiais construídos, em particular das actividades, aos conhecimentos e capacidades dos alunos, no sentido de as tornar motivadoras e viáveis.

No que concerne às dificuldades na operacionalização das propostas e das recomendações do suporte teórico adoptado, a investigadora/professora, após ter reflectido *a posteriori* sobre o trabalho realizado, nomeadamente acerca das actividades construídas, é de opinião que se trata, porventura, de um trabalho ainda muito centrado no campo conceptual, pese embora estarmos a trabalhar no 11º ano nível escolar em que os conteúdos são ainda um elemento prevacente e, nomeadamente do ponto de vista curricular, uma

exigência e o grupo de alunos com que se trabalhou ser constituído por alguns elementos muito bons, em termos de aproveitamento, e por alguns que não gostavam de Geologia, nem lhe viam o interesse.

Pensamos que é possível introduzir elementos que tendencialmente se circunscrevem no âmbito do ensino por pesquisa (EPP). Ou seja, é possível realizar algum esforço para desenvolvermos uma perspectiva de TC que não se fique por um grande peso nos conceitos e nos elementos conceptuais, mas que possa ir mais longe não só na problematização num primeiro momento, mas também no tipo de actividades a desenvolver no pré, durante e pós viagem. Nesta linha de pensamento será necessário aumentar e diversificar as actividades relacionadas com a problemática ambiental: por exemplo aumentar o número e mesmo a complexidade – no durante e no pós viagem – das questões relacionadas com o ambiente. Será igualmente imprescindível trabalhar mais o âmbito sócio-afectivo dos alunos e, globalmente, perspectivar as actividades numa problematização mais próxima dos alunos e dos seus interesses quotidianos, onde se tornem claras as implicações e inter-relações entre Ciência e Sociedade. No que diz respeito à avaliação, será de procurar uma avaliação globalizante que recolha informação no sentido de reformular, reajustar e dar respostas cada vez mais adequadas às situações de E/A. Concretizar actividades que, de forma mais evidente, reflectam as preocupações com o conteúdo procedimental. Em suma, trabalhar de forma holística, no âmbito das implicações Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (CTSA), tentando um maior equilíbrio entre as várias componentes, sempre atendendo aos contextos concretos de trabalho.

Em relação ainda a este tipo de dificuldades, deve acrescentar-se que a investigadora/professora se confrontou também com dificuldades inerentes à construção do conhecimento Geológico (dificuldades internas), nomeadamente:

- o grande número de conceitos e a diversidade de áreas pelas quais estes conceitos se têm de repartir, para que o aluno efectivamente interprete, no terreno, a complexidade dos fenómenos geológicos estudados;
- o facto de os fenómenos geológicos estudados – transgressão, falhas, dobras, etc., evidenciarem um dinamismo permanente e imperceptível que é difícil de abarcar, quando se estudam curtas parcelas do fenómeno (efectuação de um curto percurso com algumas centenas de metros apenas);

- a circunstância de o calendário geológico obrigar a um grau de abstracção espacio-temporal elevado que se afasta da escala espacio-temporal humana (por exemplo, no estudo concreto os alunos estudaram evidências de dois movimentos transgressivos a escalas temporais completamente diversas).
- o facto de, a sobrevalorização da observação descritiva dos fenómenos relativamente à interpretação dos mesmos, de alguma forma escamotear o significado da construção do conhecimento científico.

É de acrescentar que as dificuldades internas acabadas de referir se reflectem nas externas e constituem fortes obstáculos à transposição didáctica dos modelos teóricos, ou seja, dificultam a passagem/transformação da informação a/em conhecimento.

As especificidades que o estudo apresenta, relacionadas com a metodologia de *Investigação/acção* segundo a qual esta investigação se desenvolveu, constituem dificuldades esperadas *a priori*, na medida em que decorrem muito, do facto de se tratar de uma abordagem do tipo qualitativo. Como já foi explanado no capítulo 3, este tipo de abordagem arrasta consigo, por um lado dificuldades na validação dos materiais construídos, e por outro lado não produz resultados capazes de serem amplamente generalizáveis. Há ainda a referir que a carga de subjectividade inerente ao facto de o mesmo indivíduo, em simultâneo, assumir o duplo papel de professor e de investigador, é pesada e que esse facto exige uma atenção constante para, uma vez consciente desta problemática, se distanciar de um dos papéis quando assume o outro, sem a preocupação no entanto de perseguir o mito da objectividade.

Constituiu ainda uma limitação deste estudo, a circunstancia da investigadora ter desenvolvido um trabalho com características que, de certo modo, são tidas como inovadoras, o que lhe criou alguma insegurança, nomeadamente dado estar a realizar uma investigação para efeitos de obtenção de um grau académico.

É claro para a investigadora/professora que a expectativa criada de que todos os alunos tinham condições de, no terreno, interpretar os fenómenos geológicos e que o seu procedimento e as suas atitudes seriam ideais, se deve essencialmente ao facto desta esperar uma prestação por parte dos alunos que, de alguma forma espelhasse o empenho com que conceptualizou e construiu os materiais a implementar durante o desenvolvimento do TC. Um pouco nesse sentido parece pertinente realçar a preocupação da investigadora/professora em apresentar materiais atraentes e motivadores, sobretudo para

os alunos compreenderem a importância do TC e também dessa forma implicá-los e responsabilizá-los. Este procedimento é a tentativa de, mais uma vez pela via de atitudes novas para com o trabalho, inovar a implementação deste tipo de actividades.

Apesar do que se acaba de dizer e em virtude da confrontação de dados proveniente de vertentes variadas e dos diversos cuidados tidos, a investigadora acredita que os resultados obtidos oferecem garantias relativamente à investigação realizada.

6.4. Implicações e recomendações para futuros estudos

Ao longo das diversas fases percorridas durante esta investigação, desde a revisão bibliográfica realizada no sentido de aumentar a consistência e a profundidade do quadro de referência conceptual (tanto a nível do enquadramento do modelo organizacional do TC realizado, como ao nível do enquadramento geológico da zona estudada), até à implementação dos materiais nas actividades de pré, durante e pós viagem, passando pela conceptualização e construção dos materiais numa perspectiva inovadora, as representações e as atitudes da investigadora/professora foram sendo alteradas. Tal alteração conduziu ao seu desenvolvimento a nível pessoal e profissional, pelo que se acredita que, no futuro, as mudanças produzidas se repercutam na sua prática, enquanto professora e formadora.

A revisão bibliográfica efectuada de forma criteriosa, aprofundada e reflectida permitiu à investigadora a aquisição de um quadro teórico acerca de modernas correntes e perspectivas inovadoras de E/A das Ciências. Em particular permitiu salientar a importância da realização do TC nas Ciências Geológicas e fez ressaltar a necessidade de alterar a prática de TC que tem vindo a ser efectuada. Neste aspecto a investigadora, após reflexão cuidadosa, encontrou orientação que a guiou na concepção e na construção de materiais, para estudar uma zona geológica concreta, à luz de um modelo alternativo de TC.

A revisão efectuada fez com que a investigadora cotejasse as suas concepções e práticas (influenciadas pelas práticas de TC levadas a efeito durante a sua formação académica e *contaminadas* pela prática de Visitas de Estudo habitualmente concretizadas nas escolas) com as orientações do modelo inovador acima citado. Resultante deste exercício, a investigadora, clarificou e assumiu conscientemente a forma como tem vindo a conceber, organizar e desenvolver as Saídas de Campo e constatou existir uma enorme discrepância entre essas práticas de TC e a organização e implementação do TC propos-

tos pelos modelos alternativos e inovadores emanados da actual literatura da especialidade. Assim a investigadora reconheceu que a sua prática passada se encontrava centrada no professor, apresentava um carácter demonstrativo e pouco problematizante e, por vezes, contemplava actividades avulso pouco integradas nos *curricula*. Ao contrário, no modelo alternativo referido as actividades de E/A implementadas durante o TC foram centradas no aluno, tanto quanto possível abordaram problemáticas de interesse para o aluno, actuais e globalizantes (oportunidade de introduzir a inter e a transdisciplinaridade decorrente da necessidade de ter uma visão holística do mundo), e nas quais os alunos são incentivados a interpretar fenómenos geológicos e estimulados a formular hipóteses, assumindo um papel activo no processo de E/A. Simultaneamente este modelo permitiu, com maior facilidade, articular diversas estratégias que envolvem a concretização de tarefas e exercícios variados a desenvolver na sala de aula, no laboratório e no campo. Salientou-se desta forma a importância do pluralismo metodológico, nomeadamente no TC que é, como se sabe, um instrumento de primordial importância relativamente à educação científica dos nossos alunos, não tanto em termos de cumprimento dos *curricula*, mas sobretudo com vista à efectivação de mudanças atitudinais e procedimentais. Deste modo e em comparação com o modelo tradicionalmente desenvolvido, o modelo inovador conduz a uma mais adequada e eficiente construção do conhecimento em Geociências por parte dos alunos.

Decorrente do que se acaba de referir, a primeira fase desta investigação coincide com a primeira etapa de formação da investigadora/professora. Desta reflexão acerca da natureza do modelo alternativo resultou a mudança da forma de conceptualizar e organizar o TC, o que conduzirá ao abandono das práticas tradicionais e a adopção de práticas sustentadas pelo modelo alternativo de raiz construtivista.

Consequentemente a investigadora clarificou o quadro que é necessário alterar e mais facilmente pôde produzir materiais capazes e susceptíveis de vir a alterar as concepções e prática actualmente levada a cabo pelos professores.

À medida que os materiais foram sendo construídos, e desenvolvidas as actividades de pré, durante e pós Viagem, à luz do modelo de natureza construtivista adoptado, a investigadora procedeu sistematicamente à sua análise e a reajustamentos tendo por finalidade torná-las: mais claras e exequíveis; mais problematizantes, incluindo situações-problema que envolvam o aluno, para, dessa forma, o levar a construir o seu próprio conhecimento; mobilizadoras de conhecimentos já na posse dos alunos para a resolução

das actividades propostas. Nesta reflexão foi largamente ponderada e discutida com um especialista em didáctica e com um geólogo, quer a distribuição dos conceitos pelas paragens a efectuar durante o percurso, quer a sua distribuição dentro de cada paragem, no sentido de caminhar de conceitos menos abstractos para conceitos mais abstractos.

Na construção dos materiais foram simultaneamente trabalhados aspectos de natureza cognitiva, psicológica e geográfica no sentido de articular as etapas de antes, durante e após Viagem e otimizar a realização das actividades durante a viagem. Este exercício tornou claro para a investigadora a importância das actividades de pré-viagem, na resolução das actividades preconizadas para o campo, bem como a importância das actividades de pós-viagem para a síntese e integração dos conhecimentos envolvidos no TC.

A construção de materiais constituiu-se, à semelhança da primeira fase da investigação, como uma etapa importante na formação da investigadora enquanto professora e formadora, exigindo-lhe uma reflexão permanente no sentido de efectivar a transposição didáctica do modelo alternativo adoptado para uma área geológica concreta. Tratou-se de um trabalho de reflexividade crítica, capaz de produzir materiais de natureza diferente, enquadrado por um modelo alternativo e não apenas sobre a forma como se constróem esses mesmos materiais.

Às dificuldades surgidas não é alheia a prática passada da investigadora adquirida quer durante a sua formação, quer durante a reprodução dessa prática junto de alunos e formandos.

A experiência passada da investigadora e a realização desta investigação, com todas as dificuldades e esforço de aprendizagem e autoformação exigido, tornaram claro a necessidade de formar os professores no desenvolvimento de metodologias inovadoras de TC. Na sua formação devem ser conceptualizados, organizados e implementados materiais alternativos e inovadores, devidamente fundamentados do ponto de vista teórico e sistematicamente reflectidos, para lhes facilitar a transposição didáctica futura.

Desta forma constituiu-se como implicação educacional, a necessidade de dotar os professores de formação em TC, no sentido de alterar as concepções e as práticas vigentes e torná-las actuais, alternativas, inovadoras e capazes de produzirem melhorias de várias ordens nos alunos.

A reflexão da investigadora após a realização da presente investigação fê-la reconhecer também a necessidade de repensar o TC do ponto de vista epistemológico e didático, tanto mais que a prática dos professores arrasta sempre consigo uma determinada perspectiva acerca da construção do conhecimento científico. Nessa medida é urgente que quer os professores quer os formadores, alterem as suas concepções e práticas no ensino das Geociências, em particular ao nível do TC.

A presente investigação deu um grande contributo para a formação da investigadora enquanto formadora, na medida em que concorreu para operar mudanças de perspectivas em relação ao E/A e alertou para a necessidade de alterar as suas práticas de supervisão junto dos professores estagiários. Desse ponto de vista, parece à investigadora ser útil valorizar em particular alguns aspectos, a saber:

- ✎ A reflexão no sentido de proporcionar ao futuro docente uma panorâmica dos problemas existentes a nível do E/A das Ciências, em especial das Ciências Geológicas, a partir da análise e reflexão de situações reais de aprendizagem nos Ensino Básico e Secundário, passando pela busca de soluções críticas e inovadoras para esses problemas. Este ponto é tanto mais importante quanto hoje se acredita (Schön referido por Alarcão, p. 5) que a formação dos futuros profissionais deve incluir uma forte componente de reflexão a partir de situações práticas reais, já que, ainda segundo o mesmo autor (citado ainda por Alarcão, p. 5), esta é «... *a via possível para um profissional se sentir capaz de enfrentar as situações sempre novas e diferentes com que vai deparar na vida real e de tomar as decisões apropriadas nas zonas de indefinição que a caracterizam.*».

Esta reflexão deve ser entendida como prática social, através da qual, grupos de professores podem apoiar e sustentar o crescimento uns dos outros (Zeichner, 1993). Uma das consequências deste desenvolvimento ser levado a cabo individualmente, i. é., de forma isolada, é que, e nas palavras de Zeichner (1993, p. 23), «...*estes acabam por ver os problemas como só seus, sem terem qualquer relação com os outros professores ou com as estruturas das escolas e os sistemas educativos.*», dando pouca atenção à prática social.

Nessa medida dever-se-á privilegiar a reflexão conjunta de pares, de orientador e demais professores e dever-se-á igualmente eleger ambientes de

aprendizagem, como por exemplo o TC, tão próximo da realidade quanto possível, onde de antemão se reconhecem grandes fragilidades e nas áreas onde a investigação educacional recomenda que se intervenha.

- ✎ A discussão e a troca de ideias entre pares e com o formador acerca da conceptualização, organização e implementação de actividades alternativas, em particular actividades a desenvolver no campo, em sintonia com as perspectivas actuais da construção do conhecimento científico. Ressalta-se este aspecto na medida em que *«A formação de um profissional ... deve ... comportar situações onde o formando possa praticar sob a orientação de um profissional...e o ajuda a compreender a realidade que, pelo seu carácter de novidade, se lhe apresenta sob a forma de caos»* (Alarcão, 1991, p. 6).
- ✎ O incentivo à criação de hábitos de trabalho cooperativo para que uma vez habituados, sintam esse tipo de trabalho como uma necessidade, na expectativa de mais facilmente o fazerem durante a sua futura vida profissional, tanto mais que é reconhecido o esforço que os professores têm de fazer para trabalhar cooperativamente já que no seu dia a dia se defrontam com vários tipos de dificuldades, entre as quais: dificuldades organizacionais, relacionadas com a organização dos tempos lectivos; a falta de incentivo á discussão e ao debate inerentes aos *curricula*, e às actividades pouco problematizantes, internalistas e fechadas, propostas nos manuais escolares, e ainda, e talvez sobretudo, a inércia e o hábito causados por anos de tradicional ensino de natureza transmissiva.
- ✎ O estímulo à construção de material alternativo e sua implementação segundo metodologias inovadoras, através da participação activa dos professores no desenvolvimento dos *curricula*, e da fundamentação das suas opções, privilegiando as abordagens à problemática do TC.

Por último, e a título de reflexão, a investigadora/professora julga não ser desajustado ponderar, acerca da quantidade de tempo a passar no campo com alunos do secundário. Ou seja, é de levantar a questão se não será improdutiva, ou mesmo contraproducente, a permanência no campo durante um longo período de tempo, a desenvolver consecutivamente actividades exigentes que os alunos deste nível não têm grande experiência em levar à prática, até porque que existe um factor psicológico, mesmo que inconsciente, que se prende com a comparação que os alunos fazem entre o meio tempo de aulas que têm na

escola e o dia inteiro de trabalho que ocupam numa ida ao campo. Fruto das evidências deste estudo empírico, a investigadora/professora foi levada a reflectir acerca do tempo que será mais adequado para uma saída de estudo, sobretudo para alunos que realizam este tipo de trabalho de forma esporádica. Assim, parece que teria sido mais produtivo, do ponto de vista conceptual e atitudinal, ter iniciado o trabalho mais cedo, consequentemente ter acabado mais cedo e com isso ter evitado a pausa para o almoço, que constituiu uma quebra no ritmo de trabalho. Melhor ainda talvez, teria sido ir ao campo realizar as três primeiras paragens, voltar para a escola, realizar unidade de pós-viagem respectiva e retomar noutro dia a unidade de durante a viagem, para as Paragens 4 e 5.

Uma outra questão, que de algum modo se prende com a anterior, e sobre a qual nos parece que também vale a pena pensar é se, devido aos constrangimentos que temos, não deveremos ajuizar melhor sobre quais as actividades que devemos fazer no campo. Ou seja quais são as actividades que verdadeiramente e de forma imprescindível têm de ser realizadas no campo. Não se quer com isto diminuir as idas ao Campo, pelo contrário, devemos ir ao Campo mais de uma vez por período, mas devemos também interligar as saídas. Até porque ao voltar uma e outra vez temos o problema do *novelty space* resolvido e portanto há maior expectativa de sucesso.

Da bibliografia actual consultada com vista à realização do presente estudo, emergem recomendações e sugestões para estudos futuros.

Assim, aponta-se a necessidade de desenvolver materiais/instrumentos que, podendo ser usados pelos professores (eventualmente em formação), tornem possível a concretização de TC numa postura pessoal diferente da que tem vindo a ser tomada, numa perspectiva epistemológica e didáctica actual, inovadora e em consonância com a forma de construção do conhecimento científico.

Por outro lado evidencia-se a necessidade de aumentar a influência da investigação educacional nas práticas educativas e desenvolver nos professores, em formação e nos demais, o gosto pela investigação educacional relativamente à sua própria prática de ensino, oferecendo-lhes condições e incentivos para o fazer.

Partindo do pressuposto, que hoje parece claramente estabelecido, que os professores sabem fazer bem aquilo que aprenderam a fazer enquanto alunos (Praia, 2000, *em reflexão verbal efectuada a propósito da realização deste Workshop*), acredita-se que a realização de *Workshops* será uma mais valia para a reflexão crítica que a investigadora se propôs realizar, acerca da maneira como as dificuldades que os professores têm em

levar à prática um Trabalho de Campo, inspirado num modelo de raiz construtivista, influencia a aprendizagem dos alunos.

Sabendo-se que a investigação recomenda que haja uma proximidade muito grande (uma complementaridade até) entre o elemento teórico e o elemento prático e dado os professores estagiários durante a sua formação académica, na cadeira de Didáctica, não terem espaço para efectuar essa prática, entende-se devermos fazer esta ponte para que os professores, na sua prática docente, vejam facilitada a tarefa de levar à prática o TC tal qual nós o idealizamos.

Nesse sentido parece ser pertinente o desenvolvimento de um workshop com professores³, de tal forma que o trabalho desenvolvido, quer do ponto de vista organizacional, quer de desenvolvimento do próprio trabalho de construção dos materiais e do conhecimento Didáctico, seja feito na prática com a intervenção destes professores. As metodologias a desenvolver com estes professores serão metodologias em tudo muito idênticas às que a investigadora desenvolveu com o grupo de alunos.

As Notas de Campo recolhidas aquando da construção dos materiais e da organização das actividades, bem como os Registos Naturalistas de Aulas, ao permitirem compreender melhor o modelo de TC desenvolvido e fazer sentir no terreno as dificuldades inerentes à transposição didáctica que ele abarca, concretamente para a zona estudada, facilitou a tomada de decisões e a organização deste workshop. A experiência anterior permitiu que a selecção e a condução das actividades se encontrasse facilitada.

A investigadora/professora gostaria de salientar que o impacto que pode ter junto dos professores a realização de um workshop desta natureza, nomeadamente com idas ao próprio campo, acompanhadas dos respectivos materiais, a levou a pensar na realização desta actividade desde o início do presente estudo. No entanto, o volume de material que se desenvolveu foi de tal ordem, que pensou ser preferível a sua não realização, de imediato, mas que se deveria desenvolver primeiro um conjunto de aulas de permeio entre a experiência com os alunos no campo e a realização de um workshop com professores.

De toda a maneira acredita poder vir a realizar e ser de grande utilidade a concretização de um, ou porventura mais, *workshops* com algumas características e finalidades que aqui se deixam, de forma genérica, enunciadas:

³ Professores esses que leccionem turmas de alunos junto aos quais sintam a necessidade de desenvolver este tipo de trabalho.

- ✦ Reflectir sobre o TC praticado na larga maioria das escolas portuguesas⁴;
- ✦ Confrontar a prática tradicional do TC com o TC organizado segundo o modelo *de* Nir Orion (1993);
- ✦ Apresentar uma experiência concreta, fundamentada, coerente e exequível de modo a suscitar a adesão dos professores ao modelo acima referido;
- ✦ Reflectir sobre os fundamentos teóricos do modelo e a forma como estes guiaram a prática da construção dos materiais;
- ✦ Analisar as condições de carácter organizacional, entre outras, que limitam a concretização deste modelo de TC nas nossas escolas e reflectir sobre a forma de as ultrapassar;
- ✦ Propiciar um espaço de reflexão crítica de raiz inovadora sobre o processo de E/A das Ciências Geológicas;

Com este tipo de iniciativa pretende-se promover a partilha de experiências e a reflexão conjunta, para que sejam criadas condições de envolvimento físico e cognitivo, que facilitem a transposição do quadro conceptual teórico para a prática futura dos professores participantes.

Com o propósito de avaliar o *workshop* e no sentido de ajudar a investigadora a reflectir sobre o seu próprio trabalho, dever-se-á construir um questionário destinado aos participantes visando recolher um conjunto de informações de forma sistematizada, para evitar o risco de dispersão, dada a novidade do modelo enquadrante das actividades e a falta de experiência dos professores em TC, enquanto docentes. Tal questionário deve ter como fim apurar a opinião dos professores participantes relativamente: à possibilidade de utilizarem posteriormente, na prática, actividades de TC fundamentadas neste modelo; à possibilidade de construírem eles próprios actividades de TC igualmente fundamentadas neste modelo; a melhorias a efectuar no modelo e nas actividades apresentadas; à importância de acções como esta no sentido de alterar a prática do TC dos professores; a eventuais dificuldades sentidas durante o Workshop; a sugestões no sentido de o melhorarem.

Os Documentos de Trabalho realizados pelos alunos, nomeadamente a análise dos resultados do *Questionário de Atitudes* e do de *Questionário de Conteúdos Científicos*, tornaram a reflexão da investigadora sobre a prática deste modelo concreto de TC, mais

⁴ Universidades incluídas.

autentica e consistente. Para além disso ajudaram a concretizar a proposta de Workshop apresentada.

Considerando que a mudança metodológica, conceptual e atitudinal dos professores, capaz de conduzir a práticas inovadoras, seria tanto mais fácil quanto mais estes sentissem que as actividades envolvidas nessas práticas eram exequíveis e eficazes do ponto de vista da aprendizagem; considerando ainda que os professores têm mais dificuldades em executar, na sua prática lectiva, estratégias e procedimentos, quando durante a sua formação, não transpuseram do quadro de referência teórico para a prática; e tendo em vista facilitar a sua reflexão acerca das dificuldades em construir materiais numa perspectiva inovadora de inspiração construtivista, parece também de recomendar a realização deste tipo de actividades com os professores em início de formação.

BIBLIOGRAFIA

- ALARCÃO, I., 1991. Reflexão crítica sobre o pensamento de D. Schöen e os programas de formação de professores. *Cadernos CIDInE – Supervisão e Formação de Professores*, 5-17.
- ALLÈGRE, C., 1996. *Ecologia das Cidades, Ecologia dos Campos*. Instituto Piaget, Lisboa.
- ANDERSON, K. S., HICKSON, T. A., CRIDER, J. G. & GRAHAM, S. A., 1999. Integrating Teaching with Field Research in The Wagon Rock Project, *Journal of Geoscience Education*, (47), 227-235.
- ANDRADE, A.A. Soares de, 1985. Evolução (paleogeográfica) do território (continental) português. *Geólogos* (8/9), 53-68.
- ANTONI VILASECA & JOAN BACH, 1993. Podemos evaluar el trabajo de campo? *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1 (3), 158-167.
- ÀLVAREZ SUÁREZ, M. R., 1994. De los Trabajos Prácticos Tradicionales a la Actividade Investigativa, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2(2) e 2 (3), 361-371.
- BABIN, C., 1991. *Principles de Paléontologie*. Paris, Armand Collin, 449.
- BELL, J., 1993. *Como realizar um projecto de investigação: um guia para a pesquisa em ciências sociais e da educação*. Lisboa, Gradiva – Publicações, L.^{da}.
- BLÁNDEZ ÁNGEL, J., 1996. *La investigación-accion: Un reto para el profesorado – Guía práctica para grupos de trabajo, seminarios y equipos de investigación*. Barcelona, INDE Publicaciones.
- BOGDAN, R., BIKLEN, S., 1994. *Investigação qualitativa em educação – uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto, Porto Editora.

- BRUSI, D., (1992). Reflexiones en torno a la didactica de las salidas de campo en Geología. *VII Simposio de Enseñanza de la Geología*, 363-407, Santiago de Compostela.
- CACHAPUZ, A., PRAIA, J. & JORGE, M, 2000. *Perspectivas de ensino*. In: Formação de professores de Ciências. A. Cachapuz (Org.), Centro de Estudos de Educação em Ciência, Porto.
- CACHAPUZ, A., PRAIA, J., PAIXÃO, F. & MARTINS, I.. Uma visão sobre o ensino das ciências no pós-mudança conceptual: contributos para a formação de professores (aceite para publicação).
- CLARKSON, E.N.K., 1979. *Invertebrate Paleontology*. London, George Allen & Unwin.
- CARR, W., 1993. *Calidade de la enseñanza e investigación-accion*. Sevilla, Díada Editora S. L., 25-39 e 133-174.
- Carta Geológica de Portugal na escala 1/200 000. Folha 1. *Serviços Geológicos de Portugal*, Lisboa 1989.
- Carta Geológica de Portugal na escala 1/50 000. Folha 9-D (Penafiel). *Serviços Geológicos de Portugal*, Lisboa, 1963.
- Carta Mineira de Portugal na escala 1/500 000. Folha 1. *Serviços Geológicos de Portugal*, Lisboa ,1960.
- Carta Militar de Portugal à escala 1/25 000. Folha 123 (Valongo). *Serviço Cartográfico do Exército*, Lisboa.
- CARVALHO, A.M. Galopim de, 1984. Aspectos gerais da geomorfologia da Península Ibérica. *Geonovas*, 7, 133-142.
- CLARKSON, E.N.K., 1979. *Invertebrate Paleontology*. London, George Allen & Unwin.
- CLEMINSON, A, 1990. Establishing an epistemological base for Science teaching in the light of contemporary notions of the nature of Science and how children learn Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 4, 65-85.
- COSTA, J.C., 1929. Novos elementos para o estudo geológico da região de Valongo. Porto.

- COSTA, J.C., 1935. O problema das bilobites (a propósito de três cartas de Nery Delgado). *Anais Fac. Ciênc. Porto*, 19, 186-213.
- COSTA, J.C., 1941. Cruzianas do Alto de Santa Justa. *Anais Fac. Ciênc. Porto*, 26 (3), 186-192.
- COMPIANI, M., & CARNEIRO, C., 1993. Os papéis didácticos das excursões geológicas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1 (2), 90-98.
- COUTO, H., 1993. As mineralizações de Sb-Au da região Dúrico-Beirã. Tese de doutoramento. Faculdade de Ciências do Porto.
- COUTO, H. & GUERNER DIAS, A., 1998. Parque Paleozóico do Valongo, Património Geológico. Valongo, Câmara Municipal de Valongo.
- DELGADO, J.F. Nery, 1885. Estudo sobre os Bilobites e outros fósseis das quartzites da base do Systema Silúrico de Portugal. *Mem. da Secção dos Trab. Geol.*
- DELGADO, J.F. Nery, 1887a. Étude sur les Bilobites et autres fossiles de quartzites de la Base du Système Silurique du Portugal. *Suplemento. Comissão dos Trabalhos Geologicos de Portugal.*
- DELGADO, J.F. Nery, 1887b. Fauna Silúrica de Portugal. Descrição de uma forma nova de trilobite, *Lichas (Uralichas) Ribeiroi*. *Comissão dos Trabalhos Geologicos de Portugal*, 1-31.
- DELGADO, J.F. Nery, 1897. Fauna Silúrica de Portugal – Novas observações acerca de *Lichas (Uralichas) Ribeiroi*. *Mem. da Dir. dos Trab. Geol. de Port.*
- DELGADO, J.F. Nery, 1903. Note sur *Scolithus Dufrenoyi* Rouault. *Comm. da Comm. do Serv. Geol. de Port.*, V, 251-253.
- DELGADO, J.F. Nery, 1908. Système Silurique du Portugal. Étude de stratigraphie paléontologique. *Mem. Serv. Geol. de Portugal.*
- DIAS, R.M.S., 1994. Regimes de deformação no autóctone da Zona Centro-Ibérica: importância para a compreensão da génese do Arco Ibero-Armoricano. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- ELLIOT, J., 1993. *El cambio educativo desde la investigacion-acción*. Madrid, Ediciones Morata, S. L. .

- ELLIOT, J., 1994. *La investigacion-acción en educación*. Madrid, Ediciones Morata, S.L., 2ª Edição.
- FARINHA RAMOS, M.J., 1988. Algumas notas sobre rochas ornamentais do Noroeste de Portugal Continental. *Geonovas*, 10, 79-105.
- FERREIRA, M.R. Portugal, 1972. *Rochas metamórficas*.
- FERREIRA, M.R. Portugal, 1982. Excursion 016 A: The hercynian massif of the Western Iberian Peninsula. *Livr. Guide Esc. O 16 A, 26 Congr. Géol. Intern. G 14 (Portugal, 2)*, 116-128.
- FRODEMAN, R., 1995. Geological reasoning: Geology as an interpretative and historical science. *A Bulletin*, 8(107), 960-968.
- GABRIEL MORCILO, J., RODRIGO, M., DIOS 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.
- GAGLIARDI, R., 1986. Los Conceptos Estructurales en el aprendizaje por Investigación. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 4(1), 30-35.
- GARCIA De La TORRE, E., SEQUEIROS SAN ROMÁN, L. & PEDRINACI RODRÍGUEZ, E., 1993. Fundamentos para aprendizaje de la Geología de Campo en educación secundaria: una propuesta para la formación del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1(1), 11-16.
- GARCIA De La TORRE, E., 1994. Metodología y Secuenciación de las Actividades Didácticas de Geología de Campo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2(2) y 2(3), 340-354.
- GIL PÉREZ, D., 1991. ¿Que Hemos de Saber y Saber Hacer Los Profesores de Ciencias? (Intento de síntesis de las aportaciones de la investigación didáctica). *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 66-77.
- HODSON, D., 1985. Philosophy of Science, Science and Science Education. *Studies in Science Education*, 12, 25-57.
- HODSON, D., 1990. A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, 70 (256), 159-170.

- HODSON, D., 1993. Re-thinking old ways: towards a more critical approach to practical work in Science School. *Studies in Science Educacion*, 22, 85-147.
- HODSON, D., 1994. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- HUPÉ, P., 1953. Classe des Trilobites. In: J. Piveteau, *Traité de Paléontologie*. Tomo 3, 45-245. Paris, Masson.
- JAÉN GARCÍA, M., & BERNAL MARTÍNEZ, 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), 153-157.
- JORDI SOLBES, 1999. Los valores en la enseñanza de las ciencias. *Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 22, 97-108.
- JUAN GABRIEL, CONCHA HERRERO, DIAS CENTENO, J., 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.
- KEMPA, R. F. & ORION, N., 1996. Students' Perception of Co-operative Learning in Earth Science Fieldwork. *Research in Science & Tecnological Educacion*, 14(1), 33-41.
- KEMPA, R., MARQUES, L. & PRAIA, J.. *Questionário de Atitudes em Alunos, relativo ao trabalho de Campo em Geologia*, (em publicação).
- KENYON, I. G., 1994. G.C.S.E. Geology – An Alternative Approach to Fieldwork and Assessment. *Teaching Earth Sciences*, 19(1), 21-22.
- KERN, E. L., & CARPENTER, J. R., 1984. Enhancement of Student Values, Interests and Attitudes in Earth Science Through a Field-Oriented Approach. *Journal of Geological Educacion*, 32, 299-305.
- KERN, E. L., & CARPENTER, J. R., 1986. Effect of Field Activities on Student Learning. *Journal of Geological Educacion*, 34, 181-183.

- LESSARD-HÉBERT, M., GOYETTE, G., e BOUTIN, G., 1990. *Investigação Qualitativa – Fundamentos e Práticas*. Lisboa, Instituto Piaget.
- LÜDKE, M., ANDRÉ, M. E. D. A., 1988. *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária Ltda.
- MARQUES, L., 1996. Construcción del conocimiento científico. Algunos ejemlos de geociencias. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 4(1), 4-12.
- 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, IX Simposio sobre la Enseñanza de la Geología, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, extra, 32-39.
- MARQUES, L., PRAIA, J., AURORA, A., LEITE, A., 1997. Repensar o trabalho de campo em Ciências Naturais: uma necessidade epistemológico-didáctica. *In: Actas do V Congresso Internacional Sobre Investigação em Didáctica das Ciências*, 345-347, Murcia (comunicação).
- MARQUES, L., PRAIA, J., REBELO, D., 1998 A influência do Trabalho de Campo no Ensino e na Aprendizagem da Geologia. *In: X Symposium de la Asociacion de la Enseñanza de lo Profesorado de las Ciencias de la Tierra*. 196-202, Palma de Maiorca, (comunicação).
- MEDEIROS, A.C., PEREIRA, E. & MOREIRA, A., 1980. Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000. Notícia Explicativa da folha 9-D (Penafiel). *Publ. Serv. Geol. Portugal*.
- MELLENDEZ, B., 1982. *Paleontologia*. Tomo 1. Parte general y invertebrados. Madrid, Paraninfo.
- MELLADO JIMÉNEZ, V. & CARRACEDO GALLARDO, D., 1992. Aproximacion a la Didáctica de las Ciencias desde la Filosofia de la Ciencia. *In: Encontro de las Didácticas Específicas en la Formacion del Profesorado*, Santiago de Compostela (comunicação).
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO DEPARTAMENTO DO ENSINO SECUNDÁRIO, 1996. *Ciências da Terra e da Vida, Orientações de Gestão de Programas*. Editorial do Ministério da Educação, Lisboa.

- MIYASHIRO, A., 1978. *Metamorphism and metamorphic belts*. Boston. George Allen & Unwin.
- MOORE, R., 1959. *Treatise on Invertebrate Paleontology*. (8 Tomos). New York, Geol. Soc. America, The University of Kansas.
- NORONHA, F., 1988. Mineralizações. *Geonovas*, 10, 37-54.
- ORION, N. & HOFSTEIN, A., 1991. The Measurement of Students' Attitudes Towards Scientific Field Trips. *Science Educacion*, 75(5), 513-523.
- ORION, N., 1993. A Model for Development and Implementation of Field Trips as an Integral Part of the Science Curriculum. *School Science and Mathematics*, 93(6), 325-331.
- ORION, N. & HOFSTEIN, A., 1994. Factors that influence learning during scientific field trips, in a natural environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1097-1119.
- ORION, N., HOFSTEIN, A., TAMIR, P. & GEOFFREY, J. G., 1997. Development and Validation of an Instrument for Assessing the Learning Environment of Outdoor Science Activities. *Science Educacion*, 81, 161-171.
- PEDRINACI, E., SEQUEIROS, L. & GARCÍA de la TORRE, E. 1994. El Trabajo de Campo y el Aprendizaje de la Geología. *Alambique*, 2, 37-45.
- PEDRINACI, E., 1999. Las actitudes en el aula de ciencias. *Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 22, 53-54.
- PEDRO ÀLVAREZ, E. I. de la F. & GARCIA, J., 1999. Evaluacion de actitudes ambientales en la ESO, Análises de un instrumento. *Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 22, 77-86.
- PEREIRA, E., 1988. Soco hercínico da Zona Centro-Ibérica - evolução geodinâmica. *Geonovas*, 10, 13-35.
- PEREIRA, E., Carta Geológica de Portugal (escala 1:500.000). Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- PETTIJOHN, F.J., POTTER, P.E. & SIEVER, R., 1987. *Sand and sandstone*. (2nd. ed.). New York, Springer Verlag.

- PORLÁN, R., 1993. *Constructivismo y Escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla, Díada Editora.
- PIVETEAU, J., 1952/1969. *Traité de Paléontologie*, (7 Tomos). Paris, Masson.
- PRAIA, J. & CACHAPUZ, F., 1995. Lo papel de la observación y de la hipótesis en la enseñanza secundaria vistos por los profesores de ciencias portugueses. In: IV Congresso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, Número Extra*, p. 6, Barcelona.
- PRAIA, J. & MARQUES, L., 1996. Construcción del conocimiento científico. Algunos ejemplos de geociencias, IX Simposio sobre la Enseñanza de la Geología, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, Número Extra*, 40-46.
- PRAIA, J. & MARQUES, L., 1997. Para uma metodologia do Trabalho de Campo: contributos da Didáctica da Geologia, *Geologos*, 1, 27-33.
- QUIVY, R., CAMPENHOUDT, L. V., 1992. *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. Lisboa, Gradiva.
- RABADÁN VERGADA, J. M. & MARTINEZ GEIJO, P., 1999. Las actitudes en la enseñanza de las ciencias: aproximación a una propuesta organizativa y didáctica. *Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 22, 67-75.
- REBELO, D. H. V., 1998. O Trabalho de Campo em Geociências na Formação de Professores. Tese de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- RIBEIRO, A., ANTUNES, M.T., FERREIRA, M.P., ROCHA, R.B., SOARES, A.F., ZBYZEWSKI, G., MOITINHO DE ALMEIDA, F., CARVALHO, D. DE & MONTEIRO, J.H., 1979. Introduction á la géologie générale du Portugal. *Publ. Serv. Geol. Portugal*.
- RIBEIRO, A., 1984. Evolução geodinâmica da zona centro-ibérica. *Geologos*, 7, 145.
- RIBEIRO, A., DIAS, R., PEREIRA, E., MERINO, H., SODRÉ BORGES, F., NORONHA, F. & MARQUES, M., 1987. Guide-book for the Miranda do Douro-Porto Excursion. Conf. on Plate Tectonics and Deformation, Oviedo.
- RIBEIRO, A., 1988. A tectónica alpina em Portugal. *Geonovas*, 10, 9-11.

- RIBEIRO, O. 1990. Opúsculos geográficos –Aspectos da Natureza. Lisboa, *Fundação Calouste Gulbenkian*, 3º Vol.
- RIBEIRO, A., CONDE, L. & MONTEIRO, H., 1990. Carta Tectónica de Portugal, esc. 1/1 000 000. *Serv. Geol. Portugal*.
- RODRIGO, M., MORCILLO, J. G., BORGES, R., CALVO, M.^a A., CORDEIRO, N., GARCÍA, F. & RAVIOLO, A., 1999. Concepciones sobre el trabajo práctico de campo (TPc): una aproximacion al pensamiento de los futuros professores. *Revista Complutense de Educacion*, 10(2), 261-285.
- ROGER, J., 1974. *Paléontologie générale*. Paris, Masson.
- ROMANO, M. & DIGGENS, J.N., 1973/74. The stratigraphy and structure of Ordovician and associated rocks around Valongo, north Portugal. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, LVII, 23-52.
- REBOLLO BUENO, M., 1994. La Elaboración de Materiales Curriculares para la Enseñanza de la Geología. *Ensenanza de las Ciencias de la Tierra*, 2(2) y 2(3).
- SANMARTI, N. & TARIN, R., 1999. Valores y actitudes: ¿se puede aprender ciencias sin ellos? *Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 22, 55-65.
- SANTOS, E. M. & PRAIA, J. F., 1992. Percurso de Mudança na Didáctica das Ciências. Sua Fundamentação Epistemológica. In: A. Cachapuz (Org.) – *Ensino das Ciências e Formação de Professores nº 1*, Projecto Mutare, 7-34. Aveiro. Departamento de Didácticas e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro.
- SHARPE, D., 1849. On the geology of the neighbourhood of Oporto, including the Silurian coal and Slates of Vallong. *Quaterl. Jour. geol. Soc. Lond.*, V, 142-153.
- SILVA, A. A. Gonçalves da, 1997, *Uma Modelização Social-Construtivista e Ecológica – contributos de um estudo interpretativo, realizado por um professor investigador em ambiente natural de sala de aula, numa disciplina de Física de um Curso de Formação Inicial de Professores dos 1º e 2º ciclos do Ensino Básico*. Tese de doutoramento. Universidade de Aveiro.
- SILVA, T., 1990. *A construção do currículo na sala de aula: o professor como pesquisador*. S. Paulo, Editora Pedagógica e Universitária, Ltda.

- STAKE, R. E., 1978. *The study method in a social inquiry*. Educational Researcher, cap. 7.
- STENHOUSE, L., 1985. *La investigación como base de la enseñanza*. Madrid, Ediciones Morata.
- SUPPE, J. 1985. *Principles of Structural Geology*. New Jersey, Prentice Hall International, Inc..
- TEIXEIRA, C., 1954. Os conglomerados do Complexo Xisto Grauváquico ante-Silúrico. Sua importância geológica e paleogeográfica. *Comun. Serv. geol. Portugal*, 35, 33-49.
- TEIXEIRA, C., 1955. Notas sobre Geologia de Portugal. O Sistema Silúrico. Lisboa.
- TEIXEIRA, C., PAIS, J. & ROCHA, R., 1979. Quadros de unidades estratigráficas e da estratigrafia portuguesa. Lisboa, Instituto Nacional de Investigação Científica, 17 quadros.
- TEIXEIRA, C. & GONÇALVES, F., 1980. Introdução à Geologia de Portugal. Lisboa, INIC.
- TEIXEIRA, C., 1981. *Geologia de Portugal* - Vol. I - Precâmbrico, Paleozóico. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.
- THADEU, D., 1965. Carta mineira de Portugal na escala 1/500 000. Notícia Explicativa. Serviços Geológicos de Portugal.
- THOMPSON, D. B., 1974. Types Of Geological Fieldwork In Relation To The Objectives Of Teaching Science. *Geology*, 6, 52-61.
- TWISS, R. & MOORES, E., 1992. *Structural Geology*. W.H. Freeman and Company.
- VALENTÍN GAVIDIA & MARIA JOSÉ RODES, 1999. Las actitudes hacia la salud. *Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 22, 87-96.
- WINKLER, H.G.F., 1976. *Petrogenesis of metamorphic rocks* (4th ed.). New York, Springer Verlag, 348.
- ZEICHNER, K., 1993, *A Formação Reflexiva de Professores: Ideias e Práticas*. Lisboa, Educa.

BIBLIOGRAFIA GEOLÓGICA ESPECIALIZADA
DA ÁREA ESTUDADA E DO SEU CONTEXTO REGIONAL

- ANDRADE, R. S. & Ferreira, M.P., 1976. Distrito antimonífero Dúrico-Beirão: mineralização de Sb-Zn-Pb no jazigo de Ribeiro da Igreja (Valongo, Norte de Portugal). *Mem. Not.*, Coimbra, 82, 67-77.
- BARD, J.P., BURG, J.P., MATTE, Ph. & RIBEIRO, A. 1982. La chaîne hercynienne d'Europe Occidentale en terme de tectonique des plaques. 26^o I.G.C. Paris *B.R.G.M. et S.G.N., ed.*, c6: 233-246
- BRANDÃO Silva, J., 1998. Sucessão das fases de deformação Varisca no Oeste Ibérico. In Actas do V Congr. Nac. Geologia (Resumos Alargados). Tomo 84 (1):D.7-D.10. Lisboa, Instituto Geológico e Mineiro.
- CARVALHO, A.D., 1969. Minas de antimónio e ouro de Gondomar. *Estud. Notas Trab. Serv. Fom. min.*, 29 (1/2), 91-170.
- COMBES, A., CASSARD, D., COUTO, H. DAMIÃO, J., FERRAZ, P. & URIEN, P., 1992. Caractérisation structurale des minéralisations aurifères de l'Arénigien dans la région de Valongo (Baixo Douro, Portugal). *Chron. Rech. min.*, 509, 3-15.
- COOPER, A. & ROMANO, M., 1982. The lower Ordovician Stratigraphy Dornes-Figueiró dos Vinhos area, central Portugal with descriptions of *Merostormichtes ichonosc.* and *Rosselia socialis*, two previously unrecorded trace fossils. *Comun. Serv. Geol. de Portugal*, 68 (1), 73-82.
- COUTO, H., 1995. As mineralizações de Sb-Au da região Dúrico-Beirã: controlos das mineralizações de Pb-Zn(Ag) e Sn-W. In: F. Sodrê Borges & M.M. Marques (coord.) IV Congresso Nacional de Gerologia, Porto, 1995. Resumos alargados. *Mem. Mus. Lab. mineral. geol. da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto*, 4, 541-546.

- COUTO, H., PIÇARRA, J.M., GUTIÉRREZ-MARCO, J.C. & ROGER, G., 1997a. El Paleozoico del Anticlinal de Valongo (Portugal). *In*: Grandal d'Anglade, A., Gutiérrez-Marco, J.C. & Santos Fidalgo, L. (eds.), *Comunicaciones XIII Jornadas de Paleontología y V Reunión Internacional*.
- COUTO, H., PIÇARRA, J.M. & GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., 1997b. El Paleozoico del Anticlinal de Valongo (Portugal). *In* A. Grandal d'Anglade, J.C. Gutiérrez-Marco & L. Santos Fidalgo (eds.) XIII Jornadas de Paleontología "Fósiles de Galicia" y V Reunión Internacional del Proyecto 351 PIGC "Paleozoico Inferior del Noroeste de Gondwana", Libro de Resúmenes y Excursiones, 270-290. Sociedad Española de Paleontología, Universidade da Coruña.
- COUTO, H. & GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., 1999a. Níveis fosfatados com lingulídeos do Arenigiano (Ordovícico) do Anticlinal de Valongo (Portugal).
- COUTO, H. & GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., 1999a. Nota sobre algunos Diploporita (Echinodermata) de las pizarras de la Formación Valongo (Ordovícico Medio, Portugal). *Temas Geológico-Mineros ITGE*, 26 (2), 541-545.
- COUTO, H. & GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., 2000. Alguns fósseis raros ou pouco conhecidos da Formação de Valongo (Ordovícico Médio, Norte de Portugal). *I Congresso Ibérico de Paleontologia / XVI Jornadas de la Sociedad española de Paleontología*, 191-192.
- CURTIS, M.L.K., 1961. Ordovician trilobites from the Valongo area, Portugal. Cheiroridae, Pliomeridae and Dionididae. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, XIV, 1-16.
- DAVIES, G.H. & REYNOLDS, S.J., 1996. *Structural Geology of rocks and regions* (2nd ed.). New York, John Wiley & Sons, Inc..
- DIAS, R. & RIBEIRO, A., 1993. Porto-Tomar shear zone, a major structure since the beginning of the Variscan orogeny. *In* XII Reunião de Geologia do Oeste Peninsular, Évora, Portugal (Abstract).
- DIAS, R. & RIBEIRO, A., 1991. A kinematic approach to the strain distribution in the Valongo Anticline (Variscan autochthon of Centro Iberian Zone). *III Congresso Nacional de Geologia Coimbra. Resumos*, p. 41.

- EAGER, R.M.C., 1983. The non-marine bivalve fauna from the Stephanian C of North Portugal. . In: M.H.L. Sousa & J.T. Oliveira (eds.), *The Carboniferous of Portugal*. Lisboa, Serviços Geológicos de Portugal. *Mem. Serv. Geol. Portugal*, 29, 179-185.
- FERNANDES, J.P., PINTO DE JESUS, A., TEIXEIRA, F. & LEMOS DE SOUSA, M.J., 1997. Primeiros resultados palinológicos da Bacia Carbonífera do Douro (NO de Portugal). In: A. Grandal d'Anglade, J.C. Gutiérrez-Marco & L. Santos Fidalgo (eds.) XIII Jornadas de Paleontologia "Fósiles de Galicia" y V Reunión Internacional Proyecto 351 PIGC "Paleozoico Inferior del Noroeste de Gondwana, Libro de Resúmenes y Excursiones, 176-179, Madrid, Sociedad Española de Paleontología.
- FERREIRA, N. IGLÉSIAS, M., NORONHA, F. PEREIRA, E. RIBEIRO, A. & RIBEIRO, M.L., 1987. Granitóides da Zona Centro Ibérica e seu enquadramento geodinâmico. In F. Bea, A. Carnicero, J.C. Gonzalo, M. Lopez Plaza & M.D. Rodriguez Alonso (eds.). *Geologia de los granitoides y rocas asociadas del macizo hesperico. Libro homenaje a L.C. Garcia de Figueirola*. 37-51. Editorial Rueda.
- GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., SAN JOSE, M.A. de & PIEREN, A.P.I., 1990. Post-Cambrian Palaeozoic stratigraphy. In: R.D. Dallmeyer & E. Martinez Garcia (eds.), *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*. Berlin, Springer-Verlag.
- GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., RÁBANO, I., COUTO, H. & PIÇARRA, J.M., 2000. Plumulítidos (Machaeridia) de la Formación Valongo (Ordovícico Medio, Portugal). *I Congreso Ibérico de Paleontología*.
- HOBBS, B., MEANS, W. W WILLIAMS, P., 1976. *An outline of Structural Geology*. John Wiley and Sons.
- JULIVERT, M., FONTBOTÉ, J., RIBEIRO, A. & CONDE, L., 1974. Memória explicativa del Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares. *Inst. Geol. Min. España*, Madrid.
- MATTE, Ph. , 1968. La structure de la virgation hercynienne de Galice (Espagne). *Trav. Lab. Geol. Fac. Sc. Grenoble* (44), 1-128.

- MATTE, Ph., 1986. Tectonic and Plate Tectonics model for the Variscan Belt of Europe. *Tectonophysics*, (126), 329-374.
- MORENO, F., VEGAS, R. & MARCOS, A., 1976. La edad de las series Ordovícicas y Cámbricas relacionadas con la discordancia "sárdica" en el anticlinal de Valdelacasa (Montes de Toledo, España). *Breviora Geol. Asturica* (20), 8-16.
- NETO DE CARVALHO, C., DETRY, C. & CACHÃO, M., 1998. Paleoicnologia da Formação do Quartzito Armoricano (Ordovícico Inferior) em Portugal: implicações em Paleoecologia e Paleoetologia (dados preliminares). In: Actas do V Congr. Nac. Geologia (Resumos Alargados). Tomo 84 (1): A.7-A10. Lisboa, Instituto Geológico e Mineiro e Soc. Geol. de Portugal.
- NORONHA, F., RAMOS, J., REBELO, J., RIBEIRO, A. & RIBEIRO, M., 1979. Essai de corrélation des phases de déformation hercynienne dans le Nord-ouest péninsulaire. *Bol. Soc. Géol. Port.*, XXI: 227-237.
- OLIVEIRA, J.T., PEREIRA, E., PIÇARRA, J.M., YOUNG, T. & ROMANO, M., 1992. O Paleozóico Inferior de Portugal: síntese da estratigrafia e da evolução paleogeográfica. In: J. C. Gutiérrez-Marco, J. Saavedra & I. Rábano (eds.), Paleozóico Inferior de Ibero-América, 359-375, Universidade de Extremadura, Madrid.
- PEREIRA, E., 1985. Ciclo hercínico e o sector entre Douro e Minho. (Deduções baseadas na paleogeografia da Península Ibérica). *Mem. Fac. Ciências de Lisboa, Serv. Geol. Portugal*, 155.
- PRICE, N. & COSGROVE, J., 1990. *Analysis of geological structures*. Cambridge, Cambridge University Press.
- PRIEM, H.N.A., BOELRIJK, N.A.I.M., VERSCHURE, R.H., HEBEDA, E.H. & VERDURMEN, E.H. Th., 1970. Dating events of acid plutonism through the Paleozoic of the Western Iberian Peninsula. *Eclog. geol. Helvet.*, 63 (1), 255-274.
- RAMSAY, J.G., 1967. *Folding and fracturing of rocks*. New York, McGraw Hill Book Co..
- RAMSAY, J. & HUBER, M., 1987. *The techniques of modern Structural Geology, Vol. II- folds and fractures*. London, Academic Press Inc. London.

- RIBEIRO, A., KULBERG, C. & BRANDÃO, J., 1982. Maciços hercínicos do Norte de Portugal. Ecurso C (guia). III Semana de Hidrogeologia. Lisboa, Faculdade de Ciências: C1-C13.
- ROBARDET, M. & GUTIERREZ MARCO, J., 1990. Sedimentary and faunal domains in the Iberian Peninsula during Lower Paleozoic times. *In*: D. Dallmeyer & E. Martinez Garcia (editors), *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*, Springer Verlag, 383-395.
- SCHERMERHORN, L.J.G., 1956. Igneous, metamorphic and ore geology of the Castro Daire-S. Pedro do Sul-Sátão region. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, 37, 1-617. (Tese).
- SCHERMERHORN, L.J.G., 1981. Framework and evolution of Hercynian mineralization in the Iberian Meseta. *Leid. Geol. Meded.*, Leiden, 52(1), 23-56.
- SOUSA, M.B., 1983. Considerações paleogeográficas e ensaio de correlação das formações do Grupo do Douro (CXG) com as formações Ante-Ordovícicas da Zona centro-Ibérica. *Mem. Not. Coimbra*, 95, 65-98
- SOUSA, M.B., 1985. Perspectiva sobre os conhecimentos actuais do Complexo Xisto-grauvácico de Portugal. *Mem. Not. Coimbra*, 100, 1-16.
- SOUSA, M.J. Lemos & WAGNER, R.H., 1983a. General description of the terrestrial Carboniferous basins in Portugal and history of investigations. *In* M.H.L. Sousa & J.T. Oliveira (eds.), *The Carboniferous of Portugal*. Lisboa, Serviços Geológicos de Portugal. *Mem. Serv. Geol. Portugal*, 29, 117-126.
- SOUSA, M.J. Lemos de & WAGNER, R.H., 1983b. Precisoões sobre a flora fóssil do Couto Mineiro do Pejão e da Mina Paraduça nº1 (Bacia Carbonífera do Douro). *In*: M.J. Lemos de Sousa (ed.) *Contributions to the Carboniferous Geology and Paleontology of the Iberian Peninsula*, Porto, 157-170 + 6 est.
- SOUSA, M.J. Lemos de, 1984. Aditamento relativo ao Carbonífero. *In*. Medeiros, A.C., Pereira, E. & Moreira, A., 1980. Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000. Notícia Explicativa da folha 9-D (Penafiel). *Publ. Serv. Geol. Portugal*.
- WAGNER, R.H. & SOUSA, M.J. Lemos, 1983. The Carboniferous megaflores of Portugal- a revision of identifications and discussion of stratigraphical ages. *In*: M.H.L. Sousa & J.T. Oliveira (eds.), *The Carboniferous of Portugal*. Lisboa, Serviços Geológicos de Portugal. *Mem. Serv. Geol. Portugal*, 29, 127-152; pl. I-XVIII