

Universidade de Évora
Departamento de Pedagogia e Educação

ENSINAR
E
APRENDER A APRENDER

DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS METACOGNITIVAS
NO ENSINO/APRENDIZAGEM DA GEOLOGIA

FERNANDA DE JESUS ABELHO DIAS
Licenciada em Biologia e Geologia (via ensino)
Universidade de Évora

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Educação
Metodologia do Ensino das Ciências: Geologia

Professor Orientador: Prof. Doutor António José Santos Neto

2000

Diploma 142285

Universidade de Évora
Departamento de Pedagogia e Educação

ENSINAR
E
APRENDER A APRENDER

DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS METACOGNITIVAS
NO ENSINO/APRENDIZAGEM DA GEOLOGIA

FERNANDA DE JESUS ABELHO DIAS
Licenciada em Biologia e Geologia (via ensino)
Universidade de Évora



142 285-

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Educação
Metodologia do Ensino das Ciências: Geologia

Professor Orientador: Prof. Doutor António José Santos Neto

2000

55

ERRATA

Página	Linha	Emenda
2	17	onde se lê <i>categotias</i> deve ler-se <i>categorias</i>
4	18	onde se lê <i>ajudar contrariar</i> deve ler-se <i>ajudar a contrariar</i>
38	5	onde se lê <i>contribui</i> deve ler-se <i>contribuir</i>
51	13	onde se lê <i>da em psicologia</i> deve ler-se <i>da psicologia</i>
72	17	onde se lê <i>muitas</i> deve ler-se <i>muitos</i>
88	25	a primeira frase do último parágrafo deve continuar da seguinte forma: <i>constitui um enriquecimento para todos</i>
116	12	onde se lê <i>podem</i> deve ler-se <i>pode</i>
119	(último parágrafo)	deve começar por: <i>Este é o cenário ideal que toda a escola deseja</i>
126	15	(Test.conh.pré/intermédio/pós)
161	1	onde se lê <i>revela</i> deve ler-se <i>revelou</i>
171	(figura 8)	a figura deve apresentar o seguinte aspecto:

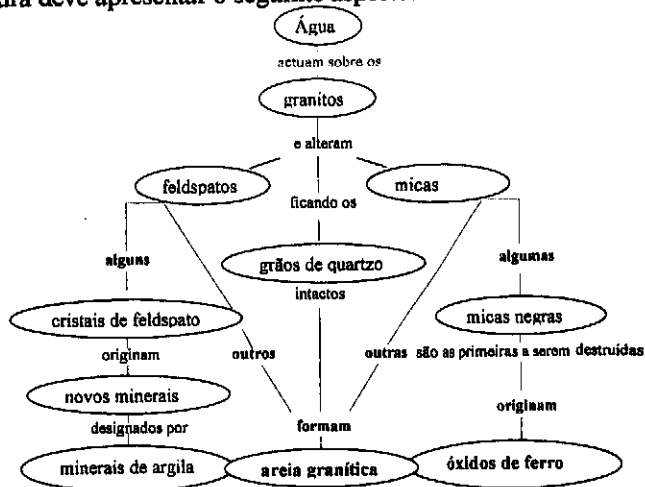


Fig.8 – Mapa de conceitos nº2 (melhorado): Alteração do granito.

206	16	onde se lê <i>E2</i> deve ler-se <i>C1</i>
216	6	onde se lê <i>entre destacamos</i> deve ler-se <i>entre elas destacamos</i>
218	14	onde se lê <i>a limitação imposta pelo factor acabou</i> deve ler-se <i>a limitação imposta pelo factor tempo acabou ...</i>
222	(segundo parágrafo)	deve ler-se <i>Os resultados obtidos no pós-teste de conhecimentos, realizado no final da intervenção e sujeitos à análise da covariância, indicam...</i>
226	18	onde se lê <i>no que tema a ver</i> deve ler-se <i>no que tem a ver</i>

AGRADECIMENTOS

Ao longo desta investigação, muitos foram aqueles que conosco colaboraram, uns contribuindo com os seus conhecimentos e experiência, outros, dando o apoio afectivo e material de que pudemos dispor durante o seu desenvolvimento.

A todos os que, de uma forma ou de outra, tornaram possível a concretização desta dissertação queremos deixar aqui o nosso profundo reconhecimento. Embora correndo o risco de esquecimentos injustos, agradecemos, em especial:

- ao Professor Doutor António José Santos Neto que, ao orientar este estudo, soube criticar e dar sugestões pertinentes que muito contribuíram para a valorização do trabalho; relevamos, sobretudo, a compreensão, o reforço positivo que nunca esqueceu e, ainda, a sua amizade;

- a todos os colegas e professores do Curso de Mestrado, pelo companheirismo e bom ambiente de trabalho que nos proporcionaram;

- aos órgãos de gestão da Escola Básica 2,3 “Padre Bento Pereira de Borba”, na pessoa do então Presidente do Conselho Directivo, Dr. Augusto Alabaça, por terem facilitado os meios necessários para a realização do estudo empírico;

- à colega Inês Correia, que conosco prontamente colaborou na experiência, dando um contributo inestimável para a mesma;

- a todos os alunos que participaram no trabalho de campo, destacando, fundamentalmente, o seu esforço e entusiasmo;

- ao Doutor Manuel Borrões, pela grande ajuda no tratamento estatístico e informático dos dados da pesquisa; à Sónia Costa pelo não menos importante auxílio, igualmente no campo da informática;

- à colega Isabel Rodrigues, pela disponibilidade e carinho que manifestou durante a leitura crítica e atenta do texto; à Paula e à Inês pela preciosa ajuda que deram na tradução de vários textos em língua inglesa;

- a todos os amigos, em especial à Juca e ao José Manuel, pelo interesse que sempre manifestaram e pelo grande apoio que nos deram naqueles momentos mais penosos e de maior ansiedade;

- ao meu pai pela forma como soube compreender alguma falta de disponibilidade física e afectiva revelada ao longo deste tempo;

- por fim, à vida mansa da aldeia, que nos transmitiu a tranquilidade necessária para a elaboração da dissertação.

RESUMO

Este estudo centra-se no processo ensino/aprendizagem das ciências e procura investigar até que ponto uma abordagem de incidência metacognitiva promove nos alunos uma aprendizagem mais significativa, tornando-os cada vez mais eficazes na resolução de problemas. A sociedade dos nossos dias exige dos cidadãos um elevado potencial cognitivo e metacognitivo, do qual a realidade escolar se deve aproximar, estimulando o desenvolvimento das necessárias competências e atitudes.

O corpo do trabalho é constituído por duas componentes diferenciadas, mas que interagem em busca da necessária complementaridade:

- uma *componente teórica* que procura reunir os conceitos fundamentais que as vertentes epistemológica, psicológica, pedagógica e metodológica integram, no sentido de conferir ao ensino/aprendizagem das ciências a coerência e qualidade tão reclamadas;
- uma *componente empírica* que visa investigar no campo, em contexto de sala de aula, os princípios e referenciais teóricos; esta componente foi desenvolvida na Escola Básica 2,3 de Borba, com alunos do 7º ano de escolaridade e no âmbito da disciplina de Ciências Naturais (conteúdos de geologia).

Na tentativa de obter um conhecimento mais profundo do complexo fenómeno que é a educação, recorreu-se nesta investigação ao contributo complementar dos procedimentos quantitativos e qualitativos (entrevistas e análise de conteúdo do material escrito, neste caso). Na vertente quantitativa, optou-se por um *desenho quase-experimental com grupo de controlo não equivalente*. O desenho empírico envolveu quatro turmas e duas professoras (professora-investigadora e professora-colaboradora). Duas das turmas funcionaram como grupos experimentais e as outras duas como grupos de controlo. Cada uma das professoras teve a seu cargo um grupo experimental e um grupo de controlo.

Os resultados obtidos apontam para alguma vantagem final para os grupos experimentais, no que respeita à mudança nos domínios em estudo: cognitivo e afectivo.

- No *domínio cognitivo*, a abordagem experimental parece, em concreto, ter sido particularmente favorável ao desenvolvimento da competência de

leitura; à compreensão dos fenómenos geológicos; à formação e desenvolvimento de conceitos científicos; à organização do conhecimento e à estruturação do pensamento.

- No *domínio afectivo*, a influência da abordagem experimental destaca-se, principalmente, ao nível da promoção de uma atitude mais favorável ao exercício e às competências de pensar e aprender ciências, revelando os alunos maior satisfação pela aprendizagem da disciplina e alguma tomada de consciência das dificuldades e da complexidade das aprendizagens.

Esta atitude consciente, que foi nosso objectivo promover, conduz o aluno de uma *situação de dependência para uma situação de autonomia* na aprendizagem. Por sua vez, essa autonomia desencadeia uma série de mecanismos cognitivos e afectivos que o impelem para a procura do conhecimento ou, por outras palavras, para uma *educação ao longo de toda a vida*.

PALAVRAS-CHAVE

Ensino/aprendizagem das Ciências, Metacognição, Aprender a Aprender e Aprender a Pensar, Competências Cognitivas e Metacognitivas e Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

This present study is centred on the process of teaching/learning sciences and its aim is to investigate to what extent a metacognitive incidence approach promotes a more significative learning on the students. Our society demands from the citizens a high cognitive and metacognitive potential, to which the school reality ought to come closer, stimulating the development of the competences and attitudes needed.

The body of this work has two distinct components interacting in search for complementarity:

- *A theoretic component* which tries to bring together the fundamental concepts which the epistemologic, psychological, pedagogical and methodologic areas integrate in order to confer to the teaching/learning of sciences the coherence and quality which are much claimed.
- *An empirical component* which aims at investigating in the field, in the context of the classroom, the theoretic principles and references. This component was developed at the Escola Básica 2,3 from Borba, with pupils from the 7th grade and in the ambit of the subject of Natural Sciences (geology contents).

In the attempt to achieve a deeper knowledge of the complex phenomenon which is education, it was made use in this investigation of the complementary contribution of the quantitative and qualitative procedures (interviews and analysis of the contents of the written material, in this case). In what concerns the quantitative aspect, an *almost-experimental drawing with a non-equivalent control group* was chosen. The empirical drawing involved four classes and two teachers (investigating-teacher and collaborating-teacher). Two of the classes worked as experimental groups and the other two as control groups. Each teacher was in charge of one experimental group and one control group.

The final results point out to some final advantage for the experimental groups in what concerns the change in the domains being studied: cognitive and affective.

- In the *cognitive domain*, the experimental approach seems to have been particularly favourable to the development of the reading skill; to the under-

standing of geological phenomena; to the formation and development of scientific concepts; to knowledge organization and to thought structuring.

- In the *affective domain*, the influence of the experimental approach stands out mainly at the level of the promotion of a more favourable attitude towards the reinforcement of the ability to think and to learn sciences, having the pupils showed a greater satisfaction in learning the subject and some awareness of the difficulties and the complexity of the learnings.

This conscious attitude, which was our aim to promote, leads the pupil from a *dependence situation to an autonomous situation* in the process of learning. In turn, that autonomy unchains a set of cognitive and affective mechanisms that impel him to the search of knowledge or, in other words, to an *education through a lifetime*.

KEY-WORDS

Teaching/learning Sciences, Metacognition, Learn How to Learn and Learn How to Think, Cognitive and Metacognitive Skills and Significant Learning.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
ÍNDICE GERAL	vii
ÍNDICE DE QUADROS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 Contextualização do Problema	2
1.2. Pertinência do Estudo Realizado	9
1.3. A Problemática em Estudo	10
1.4. Objectivos da Investigação	11
1.5. Estrutura do Trabalho	12
CAPÍTULO 2 - QUADRO TEÓRICO	17
2.1. Realidade Social <i>versus</i> Realidade Escolar	18
2.2. A Educação e a Educação em Ciências	21
2.3. Novos Rumos para a Educação em Ciências	26
2.3.1. Breve Historial sobre a Evolução da Educação em Ciências nos Últimos Anos	26
2.3.2. Indicadores de Crise do Ensino das Ciências em Portugal	35
2.3.3. As Atitudes, Ideias e Representações dos Alunos face à Ciên- cia, aos Cientistas e à Aprendizagem das Ciências	37
2.3.3.1. <i>As Atitudes</i>	38

2.3.3.2. <i>As Ideias e Representações</i>	41
2.3.4. O Pensamento e as Práticas dos Professores	44
2.3.5. Formação de Professores: um Contributo para a Mudança	48
2.4. Suportes Psicológicos para a Educação em Ciências	51
2.4.1. Mobilização de Mecanismos Conscientes e Inconscientes na Construção do Conhecimento	51
2.4.1.1. <i>Dimensão Afectiva: motivação</i>	53
2.4.1.2. <i>Dimensão Cognitiva: estilos cognitivos</i>	57
2.4.2. Desenvolvimento Cognitivo: duas Concepções diferenciadas – Piaget e Vygotsky	62
2.4.2.1. <i>Teoria de Piaget: a Procura Constante do Equilíbrio</i> – <i>um Caminho para o Desenvolvimento</i>	62
2.4.2.2. <i>Teoria de Vygotsky: Interação Social e o Desenvol-</i> <i>vimento</i>	65
2.4.2.3. <i>O Contributo das Teorias de Piaget e de Vygotsky</i> <i>para a Compreensão do Processo de Aprendizagem</i> <i>em Contexto Escolar</i>	67
2.5. Metacognição: um Recurso para Aprender	70
2.5.1. O Emergir e a Evolução do Conceito de Metacognição	70
2.5.2. Principais Conceitos e Modelos Metacognitivos	72
2.5.3. Estratégias Metacognitivas e Aprendizagem Escolar	78
2.5.4. Aprender a Estudar: uma Prioridade do Nosso Tempo	82
2.6. O Ensino das Ciências e o Desenvolvimento de Competências Meta- cognitivas	86
2.6.1. A Compreensão do Texto Científico	89
2.6.2. Os Mapas de Conceitos - Um Importante Recurso Metacog- nitivo para Aprender Ciências	95

2.6.3. Particularidades do ensino/aprendizagem da Geologia	100
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA	107
3.1. Diversidade Epistemológica e Metodológica na Investigação Educa- cional.....	108
3.1.1. A Investigação Educacional: dos Anos Sessenta à Actualida- de..	111
3.1.2. A Nova Filosofia das Ciências: Contributos para a Comple- mentaridade	114
3.2. A Escola Sede do Estudo	116
3.2.1. Caracterização da Escola	116
3.2.2. Os Alunos	117
3.2.3. Os Professores	118
3.2.4. Os Pais e a Escola	119
3.3. Caracterização dos Grupos envolvidos no Estudo: Razões da Escolha .	121
3.4. Desenho Empírico	124
3.4.1. Definição de Variáveis	126
3.5. Caracterização da Intervenção Didáctica	127
3.6. Suportes Metodológicos Gerais	130
3.7. Instrumentos de Recolha de Dados	132
3.7.1. Testes de Conhecimentos	133
3.7.2. Questionário de Opinião sobre as Ciências Naturais	141
3.7.3. Observação Directa e Participante	142
3.7.4. Entrevista	144
3.8. Materiais de Apoio - Fichas de Trabalho	147
3.9. Organização e Análise dos Dados	153
3.9.1. Análise dos Dados Quantitativos	153

3.9.2. Análise dos Dados Qualitativos	154
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS	158
4.1. Situação Inicial	160
4.1.1. Domínio Afectivo	160
4.1.2. Domínio Cognitivo	164
4.2. Intervenção Didáctica: Competências Desenvolvidas, Dificuldades e Transformações	167
4.2.1. Desenvolvimento da Capacidade de Leitura	167
4.2.2. Organização do Conhecimento / Estruturação do Pensamento...	173
4.2.3. Tomada de Consciência e Confronto de Conhecimentos	181
4.2.4. Desenvolvimento de Métodos e de Hábitos de Estudo	185
4.3. Mudanças Globais Ocorridas	198
4.3.1. Uma Situação Intermédia – Análise do Domínio Cognitivo	198
4.3.2. Mudanças Ocorridas no Domínio Afectivo	206
4.3.3. Mudanças Ocorridas no Domínio Cognitivo	209
CAPÍTULO 5 - DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	214
5.1. Limitações e Dificuldades na Implementação da Intervenção	215
5.2. Influência da Abordagem Experimental na Aprendizagem	220
5.3. Implicações Pedagógicas	233
BIBLIOGRAFIA	237
ANEXOS	250
Anexo I : Testes de Conhecimentos	
Anexo I – A : Pré-teste de conhecimentos (Test.conh.pré)	

Anexo I – Aa : Matriz de Objectivos/Conteúdos
Anexo I – B : Teste Intermédio de Conhecimentos (Test.conh.intermédio)
Anexo I – Bb : Matriz de Objectivos/Conteúdos
Anexo I – C : Pós-teste de conhecimentos (Test.conh.pós)
Anexo I – Cc: Matriz de Objectivos/Conteúdos
Anexo II : Questionário de Opinião sobre as Ciências Naturais
Anexo III : Guião de Entrevistas
Anexo III – A : Guião da entrevista realizada aos alunos
Anexo III – B : Guião da entrevista realizada à professora-colaboradora
Anexo IV : Materiais de Apoio
Anexo IV – A : A Pedra ou a Rocha. Uma Questão de Linguagem
Anexo IV – B : Paisagem Granítica
Anexo IV – C : Paisagem Basáltica
Anexo IV – D : Alteração do Granito
Anexo IV – E : Outra Família de Rochas – As Rochas Metamórficas
Anexo IV – F : O Mármore
Anexo IV – G : Os Dinossauros
Anexo IV – H : Os Fósseis
Anexo IV – I : Síntese da Unidade – As Rochas
Anexo V : Trabalhos de Casa
Anexo V – A : Inventa uma História sobre uma Rocha Magmática
Anexo V – B : Imagina que és uma Rocha

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – <i>Distribuição dos alunos da escola pelos dois níveis de ensino, ano e turma</i>	116
Quadro 2 – <i>Constituição dos grupos</i>	122
Quadro 3 – <i>Codificação das variáveis quantitativas</i>	126
Quadro 4 – <i>Relação itens/competências no Test.conh.pré</i>	136
Quadro 5 – <i>Relação itens/competências no Teste intermédio</i>	138
Quadro 6 – <i>Relação itens/competências no Test.conh.pós</i>	140
Quadro 7 – <i>Estado de Partida – Domínio Afectivo: Situação dos grupos para cada variável</i>	162
Quadro 8 – <i>Estado de Partida – Domínio Cognitivo: Nível de desempenho dos grupos em relação a algumas competências</i>	165
Quadro 9 – <i>Situação Intermédia - Domínio Cognitivo: Nível de desempenho dos grupos em relativamente a algumas competências</i>	202
Quadro 10 – <i>Domínio Afectivo: Comparação das mudanças ocorridas entre os pares</i>	208
Quadro 11 – <i>Situação Final - Domínio cognitivo: Nível de desempenho dos grupos em relativamente a algumas competências</i>	212
Quadro 12 – <i>Mudanças Relativas: Síntese do Domínio Afectivo</i>	220
Quadro 13 – <i>Mudanças Relativas: Síntese do desempenho no Domínio Cognitivo</i>	222

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – <i>Estado de Partida – Domínio Afetivo: Comportamento global dos grupos</i>	161
Figura 2 – <i>Estado de Partida – Domínio Afetivo: Comportamento dos grupos em relação a cada variável</i>	163
Figura 3 – <i>Estado de Partida – Domínio Cognitivo: Desempenho dos grupos no Test.conh.pré</i>	164
Figura 4 – <i>Estado de Partida – Domínio Cognitivo: Desempenho dos grupos nos itens seleccionados do Test.conh.pré</i>	166
Figura 5 – <i>Nível de dificuldade na compreensão dos termos científicos e das palavras comuns</i>	170
Figura 6 – <i>Mapa de conceitos nº 1: Características da paisagem basáltica</i>	174
Figura 7 – <i>Mapa de conceitos nº 2: Alteração do granito</i>	175
Figura 8 – <i>Mapa de conceitos nº 2 (melhorado): Alteração do granito</i>	177
Figura 9 – <i>Mapa de conceitos nº 3: Origem das rochas metamórficas</i>	180
Figura 10 – <i>Nível de aprendizagem dos alunos durante as actividades</i>	184
Figura 11 – <i>Organização do estudo na disciplina de Ciências Naturais</i> ...	186
Figura 12 – <i>Duração do estudo da disciplina de Ciências Naturais</i>	187
Figura 13 – <i>Mapa de conceitos nº 4: Síntese da Unidade Didáctica: As Rochas. Elaborado por uma aluna do grupo E1</i>	189
Figura 14 – <i>Mapa de conceitos nº 5: Síntese da Unidade Didáctica: As Rochas. Elaborado por duas alunas do grupo E2</i>	190
Figura 15 – <i>Utilidade das técnicas aplicadas durante a experiência para o estudo de outras disciplinas</i>	192

Figura 16 – <i>Relação afectiva dos alunos face aos mapas de conceitos</i>	193
Figura 17 – <i>Frequência de realização dos trabalhos de casa durante a intervenção</i>	197
Figura 18 – <i>Situação Intermédia – Domínio Cognitivo: Desempenho dos grupos no Teste intermédio</i>	200
Figura 19 – <i>Domínio Cognitivo: Mudanças ocorridas no desempenho dos grupos</i>	200
Figura 20 – <i>Domínio Afectivo: Mudanças ocorridas no comportamento global dos grupos</i>	206
Figura 21 – <i>Domínio Cognitivo: Desempenho dos grupos no Test.conh.pós</i>	210
Figura 22 – <i>Domínio Cognitivo: Mudanças ocorridas no desempenho dos grupos ao longo da experiência</i>	210
Figura 23 – <i>Domínio Cognitivo: Mudanças no nível de desempenho dos grupos</i>	211



I. INTRODUÇÃO

1.1.

CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Quando Compreensão é a Palavra-chave

Se todos os professores compreendessem que a qualidade do processo mental, não a produção de respostas correctas, é a medida do desenvolvimento educativo, algo pouco menos do que uma revolução no ensino teria lugar na escola.

- Dewey, 1997.

A palavra *compreender* surge na citação de Dewey, em epígrafe, como a palavra-chave. Aparentemente, dá a ideia que bastaria fazer “*clic*” sobre a palavra *compreensão* e tudo ficaria resolvido. Esta é uma interpretação simplista e, como sabemos, não era essa a interpretação de Dewey. O autor tinha a consciência profunda da verdadeira dimensão do problema e, por isso, das dificuldades e controvérsias que ele eminentemente vem implicando no mundo educacional (Dewey, 1989).

Desde há muito que a investigação educacional vem estudando a evolução do *pensamento do professor* sobre o que deve e como deve ensinar (Fernandes e Vale, 1994; Mogarro 1995; Praia e Cachapuz, 1998). Os resultados desses estudos levaram a considerar diversas categorias de professor, segundo as suas concepções e práticas profissionais. De todas as categorias caracterizadas, foi possível identificar um novo tipo de professor, mais recente e ainda pouco frequente, designado por professor “*construtor*” (González e Escartín, 1999).

O professor construtor, com uma base fortemente psicológica, tende a revelar uma *maior preocupação com os processos cognitivos do aluno* e a

orientar a sua prática no sentido de *desenvolver as competências necessárias* para que ocorra uma *aprendizagem mais significativa*. Este é o tipo de professor que parece ir ao encontro dos anseios de Dewey: *um professor que compreenda que os processos são mais importantes do que os produtos no desenvolvimento cognitivo do aluno*.

Uma intervenção pedagógica orientada pelo pensamento reflexivo ganha cada vez mais consistência e torna-se cada vez mais necessária para responder às vicissitudes do processo ensino/aprendizagem. Valente (1995) lembra que para *renovar a educação* ou, como dizia Dewey, para provocar uma *revolução no ensino*, não faltarão ideias novas, mas, talvez, “um comprometimento muito profundo com princípios orientadores” (p. 15), os quais poderão ser fundamentais para operar a mudança. Mudança essa que parece depender, nas palavras da autora, da dificuldade em passar de:

- uma cultura da *informação* para uma cultura da *formação intelectual*;
- uma cultura de ciência como *corpo de conhecimentos* para uma cultura de ciência como forma de *pensar*;
- uma cultura da *segurança* (pré-determinada) para uma cultura do *risco* (desafio controlado);
- uma cultura de ciência *sem paixão* pelos problemas da sociedade para uma cultura de ciência *comprometida* com a resolução dos problemas da sociedade.

Estas dimensões nucleares sintetizam, de alguma maneira, o estado do ensino das ciências e, simultaneamente, traçam o horizonte que pretendemos atingir. Apesar de se encontrarem já explicitadas nos currículos dos ensinos

básico e secundário, estamos, no entanto, a dar os primeiros passos na sua concretização ao nível da sala de aula.

Para alcançar esse horizonte, é preciso, como já o dissemos, que o professor compreenda os processos mentais do aluno para que o possa ajudar a desenvolver competências indispensáveis à compreensão. O desenvolvimento dessas competências contribui para que também os alunos possam *compreender melhor* o significado dos conceitos, das leis, das teorias e dos problemas com que se confrontam, sempre na expectativa de que *o ensino das ciências se torne mais funcional* e que *os alunos sejam capazes de aplicar os conhecimentos na sua vida prática*.

Conscientes de toda a complexidade que a situação envolve, ao partir para a realização deste trabalho movia-nos a percepção de que talvez fosse possível fazer com que *mais alunos compreendessem mais e melhor os conteúdos da geologia* ou, por outras palavras, que *mais alunos ficassem a compreender melhor alguns fenómenos que ocorrem no Planeta em que vivem*. O que pretendíamos era, afinal, provocar nos alunos *mudança positiva de atitude face à aprendizagem das ciências*, em geral, e da *geologia*, em particular. O nosso desejo era, em suma, ajudar contrariar a tendência manifestada por grande parte dos alunos, no que respeita ao desenvolvimento de atitudes menos favoráveis à aprendizagem das ciências, à medida que avançam na escolaridade (Matarredona, 1990; Espinosa e Román, 1991).

Se com este trabalho pudermos contribuir para que *mais alunos desenvolvam o interesse e o gosto pela aprendizagem das ciências* e, ao mesmo tempo, *desenvolvam competências cognitivas e metacognitivas* que lhes facilitem a aprendizagem, teremos alcançado os nossos objectivos. Em síntese, a nossa intenção era que *mais alunos pudessem passar de um estado de depen-*

dência em termos de aprendizagem para um estado de autonomia cognitiva e afectiva. Esta é, afinal, a exigência mais legítima e imperiosa que a sociedade pode fazer à escola, mas para a qual, todos, sem excepção, devem dirigir os seus esforços, tal como o ilustra a citação que se segue de Jacques Delors (1996).

Cabe a todos a missão de fazer frutificar os seus talentos e potencialidades criativas, o que implica, por parte de cada um, a capacidade de se responsabilizar pela realização do seu projecto pessoal. (p. 15)

Aprender a Aprender e Aprender a Pensar: um Caminho para o Sucesso

Tal como a citação de Delors (1996) tem implícito, a realização de um projecto pessoal passa pela ideia de educação permanente, até pelas vantagens que oferece em matéria de flexibilidade, diversidade e acessibilidade. É que, para além das necessárias adaptações à vida profissional, a educação ao longo de toda a vida significa, também, a construção contínua da pessoa humana, dos seus saberes, competências e capacidades para decidir e agir.

A necessidade de caminhar para “uma sociedade educativa”, na qual se “*aprenda a conhecer*”, se “*aprenda a fazer*” e se “*aprenda a ser*” (Delors, 1996, p. 17), torna-se cada vez mais imperiosa. No contexto social e educacional, são vários os aspectos que, a juntar a estes, tornam urgente a necessidade de *aprender a aprender* e, portanto, de desenvolver um ensino de orientação metacognitiva:

- a moderna sociedade que Alvin Toffler tão bem caracterizou, ao reconhecer a terceira vaga da evolução da Humanidade como a *civilização do conhecimento*, necessariamente com reflexos na escola;
- a *fraca qualidade das aprendizagens escolares* posta em evidência em vários documentos, como é o caso do Relatório Europeu, no qual

os resultados referem que “os alunos portugueses são dos mais mal classificados em matemática (...) e ciências” (Margarido, 2000, p. 24);

- a consciencialização generalizada de que *as competências e as atitudes são processos passíveis de aprendizagem* e, portanto, de ensino.

A competência metacognitiva, na opinião da grande generalidade dos autores, representa um passo decisivo para o êxito das aprendizagens escolares. A *cognição da cognição* ou o *pensar sobre o pensar*, como é muitas vezes designada, é um processo cognitivo que permite ao aluno *elaborar o conhecimento sobre o modo como ele próprio constrói os seus conhecimentos* (Flavell, 1977; Brown, 1987). Este tipo de reflexão encontra forte ligação com o *pensamento reflexivo*, cujo desenvolvimento foi tão recomendado por Dewey (1989).

Não é fácil promover uma atitude reflexiva face ao próprio processo de aprendizagem. A questão reside em conceber uma *abordagem metodológica adequada aos conteúdos da disciplina e capaz de promover no aluno o desenvolvimento de competências metacognitivas* (Doly, 1999).

O conceito de metacognição foi, desde o início, concebido por Brown (1987) como abarcando um conjunto de competências gerais, capazes de serem aplicadas nas diversas vertentes da actividade cognitiva, como é o caso da leitura, da resolução de problemas e do estudo. Neste trabalho, damos especial ênfase ao desenvolvimento das competências de leitura, dada a enorme importância que a compreensão do texto científico tem na aprendizagem das ciências, e particularmente da geologia (Sutton, 1998; Otero, 1990; Rebollo, 1996; Macías et al., 1999). A aprendizagem eficaz da geologia depende mui-

to, de acordo com Macías et al. (1999), de um *processamento dinâmico, interactivo e contextual do texto científico*, estabelecendo, em simultâneo, a interacção entre os processos cognitivos e metacognitivos.

A leitura e compreensão do texto científico envolvem, por um lado, uma interacção significativa com o texto e, por outro lado, a capacidade de usar a língua para reflectir sobre a própria língua (conceitos), o que requer, sem dúvida, um desempenho elevado em *literacia da leitura* (Sousa, 1996). É este, precisamente, o problema fulcral com que se debate o nosso sistema educativo: *travar a impreparação dos alunos no conhecimento da língua materna*, porque, na opinião de alguns autores,

se os alunos não conseguirem, por exemplo, compreender o essencial de um discurso em português-padrão, exprimir-se com vocabulário variado (...), articulando as ideias; se não conseguirem distinguir o essencial do acessório (...) ou exprimir sentimentos a pensamentos próprios, então, os respectivos professores deveriam insistir, primeiro nessas *teclas*, antes de avançar na matéria. (excerto do Diário de Notícias, 24 de Fev., 1998)

É através do desenvolvimento das competências de leitura, da organização do conhecimento, da estruturação do pensamento e da tomada de consciência, entre outras competências cognitivas e metacognitivas, que se poderá passar de uma *cultura de recepção passiva de informação* para uma *cultura activa do conhecimento*. É neste âmbito que surge nos Estados Unidos o Projecto 2061 (A.A.A.S., 1989), que parte da ideia fundamental de que a escola deve deixar de transmitir grandes quantidades de informação para passar a promover uma efectiva *alfabetização científica*, adequada às necessidades de qualquer cidadão. Também na Europa e inclusivamente em Portugal, diversos projectos referenciados na literatura tentaram promover e ampliar o potencial cognitivo e metacognitivo dos alunos (Projecto Dianóia – *Aprender a Pensar*, Valente, 1987; Salema, 1997), no sentido de minimizar a distância que existe,

neste campo, entre a realidade e a idealidade. Para vencer esta barreira e conseguir, ao longo da realização deste estudo, passar das nossas próprias ideias à prática, buscámos nas ideias de Vygotsky (1996, 1998) a coerência e a profundidade que tentámos conferir a este trabalho.

As concepções de Vygotsky sobre a educação escolar, sempre perspectivadas para o futuro, influenciaram o nosso pensamento sobre o modo como deve ser feita a preparação das crianças e dos jovens de hoje para o mundo que os espera amanhã. Através da noção de *zona de desenvolvimento próximo* (ou potencial), Vygotsky apresenta os princípios básicos que devem sustentar o processo ensino/aprendizagem: a passagem da *dimensão interpessoal* (social) para a *dimensão intrapessoal* (individual); o processo de *internalização* e o papel da *interacção* estabelecida entre o aluno e o professor ou o aluno e um colega mais competente. É sobretudo porque a criança aprende os seus saberes na escola, em interacção com os outros, que se torna fundamental o desenvolvimento através da aprendizagem escolar. Criar condições na escola que permitam ao aluno dar o *salto cognitivo* para o futuro é criar condições de aprendizagem em concordância com a zona de desenvolvimento próximo de cada aluno. A aprendizagem escolar, sendo “uma das principais fontes de conceitos da criança”, é também, simultaneamente, “uma poderosa força que direcciona a sua evolução, determinando o destino de todo o desenvolvimento mental” (Vygotsky, 1996, p.107). O desenvolvimento da formação de conceitos em contexto escolar corre, frequentemente, o risco de se distanciar da zona de desenvolvimento próximo do aluno (Dewey, 1989). Alguns dos obstáculos com que o ensino/aprendizagem da geologia se confronta prendem-se, precisamente, com uma certa tendência dos professores em ensinar conceitos científicos que se encontram para além da zona de desenvolvimento próximo dos alunos. Isso implica a dificuldade de os alunos não aprenderem esses con-

ceitos, mesmo com a ajuda do professor, aumentando, em contrapartida, o desinteresse e a desmotivação pela aprendizagem dos conteúdos da geologia (Pedrinaci, 1992; Gallegos, 1999).

1.2.

PERTINÊNCIA DO ESTUDO REALIZADO

A situação em que se encontra o sistema educativo português impõe mudanças profundas ao nível da escola. No caso do ensino/aprendizagem das ciências, essas mudanças prendem-se, directamente, com o *pensamento e com as práticas dos professores*, por um lado, e com as *ideias e atitudes dos alunos*, por outro. São diversos os sinais de que a escola não está a responder de forma eficaz à rápida evolução da sociedade. Para que não se acentuem, cada vez mais, as discrepâncias entre a escola e a sociedade é urgente “suprir o défice de conhecimentos” (Unesco, 1993, p. 22) actualmente existente.

Das muitas razões que, nesse sentido, serviram de base para a escolha do tema deste estudo, apresentamos, aqui, aquelas que se revelaram fundamentais:

- Necessidade de *desenvolver o potencial cognitivo dos alunos*, de forma a prepará-los para as exigências do mundo actual, tornando-os cidadãos livres, autónomos e intervenientes.
- Necessidade de *promover a literacia científica* e de inverter a atitude pouco favorável dos alunos face à aprendizagem das ciências.

- Necessidade de *desenvolver nos alunos uma atitude mais activa face à aprendizagem*, contribuindo, assim, para a construção de um conhecimento mais profundo e mais estruturado dos conteúdos curriculares.

1.3.

A PROBLEMÁTICA EM ESTUDO

A abordagem metodológica para o ensino das Ciências Naturais (geologia) que nos propusemos desenhar e testar pretende contribuir para *aproximar a realidade escolar do potencial cognitivo e metacognitivo dos alunos* ou, por outras palavras, orientar a intervenção pedagógica para um elevado desenvolvimento das competências. Para a sua validação no campo, era necessário encontrar respostas para várias questões, das quais destacamos as mais importantes:

- Poderá essa abordagem favorecer o desenvolvimento da capacidade de pensar e de aprender significativamente?
- Terá ela potencialidades para promover o desenvolvimento de estratégias e de procedimentos metacognitivos que permitam identificar a ideia principal, distinguir o essencial do acessório, resolver situações-problema, relacionar conceitos e desenvolver a formação desses mesmos conceitos?
- Conseguirá a mesma abordagem favorecer o desenvolvimento de comportamentos e de atitudes metacognitivas (experiências meta-

cognitivas) que potenciem a tomada de consciência e o controlo da própria aprendizagem?

- Contribuirá, também ela, para uma mudança positiva de atitudes face à aprendizagem da disciplina, particularmente dos conteúdos de geologia?

Estas foram as principais questões que tentámos investigar ao longo deste trabalho, servindo de “alicerce” ao nosso projecto e de “linha condutora” da investigação. Na literatura encontrámos razões suficientes para acreditar que a abordagem era exequível e que a obtenção de respostas favoráveis era possível.

1.4.

OBJECTIVOS DA INVESTIGAÇÃO

Globalmente, o nosso estudo centrou-se num *objectivo principal*, em direcção ao qual foi orientada toda a investigação:

- Desenvolver nos alunos competências e atitudes de incidência metacognitiva, no contexto formal do ensino/aprendizagem das Ciências Naturais.

Na tentativa de atingir esse grande objectivo, foi necessário, no entanto, definir uma diversidade de objectivos mais específicos que a seguir se apresentam:

- Conhecer as ideias e dificuldades dos alunos sobre a aprendizagem de alguns conteúdos das Ciências Naturais.

- Desenvolver competências cognitivas e metacognitivas facilitadoras da aprendizagem em diversos campos (leitura, organização do conhecimento, estruturação do pensamento e resolução de problemas).
- Contribuir para uma tomada de consciência cada vez maior dos alunos sobre os seus próprios conhecimentos, capaz de se traduzir numa maior autonomia durante o processo de aprendizagem e de estudo.
- Avaliar as mudanças ocorridas nos domínios cognitivo e afectivo dos alunos.

1.5.

ESTRUTURA DO TRABALHO

Depois de uma breve contextualização do problema e uma vez explicitadas as razões e definidos os objectivos da investigação, a que temos estado a proceder neste **capítulo de introdução**, resta-nos apresentar, de uma forma sintética, a estrutura geral da dissertação:

Capítulo 2: Quadro Teórico. A complexidade que envolve o fenómeno da educação deve-se a uma série de factores que interagem dinâmica e dialecticamente, criando uma “rede” de relações que torna qualquer estudo realizado neste campo um empreendimento cheio de controvérsias, riscos e dificuldades. Quando o estudo tem como cenário a sala de aula, as situações são tão diversas, as variáveis são tantas e tão diferentes na sua natureza que a “malha” se torna ainda mais apertada e complexa.

Foi com base nestas condições reais em que o trabalho se iria desenvolver e nos objectivos que pretendíamos alcançar que procurámos encontrar suporte teórico (epistemológico, pedagógico e metodológico) para fundamentar o presente estudo.

Assim, começa por se estabelecer o confronto entre a realidade social e a realidade escolar, pondo em evidência algumas disparidades entre os actuais e os desejados índices de literacia científica tão necessários para o exercício pleno da cidadania.

A educação e, particularmente, a educação em ciências, surge como um valor reconhecido, mas surge também associada a uma crise que é preciso ultrapassar. Na procura de novos rumos para a educação em ciências, torna-se, em primeiro lugar, necessário compreender melhor a sua evolução nos últimos anos. Para isso, traça-se um breve quadro retrospectivo e apontam-se os actuais indicadores de crise do ensino das ciências no nosso país. Posteriormente, dá-se ênfase aos *factores psicológicos* mais importantes que determinam a aprendizagem. Salienta-se a relevância que hoje é atribuída ao *domínio afectivo-motivacional* e aos *factores individuais*, tais como os *estilos cognitivos* ou o *desenvolvimento cognitivo*, destacando-se o contributo das teorias de Piaget e de Vygotsky para a compreensão do processo de aprendizagem em contexto escolar.

Como processo fundamental para aprender, privilegiamos a metacognição. Foi em redor deste conceito, sublinha-se, que procurámos derivar contributos para uma nova didáctica para o ensino/aprendizagem das Ciências Naturais. Daí que nos detivéssemos um pouco mais sobre o emergir e a evolução do conceito; sobre as principais ideias e modelos metacognitivos (modelos de

Flavell e de Brown) e sobre a importância das estratégias metacognitivas na aprendizagem escolar.

Para explicar a *importância do desenvolvimento das competências metacognitivas na aprendizagem*, em geral, e na aprendizagem das ciências, em particular, faz-se, de seguida, referência a vários estudos realizados nesta área. Desses, damos especial destaque a estudos que potenciam o pensamento reflexivo, a capacidade para aprender a aprender e o desenvolvimento da autonomia durante a própria aprendizagem.

Por fim, inventariamos algumas especificidades do ensino/aprendizagem da geologia, dando conta de alguns condicionantes dos fenómenos geológicos, ao mesmo tempo que se relewa a importância que tem o conhecimento científico desses fenómenos para a compreensão da dinâmica do nosso Planeta.

Capítulo 3: Metodologia. Neste capítulo, abordam-se os suportes epistemológicos, metodológicos e instrumentais, nos quais assenta a componente empírica do estudo.

A aposta na *complementaridade* metodológica adoptando *procedimentos metodológicos de tipo quantitativo e de tipo qualitativo*, visa assegurar um conhecimento mais profundo e completo do fenómeno educativo em estudo. Na vertente quantitativa, justificamos a opção por um *desenho quase-experimental com grupo de controlo não equivalente* e a escolha da *análise da covariância* como modelo estatístico nuclear para a análise de dados. Na vertente qualitativa, apoiamo-nos na *análise de conteúdo* dos discursos, associados, fundamentalmente, ao material escrito produzido pelos alunos e aos protocolos das entrevistas realizadas.

Este capítulo inclui, ainda, a caracterização dos *instrumentos de recolha de dados*, não esquecendo que a sua fiabilidade e adequabilidade não são absolutas, mas dependentes do contexto em que esses instrumentos foram utilizados.

Capítulo 4: Resultados. Nesta parte do trabalho, procedemos à *apresentação dos resultados* obtidos, retirando algumas inferências concretas. A organização dada a este capítulo corresponde a uma sequência de estados e de mudanças ocorridas, perspectivando, dessa forma, a evolução dos acontecimentos ao longo do tempo. Essa opção acabou por conferir a este capítulo a seguinte estrutura:

- Num primeiro ponto, procura-se caracterizar a *situação inicial* em que os grupos (turmas) se encontravam no início da intervenção. A descrição quantitativa e qualitativa do estado de partida refere-se a variáveis associadas ao funcionamento afectivo e cognitivo dos alunos.
- Num segundo ponto, apresentam-se dados, resultados e outras informações que ajudam a caracterizar as *transformações ocorridas* ao longo da intervenção, incluem-se declarações que os alunos prestavam durante as entrevistas para reforçar algumas das nossas inferências.
- Num terceiro e último ponto, tenta caracterizar-se a *situação final* dos grupos, no que diz respeito às mudanças ocorridas, quer a nível afectivo quer cognitivo. Este retrato final permite adiantar alguns juízos acerca da validade das questões inicialmente colocadas.

Capítulo 5: Discussão e Conclusão. Procede-se, aqui, ao confronto das conclusões mais importantes desta investigação com as questões de partida. Cruzam-se também essas conclusões com outras presentes na literatura consultada, no sentido de lhes conferir alguma validade e fiabilidade, tendo em conta que são muitos os constrangimentos próprios de uma investigação quase-experimental, realizada em contexto de sala de aula.

A experiência realizada permitiu-nos avançar, ainda, com algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem das ciências e com algumas sugestões que, em nossa opinião, poderão contribuir para a mudança no ensino/aprendizagem das ciências.

Bibliografia. É constituída por uma lista de fontes consultadas que julgamos ser razoável e representativa do estudo efectuado. Encontra-se organizada segundo as normas bibliográficas utilizadas pela APA (Azevedo, 1994).

Anexos. O conjunto de anexos apresentados constitui uma informação complementar, da qual se faz referência no corpo principal do texto.

II. QUADRO TEÓRICO

2.1.

REALIDADE SOCIAL *VERSUS* REALIDADE ESCOLAR

Vivemos tempos de acelerada transição cultural, tempos em que, mais do que nunca, a educação e a formação alcançam um papel social de primeira importância. É por isso imperioso dar-lhe uma atenção redobrada. Falar em “auto-estradas da informação” e dizer que caminhamos para uma sociedade do conhecimento, onde as fontes de aprendizagem se multiplicam, não basta. A realidade mostra-nos, através de estudos recentes, que o analfabetismo e a falta de cultura científica dos cidadãos é preocupante. O problema mais importante que a escola tem para resolver é definir “*como promover o desejo de saber, face à sobreinformação circulante, e como constituir os quadros de referência para o processamento da informação disponível*” (Tedesco, 1999, p. 119).

A importância dada à formação e ao desenvolvimento de atitudes científicas nos programas escolares advém das características de um meio altamente influenciado pela ciência e pela tecnologia. Esse valor formativo aparece-nos como imediato, na medida em que favorece o desenvolvimento cognitivo ao nível de certas competências e destrezas e de determinados esquemas de pensamento. Desenvolve ainda o pensamento crítico e criativo, contribuindo, dessa forma, para “*aprender a aprender*”, característica fundamental numa sociedade em constante mudança científica, técnica e tecnológica (Trindade, 1996).

Na viragem do século, vemo-nos confrontados, por outro lado, com alterações profundas e inevitáveis no mundo económico-laboral. Esta realidade não se coaduna com o rumo que a formação dos jovens tem vindo a seguir. A educação científica confronta-se, actualmente, com um dilema: por um lado,

tem necessidade de formar especialistas; por outro, é preciso formar cidadãos informados e actuantes. Esta dupla necessidade tem orientado, de forma por vezes ambígua, o processo ensino/aprendizagem das ciências na escola. Mariano Gago, citado por Miguéns (1996), é de opinião que, no nosso país, só uma renovação da educação em ciências pode promover uma base científica sólida alargada a todos e sempre actualizada, tão exigida, hoje em dia, por um vasto campo de actividades profissionais.

Se é inquestionável que Portugal, em matéria de educação, tal como acontece noutras áreas, tem mostrado um atraso considerável em relação a outros países, também não deixa de ser verdade que, durante a década de 80, o domínio da investigação de raiz educacional se tem vindo a desenvolver. Este desenvolvimento interno, bem como a influência de alguns estudos realizados por especialistas americanos e ingleses sobre a educação em Portugal, vieram contribuir bastante para diminuir esse atraso (Miguéns, 1996).

Como consequência dessa evolução, a reforma educativa, iniciada no final dos anos 80, indica como finalidades da educação básica para todos a *realização pessoal do educando*. O pleno desenvolvimento da personalidade e da capacidade para o trabalho assenta numa sólida formação geral, que permita ao indivíduo adquirir conhecimentos sobre o mundo natural, social e cultural em que vive, bem como desenvolver atitudes e valores que o tornem um cidadão consciente e participativo.

A Lei de Bases do Sistema Educativo português (M.E., 1986), no seu Artigo 2º, é sintomática a esse respeito:

A educação promove o desenvolvimento do espírito democrático e pluralista (...) aberto ao diálogo e à livre troca de opiniões, formando cidadãos capazes de julgarem com espírito crítico e criativo o meio social em que se integram e de se empenharem na sua transformação progressiva.

Contudo, qualquer que seja o cenário de mudança, surgem sempre associadas duas perspectivas: por um lado, as mudanças que ocorrem a nível das ideias sobre educação, reflectidas nos currículos propostos; por outro, as mudanças que ocorrem na escola, na sala de aula, ao nível dos procedimentos e das atitudes face ao ensino/aprendizagem das ciências (Miguéns, 1996).

Como diz Valente (1995), na sua análise ao estado do ensino das ciências em Portugal, continuamos a não saber dar o salto de “*uma cultura de informação para uma cultura de formação intelectual*” (p.16), apesar do esforço desenvolvido, nos últimos anos, quer através de várias publicações, quer de um razoável número de estudos realizados, particularmente no campo da metacognição. Continuamos a não saber como desenvolver “*uma cultura do pensar*”; pensar não só sobre os métodos e processos científicos, mas pensar sobre outras formas de conhecimento social. Continuamos na expectativa de que o desenvolvimento intelectual, provocado por um ensino das ciências mais virado para a compreensão, para o entendimento e para o significado dos conteúdos científicos, se torne funcional, ao ponto de constituir um conjunto de conhecimentos passível de ser aplicado pelos jovens, na sua vida prática.

Ainda na opinião da mesma autora, em Portugal, nos últimos 20 anos, não houve progressos significativos na relação problemática da ciência com a sociedade, apesar da ênfase atribuída ao tema:

Os deveres e poderes da ciência, nas suas implicações pessoais e sociais, constituem um desafio a que nós não demos resposta, um desafio que deveríamos agarrar. (Valente, 1995, p. 18)

2.2.

A EDUCAÇÃO E A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

O que marca a superioridade do homem sobre o conjunto das espécies existentes é a sua mais complexa e completa capacidade de pensar. Pensar sob as diversas modalidades por que o homem é capaz de o fazer: a ciência, a arte, a técnica, o mito, a filosofia.

- Patrício, 1984.

É, na verdade, a capacidade de pensar que torna o homem um ser diferente das outras espécies. É a sua capacidade de pensar que o projecta, que o desenvolve, que o alimenta e que o torna, ao mesmo tempo, um ser insatisfeito. É a sua insatisfação permanente que o conduz ao conhecimento das coisas e à necessidade de ser educado para desenvolver as suas potencialidades.

A educação existiu sempre, em todos os tempos e em todas as sociedades. A princípio, não institucionalizada, era orientada para as necessidades e preocupações de cada momento. Nos nossos dias, a educação desenvolve-se num espaço privilegiado, a escola, criado para esse efeito, (Patrício, 1986). A rápida evolução das sociedades actuais cria a necessidade de uma cada vez maior emancipação e valorização do Homem como cidadão (Domingos et al., 1987). Para dar resposta a tais desafios, a escola, como veículo de educação, passou a ocupar uma grande parte das nossas vidas. Contudo, é evidente o afastamento que existe entre o nível de competências desenvolvidas pela escola e as exigências quotidianas de uma sociedade em franco desenvolvimento tecnológico.

De acordo com Patrício (1986), etimologicamente, o termo educação vem do verbo *educare* que significa criar, alimentar, guiar. Foi considerada também como hipótese a sua proveniência do verbo *educere* que significa

“extrair, tirar de, conduzir de dentro para fora”. Para que se alcance uma visão globalizante e mais compreensiva do que é realmente a educação, será útil recorrer à complementaridade que as duas tendências parecem proporcionar.

De facto, a educação é um processo complexo, sujeito a influências externas (hetero-educação) e a influências internas (auto-educação). Patrício continua a análise, afirmando que a educação “*é o acto e o efeito de educar*”. O movimento que se processa do acto para o efeito é retroalimentado com o próprio movimento que se estabelece no efeito. O aluno deixa-se educar quando existe nele predisposição para receber do exterior uma determinada mensagem – *motivação intrínseca*. Por sua vez, esta vontade vai influenciar a atitude do educador. Entendida desta forma, a educação será um movimento em espiral que “*tem no educando o princípio primordial do movimento, mas tem no educador um princípio coadjuvante*” (p. 47), algo bem presente no pensamento de Vygotsky, por exemplo no seu conceito de *zona de desenvolvimento próximo ou potencial*. A educação resulta, assim, da síntese de um processo de actualização de potencialidades e disposições já existentes no indivíduo com a influência que os outros têm no seu desenvolvimento; ou, por outras palavras, é o reencontro da auto com a hetero-educação.

A educação pode apresentar-se sob as formas e as perspectivas mais diversas, segundo os grupos humanos considerados e os seus graus de desenvolvimento, mas o seu principal propósito é tornar autónomo, livre e responsável o jovem ser humano que se está a educar. Educar para a autonomia e para a liberdade é fomentar valores que capacitem o indivíduo para uma vida activa responsável, de acordo com a sua orientação profissional, e que, ao mesmo tempo, lhe permitam a sua realização como pessoa (Patrício, 1993).

Os jovens de hoje sentem cada vez mais dificuldade em planear a sua carreira. Por um lado, o ambiente social de consumismo em que vivem convida a uma vida fácil com a conivência e tolerância, por vezes excessivas, dos adultos (pais e educadores). Por outro lado, na escola vive-se uma crise de autenticidade, por carência de valores, por desajuste dos currículos face aos problemas reais do dia a dia e por inadequada formação dos professores.

Esta realidade a que assistimos é de todo incompatível com a mudança evidente que se desenha no mundo económico-laboral, nesta viragem de século. Santos (1999), psicólogo e consultor em recursos humanos, ao referir dois estudiosos neste campo, Alvin Tofler e Charles Handy, é de opinião que as empresas do futuro precisarão apenas de metade do número actual de trabalhadores, ou seja, de um núcleo duro laboral, constituído por jovens especialistas. O restante trabalho será encomendado a pessoas que, trabalhando por conta própria, vendem as suas competências a diferentes empresas. A confirmar-se esta previsão, que já se começa a verificar nos países mais desenvolvidos, torna-se evidente que a maior parte dos jovens terá cada vez maior dificuldade em se inserir na vida activa. Daí decorre a necessidade de se promover uma educação que desenvolva no indivíduo capacidades e competências cognitivas que lhe permitam adaptar-se à versatilidade do mundo actual.

Este quadro coloca-nos perante enormes desafios: o de preparar a maioria dos jovens para virem a ser cidadãos capazes de tomar decisões e de resolver os problemas que se colocam a nível das suas vidas – os chamados “generalistas” ou “não-especialistas”; e a necessidade de preparar os futuros “especialistas” (cientistas, professores, engenheiros,...) (Aleixandre, 1995). Tanto uns como outros fazem parte de uma sociedade que se pretende aberta e de-

mocrática e que só o será se os cidadãos nela participarem conscientemente. A educação, ao desenvolver o conhecimento pessoal, deve, portanto, criar, simultaneamente, condições de desenvolvimento da sociedade (Cachapuz, 1995).

É nesta perspectiva que se coloca a concepção de educação em ciências que se tem vindo a desenvolver nas últimas décadas. As perspectivas psicológicas sobre a aprendizagem do indivíduo, defendidas, por exemplo, por Piaget e Ausubel, evoluíram para abarcar também as perspectivas socioculturais. Estas situam a aprendizagem em contextos sociais e culturais onde a necessidade de um comprometimento da ciência e da educação científica com os valores humanos emerge cada vez mais (Cobern e Aikenhead, 1998). Esta visão antropológica ao contextualizar o ensino/aprendizagem num meio cultural pode proporcionar novas formas de perceber os problemas associados aos alunos durante a aprendizagem das ciências. De acordo com esta perspectiva, Maddock, citado por Cobern e Aikenhead (1998), escreveu o seguinte:

“A ciência e a educação científica são empresas culturais que formam uma parte da matriz cultural mais abrangente da sociedade e que as considerações educacionais que dizem respeito à ciência devem ser feitas à luz desta perspectiva mais alargada”. (p. 40)

O antropólogo Geertz, citado pelos mesmos autores, comparou metaforicamente as pessoas com pequenas aranhas suspensas numa teia de significância que elas próprias teceram. A cultura é essa mesma teia que envolve uma ciência interpretativa, à procura de significado. A aprendizagem das ciências deve fazer sentido dentro do meio cultural do aluno. Para isso, é necessário saber como se relaciona o conhecimento científico com esse meio e qual é o conhecimento mais significativo naquele contexto. Para muitos, a falta de compreensão adequada sobre o significado da ciência é tomada como uma

evidência banal, apesar de se afirmar que tanto ela como as suas aplicações têm uma influência enorme e crescente na vida diária de todos os cidadãos.

No sentido de dar significado à ciência, a educação vê-se ainda confrontada com mais um grande desafio: *promover a cultura e a literacia científicas*. Em Novembro de 1993, num Colóquio sobre “O futuro da cultura científica europeia”, realizado em Lisboa, John Miller afirmava, a propósito, que apenas 7% da população norte-americana e 5% da população europeia possuía uma cultura científica mínima (Martins, 1995).

Esta grande lacuna na formação das pessoas impede-as de tomar decisões informadas sobre assuntos relacionados com a ciência, com a tecnologia, com o ambiente e com a sociedade, em geral. Saber ciência e tecnologia, mesmo que seja a nível geral, é por certo um contributo muito importante para a qualidade de vida dos cidadãos dos nossos dias. Daí o papel e a responsabilidade da educação em ciências para a promoção da cultura científica, possibilitando, desta forma, um futuro mais sólido para todos os jovens. É, todavia, importante sublinhar que a educação para a cultura científica, no âmbito escolar, não pode ser apenas da responsabilidade das disciplinas de ciências. Tal como o desenvolvimento da língua portuguesa deve ser um objectivo a perseguir por todas as disciplinas curriculares, também o desenvolvimento da cultura científica deve poder contar com o contributo de outras disciplinas (Martins, 1995).

Na sociedade actual, o trabalho interdisciplinar, do ponto de vista didáctico, torna-se fundamental porque é a partir da acção conjunta de esforços e de vontades que qualquer mudança pode alcançar um impacte verdadeiramente inovador. Esta ideia foi veiculada pelo então ministro da educação, Marçal Grilo, no seu discurso de apresentação do Pacto Educativo para o Fu-



turo, em 1996. Nele apelava ao contributo activo dos professores, estudantes, pais e de toda a comunidade em geral para a necessidade de se “*fazer de Portugal um país mais desenvolvido, com mais e melhor educação, com melhor capacidade para responder aos desafios de mudança*” (Grilo, 1996).

Na tentativa de ajudar a compreender o estado da educação em ciências, apresentam-se, a seguir, alguns momentos marcantes na evolução ocorrida nas últimas décadas, nesse domínio.

2.3.

NOVOS RUMOS PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

2.3.1. Breve Historial sobre a Evolução da Educação em Ciências nos Últimos Anos

As preocupações com a educação científica têm sido uma constante ao longo das últimas décadas, algo que pode ser confirmado pelas diversas reformas educativas então implementadas um pouco por todo o mundo. Os debates pioneiros sobre a educação que tiveram lugar nos E.U.A., na década de 60, foram provocados pela tomada de consciência das fragilidades do ensino das ciências e do seu afastamento face ao desenvolvimento industrial e tecnológico, posto em evidência com o lançamento do Sputnik pelos soviéticos. Foi, aliás, a partir deste acontecimento que a Academia Nacional de Ciências daquele país, em 1959, decidiu examinar em profundidade o ensino das ciências, com o objectivo de fazer uma revisão geral dos currículos escolares. Os resultados destes trabalhos foram surpreendentes e decisivos para a educação americana e mais tarde para a educação noutros países. Surgiu uma nova ma-

neira de pensar a educação por oposição à educação tradicional. Preocupações relacionadas com a aprendizagem, o raciocínio, a estruturação do pensamento e o desenvolvimento cognitivo foram temas de vários estudos que muito contribuíram para a evolução do sistema educativo nos Estados Unidos (Linaza, 1985).

A partir dos anos 60, as alterações na política educativa dos E.U.A. tiveram por base objectivos essencialmente político-económicos, muito mais do que preocupações culturais ou sociais. O ensino das ciências nas escolas passou a ser intencionalmente dirigido para áreas especializadas (Miguéns, 1996). Apesar de existir, no início, uma grande necessidade de formar mais cientistas e engenheiros para fazer face ao desenvolvimento científico e tecnológico, reconheceu-se, mais tarde, que a aplicação dos novos conhecimentos na comunidade local dependia, também, de uma sociedade mais culta e com capacidade de intervenção. A ideia de uma educação científica para todos reintroduziu objectivos capazes de promover o desenvolvimento pessoal e social, com vista à formação de uma nova cidadania. Este processo de reforma educativa estendeu-se lenta e gradualmente a outros países e marcou o salto qualitativo na investigação em didáctica das ciências.

Com base nas novas concepções epistemológicas emergentes, surgiram modelos alternativos ao ensino tradicional das ciências que questionaram a aprendizagem por transmissão exclusiva, hoje largamente combatida por especialistas e investigadores. Neste trabalho, dar-se-á ênfase a alguns desses modelos que, pela sua relevância, constituem marcos importantes na evolução do processo ensino/aprendizagem das ciências.

Foi na tentativa de procurar alternativas ao ensino tradicional que surgiu o modelo de *ensino por descoberta*; apesar de ter alcançado grande desen-

volvimento durante os anos 60 e parte dos anos 70, veio a revelar-se, com o passar do tempo, incapaz de proporcionar uma efectiva aprendizagem das ciências (Pérez, 1994). Não obstante toda a polémica que o envolveu, este movimento acabou por trazer aspectos positivos para o desenvolvimento da educação em ciências. Por um lado, por tentar inculcar nos alunos a *responsabilidade pela sua própria aprendizagem*, concebendo-os como agentes activos, quer na aprendizagem quer na aplicação dos próprios processos da ciência; por outro lado, por ter implicado uma nova fase de investigação, mais sistemática e inovadora (Campanário e Moya, 1999).

Ainda na década de 70, surgem as propostas de *aprendizagem por recepção significativa* que vêem o ensino/aprendizagem das ciências como um processo de transmissão-recepção, sendo por isso consideradas por alguns autores como um retrocesso na evolução dos princípios orientadores do processo ensino/aprendizagem. Delas ficaram, no entanto, ideias interessantes, como, por exemplo, a *aprendizagem significativa* e a chamada de atenção para a importância dos *conhecimentos prévios* dos alunos. A partir de então, estas ideias têm sido fonte de minuciosa investigação, a par da aplicação de técnicas como os mapas de conceitos e o V de Gowin.

A importância dada aos conhecimentos que os alunos já possuem foi surpreendente e veio provocar um verdadeiro “boom” na investigação durante os anos 80. Não há dúvida de que o estudo das *concepções espontâneas* dos alunos e das *concepções alternativas* constituiu, nesse período, a linha prioritária da investigação em didáctica das ciências, a avaliar pelo elevado número de artigos publicados, de comunicações apresentadas em congressos e de outros trabalhos realizados sobre o tema (Pérez, 1994).

O inventário das concepções alternativas foi praticamente levado à exaustão e só nos finais da década de 80 se começou a compreender que essa atenção específica deixara para trás outros aspectos de interesse inquestionável para a aprendizagem das ciências. Todo o conjunto de estudos realizados sobre o tema não poderia deixar, no entanto, de contribuir de forma significativa para o prosseguimento da investigação. Os seus principais contributos identificam-se com as *referências construtivistas* que, a partir de então, alcançaram o consenso no ensino das ciências; e com a importância atribuída ao *papel da história e da filosofia das ciências* no ensino. Para além destas influências, originaram, ainda, novos modelos de ensino/aprendizagem, entre os quais o modelo de *mudança conceptual*.

Perante a persistência evidente das ideias prévias dos alunos, surge a necessidade de se aprofundar a investigação sobre a mudança conceptual. Foram vários os autores que, tal como Posner, Strike, Hewson e Gertzog (1995), se dedicaram a este estudo, insistindo na necessidade de dar ao aluno oportunidade para expressar as suas ideias prévias. A mudança conceptual surge, então, como mais uma proposta de ensino, em alternativa ao ensino tradicional e ao ensino por descoberta, alcançando grande desenvolvimento, quer na área da investigação, quer na prática do ensino das ciências. Dez anos depois da sua formulação inicial, em 1992, o paradigma da mudança conceptual apresentava uma estrutura sólida, a julgar pelo vasto número de artigos publicados em revistas internacionais e preconizado nos documentos das reformas educativas de vários países. Esses documentos referem-se à “aprendizagem como uma mudança conceptual na estrutura cognitiva do aluno e propõem como um dos objectivos do ensino das ciências, proporcionar mudanças nas ideias prévias dos alunos” (Campanário, 1999, p.183).

Igualmente, nos objectivos para o ensino básico do sistema educativo português se menciona a necessidade de promover, neste nível de ensino, uma *inter-relação equilibrada entre a cultura escolar e a cultura do quotidiano* (M.E., 1986). Por outras palavras, pretende-se aproximar tanto quanto possível as concepções dos alunos do conhecimento científico.

As estratégias que pretendem promover a mudança conceptual baseiam-se, efectivamente, num estilo de ensino em que os professores incentivam os alunos a expressar as suas ideias, utilizando uma linguagem clara e precisa, num ambiente aberto ao debate, no qual professores e alunos estão activamente implicados. Enquanto os alunos comentam, comparam, criticam, organizam e tomam decisões sobre a utilidade, a plausibilidade e a consistência das concepções apresentadas, estão a explicitar os seus próprios critérios de compreensão. A *metacognição* desempenha, segundo Gunstone e Northfield (citados por Campanário, 1999), um papel central na mudança conceptual porque dela depende a aceitação ou não das novas ideias e o abandono das ideias prévias, exigindo dos alunos elevado desenvolvimento metacognitivo.

Parece, então, pertinente colocar a seguinte questão:

Terão os alunos adquirido já o nível de competências metacognitivas necessário para detectar falhas na lógica das explicações das suas próprias ideias ou inconsistências no seu próprio raciocínio?

A manifesta dificuldade dos alunos em detectar discrepâncias entre diversos pontos de vista e em aplicar critérios de compreensão adequados às diferentes situações constituiu (e constitui) o maior constrangimento para a promoção de uma verdadeira mudança conceptual. Estas limitações provocaram algumas críticas ao modelo, as quais reorientaram o interesse das investigações para outros rumos, como sejam os *trabalhos práticos* ou a *resolução*

de problemas, vistos, a partir de então, como instrumentos de familiarização dos alunos com os processos e procedimentos do trabalho científico. Começou, nessa altura, a dar-se atenção específica às exigências metodológicas e epistemológicas da construção do conhecimento científico (Pérez, 1994). Este é um campo complexo e multifacetado, tal como o é a diversa literatura relacionada com o campo da resolução de problemas. As várias interpretações sugeridas pelo termo “problema” conduziram a significações diferentes, formuladas quer por investigadores quer por professores, constituindo, não raras vezes, deturpações do verdadeiro significado, com prejuízo para a evolução dos próprios modelos e abordagens (Neto, 1995).

As concepções que consubstanciam a resolução de problemas revelaram-se úteis para o ensino das ciências ao nível dos ensinos básico e secundário, como o demonstram importantes trabalhos já realizados (Cruz, 1989; Gil Pérez, 1994; Neto, 1995; Lopes, 1996). Com a resolução de problemas, pretende-se que o aluno aprenda os conteúdos de uma dada disciplina e desenvolva competências cognitivas e metacognitivas favoráveis a outras aprendizagens.

A aplicação explícita dos conhecimentos a situações problemáticas (literacia científica) confere a *concepção de utilidade* dos mesmos, favorecendo o desenvolvimento da *motivação intrínseca* nos alunos. Vários estudos empíricos vieram demonstrar o importante papel desempenhado pela resolução de problemas no ensino das ciências, especialmente da Física, Química e Matemática (Palácios, 1993), provocando um verdadeiro entusiasmo na investigação e criando boas perspectivas para o ensino no âmbito de outras disciplinas como, por exemplo, da Biologia e da Geologia.

Na opinião de Neto (1998), a resolução de problemas pode ser considerada como “*um motor da actividade de pensar*” (p.18), razão pela qual haverá necessidade de se lhe dedicar mais tempo na actividade educativa escolar. *Desenvolver a capacidade de pensar e de resolver problemas* parece ser, em suma, o desafio que nos é imposto pela vertiginosa evolução tecnológica dos nossos dias, à qual a investigação educacional não tem permanecido indiferente.

Na tentativa de acompanhar essa evolução, também a investigação no campo da didáctica das ciências experimentou um desenvolvimento particularmente frutífero durante a década de 80, iniciando-se a construção de um corpo de conhecimentos de orientação construtivista, em torno dos problemas do ensino/aprendizagem das ciências. A influência desse conjunto de conhecimentos fez-se sentir directamente nos avanços ocorridos nos anos 90 a nível dos currículos e da organização escolar. As distintas perspectivas teóricas ajudam a compreender melhor os processos que se desenrolam na sala de aula, não só com os alunos, mas também com os professores, ao longo da sua evolução profissional (Ayala, 1998).

Nesta linha de pensamento, surgiu, nos últimos anos, o interesse e a atenção de diversos grupos (investigadores, psicólogos e professores, nomeadamente), para a importância do *desenvolvimento das competências metacognitivas* (Novak e Gowin, 1988) e para a ideia de “*aprender a aprender*” (Nisbet e Shucksmith, 1987). A escola deve, segundo estes autores, preocupar-se em ensinar os jovens a aprender de uma forma eficaz, desenvolvendo a *motivação intrínseca* necessária para continuarem a efectuar uma aprendizagem permanente ao longo da vida, respondendo, assim, à crescente complexidade do mundo em que vivemos.

Torna-se necessário, portanto, implementar abordagens de carácter metacognitivo que ajudem os alunos a tomar consciência dos seus próprios processos cognitivos, desenvolvendo, conseqüentemente, a sua capacidade de intervenção na sociedade.

Baker, Resnick, Esler e Esler (citados por Campanário, 1999), entre outros autores, chamam a atenção para a relação existente entre o uso de *estratégias metacognitivas* e outros aspectos relacionados com a aprendizagem das ciências. Competências como observação, comparação, descrição, medição, interpretação, previsão, estimativa, formulação de hipóteses, análise de dados e obtenção de conclusões têm uma forte relação com determinadas estratégias cognitivas e metacognitivas necessárias para o processamento da informação.

A maior parte dos estudos realizados sobre o ensino de estratégias metacognitivas não está, no entanto, orientada explicitamente para a aprendizagem das ciências. Nos últimos anos assiste-se a um crescente interesse por programas específicos susceptíveis de melhorar a aprendizagem dos alunos, aplicados a vários conteúdos curriculares e utilizando várias técnicas de estudo (Repetto, 1997). Alguns desses programas intitulados “*aprender a aprender*” e “*aprender a pensar*”, implementados em diversos países (como é o caso de Espanha), começam a ter alguma influência, também, no nosso país. Em Portugal, a possibilidade conferida a cada escola de organizar e gerir autonomamente o processo ensino/aprendizagem (Gestão Flexível do Currículo), dentro dos limites do currículo nacional, deu origem à criação de novas áreas curriculares. O *Estudo Acompanhado*, uma das áreas referidas, pressupõe que aprender a consultar, a observar, a registar, a organizar e a criar são métodos de estudo e de trabalho que a escola deve promover nos alunos. Com

o Estudo Acompanhado, pretende-se que os alunos adquiram “*métodos de estudo que lhes permitam realizar com maior autonomia a sua aprendizagem e desenvolver a capacidade de aprender a aprender*” (M.E., 1999).

Ainda no nosso país, começa a surgir um número cada vez maior de trabalhos que procuram investigar processos que permitam aos alunos assumir um papel activo e construtivo durante a sua aprendizagem e ultrapassar dificuldades pessoais e ambientais, com o objectivo de alcançar um maior sucesso escolar. A título de exemplo, refere-se o trabalho *Saber Estudar e Estudar para Saber*, realizado pelas psicólogas Adelina Silva e Isabel de Sá (1997).

Tanto o projecto de *Gestão Flexível do Currículo* como estes trabalhos revelam alguma preocupação com a eficácia da resposta educativa aos problemas resultantes da diversidade dos contextos escolares e com a garantia de que todos os alunos aprendam mais e de um modo mais significativo.

No sentido de dar resposta a esses problemas, a investigação educacional, ao longo dos últimos 50 anos, tem, assim, contribuído para o aparecimento de diversos modelos de ensino das ciências que procuram, todos eles, desenvolver nos alunos as competências necessárias e adequadas aos desafios que a sociedade contemporânea impõe a cada indivíduo. Actualmente, a investigação procura os modelos de ensino que desenvolvam não somente a literacia científica básica, necessária a todos os cidadãos, mas também uma cultura científica mais profunda e alargada (Dana, Lunetta, Fonseca e Campbell, 1998).

2.3.2. Indicadores de Crise do Ensino das Ciências em Portugal

O aparecimento de novos e revolucionários modelos, perspectivas e ideias acerca da natureza e desenvolvimento da ciência surgidos nos últimos anos, pressupunham significativas mudanças no ensino/aprendizagem das ciências. Muitas das novas ideologias encontram-se no espírito da recente reforma do sistema educativo português. No final dos anos 80, a reforma surgia, no nosso país, como um quadro de referência que parecia conter as grandes soluções para os problemas que a educação enfrentava. O impacto efectivo das inovações propostas pela reforma não correspondeu, todavia, às expectativas criadas, dando origem, actualmente, a um número cada vez maior de proclamações acerca da necessidade de mudança e melhoria no ensino das ciências.

Dana et al. (1998) destacam vários estudos realizados nos últimos anos, a nível internacional, sobre a situação do ensino das ciências em Portugal. Todos eles, pese embora algumas críticas à sua validade estatística, parecem confirmar o muito que há por fazer relativamente ao desempenho dos nossos alunos na área de ciências. Um desses estudos, publicado em 1992 pelo Internacional Assessment of Educational Progress (IAEP), revela que os jovens portugueses de 13 anos, confrontados com outros jovens da mesma idade, de 19 países diferentes, obtiveram um desempenho em diversas disciplinas científicas inferior à média da população em causa, ocupando o 16º lugar. Outro estudo efectuado no âmbito do Terceiro Estudo Internacional de Matemática e Ciências (TIMSS), publicado em 1996, indicava que, num total de 39 países, o desempenho dos nossos alunos do 7º ano de escolaridade, nas áreas de ciências, se situava em 36º lugar e que os alunos do 8º ano ocupavam o 35º lugar, num total de 41 países.

Todos estes estudos foram efectuados com alunos do ensino básico. Surgem, porém, indicadores que revelam uma tendência semelhante nos alunos que frequentam o ensino secundário. Alguns desses resultados foram publicados num jornal diário, em 4 de Agosto de 1999, onde Margarido escrevia:

Matemática teve média de 7,1 valores.

As notas finais dos estudantes baixaram devido aos maus resultados obtidos nos exames. Física e Biologia acompanham a disciplina «maldita».

Segundo esse jornal, a média das classificações da primeira fase dos exames nacionais, realizados no ano lectivo 1998/99, nas disciplinas de Matemática, Física, Química e Biologia foi mais baixa do que a média obtida nas mesmas disciplinas, no ano lectivo anterior. Estes resultados parecem de facto preocupantes, apesar de termos consciência de que o actual sistema de exames continua a ser uma questão bastante polémica. Na opinião de alguns, este sistema revela-se incapaz de reflectir eficazmente o nível de conhecimento dos alunos. De acordo com a presidente da Associação de Professores de Matemática (APS), “o exame provoca muitas disparidades e é um contra-senso”. Já a secretária de Estado da Educação e Inovação, Ana Benavente, tem uma opinião diferente e contrapõe, declarando que “o exame só avalia uma parte muito reduzida dos objectivos dos programas, mas também é por isso que só vale 30 % na classificação final” (Margarido, 1999).

Considerando todas estas posições, será prudente não limitar esta análise aos resultados obtidos nos exames e alargá-la às classificações obtidas, ao longo do mesmo ano lectivo, na avaliação contínua. Os dados fornecidos pelo mesmo diário revelam que, no que respeita a este tipo de avaliação, os alunos alcançaram, em 1999, a mesma média que no ano lectivo anterior, nas disciplinas de Matemática (12,4 valores) e de Química (13,5 valores), conseguindo

uma ligeira subida a Biologia (de 13,8 para 14 valores) e a Física (de 12,9 para 13 valores).

Toda a evidência que acabámos de referir não parece, de modo algum, reveladora de sucesso dos alunos nas disciplinas de ciências, o que suscita a necessidade de serem introduzidas urgentes mudanças nos métodos e estratégias a aplicar nesse âmbito escolar.

Essa necessidade vem expressa no “Projecto 2061: Science for All Americans” (A.A.A.S, 1989) ou *Ciência para Todos*, que apela a mudanças significativas nos currículos de ciências, nos métodos utilizados para ensinar ciências e nas formas de avaliar o desempenho dos alunos (Dana et al., 1998). Em Portugal, já se começam a sentir algumas influências das ideias do Projecto 2061 e de outros projectos similares. Contudo, e de acordo com os resultados do desempenho dos alunos, quer a nível nacional, quer a nível internacional, a educação em ciências que se pratica no nosso país parece estar muito distante daquela que se desejaria ver praticada.

2.3.3. As Atitudes, Ideias e Representações dos Alunos face à Ciência, aos cientistas e à Aprendizagem das Ciências

Os índices de desempenho dos alunos e o estado da educação em ciências têm suscitado, desde os anos 80, o interesse da investigação educacional pelo estudo de variáveis afectivas e cognitivas, particularmente importantes na aprendizagem das ciências. Muitas das investigações desenvolvidas neste campo procuram, por um lado, identificar as atitudes dos alunos face à escola, à ciência e ao ensino/aprendizagem das ciências e, por outro, fazer o levantamento das suas principais crenças e concepções. Os investigadores

consideram, hoje em dia, que as concepções e as atitudes dos alunos e dos professores são factores determinantes na aprendizagem.

2.3.3.1. *As Atitudes*

Os sistemas educativos das sociedades modernas reservam um lugar de destaque ao ensino das ciências porque crêem que o mesmo pode contribuir para o desenvolvimento de importantes competências e atitudes favoráveis ao crescimento do indivíduo como cidadão livre e responsável.

O interesse pela atitude científica tem-se traduzido, principalmente a partir dos anos 60, em numerosos estudos realizados em países como os Estados Unidos, a Austrália ou a Inglaterra, com alguma correspondência ao nível dos currículos.

A importância atribuída às atitudes é uma questão que emerge da nossa própria Lei de Bases do Sistema Educativo (M. E., 1986), ao nível dos objectivos definidos para os ensinos básico e secundário. Num âmbito mais restrito, mas não menos importante, surgem, fortemente evidenciadas nos programas das disciplinas de Ciências Naturais (M. E., 1991), as atitudes que se pretendem desenvolver nos alunos, face à ciência e ao ensino/aprendizagem das ciências:

- revelar espírito de abertura e capacidade de pensar com autonomia;
- participar em trabalhos de equipa, revelando respeito pelas opiniões dos outros;
- contribuir para a solução de questões, manifestando atitudes de ponderação e sentido de responsabilidade;

- evidenciar uma atitude responsável relacionada com a prática de laboratório.

Estas são algumas das atitudes que se inserem numa longa lista e que aparecem, por vezes, com significações diversas ou com níveis de abrangência bastante distintos.

O conceito de *atitude* reveste-se de alguma ambiguidade: por um lado, por se tratar de um conceito utilizado na linguagem quotidiana com um conjunto de significados a ele associados (posição do corpo; postura; modo de proceder,...); por outro lado, por se tratar de um conceito que no âmbito da psicologia representa e operacionaliza várias características das pessoas (Candeias, 1997).

Do ponto de vista científico, existe, também, grande dificuldade em clarificar o conceito de atitude, assim como em definir os instrumentos mais adequados para a respectiva medição. Tendo sido integrado como objecto de estudo da psicologia social (Trindade, 1996; Candeias, 1997), tal conceito, vem sofrendo, por isso, as influências das várias correntes de pensamento que caracterizam esta disciplina e que vão desde as abordagens behavioristas (comportamentais) até às cognitivistas (Trindade, 1996).

Muito embora a complexidade seja um dos factores que dificulta a clarificação do conceito, existe, actualmente, algum consenso teórico acerca das atitudes: a construção de atitudes resulta, em grande parte, da *transmissão social* (Ramos, citado por Craveiro, 1999) e, raras vezes, do seu *ensino deliberado* (Pedrinaci, 1999); um dos principais papéis das atitudes parece ser a *predição dos comportamentos* das pessoas. Existe, por outro lado, alguma controvérsia quanto à consistência da relação entre atitudes e os comporta-

mentos com elas relacionados, quando se tem em conta a *personalidade* e o *meio social* (Trindade, 1996); vários autores relacionam, ainda, as atitudes com o *desenvolvimento do processo educativo*, em particular com a *aprendizagem* (Candeias 1997; Sanmartí e Tarín, 1999; Vergara e Geijo, 1999).

O reconhecimento de que a construção e o desenvolvimento de atitudes constituem uma dimensão importante da aprendizagem e, em geral, da formação dos jovens não encontra eco, ao nível das aulas, onde o seu ensino deliberado continua a ser reduzido. A importância atribuída às atitudes na Lei de Bases e nos programas, em especial das disciplinas de ciências, pressupõe um envolvimento maior junto dos professores, relativamente à definição conceptual, à planificação, à delineação de estratégias de ensino e, ainda, à sua avaliação.

A atitude dos alunos face à ciência, aos cientistas e ao ensino/aprendizagem das ciências pode apresentar características e interesses bastante distintos. Assim, por exemplo, um aluno pode ter uma atitude muito positiva para com a ciência porque a considera como uma actividade social que soluciona problemas da humanidade e, pelo contrário, desenvolver uma atitude negativa relativamente à aprendizagem da ciência que lhe é ensinada na escola (Craveiro, 1999). As razões que explicam o desenvolvimento de atitudes positivas ou negativas dependem de inúmeros factores que podem ser externos à aula (socio-económicos, familiares) ou internos, relacionados com o aluno (interesse, imagem da ciência e dos cientistas, papel do professor, metodologias de ensino) e com o professor (atitude, pensamento, concepções e práticas) (Espinosa e Román, 1991).

Desde os primeiros anos do ensino básico que a escola deveria proporcionar uma formação científica adequada, capaz de facultar aos alunos ele-

mentos básicos que lhes permitam compreender o papel da ciência na sociedade e desenvolver *atitudes favoráveis face à ciência e ao conhecimento científico*.

2.3.3.2. As Ideias e Representações

Recentes trabalhos de investigação têm levado a concluir que as ideias dos alunos sobre o modo como se constrói e evolui a ciência são, muitas vezes, inadequadas, constituindo verdadeiros obstáculos à aprendizagem (Campanário, 1999). São várias as ideias estereotipadas desenvolvidas pelos alunos sobre a ciência: para uns, a ciência pode ser considerada como uma actividade social que resolve todos os problemas da humanidade; para outros, pode ser vista como geradora de problemas (exemplo: a bomba atómica); havendo, ainda, os que pensam que a ciência é objectiva e desinteressada (boa), mas, em contrapartida, a sociedade não sabe utilizar de forma adequada e equilibrada as descobertas científicas (Sanmartí e Tarín, 1999).

A imagem da ciência formada pelo aluno, em conjunto com a grande dificuldade que a escola tem manifestado na mudança metodológica e atitudinal face ao ensino das ciências, não têm contribuído para desenvolver uma *atitude positiva face à aprendizagem das ciências*. Esta opinião, partilhada por autores como Yager e Penick (citados por Rosell, Pérez e Llopis, 1997, leva-os a afirmarem que a atitude face à ciência, marcada pelo desinteresse e, muitas vezes, pela rejeição, é um problema ainda mais preocupante, quando se constata que, à medida que o nível de escolaridade aumenta, mais negativa é essa atitude. Os alunos, quando frequentam os primeiros anos da escolaridade obrigatória, consideram mais agradável estudar ciências experimentais do que ciências sociais, o que não acontece nos últimos anos de escolaridade. Nessa altura, as ciências experimentais tornam-se, tendencialmente, mais

aborrecidas e desagradáveis para eles (Serrano, citado por Espinosa e Román, 1991).

Esta atitude negativa dos alunos tem sido investigada por muitos autores, os que apresentam diversos factores como principais razões para a justificar: alguma falta de coordenação entre os diferentes níveis de ensino; a massificação dos conteúdos; a fraca relação dos conteúdos disciplinares com os temas da actualidade; um ensino predominantemente transmissivo; o acentuado desajuste entre o desenvolvimento cognitivo dos alunos e a complexidade de algumas matérias; o facto de se ignorarem as ideias prévias dos alunos; e o recorrente insucesso alcançado pelos alunos em grande parte das disciplinas de ciências (Matarredona, 1990; Espinosa e Román, 1991).

Outro factor que contribui para esta situação é a *imagem que os alunos têm do cientista*. De uma maneira geral, os alunos “vêm” os cientistas como seres racionais e solitários que orientam a sua pesquisa apenas por parâmetros lógicos, todos eles previamente definidos e calculados (Sanmartí e Tarín, 1999). Holton (citado por Campanário, 1999), filósofo da ciência, discordando por completo desta visão tão fria e lógica do cientista e da actividade científica, é de opinião que os cientistas se baseiam, muitas vezes, em “ideias gerais, transcendentais e dominantes que orientam poderosamente o seu trabalho” (p. 401). A maior parte das descrições das descobertas científicas contidas nos livros de texto continuam, no entanto, a apresentá-las como o resultado de um processo constituído por uma sequência rígida de procedimentos, no qual todos os factores são controlados. A história da descoberta da penicilina, por Fleming, é um dos poucos exemplos da história da ciência em que se transmite explicitamente aos alunos uma visão diferente, na qual factores não

previstos desempenham um papel importante numa descoberta (Campanário, 1999).

Do ponto de vista do ensino das ciências, a incidência do acaso na descoberta científica levanta alguns problemas, em particular no ensino tradicional, já que este modelo de ensino não parece ser eficaz no desenvolvimento de competências cognitivas necessárias para valorizar o inesperado. Em grande parte das práticas de laboratório tradicionais, os alunos limitam-se a seguir os passos indicados em guiões fechados e com orientações detalhadas, deixando pouco espaço para o inesperado, para a originalidade e para a imaginação.

De acordo com alguns autores, o contributo da Nova Filosofia das Ciências pode ser determinante para que se estabeleça a tão desejada articulação entre o ensino das ciências e a epistemologia, e se crie uma nova imagem da ciência, do conhecimento científico e do seu significado cultural e humano. Praia e Cachapuz (1998) argumentam que o modo como se ensina ciências é influenciado pelas imagens que os professores têm da ciência. No estudo desenvolvido por estes autores, realizado com professores de Física/Química e de Biologia/Geologia, os resultados revelaram a predominância de representações/imagens de carácter empirista/indutivista com um forte sentido espontâneo e, por vezes, muito semelhantes às representações que os alunos têm acerca da natureza do conhecimento científico. Dado o importante papel que os professores de ciências têm na construção de uma nova imagem da ciência, importa investigar, segundo os autores, as suas concepções epistemológicas e dar-lhes a oportunidade de discutirem as suas práticas para que possam “(re)estruturar” e “(re)construir” as suas ideias sobre a ciência.

Outros autores, como Campanário (1999), consideram, porém, que a formação inicial e contínua de professores não pode centrar-se, apenas, em

aspectos filosóficos, deixando de parte aspectos sociológicos e humanos. Em sua opinião, aprender acerca da própria ciência, da sua história e da sua realidade, converteu-se, em parte, na *alfabetização cultural* dos cidadãos. É nesta perspectiva que a tomada de consciência da importância da ciência na sociedade se deve tornar um dos principais objetivos do ensino das ciências.

2.3.4. O Pensamento e as Práticas dos Professores

Diversos autores como Dana, Lunetta, Fonseca e Campbell (1998) consideram que o principal obstáculo à mudança reside na dificuldade em envolver os professores numa “pedagogia mais significativa” (p.18). Essa falta de envolvimento dos professores nas inovações veiculadas pelas reformas parece estar, por um lado, intimamente ligada à antiga ideia de que o professor é um mero transmissor de conhecimentos provenientes do exterior para o contexto da sala de aula. Por outro lado, essa dificuldade prende-se com o facto de não terem sido devidamente discutidas com os professores todas as inovações que se pretendem implementar através das reformas, no sentido de serem tomadas decisões sobre a sua prioridade e pertinência (Brazão, 1996).

Face a esta situação, os professores, de uma maneira geral, reagem à mudança de forma indiferente ou até mesmo negativa. Hoje em dia, as novas perspectivas de investigação no campo do ensino/aprendizagem das ciências permitem-nos compreender esta atitude dos professores que, tal como os alunos, possuem valores, crenças e concepções com os quais interpretam as directrizes do Ministério de Educação (M.E.). Torna-se, assim, importante conhecer o pensamento dos professores, bem como identificar as ideias, atitudes e hábitos que orientam a sua conduta e que podem constituir verdadeiros obstáculos ao seu próprio desenvolvimento profissional (Brazão, 1996). Não

parece, assim, ser possível que os professores, de um momento para o outro, transponham para as suas práticas as ideias expressas nos currículos (Freitas, 1999).

Actualmente, no nosso país, de acordo com a orientação curricular veiculada nos programas escolares, pretende-se que “o aluno seja agente da sua aprendizagem, a qual envolve o desenvolvimento holístico de capacidades, conhecimentos e atitudes”. Para tal, “o professor deve assumir um papel *organizador e orientador*”, privilegiando a “*resolução de problemas*”, a “*construção de conceitos* com base no *conhecimento prévio dos alunos*” e situações problemáticas que envolvam a discussão de temas, tais como “alternativas e valor de soluções fornecidas pela ciência” (M.E., 1991, p. 30).

Estas orientações metodológicas parecem-nos bastante ambiciosas para a actual formação dos professores. O pensamento e as práticas dos professores não mudarão, porém, pelo simples facto de o Ministério da Educação assim o legislar. Este é um problema sem dúvida complexo, que tem sido objecto de múltiplos estudos.

González e Escartín (1996), ao estudarem, durante vários anos, a postura didáctica e metodológica de um grupo de professores, obtiveram dados que lhes permitiram estabelecer diferentes categorias conceptuais e metodológicas. Esta categorização foi elaborada de acordo com a interpretação que cada professor fazia do currículo e com a apreciação das decisões tomadas durante as práticas lectivas, o que permitiu aos autores a identificação de cinco modelos de professor: transmissor, tecnológico, artesão, descobridor e construtor.

Os resultados obtidos permitiram concluir que existia ainda, nessa altura, uma preponderância do modelo transmissor sobre todos os outros e uma escassa frequência de casos de *professor construtor*. Este modelo, talvez por

ser mais recente, era desenvolvido apenas por investigadores ou por outros grupos de trabalho. O professor construtor caracteriza-se por partir do princípio de que o ponto chave da aprendizagem é a mente do aluno e, por isso, todo o processo educativo é por ele orientado com base nas teorias construtivistas suportadas pela psicologia da aprendizagem. O professor coordena e apoia a produção dos conhecimentos do aluno, utilizando uma metodologia investigativa, baseada na reflexão e na resolução de problemas; o aluno é, por sua vez, protagonista da sua própria aprendizagem, participando activamente nos debates e nos trabalhos práticos.

O modelo de professor construtor insere-se no âmbito de um novo paradigma, preconizado, de certo modo, nos novos currículos e que se pretende desenvolver no contexto da formação inicial e contínua de professores, como medida para implementar a mudança. Neste paradigma, o professor é visto como *sujeito reflexivo* que toma decisões e emite juízos e cujas construções mentais são fundamentais para o desenvolvimento da sua actividade profissional (Mogarro, 1995).

Dentro do domínio deste paradigma foi realizado um estudo por Fernandes e Vale (1994), cujo objectivo principal se centrou nas concepções e práticas dos participantes face à resolução de problemas de Matemática e ao seu ensino. Nesta investigação, os autores estudaram o percurso de dois alunos que frequentavam o último ano do curso de formação de professores e acompanharam-nos durante o primeiro ano em exercício.

Enquanto alunos, o pensamento dos dois participantes no estudo parecia identificar-se com a filosofia e a pedagogia utilizada durante a sua formação. Referem a resolução de problemas como uma estratégia importante para aprender a raciocinar e como determinante no desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos. Criticam a utilização de “problemas” rotineiros e

consideraram perfeitamente possível integrar o ensino da resolução de problemas no desenvolvimento do programa. O principal obstáculo apontado à abordagem da resolução de problemas nas aulas prendia-se com o receio do não cumprimento dos programas e com a dificuldade em identificar os problemas como componente transversal a todos os seus conteúdos.

No ano seguinte, os participantes, já na condição de professores, revelaram atitudes diferentes. Um deles, contrariamente aos princípios discutidos durante a formação e com os quais parecia identificar-se, não incluía a resolução de problemas nas planificações, recorrendo à prática de exercícios rotineiros e ao uso exclusivo do manual. Seguiu muito mais o modelo de professor transmissor de conhecimentos do que o de orientador que conduz os alunos à aprendizagem. O outro participante, embora tenha revelado alguma dificuldade, no início do ano, em integrar a resolução de problemas nos conteúdos programáticos, com o decorrer do tempo, foi ganhando segurança e estabelecendo um clima de confiança na aula. Assim, à medida que o seu papel como orientador do trabalho dos alunos se ia afirmando, também a resolução de problemas se integrava perfeitamente nas actividades da aula e constituía, muitas vezes, uma forte motivação para a aprendizagem.

À partida, seria de esperar que pessoas com a mesma formação académica viessem a desenvolver uma forma muito semelhante de ensino; no entanto, os participantes envolvidos neste estudo tiveram protagonismos bastante distintos. Num caso, verificou-se inconsistência e até alguma contradição entre as concepções (veiculadas durante e no final da formação inicial) e as práticas (realizadas durante o primeiro ano em exercício); no outro caso, pelo contrário, assistiu-se a uma relação que se foi fortalecendo ao longo do

tempo, entre as concepções assumidas e a forma e o conteúdo das aulas (Fernandes e Vale, 1994).

O estudo anterior parece pôr em evidência que a formação inicial não consegue, por si só, ter um impacto significativo na prática profissional. A articulação entre teoria e prática, entre intenção e realização, é uma relação complexa. As práticas profissionais dependem de muitos factores externos e internos, que poderão explicar as diferentes atitudes. De acordo com esta tendência, Couceiro (1998) afirma:

Se aquilo a que teoricamente se adere se traduzisse, de forma causal, na prática, bastaria ter boas informações, aprender o que seria «certo» e «melhor», para que estivesse garantida a coerência entre o que pensamos, o que dizemos e o que fazemos (p. 53).

Sabe-se, no entanto, que esta relação causal não existe. A verdade é que existem no indivíduo pressupostos inconscientemente interiorizados e que nem sempre a sua conduta é orientada por uma reflexão tão profunda quanto seria necessário. É por todas estas razões que procurar estabelecer conexões entre o conhecimento epistemológico e a didáctica, em articulação com o currículo, num contexto concreto da prática lectiva é, com certeza, o maior desafio da formação de professores (Praia e Cachapuz, 1999).

2.3.5. Formação de Professores: um Contributo para a Mudança

Dar resposta a toda a problemática que advém de tais exigências implica, por certo, substanciais modificações no processo de formação inicial e contínua dos professores. Tedesco (1999), entre outros, defende que o êxito das inovações educativas depende do compromisso e da participação activa dos docentes. Esta participação activa vai ao encontro do modelo de professor “construtor” e “reflexivo”, defendido por González et al. (1996) e ao qual já

fizemos referência. A ideia de professor reflexivo pode ser uma possível solução, mas, como afirmava Pérez, no VII Encontro Nacional de Educação em Ciências realizado em Outubro de 1999, na Universidade do Algarve, “não chega querer reflectir é preciso ter condições”. Condições essas que passam por grupos de trabalho, onde todos os problemas de didáctica sejam discutidos e, num sentido mais amplo, incorporando os professores em equipas de investigação. O trabalho individual e isolado do docente não consegue, actualmente, dar resposta às exigências quotidianas.

Até hoje, a prática docente e a investigação educacional têm percorrido caminhos paralelos e, muitas vezes até, divergentes. É notória a escassa transmissão dos trabalhos e dos conhecimentos dos *experts* aos professores. Para ultrapassar esta dificuldade, é necessário que o professor participe de forma activa na investigação. Assim, o professor pode apropriar-se dos conhecimentos da investigação e, só dessa forma, os pode valorizar autenticamente na sala de aula. Para que o tempo em que o professor está com os alunos seja frutífero, é necessário que, antes e depois desses momentos, haja trabalho consistente de pesquisa e de investigação. É neste sentido que a investigação-acção, quer durante a formação inicial de professores, quer ao longo da carreira, está a ganhar forte incremento.

Gil Pérez afirmava, no Encontro anteriormente citado, que os professores que começaram a fazer investigação não só obtiveram melhores resultados com os seus alunos, como começaram a sentir um novo interesse pela profissão e por todas as questões relacionadas com a educação. Também Mas (1994) partilha desta opinião, ao afirmar que o envolvimento do professor na investigação didáctica desenvolve uma atitude profissional quotidiana diferente. Por um lado, torna-se capaz de proporcionar uma nova visão da natureza do conhecimento científico e adquire um conhecimento mais profundo da

forma como o aluno aprende. Por outro lado, desenvolve uma atitude reflexiva sobre a sua própria prática docente e sobre as inovações que se revelaram favoráveis à aprendizagem. Colocar a ciência escolar ao nível dos desafios da sociedade contemporânea implica, de facto, uma mudança de paradigma na formação de professores.

De acordo com Praia e Cachapuz (1999), o caminho a seguir na formação de professores passa pelo trinómio “Investigação/Formação/Inovação”. No seu entender, o grande objectivo é a formação “com” e “para” os professores, ou seja, desenvolver uma formação que permita “dar um salto qualitativo para novas representações da ciência” e que contribua para “melhor organizar as aprendizagens” (p. 119).

A necessidade de criação de equipas de investigação parece ser uma ideia consensual. Os departamentos de pedagogia e de didáctica das universidades prestariam um importante contributo à promoção da inovação, disponibilizando meios materiais e humanos que, em colaboração com os professores e com os órgãos de gestão das escolas, implementassem as alterações necessárias ao actual processo ensino/aprendizagem (Tedesco, 1999; Praia e Cachapuz, 1999).

Para enfrentar os novos desafios educativos existe uma evidente necessidade de maior profissionalização. A autonomia das escolas, a responsabilidade pelos resultados, o trabalho em equipa e a ampliação dos saberes científicos exigem do professor competências que não se compadecem com uma educação e uma formação sujeitas a períodos limitados de tempo. No dizer da Comissão Internacional da Educação para o século XXI, “o tempo para

aprender é agora a vida inteira”, por isso “ muito se esperará e exigirá dos professores” (Unesco, 1998, p.13).

Os novos desafios que se colocam à educação, em que a procura do saber e do saber aprender é valorizada, atribui aos professores um papel crucial e uma responsabilidade acrescida, quer no desenvolvimento de competências do aluno, quer no desenvolvimento dos próprios mecanismos do pensamento e da construção do conhecimento.

2.4.

SUPORTES PSICOLÓGICOS PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

2.4.1. Mobilização de Mecanismos Conscientes e Inconscientes na Construção do Conhecimento

Desde há muito que as dificuldades de aprendizagem em contexto escolar e os níveis de desempenho alcançados pelos jovens, constituem uma área importante da em psicologia. Inicialmente, procurava-se explicar as diferenças encontradas, sobretudo, nas variáveis intelectuais. Actualmente, deixou de se considerar somente a inteligência como variável determinante dos níveis de realização escolar, passando também a valorizar-se a influência das experiências de aprendizagem no desempenho intelectual. Os estudos recentes sobre esta problemática acentuam, ainda, a importância de um conjunto de construtos pessoais que imprimem a cada situação um estilo próprio (Almeida, 1991).

O desenvolvimento da psicologia cognitiva, nos últimos 20 a 30 anos, tem dado um contributo importante para a explicação da estrutura e funcionamento da percepção, da memória, da conceptualização ou do raciocínio, ligados a níveis cognitivos e metacognitivos mais ou menos complexos. Os actuais conhecimentos sobre as funções do pensamento e sobre a estrutura e funcionamento do cérebro permitem saber como as pessoas conhecem e aprendem e, assim, ajustar a esses conhecimentos novas metodologias que proporcionem novas formas de aprender e de ensinar.

O conhecimento actual, como já tivemos oportunidade de referir, permite-nos afirmar que a aprendizagem é um processo complexo e dinâmico que não depende apenas de factores intelectuais. O processo de aprendizagem pode até ser considerado racional; no entanto, as razões que nos levam a aprender, a seleccionar as aprendizagens, a escolher o modo como aprendemos e a forma como aplicamos os conhecimentos nem sempre são racionais (Tavares, 1992). Ultimamente, uma nova geração de cientistas esforça-se, inclusivamente, por combater uma certa oposição tantas vezes estabelecida entre a razão e a emoção. Foi neste campo que os trabalhos realizados por Damásio (2000) vieram mostrar que *“a emoção faz parte integrante dos processos de raciocínio e de tomada de decisão”* (p. 61).

Nos nossos dias, reconhece-se, em suma, que os factores afectivos e emocionais são tão importantes para a aprendizagem como os factores intelectuais. Daí que a investigação no campo das atitudes, do interesse, da criatividade, da motivação, da auto-confiança e do auto-conceito tenham vindo a alcançar interesse sempre crescente. Grande parte da investigação realizada hoje em dia sobre o insucesso escolar rejeita a existência de uma relação linear entre o fraco rendimento académico e as situações de incapacidade inte-

lectual dos alunos. Em contrapartida, a tendência é para procurar ligações mais fortes entre os processos de aprendizagem e a envolvente afectivo-relacional. Surge, assim, uma interpretação diferente do processo de desenvolvimento e de ensino/aprendizagem.

Claxton, entre outros (citados por Neto, 1998), atribui à dimensão afectiva e social a responsabilidade máxima pelas dificuldades dos alunos na aprendizagem das ciências. É de acordo com este ponto de vista que o construtivismo, corrente dominante no ensino/aprendizagem das ciências, procura enquadrar os conhecimentos na realidade quotidiana dos alunos e nas inquietações sociais do momento para que se possam revestir de significado.

2.4.1.1. *Dimensão Afectiva: motivação*

Reconhecida que está a importância da dimensão afectiva na aprendizagem e, em particular, na aprendizagem das ciências, importa conhecer os mecanismos capazes de levar o aluno a realizar esforços voluntários para aprender (Neto, 1998). A *motivação escolar* constitui, nos nossos dias, uma importante área de investigação, conseguindo alcançar grande relevância na explicação, previsão e orientação da conduta que o aluno revela em contexto educativo (Gutiérrez, 1986). Mas o conceito de *motivação* tem sido, ao longo do tempo, fonte de controvérsia entre diferentes correntes (condutivistas e cognitivistas, nomeadamente), ao ponto de dar origem a diversas teorias. Para os condutivistas, a conduta do aluno é activada e orientada pelos reforços do meio, como, por exemplo, o encorajamento utilizado pelos professores. Já para os cognitivistas, a conduta é internamente activada, de acordo com o significado que o sujeito atribui ao estímulo e é dirigida por processos cognitivos como as expectativas, a curiosidade, a procura de informação ou a compreensão dos conceitos.

Seja qual for a perspectiva de análise desta problemática, algo em comum parece ressaltar das diferentes teorias: a existência de dois tipos de motivação. Por um lado, a *motivação intrínseca*, baseada apenas em necessidades pessoais de competência e de auto-recompensa, constituindo, como afirma Almeida (1991), um impulso para a procura de desafios, cujo único incentivo é a sua superação. Por outro lado, a *motivação extrínseca*, relacionada com situações em que a conduta tem como finalidade alcançar uma recompensa externa (Gutiérrez, 1986).

Bruner (1966) defende que, em contexto escolar, a aprendizagem é mais duradoura quando impulsionada por motivação intrínseca. Reconhece, todavia, que a motivação extrínseca é fundamental para accionar o processo de aprendizagem; mas este, uma vez iniciado, torna-se mais eficaz se for conduzido por objectivos intrínsecos, tornando a aprendizagem mais significativa.

Diversos autores, como González Cabanach, Valle, Núñez e González-Pienda (citados por Arias et al., 1999), destacam, sobretudo, a importância das *metas de aprendizagem* e das *metas de rendimento*, as quais têm uma correspondência clara com a motivação intrínseca e com a motivação extrínseca, respectivamente. Os alunos com metas de aprendizagem implicam-se na sua própria aprendizagem, com o objectivo de adquirir conhecimentos e desenvolver competências, enquanto que os alunos com metas de rendimento estão mais interessados em demonstrar a sua capacidade e em obter juízos positivos a respeito dos seus níveis de competência.

O modo como os alunos interpretam os acontecimentos e organizam a informação a que têm acesso numa determinada situação de aprendizagem levou, numa abordagem metacognitiva, à identificação de várias convicções

que os alunos têm sobre a sua própria pessoa e sobre as suas capacidades cognitivas. Essas convicções, na opinião de Paris e Winograd (citados por Silva e Sá, 1997), determinam o nível de envolvimento e de persistência na realização das actividades escolares e, em parte, do sucesso educativo.

Cada aluno apresenta uma ou várias causas para explicar o seu sucesso ou insucesso na aprendizagem escolar. As mais apontadas são: capacidade, esforço, grau de dificuldade da tarefa ou sorte (Arias, 1999). A percepção que cada aluno tem destas causas vai implicar uma diferenciação na resposta emocional dada no desempenho alcançado e no tipo de motivação desencadeada. Uma situação de insucesso repetido, por exemplo, pode fazer com que o aluno comece a duvidar das suas capacidades intelectuais, fazendo com que o seu esforço diminua, por considerar que não vale a pena, principalmente quando é confrontado com tarefas cujo grau de dificuldade é elevado.

O esforço para aprender despendido pelos alunos nem sempre se traduz em resultados positivos. Uma das possíveis explicações para este facto é que, muitas vezes, as estratégias de aprendizagem utilizadas não são as mais adequadas. Esta situação, bastante frequente, acontece porque os alunos não desenvolveram mecanismos de controlo no seu processo de aprendizagem e não têm consciência da ineficaz utilização dessas estratégias, sendo levados, normalmente, a atribuir o fracasso a limitações da própria inteligência. Os alunos com estas características estão pouco motivados e evitam tarefas difíceis que lhes possam vir a reforçar o sentimento de fracasso.

Este tipo de comportamento, em contraste com o de outros alunos que demonstram elevada persistência, prazer e eficácia perante a resolução de tarefas difíceis, desencadeou a realização de vários estudos. Como exemplo, citamos o trabalho de Dweck e seus colaboradores (citados por Silva e Sá,

1997), cuja finalidade era conhecer os processos motivacionais que influenciam a aquisição e utilização dos conhecimentos, assim como o desenvolvimento de competências. Aqueles autores identificaram dois tipos de objectivos pessoais face às tarefas escolares. Para uns, o objectivo é obter avaliações positivas; para outros, o objectivo é desenvolver as suas competências. Os primeiros são movidos por uma motivação extrínseca; os segundos, por uma motivação intrínseca (Silva e Sá, 1997; Arias et al., 1999).

A percepção que o aluno tem das suas próprias competências e a consciência da capacidade de controlo pessoal que exerce sobre as actividades escolares determinam, em parte, o tipo e o nível de motivação para aprender. O *desenvolvimento da competência pessoal, da utilização eficaz de estratégias de aprendizagem* e do nível de *autocontrolo* são, na opinião de Silva e Sá (1997), as principais componentes ao nível da motivação em que a escola pode intervir.

Na tentativa de explicar as diferenças que as pessoas apresentam na forma e na capacidade de aprender, os estudos desenvolvidos no domínio da psicologia da personalidade têm dado um forte contributo para a valorização da diversidade psicológica individual.

Para além da motivação, muitos outros factores têm sido estudados, tais como o conhecimento, a memória, a inteligência ou a personalidade, sem que, contudo, se tenha já alcançado uma explicação suficientemente esclarecedora da diferenciação psicológica (Neto, 1998). Na busca de informação complementar para este tema, os psicólogos começaram a admitir a importância de outras variáveis no estudo das diferenças individuais, como os estilos cognitivos e os estilos de aprendizagem.

2.4.1.2. Dimensão Cognitiva: estilos cognitivos

Os *estilos cognitivos* são considerados como processos internos de controlo do conhecimento, de certa forma estáveis, que cada indivíduo utiliza quando percebe, pensa, resolve problemas e aprende. Por seu lado, os *estilos de aprendizagem* prendem-se mais com a forma como o aluno responde aos estímulos ambientais, emocionais ou físicos, e com a sua predisposição para seleccionar estratégias ou orientar a sua aprendizagem (Pennings e Span, 1991).

Inicialmente, a investigação sobre os estilos cognitivos teve grande incidência no campo da percepção, mas depressa se estendeu a outros domínios. O contributo desses estudos pioneiros teve não só uma influência primordial no conhecimento do papel que a percepção exerce no sujeito, mas também no novo impulso que deu à investigação sobre os estilos cognitivos (Pennings e Span, 1991).

Esse novo impulso ganho pela psicologia no estudo das diferenças individuais fez proliferar um conjunto de teorias sobre estilos cognitivos. Uma dessas teorias, desenvolvida por Santostefano (citado por Pennings e Span, 1991), conceptualizava as diferenças no desenvolvimento da personalidade das crianças e dos adolescentes em termos de *controles cognitivos*. Na opinião deste autor, existem cinco tipos de controlo, correspondentes, respectivamente, às funções de motricidade, de percepção, de atenção, de memória e de identificação de conceitos. Os tipos de controlo caracterizados pelo autor são os seguintes:

- 1- *O ego corporal e a regulação temporal* – relacionado com o modo como uma pessoa utiliza imagens ou símbolos para representar e regular o corpo e o seu movimento;
- 2- *A atenção focal* – diz respeito à forma como a pessoa aplica a sua atenção e examina o campo de informação;
- 3- *A articulação de campo* – refere-se à relação que a pessoa estabelece com o campo de informação e com os elementos essenciais ou acessórios;
- 4- *O nivelamento-destacamento* – relaciona-se com a forma como a pessoa constrói representações informativas, estáveis ou não, e com o modo como estabelece a comparação entre elas e as percepções actuais;
- 5- *A extensão de equivalência* – diz respeito ao modo como a pessoa relaciona, categoriza e conceptualiza a informação.

A ordem pela qual foram apresentados os cinco tipos de controlo corresponde a uma organização hierárquica que, na teoria de Santostefano, poderá corresponder aos níveis de desenvolvimento da pessoa. Assim, na opinião daquele autor e de acordo com os resultados obtidos nos seus estudos, a capacidade para examinar o campo de informação torna-se mais ampla e activa, à medida que a criança cresce; a atenção dos adolescentes torna-se mais focalizada na informação essencial; aumenta a capacidade para conceptualizar a informação e aumenta o nível de abstracção.

Alguns dos tipos de controlo cognitivo, em particular a articulação de campo, têm potenciais que permitem estabelecer uma relação estreita com a capacidade de leitura. O desempenho na articulação de campo, ou seja, na atenção dada à informação (essencial ou acessória) manifesta-se numa diferença significativa entre bons e fracos leitores, como o indicaram os resultados de um estudo realizado por Cotugno (citado por Pennings e Span, 1991). O mesmo autor, ao aplicar um programa de remediação a crianças que apresentavam deficiências na articulação de campo e dificuldades de aprendizagem, verificou que, no final do programa, o desempenho dos alunos era significativamente melhor. O tempo é um factor de extrema importância em estudos desta natureza, como o evidencia Cotugno (citado por Pennings e Span, 1991) na seguinte passagem:

As melhorias na realização académica ou em determinados conteúdos, não são notadas até os ganhos estruturais terem tido tempo para serem incorporados (p.106).

Este estudo permite-nos compreender melhor até que ponto as dificuldades evidenciadas por uma criança na capacidade de leitura podem estar ligadas a estruturas próprias da sua personalidade. Ao mesmo tempo facultamos informação relevante sobre o impacto que a leitura pouco eficaz tem na aprendizagem. Este problema é particularmente importante neste estudo, uma vez que, a compreensão do texto científico exige um bom domínio das competências de leitura.

O estilo dependência-independência de campo. Dos vários estilos cognitivos estudados até hoje, este é o que tem sido mais profundamente investigado e é, também, o que maior aplicação tem tido no contexto educativo (Neto, 1998).

O construto *dependência-independência de campo* surgiu relacionado com estudos sobre processos perceptivos em situações que implicavam orientação espacial. Witkin e Goodenough (1991) investigaram a dificuldade manifestada por alguns indivíduos em abstrair as partes do todo (dependência de campo) contraposta à relativa facilidade com que, ao contrário destes, outros indivíduos o faziam (independência de campo). Posteriormente, Witkin compreendeu que estas características pessoais não se aplicavam só ao campo da percepção, mas também a outros domínios da cognição e, até mesmo, a outros domínios psicológicos.

Os estudos de Witkin revelaram, ainda, que parece haver uma certa *mobilidade* dos indivíduos ao longo do eixo dependência-independência de campo, à medida que a idade avança. Ao longo do seu desenvolvimento, a criança parece deslocar-se do extremo dependência de campo para uma posição mais próxima do pólo independência de campo (Witkin, 1977). Estes resultados indiciam, de certo modo, que o nível máximo de desenvolvimento de um indivíduo corresponderá a um equilíbrio encontrado entre os atributos dependentes e independentes de campo, integrados num único estilo cognitivo.

Relativamente ao desempenho na leitura, vários autores como Kent Davis, Frank e Kat (citados por Pennings e Span, 1991) verificaram, em alunos dos 1º, 9º e 12º anos de escolaridade, alguma correlação entre a posição ocupada pelos grupos no eixo dependência-independência de campo e uma leitura mais eficaz. Apesar de os numerosos estudos já realizados nesta área, parecem ser ainda insuficientes os conhecimentos a propósito da relação existente entre o estilo dependência-independência de campo e outros mecanismos fundamentais para a obtenção de um bom desempenho na leitura, como é o caso do desenvolvimento do processamento da informação.

No que respeita à interacção entre o estilo cognitivo em análise e o ensino/aprendizagem, os estudos de Span (citado por Pennings e Span, 1991), Witkin (1977, 1991), entre outros, permitem apresentar algumas conclusões finais:

- o ensino altamente estruturado pelo professor parece beneficiar mais os alunos dependentes de campo;
- os alunos independentes de campo preferem ter um papel mais activo na sua aprendizagem;
- as pessoas dependentes de campo demonstram um particular interesse por assuntos de carácter social;
- os alunos independentes de campo preferem situações impessoais;
- em condições de motivação intrínseca, os alunos independentes de campo aprendem e recordam significativamente mais do que alunos dependentes de campo;
- os alunos dependentes de campo valorizam muito o *feedback* escolar (reforço, notas, críticas) melhorando o seu desempenho;
- os alunos independentes de campo não parecem ser tão influenciados pelo *feedback* escolar.

Os estilos cognitivos funcionam, em suma, como mecanismos de controlo na regulação da atenção, do pensamento, do interesse, da criatividade ou da motivação, determinando diferenças individuais; diferenças essas que se traduzem num desempenho desigual em processos complexos como a resolução de problemas, a metacognição ou a aprendizagem (Neto, 1998).

2.4.2. Desenvolvimento Cognitivo: duas Perspectivas Diferenciadas – Piaget e Vygotsky

Da diversidade de teorias existentes sobre o desenvolvimento cognitivo, destacam-se como pioneiras as de Piaget e de Vygotsky. As concepções defendidas por cada uma destas teorias e a polémica gerada em volta delas trouxeram, mais tarde, novos contributos à psicologia cognitiva. Miller e Bruner, grandes impulsionadores da psicologia cognitiva, reformularam as bases desta ciência, convencidos de que ela deveria ocupar-se, principalmente, da capacidade específica do ser humano para codificar, armazenar, transformar e recuperar informação (Linaza, 1985).

Não cabe no âmbito deste trabalho fazer uma exposição detalhada das concepções de Piaget e de Vygotsky; interessa, porém, destacar os principais contributos que ambas as teorias deram para o esclarecimento do processo de desenvolvimento cognitivo e das implicações educacionais daí decorrentes. É nestes domínios que Piaget e Vygotsky constituem duas importantes referências ao longo deste trabalho.

2.4.2.1. Teoria de Piaget: a Procura Constante do Equilíbrio - um Caminho para o Desenvolvimento

A história do desenvolvimento intelectual da criança é, em boa parte, a história da socialização progressiva de um pensamento individual.

- Piaget

Os pilares que serviram de suporte aos estudos realizados por Piaget sobre o desenvolvimento cognitivo foram, sem dúvida, a sua formação de biólogo e o seu interesse pelos problemas epistemológicos relacionados com a natureza e a origem do conhecimento humano.

De acordo com a sua concepção de adaptação biológica, Piaget defende uma posição *construtivista* para o desenvolvimento do conhecimento. Na sua perspectiva, o conhecimento é uma construção do sujeito que se organiza em estruturas que conferem significado e potencialidade cognitiva a cada experiência vivida. O desenvolvimento cognitivo, segundo Piaget (1976), é um processo de *adaptação* ou de procura de *equilíbrio* entre os mecanismos de *assimilação* e de *acomodação*. As novas informações são incorporadas em esquemas prévios de conhecimento, constituídos por diversas estruturas cognitivas organizadas (assimilação), provocando uma reestruturação cognitiva que permite ao indivíduo adaptar-se a uma nova situação (acomodação).

As estruturas cognitivas são instrumentos conceptuais que atingem níveis de organização qualitativamente diferentes e que correspondem aos quatro estádios, cada um dos quais com características muito próprias, definidos por Piaget (1983). Esses estádios designados por *estádio sensório-motor* (0 - 2 anos); *estádio pré-operatório concreto* (2 - 7 anos); *estádio das operações lógicas concretas* (7 - 11/12 anos); *estádio das operações lógicas formais ou abstractas* (a partir dos 11/12 anos) proporcionam uma visão sistemática e universal do desenvolvimento (Piaget e Inhelder, 1997).

Sem dúvida que esta visão do desenvolvimento, correspondente a um mecanismo de contínua e perpétua procura de equilíbrio, passando por momentos de conflito interno, tem sofrido alterações em consequência de estudos mais recentes. Alguns sustentam que a reorganização de mecanismos intelectuais de nível superior resulta da experimentação de estratégias diferentes para resolver o mesmo problema (Bryant, 1991). Outros referem que, perante diversos problemas estudados, a capacidade de resposta dos indivíduos, ao longo dos estádios, não é sempre crescente, correspondendo em muitos casos, a curvas de desenvolvimento em forma de U (Delval, 1985). No mesmo indi-

víduo, a capacidade para utilizar operações formais pode estar relacionada com situações em que a motivação é maior, mantendo-se contudo nas operações concretas em situações diversas (Bruner, 1989).

O interesse de Piaget em identificar, descrever e explicar princípios e processos gerais de funcionamento cognitivo, conduziu-o também ao estudo das relações entre a *acção e o pensamento*. Para a explicação do desenvolvimento cognitivo, Piaget considerou fundamental investigar as relações que se estabelecem entre a acção (acto) e a reflexão sobre essa acção, ou seja, a *tomada de consciência* da acção realizada (Moreno, 1985). A criança vai conhecendo o meio que a rodeia porque actua sobre ele directa ou indirectamente, ao mesmo tempo que reflecte sobre as suas acções. Piaget introduz na teoria do desenvolvimento alguns conceitos importantes como *auto-regulação* e *abstracção-reflexiva*, ao explicar a evolução da tomada de consciência: num primeiro momento, o indivíduo toma apenas consciência dos resultados da sua conduta, mas, com a evolução, acaba por tomar consciência dos mecanismos internos que produziram a acção.

Piaget concebe a tomada de consciência como a passagem de um conhecimento do plano da acção (saber fazer) para um conhecimento no plano da conceptualização (compreender). Esta mudança pressupõe um nível de desenvolvimento intelectual que corresponde ao estágio das operações formais que o adolescente alcançará quando possuir a *capacidade de reflectir*, não só sobre as suas acções, mas, sobretudo, *sobre o seu próprio pensamento* (Moreno, 1985), ou seja, quando tiver desenvolvido consideravelmente a sua competência metacognitiva.

A auto-regulação, a abstracção-reflexiva e a meta-reflexão são, desse modo, noções fundamentais para os estudos que posteriormente se desenvolveram sobre metacognição.

2.4.2.2. *Teoria de Vygotsky: a Interação Social e o Desenvolvimento*

A concepção de Vygotsky sobre o desenvolvimento é também uma teoria da educação.

- Bruner

A obra de Vygotsky trouxe um enriquecimento considerável aos estudos desenvolvidos no campo da psicologia e da educação. Através de uma abordagem abrangente, o autor procurou fazer a descrição e a explicação do desenvolvimento cognitivo do ser humano como parte integrante da interação com o seu ambiente social e cultural. A concepção de Vygotsky surge, então, como que um ponto de partida inovador que pode contribuir para o aperfeiçoamento do nosso conhecimento sobre o desenvolvimento e a aprendizagem dos seres humanos (Vygotsky, 1996).

Vygotsky atribuiu, assim, enorme importância às influências sociais e culturais no desenvolvimento psicológico do indivíduo. No seu estudo não se limitou a determinar os efeitos que alguns aspectos como a classe social ou os estímulos ambientais poderão exercer no sujeito; a sua pesquisa foi mais longe, ao pretender estudar a influência das relações entre os indivíduos no próprio desenvolvimento (Carretero, 1986).

A grande importância da interação social no desenvolvimento do indivíduo surge, aliás, de uma forma bem explícita nas próprias palavras do autor:

No desenvolvimento cultural da criança, toda a função aparece duas vezes: primeiro, a nível social, e mais tarde, a nível individual; primeiro entre pessoas (interpsicológica), e depois no interior da própria criança (intrapicológica). (Vygotsky, 1996, p. 75)

As funções psicológicas (superiores) a que Vygotsky (1996) se refere, e de que são exemplo a linguagem e o pensamento ou a memória lógica e a formação de conceitos, têm, todas elas, “origem nas relações entre os seres humanos” (p.75).

Em relação à linguagem (verbal) e ao pensamento, Vygotsky (1998) considera que, nos primeiros meses de vida, o choro e até as primeiras palavras da criança são claramente estádios do desenvolvimento da fala, mas que nada têm a ver com a evolução do pensamento. São apenas *manifestações externas*, utilizadas para estabelecer a *comunicação interpessoal*. De início, a linguagem e o pensamento seguem, assim, caminhos paralelos, mas, a certa altura do desenvolvimento, as suas curvas encontram-se e, então, segundo Vygotsky (1998), “o pensamento torna-se verbal e a linguagem racional” (p. 54). A criança atinge, nessa altura, a fase crucial do seu desenvolvimento cognitivo, passando então a linguagem a desempenhar uma *função interna* ou *intrapsicológica*, servindo de suporte às formas mais elevadas do pensamento (Neto, 1998).

Nesta perspectiva, poder-se-á considerar a interacção social como uma das componentes fundamentais na evolução do indivíduo ao longo da sua vida, com particular acuidade na infância e na adolescência (Carretero, 1986). Neste sentido, compreender-se-ão as enormes potencialidades de uma intervenção educativa eficaz na resolução de um problema ou na aquisição de um determinado conceito. Na mesma linha de pensamento, Vygotsky entende que a criança alcança um desempenho superior na realização de uma tarefa se puder dispor da colaboração de um adulto ou mesmo de um companheiro mais eficiente. Tal princípio, encontra-se bem consubstanciado no conceito central

da sua obra, o de *zona de desenvolvimento próximo* (ou potencial), que Vygotsky definiu como

a distância entre o nível real de desenvolvimento, determinado pela capacidade de resolver independentemente um problema e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da resolução de um problema com a orientação de um adulto ou em colaboração com outro companheiro mais capaz. (Vygotsky, 1996, p. 112)

Dessa interação social resulta a aquisição de instrumentos e de processos que o aprendiz interioriza. A esse processo de desenvolvimento qualitativo, Vygotsky chamou *internalização*, permitindo ao sujeito a posterior resolução independente de problemas mais complexos.

A concepção de Vygotsky pressupõe uma interpretação do desenvolvimento cognitivo do indivíduo muito mais dinâmica do que aquela que Piaget defendia. A obra de Piaget dá-nos, sem dúvida, uma informação bastante consistente sobre as *capacidades para aprender* que as crianças possuem em cada um dos estádios do desenvolvimento, mas pouco avança relativamente àquilo que poderão aprender bem como ao modo como poderão aprender mais.

2.4.2.3. O Contributo das Teorias de Piaget e de Vygotsky para a Compreensão do Processo de Aprendizagem em Contexto Escolar

Como demos já a entender, o marco teórico predominante no meio educativo, há já largos anos, tem sido o piagetiano, centrado nos estádios de desenvolvimento que dão uma visão clara do funcionamento cognitivo (Carretero, 1987). A teoria de Piaget, pelo seu carácter complexo e sistemático, conseguiu explicar um conjunto de fenómenos e fez proliferar um grande número de estudos, todos eles com o objectivo de esclarecer diversos aspectos

do desenvolvimento cognitivo. Tornou-se, por essas razões, a produção científica mais relevante do século XX, no âmbito da psicologia.

As concepções de Vygotsky, por seu lado, apesar de apresentarem uma estrutura coerente, não gozam da sistematicidade da teoria de Piaget, devido, em grande parte, ao curto período de vida do autor. Talvez essa seja uma das explicações para o facto de a teoria de Vygotsky permanecer desconhecida durante várias décadas. Nos últimos 20 anos, porém, tem-se verificado um interesse crescente pela obra de Vygotsky considerando-se as suas ideias surpreendentemente actuais e uma mais valia para a compreensão da psicologia contemporânea (Carretero, 1986).

Estas duas teorias opõem-se numa questão fundamental para o processo ensino/aprendizagem: a que se prende com a relação entre o desenvolvimento e a aprendizagem em idade escolar. A forma como cada autor concebe esta relação tem subjacente um conjunto de princípios que, transpostos para a realidade escolar, se traduzem em acções educativas diferenciadas (Neto, 1998).

Para Piaget, o desenvolvimento cognitivo corresponde a uma sequência invariável de níveis, característicos de todos os sujeitos da mesma cultura e que vão, portanto, definir os limites da aprendizagem (Carretero, 1986). Desse ponto de vista, o ensino deve ser orientado para um determinado nível de desenvolvimento, tirando partido das potencialidades já adquiridas pelo aluno. Esta visão parece, de facto, ir de encontro ao ensino tradicional que, na opinião de Vygotsky (1996), dificilmente consegue estimular o desenvolvimento por ir a reboque dos processos psicológicos já desenvolvidos. Ao contrário de Piaget, Vygotsky entende que a aprendizagem cria inúmeras possibilidades de desenvolvimento, na medida em que desperta uma série de processos evoluti-

vos internos, principalmente quando a criança se encontra numa situação de interacção social, como é o caso privilegiado do contexto escolar.

A *comunicação* que a criança estabelece com os outros através da linguagem, em particular com o professor e com os colegas, constitui outra diferença assinalável entre as teorias de Piaget e de Vygotsky, que importa sublinhar. Piaget entende o processo de desenvolvimento da criança como o resultado da reestruturação cognitiva associada muito mais ao próprio pensamento do que à comunicação com os outros. Assim se compreende a fraca relevância por ele conferida ao *papel da linguagem* no desenvolvimento cognitivo da criança. Vygotsky, em contrapartida, sustenta que, sendo a criança um ser social, a linguagem desempenha uma função primordial no processo de socialização cognitiva e, portanto, no seu desenvolvimento. O *diálogo* que faz parte dessa socialização, iniciado nos primeiros anos de vida da criança, deve ser continuado ao longo da escolarização. O diálogo na sala de aula favorece a compreensão mútua entre o professor e o aluno. E é a partir do desenvolvimento da compreensão que o aluno começa a interiorizar comportamentos e processos que servem de suporte à construção do conhecimento e ao desenvolvimento de competências, nomeadamente as que configuram o pensamento metacognitivo, ou seja, as funções superiores de pensamento como Vygotsky as designava (Neto, 1998).

Nessa linha, Vygotsky (1998) defende que cabe à escola a apresentação de novas tarefas e de novas exigências ao aluno e, em especial, ao adolescente para estimular o seu intelecto. Segundo o autor, é na adolescência que a capacidade para regular os próprios processos mentais atinge pleno desenvolvimento, servindo-se, para tal, das *palavras*, do *raciocínio* e da *formação de conceitos*. Não admira, portanto, que as teses nucleares da obra de Vygotsky

tenham, actualmente, um papel central nos estudos sobre o papel da escola no desenvolvimento do pensamento reflexivo e do controlo do processo de aprendizagem, ou seja, da metacognição (Neto, 1998). A este conceito, dada a ênfase nuclear que assumiu neste trabalho, dedicaremos, precisamente, o próximo ponto do texto.

2.5.

METACOGNIÇÃO: UM RECURSO PARA APRENDER

2.5.1. O Emergir e a Evolução do Conceito de Metacognição

O actual interesse em ensinar as crianças a pensar surge da necessidade que todos temos de saber seleccionar, processar e reter as doses massivas de informação que nos chegam diariamente. Parece ser consensual que, para fazer face a esta realidade, é necessário desenvolver nas crianças determinadas competências que lhes permitam avaliar e tomar decisões ou identificar e resolver problemas, através de um pensamento estruturado, lógico e criativo (Hamers e Overtoom, 1998).

A grande quantidade de conhecimentos e de informação associada às rápidas mudanças que ocorrem na sociedade dos nossos dias não é a única razão pela qual a necessidade de ensinar a pensar tem sido, crescentemente reclamada. A reconhecida relação existente entre o insucesso escolar e o fraco domínio dessas capacidades é outra razão que torna importante o seu treino e desenvolvimento.

Foi principalmente a partir dos anos 70 que se começou a constatar que grande parte dos alunos não conseguia aplicar estratégias de pensamento conscientemente estruturadas e eficazes na resolução das tarefas escolares. Tornou-se, por outro lado, evidente a enorme incapacidade dos alunos na transferência de estratégias aprendidas num determinado contexto para outras situações que envolviam problemas similares (Neto, 1998). A tomada de consciência dessas incapacidades foi o impulso para o desenvolvimento de diversos programas e publicações sobre o ensino/aprendizagem de estratégias que promovam o pensamento e a aprendizagem. O que se pretende é que o aluno tome atitudes conscientes e oriente a sua acção para alcançar um melhor desempenho. A ideia de que a aprendizagem implica uma actividade estratégica, planificada e controlada pela pessoa que a realiza, tem sido profundamente estudada, a partir da década de 70, na área da metacognição (Moreno, 1989).

O termo *metacognição*, apesar de só nessa altura ter entrado na linguagem dos psicólogos, tem “raízes” antigas que remontam, pelo menos, a Piaget e Vygotsky.

Como já referimos anteriormente, Piaget foi pioneiro na consideração de actividades metacognitivas que controlam e regulam o funcionamento cognitivo, ao referir-se à importância da auto-regulação e da abstracção-reflexiva para explicar o processo de tomada de consciência (Moreno, 1985). Por seu lado, a teoria de Vygotsky é, por excelência, uma teoria da aprendizagem, numa perspectiva de aprendizagem da capacidade de pensar. Todos os conceitos nucleares da sua obra, como a linguagem, a internalização e a zona de desenvolvimento próximo, reflectem uma orientação metacognitiva do desenvolvimento (Hamers e Overtoom, 1998).

No sentido etimológico, a palavra *metacognição* significa a *cognição sobre a cognição*, ou seja, a faculdade que permite ao indivíduo conhecer e controlar o seu próprio processo de pensamento. Foi Flavell, em 1971, que, pela primeira vez, atribuiu este sentido ao termo metacognição (Salema, 1997), tendo dirigido os seus estudos, nessa altura, apenas para os aspectos metacognitivos centrados na memória (metamemória) (Neto, 1995, 1998). Posteriormente, Brown (1978) concebe a metacognição como um conjunto de competências gerais que podem ser aplicadas nas mais diversas vertentes do conhecimento. Esta visão mais globalizante do conceito de metacognição foi acompanhada, mais tarde, por Flavell, que procurou dar também uma maior abrangência ao conceito, passando a entendê-lo como uma certa forma de *monitorização* de todo o sistema cognitivo, mas também do sistema emocional (Silva e Sá, 1997).

Os trabalhos realizados por Flavell e Brown, no campo da metacognição, apesar de terem sido desenvolvidos independentemente, apresentam muitas conceitos complementares e constituem um marco teórico de referência que fez desencadear inúmeros estudos de investigação metacognitiva (Neto, 1998).

2.5.2. Principais conceitos e Modelos Metacognitivos

A grande diversidade de estudos de carácter metacognitivo originou algumas interpretações diferentes e, por vezes, uma aplicação pouco adequada. A distinção entre *metacognição* e *cognição* ficou, muitas vezes, difusa. Brown (1987) chegou mesmo a afirmar que a metacognição é “um conceito que está na moda, complexo e de significado frequentemente distorcido” (p. 65). Mas, na opinião desta autora, não há razão para a polémica que se gerou

em torno do conceito, uma vez que o que fundamentalmente interessa é o conhecimento acerca das próprias cognições e não as cognições em si mesmas e reforça essa ideia apelando ao significado da própria palavra metacognição: *cognição acerca da cognição* ou *pensar sobre o pensar*.

Esta controvérsia deve-se, em parte, ao facto de o conceito de metacognição ter sido utilizado, inicialmente, para designar duas formas de competência metacognitiva: por um lado, aparece associado ao “*conhecimento declarativo* acerca do sistema cognitivo e dos seus conteúdos”; por outro, refere-se à “*regulação e controlo* desse sistema”. Parece, com efeito, pertinente a distinção entre o “*saber que*” e o “*saber como*”, reafirmada por Brown, ao distinguir entre “*conhecimento estático*” (o saber que) e “*conhecimento dinâmico*” (o saber como) (Neto, 1998, p. 129).

Tornou-se difícil, para ambos os autores, explicarem, de forma convincente, esta dualidade implícita nas definições de metacognição e terminar com a polémica que se havia instalado. Brown foi, no entanto, quem mais se esforçou por esclarecer esta problemática, argumentando que as tensões que envolvem o tema se devem, no essencial, a duas questões fundamentais: a existência de raízes históricas diferentes para as duas vertentes da metacognição e o facto de haver apenas um termo (metacognição) para definir uma área tão complexa e diversificada.

Apesar dessas dificuldades, que desviaram o estudo da metacognição e do seu papel no desenvolvimento do indivíduo e da sua capacidade de pensar é uma área cada vez mais activa na investigação, continuando os modelos de Flavell e de Brown a ser referências marcantes.

O *modelo da monitorização cognitiva de Flavell* distingue duas componentes fundamentais da metacognição: o *conhecimento metacognitivo* e a *experiência metacognitiva*. Para Flavell, o “conhecimento metacognitivo” aplica-se ao conhecimento na sua totalidade. Entende-se, portanto, como o conhecimento que cada um tem sobre a sua própria pessoa como ser cognitivo e sobre os factores, as acções e as experiências que afectam o resultado cognitivo final (Valente et al., 1989; Salema, 1997; Silva e Sá, 1997). O conhecimento metacognitivo é, no fundo, um conhecimento declarativo e processual que resulta da interacção de um conjunto de variáveis referentes à *pessoa*, à *tarefa* e à *estratégia* (Flavell, 1987).

- As *variáveis pessoais* dizem respeito ao tipo de conhecimento relacionado com o ser humano, encarado na sua globalidade, nas vertentes cognitiva, afectiva, motivacional e perceptiva. Incluem o conhecimento das diferenças que nos distinguem dos outros (interindividuais) e aquelas que existem em cada um de nós (intra-individuais). São estes aspectos inter e intra-individuais que marcam a individualidade humana e que contribuem para a criação do conceito que cada um tem de si próprio. É através deles que conhecemos as nossas competências, limitações, interesses e motivações. Esta é uma forma de metacognição fundamental para o indivíduo porque lhe permite tomar consciência daquilo que já sabe e do que ainda lhe falta saber (Flavell, 1987; Neto, 1998).

- Às *variáveis de tarefa* corresponde o conhecimento que temos do modo como a natureza e as características da tarefa vão activar os mecanismos cognitivos, por forma a atingir um bom desempenho (Flavell, 1987; Salema, 1997; Neto, 1998).

• Finalmente, as *variáveis de estratégia* relacionam-se com o conhecimento dos processos que permitem alcançar, de forma mais eficaz, os objectivos cognitivos. Flavell (1987) faz a distinção entre *estratégias cognitivas* e *estratégias metacognitivas*. O indivíduo, ao longo do seu desenvolvimento, utiliza as estratégias cognitivas para o processamento da informação e aplica as estratégias metacognitivas para monitorizar esse processamento. Conforme assinala Neto (1998), “as estratégias metacognitivas servem para controlar a validade das estratégias cognitivas e dos seus produtos (os objectivos e as respostas pretendidas)” (p. 134).

Todas as variáveis a que acabámos de fazer referência podem, segundo Flavell (1987), estar relacionadas com as *experiências metacognitivas* que ocorrem antes, durante, ou após a realização de uma actividade cognitiva ou afectiva. Recordamos que essas experiências metacognitivas, de acordo com o autor, constituem a outra componente fundamental da metacognição, paralelamente ao conhecimento metacognitivo.

As experiências metacognitivas são vivências conscientes do indivíduo que ocorrem, quer ao nível cognitivo, quer ao nível afectivo, condicionando os mecanismos cognitivos. As atitudes, os pensamentos e as emoções que se desencadeiam em cada momento que nos deparamos com uma tarefa cognitiva, no sentido de alcançar o seu objectivo, podem revelar-se favoráveis ou desfavoráveis à execução dessa mesma tarefa.

Os estados psicológicos desenvolvidos em consequência de cada sucesso conquistado ou de cada fracasso obtido produzem efeitos imediatos na confiança, no esforço empreendido e na motivação com que se abordam novas situações. A consciencialização dos resultados (positivos ou negativos) pro-

duzidos por cada uma das experiências metacognitivas pode funcionar como mecanismo incentivador ou inibidor da própria cognição (Neto, 1998).

Para além deste importante contributo de Flavell, consubstanciado pelo seu modelo para o desenvolvimento da investigação metacognitiva, o *modelo de Brown* constitui outra importante base teórica. Este modelo, talvez por apresentar um conjunto de ideias bem explícitas e direccionadas para a aplicação de estratégias metacognitivas, tem sido preferido pela maior parte dos autores.

Para Brown (1987) é possível avaliar o nível de funcionamento metacognitivo, usando como critério o grau de compreensão revelado. A autora entende que *o relato verbal dos processos mentais* é a melhor forma de revelar essa compreensão. Daí que muitos dos autores que utilizam protocolos escritos nas suas metodologias sigam este critério. Através da verbalização, o indivíduo expõe o conhecimento que possui da sua própria cognição, ou seja, o *conhecimento metacognitivo* e revela, ao mesmo tempo, a capacidade de reflexão e o grau de consciência dos mecanismos intervenientes. Esta capacidade de reflexão implica um determinado nível de desenvolvimento cognitivo que, para Piaget, corresponde ao pensamento operacional formal (abstracção-reflexiva) e que só será alcançado em pleno na adolescência. Na opinião de Vygotsky, este nível de desenvolvimento só se começa a promover efectivamente no momento em que o pensamento se torna verbal e a linguagem racional. Este autor considera, tal como Piaget, que esse momento ocorre, em situações normais de interacção social, no início da adolescência.

Outros estudos realizados por Brown (citada por Moreno, 1985) sobre a compreensão e processamento de informação escrita das crianças mais jovens permitiram-lhe concluir que estas:

- revelam pouca consciência das inconsistências;
- apresentam dificuldade em abandonar estratégias que se tornaram inadequadas à tarefa e substituem, com frequência, as estratégias adequadas;
- não ajustam o seu esforço à dificuldade da tarefa;
- não distribuem, adequadamente, o tempo de estudo às partes do texto cujo nível de dificuldade exige uma maior atenção.

Parece haver, de facto, unanimidade quanto à fase da vida do indivíduo (adolescência) em que o desenvolvimento da capacidade de reflexão começa a ter uma influência marcante no funcionamento cognitivo.

O *controlo metacognitivo* é, para Brown, uma componente da metacognição que funciona como mecanismo auto-regulador durante a execução de determinadas tarefas como a leitura, a resolução de problemas ou o estudo. Essa componente compreende um conjunto de estratégias que os alunos podem escolher deliberadamente durante a realização de uma tarefa para os conduzir ao sucesso.

Para o caso da leitura, Brown (citada por Nisbet e Shucksmith, 1987) apresenta uma lista de estratégias metacognitivas que permitem o controlo desse exercício:

- *clarificar a finalidade da leitura*, tentando compreender todas as exigências da tarefa;
- *identificar a informação principal* do texto;
- *dirigir a atenção* para os conteúdos essenciais;
- *levantar questões e rever a leitura* do texto para se certificar do nível de compreensão alcançado;

- *apresentar uma atitude de remediação* quando se detectam falhas de compreensão.

Relativamente às estratégias metacognitivas particularmente importantes para a resolução de problemas, Neto (1998) explicita aquelas que, na opinião de Brown (1978), constituem “o cerne da resolução de problemas” e que, por isso, configuram o modelo de resolução de problemas proposto pela autora:

- *Planear*: traçar um esquema mental dos procedimentos;
- *Prever*: antecipar uma opinião sobre a eficácia e o resultado das estratégias a implementar;
- *Avaliar*: verificar a validade dos procedimentos e dos resultados obtidos ao longo da actividade;
- *Monitorizar*: controlar a validade de todas as fases de execução da tarefa e do conhecimento construído, tendo como referência o objectivo a atingir.

Todas estas estratégias metacognitivas têm sido alvo de intensas investigações, no sentido de se aprofundar o conhecimento sobre a sua influência na aprendizagem escolar. No ponto seguinte daremos conta de alguns desses estudos realizados em diversos ambientes (fora e dentro da sala de aula) e com alunos com maiores ou menores dificuldades de aprendizagem.

2.5.3. Estratégias Metacognitivas e Aprendizagem Escolar

Os principais atributos do conceito de metacognição explicitados nos modelos de Flavell e de Brown, tal como as suas grandes potencialidades para

o desenvolvimento humano, são consonantes com a nova perspectiva de aprendizagem assente na construção de significados.

Ainda que, no quotidiano escolar, a intervenção prática de acordo com essa perspectiva não se traduza numa realidade generalizada, são cada vez mais os professores e investigadores que concebem a aprendizagem como um processo interno e dinâmico de construção de conhecimentos e de desenvolvimento de competências. É ao longo deste processo que as estratégias metacognitivas desempenham um papel fundamental no controlo que exercem sobre a organização, a estruturação e a avaliação do conhecimento.

O entusiasmo gerado pelas características apelativas do conceito de metacognição e a concepção de que o desenvolvimento de estratégias metacognitivas poderá exercer um efeito decisivo na aprendizagem do indivíduo e, conseqüentemente, no seu desenvolvimento cognitivo e emocional, contribuíram para a proliferação de inúmeros estudos neste campo.

Durante vários anos, muitos desses estudos ou programas, foram especialmente dirigidos a grupos restritos de crianças com dificuldades de aprendizagem. Diagnosticadas essas dificuldades, o grupo era sujeito a um programa composto por várias sessões (12, 14 ou 15), em que se procurava desenvolver determinadas competências necessárias para uma aprendizagem significativa. Llera (1998) apontou como principais obstáculos à aprendizagem, evidenciados por este tipo de alunos: a lenta capacidade de processamento de informação; problemas com a organização espacial; aplicação de estratégias pobres e inadequadas e a fraca capacidade de concentração. Na opinião da mesma autora, estas limitações provocam, também, hábitos de estudo ineficazes. O desenvolvimento de hábitos e de estratégias de estudo constitui, actualmente, outra importante linha de investigação. O objectivo destes projectos

é facultar aos estudantes o acesso aos seus próprios processos cognitivos durante o estudo individual e independente, o que lhes permitirá uma orientação consciente, responsável e autónoma da sua aprendizagem (Silva e Sá, 1997).

A investigação realizada neste campo, sobretudo na última década, tem privilegiado, como já foi referido, os alunos com dificuldades de aprendizagem. Mas, a par destes, a generalidade dos alunos apresenta, também, problemas na compreensão da leitura, na interpretação do material escrito, na organização e retenção da informação ou na integração do conhecimento prévio na nova informação (Llera, 1998). O que parece ser consensual é que o conhecimento dos processos e das “ferramentas” que permitem ao aluno tornar a sua aprendizagem escolar mais efectiva e autónoma é benéfico para todos. Por outro lado, reconhece-se que uma intervenção fora do ambiente escolar e limitada a um momento específico da vida escolar do aluno é insuficiente, se pensarmos que a escolarização é cada vez mais prolongada (Silva e Sá, 1997). Para além destas razões, há ainda a acrescentar que não se pode exercer qualquer tipo de controlo sobre uma competência que não foi ainda adquirida. As competências cognitivas funcionam, assim, como pré-requisitos das metacognitivas. Esta cumplicidade entre a cognição e o controlo da cognição (metacognição) apela a uma atenção especial para as competências cognitivas porque, como sublinha Vygotsky, só se pode aprender a controlar funções psicológicas que já se adquiriram (Neto, 1998). A sala de aula surge como um ambiente privilegiado para desenvolver essa complementaridade.

Nessa perspectiva, Llera (1998) argumenta que a intervenção pedagógica baseada no ensino de estratégias cognitivas e metacognitivas oferece grandes possibilidades, mesmo aos alunos com boas condições intelectuais, mas que não sabem utilizá-las no contexto escolar e que, por esse motivo, somam várias experiências de fracasso.

A tentativa de concretizar na prática estes pressupostos teóricos deu lugar ao aparecimento de vários estudos empíricos realizados em ambiente de sala de aula. Em Portugal, merece destaque o *Programa Dianoia* que, através das actividades curriculares do professor na sala de aula, procurou desenvolver nos alunos competências cognitivas e metacognitivas em diversas áreas como linguística e resolução de problemas (Valente et al., 1987; Cruz, 1989; Neto, 1995; Salema, 1997).

Outro trabalho bastante significativo realizado no campo da metacognição em ambiente escolar foi o de Baird, na Austrália (Valente et al., 1987; Neto, 1998). O autor pretendia, através de uma metodologia de investigação-acção, desenvolver em alunos de 9º e de 11º anos hábitos metacognitivos no sentido de adquirirem um maior controlo e responsabilização pela sua aprendizagem. Os resultados obtidos por Baird revelaram progressos significativos, quer no campo afectivo (atitudes mais favoráveis para com a disciplina), quer no campo cognitivo (melhor desempenho académico). Os princípios teóricos em que assentava este estudo, consideram-se fundamentais, porque enquadram as grandes linhas orientadoras do nosso trabalho. Tal como Baird entendemos que:

- a aprendizagem é condicionada pelas decisões do aluno;
- a inadequada tomada de decisão provoca insuficiência na aprendizagem;
- a consciencialização progressiva sobre a natureza da aprendizagem produz mudanças significativas nas atitudes dos alunos perante a escola.

Os resultados dos estudos aqui mencionados, tanto os que foram realizados em pequeno grupo, fora da sala de aula, como os que envolveram gru-

pos-turma em ambiente escolar, fornecem referências positivas que parecem confirmar a importância das estratégias ou experiências metacognitivas na aprendizagem. Contudo, não existe ainda um conjunto de propostas didácticas nesse âmbito, prontas a serem implementadas nas diversas escolas, em várias disciplinas e pelos inúmeros professores. A diversidade de situações e de conteúdos exige uma compreensão profunda dos vários aspectos da metacognição, no sentido de se alcançar uma adequada adaptação no momento da intervenção pedagógica. O treino metacognitivo exige, ainda, um compromisso efectivo, tanto de professores como de alunos, que, no caso de existir, conduzirá a uma melhor qualidade do ensino e da aprendizagem, da qual o aluno sairá mais independente e mais eficaz (Valente et al., 1987).

2.5.4. Aprender a Estudar: uma Prioridade do Nosso Tempo

Não basta, de facto, que cada um acumule no começo da vida uma determinada quantidade de conhecimentos de que possa abastecer-se indefinidamente. É, antes, necessário estar à altura de aproveitar e explorar, do começo ao fim da vida, todas as ocasiões de actualizar, aprofundar e enriquecer estes primeiros conhecimentos, e de se adaptar a um mundo em mudança.

- Unesco, 1996, p. 77.

O esforço deliberado que o aluno faz para aprender deve traduzir-se no desenvolvimento da capacidade de aprender a aprender, considerada um imperativo nos nossos dias. Maximizar esta capacidade significa reforçar a autonomia e o espírito de iniciativa na procura activa do conhecimento. O estudo individual realizado pelo aluno fora da sala de aula deve constituir um complemento da aprendizagem escolar e um hábito a desenvolver.

Actualmente, é consensual a ideia de que os alunos não sabem estudar ou, por outras palavras, não desenvolveram procedimentos e atitudes que lhes

permitam actuar de forma reflexiva e organizada. Em consequência, o esforço e o tempo despendidos pelos alunos durante o estudo não produzem o efeito esperado no desempenho escolar, situação que lhes causa grande surpresa quando confrontados com os resultados obtidos, por exemplo, nos testes de conhecimentos. Mas mais grave do que isso é o desânimo e o desinteresse que, em consequência, se instalam.

A motivação para aprender resulta de reforços positivos que, pouco a pouco, favorecem a autoconfiança do aluno. Torna-se, por isso, cada vez mais importante que a escola ensine estratégias de aprendizagem e de estudo, como se tornou, aliás, objectivo explícito da implementação do Estudo Acompanhado. Mesmo com a criação desta nova área vocacionada para orientar os alunos no estudo, esta deve ser uma actividade da responsabilidade de todos os professores. Não fará sentido que ensinar a pensar e a aprender se reduza a um curto período de tempo. Este objectivo deve ser transversal a todas as actividades que se realizam na aula, generalizado, por isso, a todas as disciplinas e suportada na utilização de uma diversidade de estratégias (Pina, 1990; Escañó e Serna, 1999).

Quanto mais efectivo for o controlo dos alunos sobre os seus processos cognitivos mais facilmente organizam e estruturam os seus conhecimentos, maximizando, desse modo, as suas possibilidades de sucesso e de desenvolvimento da capacidade para aprender. Weinert e Kluwe (1987) sintetizaram esta ideia afirmando que "cognição, metacognição, competências processuais e factores de motivação são determinantes importantes na actividade de aprendizagem" (p. 13).

Aprender a estudar implica, em suma, aprender a organizar e processar a informação. Os mapas de conceitos surgem como um excelente recurso para

que o aluno tome consciência dos processos cognitivos e afectivos que são necessários para uma aprendizagem significativa (Escaño e Serna, 1999). Estes autores defendem que *os mapas de conceitos dão um contributo importante para o controlo da aprendizagem*, na medida em que facultam uma maior consciencialização daquilo que o aluno já sabia, do que sabe agora e dos procedimentos usados para aprender.

Na opinião de Pina (1999), os apontamentos em forma de *mapa* ou de *esquema* ajudam os alunos a estruturar os conteúdos e a organizá-los compreensivamente, conferindo-lhes um estilo pessoal. Durante a sua elaboração, os alunos desenvolvem as competências de análise e de síntese, ao mesmo tempo que a sua criatividade é estimulada. Este autor apela a este tipo de apontamentos, por oposição à tradicional *tomada de apontamentos* que, de uma maneira geral, inclui muitas palavras irrelevantes. Essas palavras não só dificultam a procura de conceitos ou palavras-chave que é preciso aprender, como também implicam uma perda de tempo durante a leitura e o estudo. Pina (1999) aponta, ainda, algumas desvantagens próprias deste tipo de apontamentos:

- as palavras-chave não aparecem destacadas no texto;
- é difícil recordar páginas com um aspecto visual muito idêntico;
- a leitura de palavras pouco significativas leva à perda de tempo;
- estimulam pouco a criatividade.

Aprender a organizar a informação de uma forma mais eficiente permite saber, também, recuperá-la de forma mais eficaz. O uso adequado da memória humana é um factor importante para a compreensão oral e escrita, assim como para o cálculo e raciocínio. As diferenças individuais frequente-

mente observadas no desempenho dos alunos tendem a esbater-se quando se sabe usar e manipular de forma mais eficaz a informação retida.

A memória é um elemento fundamental do sistema humano processador de informação. Fisher (1990) compara metaforicamente a memória a uma correia de transporte que, em funcionamento, conduz a informação do exterior para o interior onde será processada.

A informação recebida do exterior é conduzida, inicialmente, a uma das componentes estruturais da memória – *a memória a curto prazo*. Aqui, parte da informação é rejeitada e a restante é processada. Por ocorrerem nela as operações de processamento, também foi designada por *memória operativa*. A informação processada vai, posteriormente, para a *memória a longo prazo*. Nesta componente da memória a informação é armazenada em unidades estruturais organizativas (Fisher, 1990). Da qualidade dessa organização depende muito a maior ou menor facilidade que os indivíduos revelam na utilização da informação. É neste campo que a escola deve actuar por forma a desenvolver nas crianças uma boa organização da informação retida.

Vários autores admitem que *a aprendizagem e a memória estão intimamente associadas*. Pinto (1992) entende que a *aquisição de estratégias de estudo* funciona como um complemento prioritário na *retenção do conhecimento*. A criança, ao dar sentido ao que aprende, consegue armazenar o conhecimento na memória a longo prazo, onde fica integrado e, mais tarde, quando for necessário, será capaz de o reutilizar (Doly, 1999). Mais uma vez os esquemas e os mapas de conceitos parecem responder a esta exigência. Eles são instrumentos sintetizadores da informação que facilitam a memorização dos conceitos e das suas relações através de um suporte visual. Dada a reconhecida capacidade humana para recordar imagens, se o grau de estrutu-

ração for elevado, a informação resistirá mais ao esquecimento e terá maiores possibilidades de ser recordada no futuro.

2.6.

O ENSINO DAS CIÊNCIAS E O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS METACOGNITIVAS

O interesse pelo ensino/aprendizagem de *competências metacognitivas* na área das ciências, advém do importante papel que a metacognição desempenha em domínios fundamentais da aprendizagem escolar. Entre outros, destacam-se a comunicação oral, a compreensão (oral e escrita), a leitura, a produção escrita e a resolução de problemas (Valente et al., 1989). Apesar desse alargamento a diversos domínios do conhecimento, a metacognição encontra-se, na literatura relacionada com a educação em ciências, essencialmente associada ao desenvolvimento de estratégias de *mudança conceptual* e de *resolução de problemas*.

A metacognição desempenha um papel central na mudança conceptual, na medida em que, sem desenvolver as competências metacognitivas, o aluno dificilmente seria capaz de detectar falhas na capacidade explicativa das suas próprias ideias, nem comparar o poder explicativo, quase sempre elevado, das concepções prévias com o das novas concepções. Estas parecem ser razões suficientes para que a metacognição seja encarada, por diversos investigadores, como um requisito fundamental para que a mudança conceptual seja, de facto, possível. Mas, por outro lado, se se conseguir que, durante esse processo, os alunos tomem consciência do carácter construtivo da aprendizagem,

então podemos considerar a metacognição como um resultado desejável da mudança conceptual (Campanário e Moya, 1999).

A abundante literatura existente actualmente na área da resolução metacognitiva de problemas evidencia claramente a enorme relevância dessa componente no ensino das ciências. Em disciplinas como a Física, a Química e a Matemática, cujos conteúdos proporcionam a resolução de problemas (na sua maior parte quantitativos), é comum observar-se que os alunos se limitam a resolvê-los mecanicamente, sem terem consciência dos passos necessários para a sua resolução. Essa falta de consciencialização é revelada, muitas vezes, quando os alunos não conseguem explicitar as estratégias usadas durante a resolução. Noutras disciplinas, como é o caso da Biologia e da Geologia, que envolvem, em maior número, problemas qualitativos (situações-problema), existe também forte evidência de que os alunos utilizam estratégias de raciocínio e aplicam metodologias muito superficiais. É frequente constatar que os alunos aplicam critérios de compreensão limitados, de tal maneira que nem sempre conseguem perceber que as suas dificuldades têm na base problemas de compreensão. Como diz Campanário (1999), nessas situações os alunos “não sabem que não sabem” (p. 180) e também “não sabem o que sabem” (Doly, 1999, p. 20).

O controlo da compreensão pode ser melhorado significativamente, através dos uso de estratégias metacognitivas que poderão exercer uma influência positiva em diversos aspectos da aprendizagem das ciências. A problemática da compreensão estende-se aqui à *linguagem científica*, veiculada por um lado, através da comunicação oral estabelecida na aula e, por outro lado, contida nos textos e manuais usados pelos alunos.

Na opinião de Sutton (1998), a comunicação em contexto escolar deve resultar de um esforço exercido para criar uma “*comunidade*” de pensamento, ou seja, uma “*compreensão partilhada*” (p.29). Quando essa partilha de pontos de vista é conseguida por professores e alunos, existe concordância quanto à *informação mais relevante* e à *atenção* que deve ser despendida em cada situação, acabando por facilitar o processo de aprendizagem. O conhecimento construído na aula resulta, muitas vezes, do *encontro de argumentações* e da *negociação de significados*. Daí a reconhecida importância do papel da comunicação e da linguagem na aula de ciências (Lledo e Cañal, 1993).

Se é importante que os alunos conheçam como funciona a ciência (tema já abordado neste trabalho), mais importante se torna que eles se apercebam dos múltiplos fins da linguagem e a saibam usar bem na sua própria aprendizagem. Sutton (1998) pensa ainda que a nova aprendizagem implica, em primeiro lugar, o uso da linguagem como um *instrumento interpretativo*, uma forma de dar sentido ao que vemos, ao que pensamos e àquilo que os outros dizem. O aluno, ao contrário daquilo que frequentemente se afirma, não utiliza a linguagem científica para “descrever” o que vê nas experiências, mas sim para as “re-descrever”, de acordo com a organização mental já adquirida. Em segundo lugar, a linguagem é também uma forma de dizer aos outros aquilo que pensamos, algo que se afirma como um forte contributo para a aprendizagem das ciências, porque, tal como diz Vygotsky (1998), o diálogo favorece a *compreensão mútua entre alunos e professores*.

Na aula de ciências, a linguagem deve constituir um conjunto coeso de palavras/expressões comuns e de termos científicos, em que o *debate* sobre o que cada aluno consegue compreender de uma determinada ideia. Para além dos debates, também os textos, os relatórios, os diagramas, as tabelas de da-

dos e os mapas de conceitos, entre outros, integram a linguagem científica escolar (Izquierdo et al., 1999).

Neste estudo, daremos especial destaque às características do *texto científico* e dos *mapas de conceitos*, bem como às suas potencialidades na aprendizagem, por ter sido através deles que, ao longo do estudo empírico, se procurou desenvolver a *compreensão da leitura* e a *organização do conhecimento*.

2.6.1. A Compreensão do Texto Científico

O texto científico coloca o aluno perante um duplo desafio: por um lado, é necessário dominar o conjunto de regras e de signos linguísticos que o constituem e, por outro, há que realizar o processamento da informação que ele contém. Ao ler o texto, o aluno deve *extrair significados* e *construir conhecimentos* científicos (Macías et al., 1999).

A compreensão do texto científico implica um processamento dinâmico, interactivo e contextual, durante o qual existe uma inter-relação entre os processos cognitivos e metacognitivos. Sem especificar qualquer tipo de texto em particular, Salema (1997) considera que o aluno pode progredir na compreensão textual através do uso adequado de estratégias. Muitas vezes, ainda *antes da leitura*, a partir do título, das imagens ou da estrutura do texto, o aluno desencadeia uma *série de raciocínios* ou *evoca conhecimentos prévios*. *Durante a leitura*, que julgamos ser o momento mais importante, o aluno deve ser capaz de realizar inferências e representações com algum grau de coerência (Macías et al., 1999). O aluno, durante o processo de leitura, pode aplicar algumas estratégias metacognitivas que proporcionam uma compreen-

são mais eficaz, como *identificar as partes estruturais* que organizam o texto, *identificar a ideia principal*, *identificar e sublinhar as palavras-chave* ou *expressões desconhecidas* ou, ainda, *distinguir o essencial do acessório*. No *final da leitura*, o *resumo* pode servir para controlar e avaliar o nível de compreensão do texto. Utilizado desta forma, constitui mais uma estratégia metacognitiva, para além de outras como, por exemplo, o auto-questionamento, no qual o aluno faz o confronto entre as perguntas (colocadas antes da leitura) e as respostas (dadas no final).

Segundo Baker (citado por Campanário, 1999), o processamento da informação a partir de textos estabelece um paralelismo claro entre determinadas competências básicas que procuramos desenvolver nos alunos de ciências e certas estratégias cognitivas e metacognitivas. Assim, algumas competências como as *capacidades de observação*, de *classificação*, de *comparação*, de *interpretação de dados* ou *formulação de inferências e hipóteses* encontram uma forte relação com as estratégias realizadas durante a leitura de textos. Baker é de opinião que a aprendizagem das ciências a partir de textos é um dos processos mais eficazes para fomentar a metacognição.

A leitura e debate do texto científico nas aulas de ciências, a par com outras actividades como observações sistematizadas, visitas de estudo, saídas de campo e trabalhos práticos, poderão desenvolver nos alunos níveis de compreensão mais elevados e elaborados sobre a natureza da ciência e, também, sobre os conteúdos em estudo. Desta forma, pretende-se alcançar um dos objectivos do ensino básico, consignado no Artigo 7º da Lei de Bases do Sistema Educativo português:

assegurar que na formação dos jovens sejam equilibradamente inter-relacionados o saber e o saber fazer, a teoria e a prática, a cultura escolar e a cultura do quotidiano. (M. E., 1986)

Poderá parecer que o ensino da leitura é apenas da responsabilidade da disciplina de Português e que as disciplinas de ciências pouco ou nada poderão fazer se os alunos não dominam essa técnica. Contudo, cada disciplina ou área de conhecimento possui diferentes tipos de linguagem e, como diz Sutton (1998), “a experimentação faz parte da ciência, mas também a escrita e a conversa o fazem” (p.29). E nós acrescentaríamos, ainda, a leitura.

A linguagem científica, por ter evoluído no sentido de ajudar a interpretar o mundo de uma forma mais rigorosa e coerente do que a interpretação que é própria do senso comum, utiliza, por isso, um vocabulário e sintaxe diferentes das usadas no dia a dia. São muito diversas as características da linguagem científica. Apontamos aqui apenas algumas delas que, pela sua frequência e significado, poderão esclarecer melhor o que é, afinal, este tipo de linguagem:

- grande quantidade de termos técnicos;
- recurso frequente a metáforas gramaticais (substantivos derivados de verbos ou de adjectivos como, por exemplo, ocorrer/ocorrência, estável/estabilidade);
- elevado número de palavras que indicam relações temporais ou causais;
- elevado número de palavras lexicais (palavras que indicam um conteúdo).

A investigação educacional é a este respeito muito escassa. No início da década de 90, a literatura sobre a linguagem e o ensino das ciências era quase inexistente em Portugal e muito reduzida nos outros países (Serra e Oliveira, 1999). No caso do nosso país, a situação parece continuar muito idêntica, no

que respeita à ênfase dada à linguagem na educação em ciências, ao nível da sala de aula.

Conhecem-se alguns estudos sobre a linguagem metafórica como o de Teresa Oliveira e um outro de Maria Paula Contreñas (citadas por Serra e Oliveira, 1999) e existem algumas comunicações na área mais restrita da “Compreensão e Produção de Textos Científicos”, embora com uma ênfase maior para a produção de texto. Estas comunicações são o resultado de um estudo realizado por Serra e Oliveira, baseado na análise de manuais escolares de ciências dos 2º e 3º ciclos do ensino básico. Dessa análise, as autoras concluem que os manuais dão pouca relevância à produção de texto e também não estimulam respostas que impliquem comentários críticos com estruturação lógica de ideias.

Para além destes estudos que abordam a problemática da linguagem científica na aprendizagem das ciências, existem outros que, embora distanciados destes aspectos, se preocupam com o desenvolvimento da capacidade de leitura em interface com a metacognição. Sousa (1996), numa investigação realizada com alunos do 7º ano de escolaridade, procurou estudar alguns aspectos da relação entre a *consciência metalinguística e a leitura*. O conceito de consciência metalinguística, criado a partir de perspectivas psicolinguísticas e psico-educacionais, revelou-se um factor importante em várias fases do processo de desenvolvimento da linguagem e da cognição. A perspectiva psico-educacional encontra-se associada aos trabalhos de Vygotsky e dos seus colaboradores. De acordo com este ponto de vista, as crianças começam a revelar algum nível de consciência metalinguística, a partir do momento em que já são capazes de corrigir o seu próprio discurso ou o discurso dos outros, durante as interacções verbais. Mas só mais tarde as crianças con-

seguem detectar ambiguidades, em frases orais ou escritas, produzidas por elas próprias ou por outros. A capacidade metalinguística parece, assim, surgir mais tarde e de modo diferenciado em cada indivíduo.

Os resultados da investigação de Sousa (1996) sobre a relação entre a consciência metalinguística (capacidade de usar a língua para reflectir sobre a língua) e a leitura (interacção significativa com o texto) revelaram uma correlação positiva entre elas. O que significa que um desempenho elevado em literacia da leitura se encontra associado a um desempenho igualmente superior nalgumas tarefas (muito importantes até para a aprendizagem das ciências) e que pressupõem:

- capacidade de localizar informação específica;
- capacidade para compreender a informação constante em tabelas e gráficos;
- capacidade para interpretar textos tipo documento ou explicativos.

Concordamos com a autora quando afirma que as estratégias propostas aos alunos para exercitarem a sua capacidade de leitura contribuem, simultaneamente, para desenvolverem a consciência linguística e a aprendizagem.

A nível internacional, nomeadamente em Espanha, têm também sido desenvolvidos diversos estudos dentro deste âmbito (Martínez, 1992; Repetto, 1997; Solé, 1997). O Programa de Orientação Metacognitiva da Compreensão da Leitura, promovido por Repetto (1997), constitui um bom exemplo. Esta autora refere que a compreensão da leitura está intimamente ligada às experiências acumuladas pelo aluno e às ideias armazenadas na sua mente. O significado que o aluno elabora é o resultado de uma combinação da nova informação contida no texto com a informação que ele já possui. Nesta perspectiva, a compreensão da leitura reside num “processo interactivo do leitor com o

texto, através do qual constrói o significado” (p. 9). Nesta investigação, a autora aplicou em diversas áreas do currículo estratégias metacognitivas para desenvolver a compreensão da leitura e a aprendizagem escolar. Segundo Repetto (1997), a maior parte da aprendizagem é conseguida através de informação escrita; as competências “metacompreensivas” podem, por isso, ser transferidas a qualquer área do conhecimento (Línguas ou Ciências). Os resultados deste estudo confirmam, uma vez mais, que o desenvolvimento das competências metacognitivas facilita a aprendizagem escolar.

Os problemas metacognitivos no campo da leitura, tratados com alguma profundidade pelos investigadores, passaram a ser valorizados, também, no ensino das ciências. Otero (1990) investigou alguns processos de compreensão durante o *processamento de textos científicos e o controlo da própria compreensão* ao longo desse processamento. O autor conclui que são, sobretudo, problemas de natureza metacognitiva que dificultam a compreensão dos textos de Física. Em muitos casos, o aluno não só não compreende a informação correcta, como nem sequer tem consciência de que não compreende. Outro estudo, também ele sobre os factores que intervêm na compreensão de textos de Física, realizado por Macías et al. (1999), permitiu concluir que mesmo os estudantes do ensino superior não usam estratégias adequadas à compreensão. Poucos são os alunos que sozinhos conseguem interpretar e organizar a nova informação a partir dos conhecimentos prévios, para que a construção de conhecimento seja, de facto, efectiva.

2.6.2. Os Mapas de Conceitos – um Importante Recurso Metacognitivo para Aprender Ciências

A compreensão do texto científico, como, aliás, já antes se salientou, não é uma tarefa fácil, principalmente para leitores menos experientes. Quando o texto científico é utilizado para aprender ciências, torna-se necessário que o aluno possua alguma capacidade para aplicar estratégias adequadas aos fins cognitivos. Contudo, é frequente verificar-se nos alunos com 12 ou 13 anos uma enorme dificuldade em aplicar estratégias eficazes para obter um conhecimento mais organizado e mais estruturado.

A aplicação consciente de estratégias adequadas a uma aprendizagem significativa constitui um processo evolutivo muito lento que, por vezes, só na fase adulta se consegue alcançar. A escola deve estimular o desenvolvimento deste processo, oferecendo um estilo de ensino assente na diversidade de situações de aprendizagem que, em conjunto com as experiências individuais do aluno, se traduza numa actividade metacognitiva (Valente et al., 1989). Na mesma linha de pensamento, Vygotsky (1998) considera fundamental colocar o adolescente perante novas exigências para estimular o seu intelecto. Em sua opinião, só mediante novas representações a sua competência cognitiva poderá alcançar estádios mais elevados.

Para aprender significativamente, sublinhamos, o aluno deve ser capaz de relacionar a nova informação com os conceitos mais relevantes que já conhece. Este princípio é sustentado pela teoria da aprendizagem de Ausubel (citado por Novak e Gowin, 1998). Na perspectiva do autor, os conceitos prévios mais importantes em determinado contexto servem de “âncora” para ligar o conhecimento já adquirido ao novo conhecimento. As relações portadoras de significado estabelecidas por cada aluno conferem, por esse motivo, um

carácter activo e idiossincrático à aprendizagem (Santos, 1991). Também na perspectiva de Dewey (1933, 1989), o ensino/aprendizagem das ciências deveria basear-se em métodos e estratégias que estimulassem o *pensamento reflexivo*.

Existem diversas estratégias como, por exemplo, a elaboração de *mapas de conceitos* que, ao ajudarem o aluno a reflectir sobre a estrutura e o processo de produção do conhecimento, possibilitam, ao mesmo tempo, uma aprendizagem mais eficaz. Durante a elaboração dos mapas de conceitos, o aluno é confrontado com uma série de *conceitos*, com os quais é preciso estabelecer e representar relações significativas. Essas relações compostas por dois ou mais conceitos, ligados entre si por *palavras de ligação*, constituem unidades semânticas, designadas por *proposições*, as quais assumem forte influência na compreensão da leitura (Novak e Gowin, 1998; Escaño e Serna, 1999).

As investigações de Ach e Rimat (citados por Vygotsky, 1998) revelaram que a *formação de conceitos é um processo criativo* que surge durante uma situação complexa como a resolução de problemas. Para uma verdadeira formação de conceitos é necessário um determinado nível de desenvolvimento intelectual que, segundo Rimat, só tem início durante a adolescência. Nas palavras deste autor, “o pensamento por conceitos, emancipado da percepção, faz exigências que excedem as possibilidades mentais antes dos doze anos de idade” (Vygotsky, 1998, p. 67).

Para retirar o maior benefício das funções psíquicas superiores, o indivíduo orienta as suas atitudes através de signos mediadores. No processo evolutivo da formação de conceitos, é a *palavra* o signo mediador que de início tem o papel de *meio* na formação de um conceito e que, mais tarde, passa a ser o seu *símbolo*. O papel da palavra na formação de conceitos não mere-

ceu muito destaque nos estudos de Ach. Em contrapartida, Vygotsky e seus colaboradores colocaram-no no centro das suas investigações. Estas permitiram-lhes concluir que a formação de conceitos resulta de uma actividade complexa onde estão envolvidas todas as funções intelectuais básicas (atenção, associação, formação de imagens ou inferência), no intuito de resolver um problema. Porém, é através da palavra que organizamos os nossos esquemas mentais, assim como orientamos e controlamos a sua realização.

A complexidade que envolve a formação de conceitos estende-se, como é óbvio, à sua identificação no texto científico e à elaboração de mapas de conceitos. A iniciação dos mapas de conceitos deve começar, primeiro, por *explicitar a natureza e a função dos conceitos* e, depois, *as relações que se podem estabelecer entre eles*, quer ao nível mental, quer ao nível da realidade. A tomada de consciência dessas relações, por parte dos alunos, é um dos objectivos de um ensino de orientação metacognitiva. No decorrer da aprendizagem em contexto escolar, é fundamental o *ensino explícito de diversos procedimentos* que ajudem o aluno a identificar conceitos específicos (palavras) e relações entre esses conceitos. É também importante que o aluno conheça a função das *palavras de ligação* e as utilize correctamente na construção de *proposições*, por forma a conferir significado aos mapas de conceitos (Novak e Gowin, 1988).

Numa fase inicial da elaboração de mapas de conceitos, as palavras de ligação são geralmente todas retiradas do texto e as relações entre os conceitos resumem-se, muitas vezes, a um esquema linear e vertical, no qual os conceitos mais gerais vão dando lugar a outros mais inclusivos (Ontória et al., 1994). Mesmo nesta fase, ainda embrionária, da evolução dos mapas de conceitos, eles revelam-se bastante úteis na extracção de significado dos textos.

Novak e Gowin (1988) reconhecem que “*se torna difícil ler palavras e frases quando têm pouco ou nenhum significado*” para o aluno, mas consideram, também, que “*a leitura é um meio muito útil para aprender significados*” (p.65). Parece tratar-se de um ciclo vicioso em que para compreender o significado é preciso ler o texto, mas para ler o texto é necessário que ele tenha algum sentido para o aluno. O mapa de conceitos pode contribuir, a princípio, para a construção de significado, através das relações que se estabelecem entre os conceitos-chave de um determinado parágrafo e, mais tarde, para a organização das ideias dos alunos.

À medida que os alunos vão ganhando experiência, os mapas de conceitos vão cumprindo, de uma forma cada vez mais efectiva, as suas funções. Os mapas de conceitos são particularmente importantes para a *aprendizagem significativa das ciências* porque desenvolvem o *pensamento reflexivo* que se opera durante a construção e reconstrução dos mapas. Nesse *esforço deliberado* para relacionar conceitos, os alunos *partilham ideias, discutem com os colegas a posição relativa de um conceito, clarificam proposições* ou *detectam a falta de conexões* que pode sugerir a *necessidade de novas aprendizagens*.

O *intercâmbio* que se pode estabelecer entre professor e alunos durante a elaboração dos mapas de conceitos põe em evidência alguns conhecimentos prévios que os alunos já possuem, permitindo a *negociação de significados* que passarão a fazer parte do novo conhecimento (Novak e Gowin, 1988). Para Escaño e Serna (1999), essa comunicação e partilha de ideias facilita ainda a *flexibilidade mental* e a *adopção de novas perspectivas*. Como diria Vygotsky (1996), é através da colaboração de um adulto ou de um colega

mais experiente que a criança consegue um nível de desempenho mais elevado.

Neste intercâmbio de informação é fundamental o papel explícito da linguagem científica para aprender ciências. Assim, descrever, definir, justificar ou explicar fenómenos científicos e *ser capaz de representar de uma forma mais abstracta as relações que os unem*, pode considerar-se, na opinião de Izquierdo (1999), uma estratégia eficiente para organizar o conhecimento.

O domínio da linguagem científica, a compreensão dos conceitos e a organização do conhecimento são, assim, factores fundamentais para o desenvolvimento das estruturas cognitivas do aluno. Esse desenvolvimento manifesta-se no êxito alcançado pelos alunos nas diferentes tarefas, com um enorme impacto no *domínio afectivo*. Novak e Gowin (1988) comprovaram, a partir das suas investigações que, durante a elaboração de mapas de conceitos, alguns alunos com dificuldades de aprendizagem manifestaram interesse e um bom desempenho na representação significativa dos seus conhecimentos. A construção de significados não depende exclusivamente do conhecimento, mas também do interesse e das expectativas. Para muitos alunos, *a elaboração de mapas de conceitos dá sentido às actividades escolares*, na medida em que *permite construir algo pessoal*. Esta situação pode traduzir-se num sentimento de confiança e de desenvolvimento positivo do autoconceito (Doly, 1999). Nas palavras de Escaño e Serna (1999), os mapas de conceitos são “*um recurso para ser feliz*” (p.48), o que para nós significa *aprender com alegria ou sentir-se feliz na escola*.

Diversos estudos têm sido realizados no ensino das ciências usando os mapas de conceitos como recurso para aprender a ler textos científicos (Pujol, 1995; Ontoria, 1999); para tornar os alunos cúmplices da sua própria aprendi-

zagem (Escaño e Serna, 1999); para desenvolver nos alunos o processo de tomada de decisão (Cabani, 1999); para o aluno aprender a pensar (Hernández e Garcia, 1999) ou, ainda, para o aluno aprender a estudar (Pina, 1999).

Embora esteja subjacente a todos eles a ideia generalizada de que os mapas de conceitos conferem qualidade ao ensino e à aprendizagem, a sua aplicação corre alguns riscos e enfrenta dificuldades, como sublinham Escaño e Serna (1999). Por um lado, os mapas de conceitos podem provocar *sentimentos* muito negativos, desfavoráveis à aprendizagem (rejeição, incapacidade, insegurança) porque revelam claramente a falta ou a superficialidade dos conhecimentos, de criatividade ou de pobreza de vocabulário. Por outro lado, o *esforço* que é necessário despender para a sua elaboração não atrai os alunos com pouca disponibilidade para se implicarem activamente nas actividades escolares, nem os que atribuem o seu êxito, quase exclusivamente, à sua grande capacidade de memória.

Para ultrapassar estas dificuldades há que criar condições para facilitar o interesse e a obtenção de resultados positivos: estabelecer a ligação dos conteúdos com a realidade, aumentar gradualmente o número de conceitos, conceder o tempo suficiente e, sobretudo, criar um clima de confiança e de interajuda.

2.6.3. Particularidades do Ensino/aprendizagem da Geologia

A escassa literatura sobre o ensino/aprendizagem da geologia leva-nos a aceitar que o que atrás foi dito relativamente às estratégias de aprendizagem para outras áreas das ciências se possa aplicar, também, a esta parte da disciplina de Ciências Naturais. Na verdade, a investigação realizada até hoje, no âmbito da geologia, centra-se, fundamentalmente, no levantamento de con-

cepções alternativas. Esta linha de investigação, com grande ênfase na década de 80, na tentativa de provocar a mudança conceptual nos alunos, prendeu a atenção de muitos investigadores.

Os estudos que então se desenvolveram sobre a epistemologia e a história da geologia, no sentido de melhor compreender a natureza dessa área disciplinar e os processos de aprendizagem, conduziram, mais tarde, a outras linhas de investigação.

Na investigação procurou fazer-se uma aproximação didáctica da natureza da ciência com a compreensão da própria ciência, usando o texto como elo de ligação. Os textos histórico-científicos, por exemplo, são um recurso didáctico muito utilizado para dar uma imagem mais adequada da geologia. Através deles, pretende-se que os alunos captem a ideia de que a geologia estuda um conjunto dinâmico de fenómenos em constante evolução e intimamente ligados aos problemas reais do mundo (Rebollo, 1996).

A importância do texto científico é ainda maior se pensarmos nos diversos obstáculos que dificultam a aprendizagem da geologia e na natureza controversa de vários temas. Mencionaremos apenas alguns desses obstáculos e dificuldades com que se confrontam professores e alunos em contexto escolar:

- impossibilidade de *observação directa* de muitos fenómenos e processos geológicos (exemplo: orogénese);
- dificuldade em observar a dinâmica da Terra, à excepção do vulcanismo e da sismologia. Talvez pelo facto de estes fenómenos serem observáveis, os alunos têm maior facilidade em compreendê-los e revelam, em geral, um grande interesse pelo seu estudo. Ao contrário destes temas, torna-se difícil compreender os processos de for-

mação das rochas e, ainda mais, entendê-las como arquivos ou documentos que contribuem para a compreensão do conceito de tempo geológico;

- dificuldade em assimilar a ideia de globalidade, isto é, em integrar fenómenos ou processos geológicos como, por exemplo, o metamorfismo ou o magmatismo no funcionamento global do planeta;
- impossibilidade de reproduzir em laboratório algumas características físicas como o tempo demasiado longo ou as pressões e temperaturas excessivamente elevadas.

O tema muito particular da formação das rochas foi alvo de um trabalho de Pedrinaci (1992) e, mais tarde, de outro, realizado por Gallegos (1999), nos quais foram evidenciadas algumas das dificuldades atrás mencionadas. A escassa aprendizagem sobre a origem das rochas, posta em evidência pelos alunos após o estudo do tema na sala de aula, levou Pedrinaci (1992) a relacionar esse facto com as respectivas concepções prévias. Segundo o autor, os alunos com idades compreendidas entre os 12 e os 14 anos consideram que as rochas são materiais muito estáveis, sujeitas apenas a pequenas alterações. Compreendem, no entanto, com relativa facilidade, que a erosão é um processo que provoca a alteração das rochas. O pensamento dos alunos com esta idade parece estar, ainda, bastante dirigido para a percepção. Com efeito, a extraordinária lentidão com que decorre a maior parte dos processos geológicos, como é o caso da formação das rochas, não contribui para uma visão dinâmica dos fenómenos. Não admira, por isso, que os alunos não demonstrem dificuldade em aceitar que as rochas sofrem desgaste, dado que a erosão é um fenómeno que pode ser observado na natureza.

Na opinião de Pedrinaci (1992) e de Gallegos (1999), os conceitos de sedimentação e de diagénese só deveriam ser estudados mais tarde, entre os 14 e os 16 anos, devido à complexidade que os envolve. Nesse período, os alunos já conseguem relacionar a erosão com a sedimentação e interpretar os fenómenos geológicos numa perspectiva menos linear. A construção do conceito de diagénese não tem sido fácil ao longo da história da geologia. E, se para os alunos se torna difícil compreender que materiais soltos possam transformar-se em rocha, através de processos naturais, mais difícil se torna ainda compreender a formação das rochas no interior da Terra.

Aquela investigação permitiu a Pedrinaci (1992) dar algumas sugestões, no sentido de facilitar a aprendizagem dos conceitos relacionados com a formação das rochas. Essas sugestões dizem respeito, por um lado, à *adaptação do currículo* à idade dos alunos, tendo em conta a complexidade dos processos que dão origem aos diferentes tipos de rochas e, por outro, à *escolha adequada de estratégias de aprendizagem*.

As características próprias da geologia, as dificuldades que os alunos manifestam na compreensão dos fenómenos geológicos, a falta de literatura nesta área e o relativo atraso na consolidação epistemológica desta ciência são assuntos de um artigo publicado em 1968, por Wilson (citado por Pedrinaci, 1999). Para além do balanço feito nesse artigo da situação em que se encontrava a geologia nessa altura, perspectivava-se, também, o início de uma revolução nesta ciência. A partir de então, a reconhecida utilidade do conhecimento geológico para explicar uma parte dos desastres naturais (vulcões, sismos, deslizamentos de terra) deu um forte incremento à sua investigação, embora mais desenvolvida numa perspectiva económica ou social do que propriamente educacional (Cruz, 1998; Pedrinaci, 1999).

Na tentativa de tornar a aprendizagem dos fenómenos geológicos mais significativa e de desenvolver as estruturas cognitivas que tornam possível continuar a sua aprendizagem, alguns investigadores em ciências da educação desenvolvem, actualmente, diversos estudos no âmbito da formação de professores. Acredita-se que a reflexão sobre a dimensão epistemológica e um conhecimento mais profundo acerca da evolução histórica dos diversos conteúdos abordados nas aulas de geologia facilitarão a aprendizagem. De acordo com Marques (1996), uma formação de professores assente nestes princípios torna o professor mais apto na escolha de estratégias de aprendizagem que proporcionem ao aluno uma aprendizagem mais efectiva.

A história das ciências e a epistemologia podem, segundo Gagliardi (1998), ser utilizadas para identificar os obstáculos epistemológicos, definir conteúdos ou introduzir na aula a discussão sobre a produção, a assimilação e o controlo dos conhecimentos a nível individual e social. Estes objectivos implicam a aplicação de estratégias que permitam ao aluno desenvolver competências cognitivas e metacognitivas e, ao mesmo tempo, superar os obstáculos à aprendizagem.

Neste âmbito insere-se o trabalho de Amador (1998), realizado com o objectivo de fazer uma abordagem didáctica dos problemas da leitura e produção de imagens. A partir de dois estudos empíricos com alunos do ensino básico (7º ano de escolaridade) na disciplina de Ciências Naturais, a autora procurou retirar algumas formas de aproveitamento didáctico das imagens produzidas pelos alunos.

O estudo incidiu sobre dois temas de geologia: vulcanismo e estrutura interna da Terra. Os alunos eram convidados a desenhar um vulcão e o interior da Terra, antes e depois desses assuntos serem tratados na sala de aula. A

análise comparativa dos desenhos permitiu ter acesso aos conhecimentos prévios dos alunos sobre os referidos conteúdos e, também, detectar a presença de concepções erradas que, provavelmente, poderão afectar a aprendizagem.

Amador (1998) concluiu que, no ensino da geologia, as imagens visuais utilizadas como estratégia de aprendizagem contribuem para o relacionamento e integração dos conceitos no tempo e no espaço, dando ao aluno uma noção mais exacta do funcionamento global do planeta. Tal como afirmam Novak e Gowin (1998), a notável capacidade para recordar imagens visuais é uma característica humana fortemente potenciadora de aprendizagem, a qual deve, por isso, ser pedagogicamente aproveitada e desenvolvida.

Outro trabalho, desenvolvido por d'Orey (1998), procurou integrar-se na linha de investigação sobre concepções alternativas, mas com a preocupação de implementar estratégias promotoras de mudança conceptual, numa fase posterior. O principal objectivo desta investigação era estudar e avaliar a influência que a aplicação de modelos didácticos construtivistas pode ter na aprendizagem da sismologia em contexto da sala de aula. O estudo permitiu concluir que os alunos ao nível do ensino secundário revelavam “ideias alternativas” relativamente ao tema em estudo e que é possível promover a mudança conceptual dos alunos recorrendo a estratégias de raiz construtivista e com o apoio de materiais adequados.

Estes trabalhos representam, todos eles, fortes contributos para uma melhoria do ensino/aprendizagem da geologia que importa dar a conhecer aos professores. A divulgação destes trabalhos pode ser uma fonte de informação importante e um estímulo com fortes potencialidades para promover a mudança.

Neste capítulo, procurou-se encontrar na literatura suportes próprios e consistentes para sustentar o nosso próprio pensamento e, ao mesmo tempo, edificar uma abordagem didáctica diferente. Essa abordagem, que apresentamos nos capítulos seguintes, aposta na compreensão da ciência e na aprendizagem efectiva dos conceitos científicos; valoriza a vertente afectiva e procura sinergias entre a cognição e a metacognição, procurando na complementaridade do quantitativo e do qualitativo uma melhor compreensão do fenómeno educativo, particularmente em cenário de sala de aula.

III. METODOLOGIA

3.1.

DIVERSIDADE EPISTEMOLÓGICA E METODOLÓGICA NA INVESTIGAÇÃO EDUCACIONAL

Neste capítulo procede-se ao enquadramento da metodologia utilizada, a qual contempla, por um lado, a diversidade dos factores psicológicos e sociais que envolvem o comportamento humano, fazendo uma *análise qualitativa* e, por outro, envolve o formalismo, o rigor e a precisão da *análise quantitativa*. Foi com este pano de fundo que se delineou a abordagem experimental, se elaboraram as ferramentas de pesquisa e se aplicaram os procedimentos, no sentido de obter dados e resultados interpretáveis, susceptíveis de ajudar a responder às questões de partida formuladas no início deste trabalho e a alcançar os objectivos de investigação a que nos propusemos.

A dupla vertente do ser humano como sujeito que conhece e como possível objecto de conhecimento levanta todo um conjunto de problemas filosóficos, científicos e metodológicos bem evidentes na história do pensamento humano.

Quando a investigação é desenvolvida no campo da educação, não é tarefa fácil, para o investigador, escolher a metodologia mais apropriada, dada a complexidade e as múltiplas facetas de que se reveste o fenómeno educativo. Como refere Neto (1995), a *diversidade de metodologias e técnicas* mais adequadas para a investigação em ambiente de sala de aula depende de uma igual *diversidade epistemológica e ontológica*, a qual tem gerado grandes polémicas e vivos debates em torno de algumas ideias: umas, antagónicas, outras, complementares.

Uma das correntes da história do pensamento ocidental que mais influenciou os métodos e as técnicas de investigação foi o positivismo. O positivismo é uma postura filosófica e epistemológica que defende a possibilidade de conhecer o mundo de uma forma autêntica totalmente objectiva. Lessard-Hébert et al., (1990), seguindo a linha de pensamento de Erickson, assinalam, no contexto do paradigma positivista, o *comportamento* como um pólo ao redor do qual gira a investigação. O investigador estabelece, previamente, categorias de classificação para determinados comportamentos e “pressupõe uma uniformidade de relações entre a forma do comportamento e o seu significado” (p.36). Foi esta uniformidade que os investigadores positivistas das ciências sociais quiseram transferir dos métodos utilizados nas ciências naturais, parecendo ignorar que a imensa *complexidade da natureza humana* e a *especificidade dos fenómenos humanos* contrastam fortemente com a suposta ordem e regularidade do mundo natural.

A incapacidade que a corrente positivista acabou por manifestar na explicação de determinados fenómenos das ciências humanas levou ao aparecimento de novos *paradigmas*, de que se destaca o *paradigma interpretativo*. Neste, o *comportamento* dá lugar à *acção*, sendo esta entendida como “o comportamento físico e ainda os significados que lhe atribuem o actor e aqueles que interagem com ele” (Lessard-Hébert et al., 1990, p. 39). Nesta perspectiva, comportamentos semelhantes podem corresponder a significados diferentes, do ponto de vista social.

Com o fim do positivismo e a proliferação de vários paradigmas, o caminho para o conhecimento transformou-se numa estrada sinuosa, cheia de obstáculos. A verdade, essa, tornou-se cada vez mais precária e provisória. A

consciência desta complexidade fez nascer uma nova maneira de pensar, repudiando a ideia de um caminho único para tentar a diversidade. Daí surgiu, como salienta Santos (1998) o “*pluralismo metodológico*” e a desejada *cooperação entre métodos quantitativos e qualitativos*, bem como o *uso conjugado de várias técnicas de investigação*. As alternativas “encontradas nos métodos qualitativos e nas técnicas que se lhes adequavam”, continua Santos (1998, p. 82) não resultaram, porém, consensuais. Surgiu, então, uma forte tensão entre métodos quantitativos e métodos qualitativos e, conseqüentemente, sobre o modo como os investigadores fundamentavam e operacionalizavam os métodos e as técnicas da investigação. Gage, citado por Neto (1995), designa esta divergência por “Guerra dos Paradigmas”.

Neto (1995) traça dois quadros onde realça as principais características que distinguem investigadores quantitativos de investigadores qualitativos. Para os primeiros, a investigação educacional deve ser sistemática e “científica” (objectivo-quantitativa), tal como na física ou na matemática. Consideram que a investigação deve utilizar os métodos e os procedimentos empíricos das ciências físico-naturais e, ainda, o rigor e a precisão das ciências matemáticas. Os investigadores qualitativos, ao contrário, argumentam que o rigor e a precisão das ciências físico-naturais e matemáticas não se coadunam com as características específicas do mundo social e apontam, como alternativa para a investigação educacional, uma abordagem de carácter interpretativo que assente na observação, na interpretação e na significância dos fenómenos que intervêm no processo educativo.

3.1.1. A Investigação Educacional: dos Anos Sessenta à Actualidade

Numa análise retrospectiva, verifica-se que, durante os anos 60 e 70, ocorreu em diferentes países europeus, a par da expansão económica, uma grande eclosão no campo da investigação educacional, com a criação de centros e institutos nacionais de investigação, onde era planificada e levada à prática.

Desde o século XIX que se vinha criando a ideia de que a escolarização trazia benefícios económicos para a sociedade. Por um lado, aumentava a produtividade e, por outro lado, melhorava o nível de vida dos indivíduos. A ideia de progresso económico e social fez aumentar os fundos destinados à investigação educacional, como ponto de partida para melhorar a qualidade da educação e a qualidade de vida, em geral.

Como afirma Sancho (1992), as grandes expectativas criadas em volta do pressuposto de que “a investigação educacional concertada e amplamente financiada resultaria no aumento da eficácia e da produtividade” (p. 39) eram partilhadas, quer pelos investigadores quer pelos governantes. Mas esta época de optimismo acabou, na primeira metade dos anos 70, com a crise económica que se viveu e, conseqüentemente, com o corte considerável de apoios económicos.

Nos anos 80, o interesse por esta área aumentou de novo e, ao mesmo tempo, surgiu uma forte contestação ao tipo de investigação que até aí se vinha desenvolvendo e revelando como “inadequada à missão de elucidar os professores e outros agentes de ensino sobre a melhor forma de actuar na sala de aula” (Neto, 1995, p. 413). Durante esta década, a investigação educacional alcançou, segundo Arnal et al., (1994), um estatuto científico de qualidade

comparável com a de outras disciplinas, embora existissem diferenças bastante acentuadas no seu grau de desenvolvimento nos diferentes países. Essa qualidade alcançada nas investigações, tanto no plano teórico como nos seus métodos e técnicas, repercutiu-se na prática educativa. Por outro lado, tomou-se consciência de que nenhum paradigma de investigação, por si só, pode dar resposta a todas as questões levantadas no âmbito educacional.

Em resumo, pode afirmar-se que a investigação educacional nos anos 80 amadurece metodologicamente e alarga os seus conteúdos temáticos, contribuindo para que, nos últimos anos, ela se tenha tornado mais participativa, flexível e exequível pelos próprios professores. A investigação está, actualmente, directamente implicada na resolução dos problemas levantados pela realidade escolar e por uma sociedade em constante mudança.

Com o novo milénio no horizonte, surge o enorme desafio de *valorização da sociedade humana*. Patrício (1997) define o homem como “o único animal de cultura”, ou seja, o único ser que “olha axiologicamente para si e constrói sobre si e para si um projecto de aperfeiçoamento e superação de si” (p. 63). Para dar corpo a este projecto, o próprio homem conceptualizou a *educação*, a qual não se poderá distanciar da investigação, sob pena de perder de vista o seu objectivo.

3.1.2. A Nova Filosofia das Ciências: Contributos para a complementaridade

A nova filosofia das ciências move-se, neste final de século, num quadro paradigmático em profunda alteração. Rorty (citado por Carrilho, 1994) propõe que a ideia de racionalidade se deve libertar da matriz científica, compreendendo a diversidade das actividades humanas como matrizes diversas,

integradas no contexto histórico, disciplinar ou social em que ocorrem. Procuram-se, hoje, *sinergias* onde antes se procuravam *rupturas*. Em alternativa a uma distinção dicotómica entre metodologias “quantitativas” e metodologias “qualitativas”, surge a tese de um *continuum* entre quantitativo e qualitativo.

O contributo de Kuhn (citado por Carrilho, 1994) é um pilar fundamental da filosofia da ciência contemporânea. A sua crítica profunda ao modelo absolutista e a recusa da objectividade absoluta foram alguns dos aspectos que mais contribuíram, no âmbito das ciências sociais, para o afastamento do paradigma objectivo-quantitativo.

E é de paradigma em paradigma que a ciência vai evoluindo e se vai constituindo. São vários os significados atribuídos ao termo “*paradigma*”. Kuhn (citado por Neto, 1995, p. 423) tentou defini-lo como “*exemplar*” ou “*matriz disciplinar*” (essência de uma dada disciplina) e, ainda, “*qualquer ideia ou teoria dominante*”. Um paradigma pode, também, ser entendido como um conjunto de pressupostos filosóficos, de modelos teóricos e de conceitos-chave que constituem um universo de pensamento para os investigadores, num dado momento da história da ciência e do desenvolvimento de uma disciplina (Lessard-Hébert, 1990).

Esta reflexão tem como objectivo privilegiado traçar uma linha evolutiva do desenvolvimento da ciência, para se poder compreender e caracterizar a sua situação actual e o reflexo que ela tem na sociedade, em geral, no conjunto das Ciências Sociais e nas Ciências da Educação, em particular.

Santos (1998) afirma que “vivemos uma fase de transição paradigmática” (p. 9). O paradigma da ciência moderna parece dar lugar a um novo paradigma, a que este autor chama ciência pós-moderna. Este novo paradigma

assenta nalguns princípios que o mesmo refere no seu livro *Um discurso sobre as ciências* (1997), onde tenta demonstrar que a ciência moderna está mergulhada numa profunda crise. Nada melhor do que as palavras do próprio autor para ilustrar este ponto:

A identificação dos limites, das insuficiências estruturais do paradigma científico moderno é o resultado do grande avanço no conhecimento que ele propiciou. O aprofundamento do conhecimento permitiu ver a fragilidade dos pilares em que se funda. (p. 24)

Uma crise só será resolvida com a procura de um novo paradigma que forneça respostas satisfatórias às questões actuais e que elimine as “insuficiências” surgidas. Mas entre o antigo e o novo paradigma, existe um conflito que o autor refere ao enunciar uma das teses mais controversas de Kuhn, a “incomensurabilidade”, em que os partidários dos diferentes paradigmas não partilham as ideias, levando-os a desenvolver a sua actividade em mundos completamente à parte. Para Piaget (1987) nesta concepção de Kuhn não há lugar para o progresso científico.

Esta maneira de pensar a ciência suscitou múltiplas críticas, dando origem a movimentos entusiastas e à adopção de uma atitude epistemológica baseada na reflexão hermenêutica, necessária para transformar a ciência, de tal modo que esta deixe de ser um objecto estranho, distante e incomensurável, para passar a ser “*um parceiro da contemplação e da transformação do mundo*” (Santos, 1998, p. 11). Assim, a compreensão da hermenêutica das ciências sociais é, no dizer de Santos, a “auto-compreensão do nosso estar no mundo técnico-científico contemporâneo” (p.13). Como salienta o mesmo autor, o paradigma emergente será “o paradigma de um conhecimento prudente para uma vida decente”. Com esta designação, Santos quer distinguir a natureza da revolução científica que atravessamos nos nossos dias da que

ocorreu no século XVI. A actual revolução científica ocorre numa sociedade completamente revolucionada pela ciência; por isso, “o paradigma a emergir dela não pode ser apenas um *paradigma científico* (o paradigma de um conhecimento prudente), tem de ser também um *paradigma social* (o paradigma de uma vida decente)” (p. 37).

O que afinal se pretende é *construir uma sociedade de qualidade*, uma sociedade que seja, simultaneamente, *culta e civilizada*, que *assente na organização e no desenvolvimento dos aspectos materiais e sociais*.

Nesta encruzilhada histórica em que nos encontramos, vivendo momentos de rápidas e profundas alterações, em que a tecnologia evolui a um ritmo vertiginoso, repercutindo-se inevitavelmente no meio escolar, impõe-se uma cooperação dos paradigmas quantitativo e qualitativo na investigação educacional, dando cada um a sua contribuição específica, para que a Escola possa inovar, preparar e formar os jovens, prevendo a evolução da própria sociedade.

De acordo com a *fundamentação epistemológica* traçada para a metodologia do nosso trabalho e expressa nas páginas anteriores, daremos precisamente, lugar de destaque, ao longo do seu desenvolvimento, à *complementaridade entre as vertentes metodológicas de carácter quantitativo e qualitativo*.

Concluída essa fundamentação, é chegado o momento de proceder à caracterização da escola e do meio onde o estudo empírico se desenrolou.

3.2.

A ESCOLA SEDE DE ESTUDO

3.2.1. Caracterização da Escola

A Escola Básica 2,3 “Padre Bento Pereira de Borba”, onde foi efectua-
do o trabalho de campo, por ser a única escola dos 2º e 3º Ciclos do concelho,
congrega todos os alunos destes níveis de ensino, à excepção de um pequeno
número que frequenta o Ensino Básico Mediatizado (EBM), numa das suas
freguesias.

Dadas as características do concelho, nomeadamente a sua pequena di-
mensão, a fraca densidade populacional e um índice de envelhecimento ele-
vado, não surpreende que a escola apresente uma reduzida população escolar,
como se podem observar no quadro seguinte:

Quadro 1

Distribuição dos alunos da escola pelos dois níveis de ensino, ano e turma

Nível de ensino	Ano de escolaridade	N ° de turmas	N ° de alunos
2º Ciclo	5º	4	90
	6º	4	81
3º Ciclo	7º	4	82
	8º	5	103
	9º	5	96
Total	5 anos	22	452

Os quatrocentos e cinquenta e dois alunos que frequentavam esta escola estavam distribuídos por vinte e duas turmas, o que dá uma média entre vinte e vinte e um alunos por turma.

Comparativamente a dados relativos ao ano lectivo de 1990/91, em que o número de alunos era de quinhentos e quarenta e quatro, constata-se uma clara diminuição da população escolar, o que pode ser o reflexo do já referido envelhecimento da população do concelho.

3.2.2. Os Alunos

Na primeira reunião de Conselho de Directores de Turma, antes do início das aulas, um colega, efectivo na escola há muitos anos e com um conhecimento profundo do meio e de muitas famílias, definiu assim os alunos da escola de Borba: “Os nossos alunos não são mal educados, são muito vivos e há que saber lidar com essa vivacidade”.

Ao contrário da expectativa assim induzida, sentimos nos primeiros dias de aulas, alguma apatia, manifesto desinteresse e um silêncio pouco favorável. Algumas turmas não revelavam nenhuma da vivacidade que o colega havia anunciado. Mais tarde, depois da fase de adaptação à escola e aos novos professores, os alunos rapidamente conquistaram à vontade, revelando, todavia, muitos deles, falta de hábitos de estar em grupo, de partilha de experiências ou pontos de vista diferentes.

A apatia inicial deu lugar, em muitos casos, a vivo interesse, atitude participativa e dinamismo; noutros, porém, prevaleceu a desmotivação e a irreverência própria dos adolescentes.

3.2.3. Os Professores

O professor é um educador. Etimologicamente educador é aquele que educa, ou seja, a pessoa que leva outra pessoa a maximizar as suas potencialidades.

Os professores são profissionais de educação e, como tal, têm o dever e o direito de educar. O trabalho do educador é, todavia, muito complexo. A função do educador é extremamente delicada.

A educação é um processo intrínseco ao educando e ao seu próprio desenvolvimento como pessoa humana. É preciso que se alcance uma relação dialéctica entre o educando e o educador para que se possa falar numa autêntica educação (Patrício, 1984). Essa relação dialéctica enriquece a acção educativa; sabemos, porém, que na realidade das nossas escolas é difícil alcançar a qualidade de educação desejada.

Todos os anos a escola de Borba se vê confrontada com a mesma situação: a maior parte do corpo docente é substituída. Novos professores chegam, alguns vindos de regiões do país com características bem diferentes, para educar jovens do Alentejo. Pessoas estranhas ao meio, muitas vezes contrariadas porque foram colocadas numa das últimas escolas da lista de preferências, tentam, apesar disso, dar o seu melhor e, quando a adaptação está consumada e se estabeleceu uma ligação afectiva aos alunos e à escola, o ano lectivo termina e a mobilidade elevada prossegue.

Outro problema que afecta o professor do final do 2º milénio é a falta de tempo para dedicar aos seus alunos; ou seja, o professor, actualmente, é cada vez mais solicitado para um conjunto de tarefas de ordem administrativa, que lhe ocupam cada vez mais horas, retirando-lhe tempo para o fundamental:

reflectir calmamente sobre novas estratégias a implementar e, muito menos, para debater ou fazer o balanço da forma como decorreu uma determinada estratégia ou para realizar troca de experiências. Foi grande o nosso esforço para conseguir manter com a professora-colaboradora o diálogo que considerávamos indispensável a um trabalho desta natureza. Era durante o intervalo das aulas que, muitas vezes, trocávamos impressões, reflectíamos sobre as situações ocorridas nas aulas e fazíamos os ajustes que se impunham.

3.2.4. Os Pais e a Escola

Os pais são os primeiros educadores das crianças, são eles que lhes transmitem os primeiros conhecimentos para que elas alcancem a autonomia necessária para poderem sair de casa e começarem a construir a sua pessoa.

Mais tarde, surge a escola, instituição com credibilidade para educar. As escolas são estabelecimentos de educação onde se devem *transmitir e desenvolver conhecimentos, atitudes, hábitos, práticas e técnicas* que complementem a educação dada pelos pais. No entanto, estes não se devem demitir da sua função de educadores; devem, antes, acompanhar os seus filhos nas tarefas escolares de casa, devem preocupar-se em saber quais as actividades desenvolvidas na escola naquele dia e devem ir à escola para conhecerem os professores, o órgão de gestão da escola e para participarem, activamente, na resolução dos problemas.

Este é o cenário ideal toda a escola deseja. Mas, na realidade, na maior parte das escolas, e nesta em particular, a intervenção dos pais na dinâmica da escola continua a ser escassa, apesar das alterações significativas na legislação da nova Gestão Escolar. Existem várias razões que podem explicar esta

indesejada evidência. Muitos pais têm pouco tempo, não lhes é fácil deixarem o trabalho (onde às vezes estão em situação precária) para irem à escola dos filhos. A agravar a situação, surge o facto de a entidade patronal não se mostrar sensível, nem reconhecer essa atitude como prioritária para qualquer pai/encarregado de educação.

Há pais que sentem uma tal distância em relação ao professor que pensar em ir à escola é, para eles, motivo de ansiedade. Para muitos, a escola continua a ser, um mundo desconhecido.

É claro que também não podemos ignorar que, em Portugal, ainda não se desenvolveu uma cultura de participação na escola, quer por parte dos pais, quer da própria comunidade educativa mais alargada.

Nesta escola encontrámos vários tipos de pais: aqueles que estão tão pouco atentos ao crescimento dos filhos que nem faz sentido ir à escola procurar informação sobre eles; aqueles que receiam ir à escola por saberem que vão encontrar situações difíceis e, ainda, aqueles que gostam de acompanhar os filhos e vão frequentemente à escola. Estes são, sobretudo, os pais de bons alunos que estão interessados em seguir de perto o sucesso dos filhos.

Este quadro não é de facto animador, nem cabe no âmbito deste trabalho desenvolver o assunto. A *Associação de Pais*, recentemente criada, e a *união de esforços entre pais, professores e directores de turma* poderão ser, assim o pensamos, a “mola” para encontrar soluções ou a forma de minorar muitos problemas.

3.3.

CARACTERIZAÇÃO DOS GRUPOS ENVOLVIDOS NO ESTUDO: RAZÕES DA ESCOLHA

A formação dos grupos implicados na intervenção não foi feita aleatoriamente, dado que a constituição das turmas é um processo que decorre antes do início do ano lectivo, não sendo possível, como é óbvio, interferir na sua organização.

Por outro lado, o âmbito do nosso estudo, desenvolvimento de estratégias metacognitivas no ensino da geologia, remete-nos, obrigatoriamente, para o 7º ano de escolaridade, uma vez que, no 3º ciclo, este ramo da ciência só faz parte do programa do 7º ano.

Estas foram as duas condicionantes que determinaram a escolha dos grupos. Podemos considerá-los como amostras possíveis, de tipo “*acidental*” (Neto, 1995), não necessariamente ideais. Não podemos, porém, menosprezar o tipo de amostra sujeito à intervenção porque ele vai ter uma influência marcante ao longo de todo o estudo, particularmente na interpretação dos resultados.

Na escola existiam, nesse ano lectivo, quatro turmas de 7º ano, aquelas que decidimos envolver na investigação. Duas delas (A e B), leccionadas pela *professora-colaboradora*, passarão a ser designadas por grupos **E1** e **C1**; as turmas C e D, leccionadas pela *professora-investigadora*, constituem os grupos **E2** e **C2**. Definimos, assim, dois grupos experimentais (**E1** e **E2**), escolhidos aleatoriamente, e dois de controlo (**C1** e **C2**). Designámos de experimentais os grupos onde incidiu a intervenção propriamente dita, ou seja, onde

foi implementada uma abordagem experimental; nos grupos de controlo, os conteúdos foram leccionados de uma forma mais “tradicional”, isto é, de acordo com algumas práticas de ensino comuns, sem que contudo, se possa falar de um verdadeiro ensino tradicional.

Durante muitos anos, o conhecimento científico foi transmitido ao aluno, através de uma prática didáctica pré-estabelecida, sobrevalorizando actividades como a memorização, a repetição e a realização de tarefas rotineiras. Actualmente, o professor tem consciência de que essas estratégias de ensino das ciências são pouco eficazes para promover a aprendizagem significativa e procura implementar estratégias de ensino alternativas (Campanário e Moya, 1999). Depende da formação do professor e da sua idiosincrasia a capacidade de saltar de uma “*cultura de informação*” para uma “*cultura de formação intelectual*” (Valente, 1995), isto é, passar de um ensino das ciências baseado na transmissão de um corpo de conhecimentos para um ensino orientado para a formação intelectual, com todas as implicações que isso possa ter no *desenvolvimento metacognitivo dos alunos*. E foi em sintonia com estes princípios que tentámos dar o “salto”, partindo da concepção de todo o desenho investigativo e passando pela abordagem experimental delineada.

O quadro que se segue mostra algumas características dos grupos que foram alvo do estudo.

Quadro 2

Constituição dos grupos

Grupos	N ° de alunos	N ° de rapazes	N ° de raparigas	Média de idades	N ° de alunos a repetir o ano
E1	20	7	13	12,4	2
E2	19	14	5	12,6	5
C1	21	10	11	12,3	2
C2	20	12	8	12,5	4

Uma primeira análise da constituição dos grupos permite-nos realçar algumas diferenças:

- da análise comparativa dos dois grupos experimentais (E1 e E2), ressalta que em E2 o número de rapazes era o dobro dos existentes em E1 (E2 = 14 e E1 = 7); quanto ao número de raparigas, acontecia praticamente o inverso (E2 = 5 e E1 = 13);
- a média das idades destes dois grupos, embora apresentasse valores muito próximos, indicava que a do grupo E2 era ligeiramente superior (E2 = 12,6 e E1 = 12,4);
- também quanto ao número de alunos que se encontravam a repetir o 7º ano de escolaridade, o valor mais alto (5), pertencia ao grupo E2; apresentando o grupo E1 apenas 2 alunos retidos;
- a comparação dos dois grupos de controlo (C1 e C2), permite salientar que relativamente ao sexo, não existia uma tão acentuada disparidade, como a que se verificava nos grupos experimentais;
- a diferença na média das idades destes grupos mantinha-se, comparativamente aos grupos anteriores (C1 = 12,3 e C2 = 12,5);
- no que respeita ao número de alunos a repetir o ano, o grupo C1 apresentava 2 alunos e o grupo C2 4 alunos.

O confronto que acabámos de estabelecer entre os grupos experimentais e entre os grupos de controlo, e destes com os primeiros, parece-nos pertinente, na medida em que as diferenças assinaladas podem ajudar a interpre-

tar e a compreender eventuais diferenças nos respectivos desempenhos, dado que eles foram sujeitos a diferentes abordagens metodológicas.

A inferior média de idades do grupo E1 e o menor número de alunos retidos (indicadores de sucesso escolar) poderão, eventualmente, revelar-se favoráveis à implementação da nova metodologia.

Quanto ao número de alunos por grupo, não consideramos significativa a diferença existente.

Feita a caracterização da escola e dos grupos que constituíram as amostras deste estudo passamos de imediato à descrição do desenho empírico, à caracterização da intervenção e, em seguida, à apresentação dos suportes metodológicos que sustentaram a investigação.

3.4.

DESENHO EMPÍRICO

Qualquer investigação educacional a nível de sala de aula confronta-se, em geral, com a impossibilidade de escolher aleatoriamente as suas amostras. Esta situação dá origem a que a maior parte dos estudos “experimentais” realizados no campo da educação sejam, de facto, estudos “*quase-experimentais*”, como os denominam Cohen e Manion (1990), ou “desenhos de compromisso”, como são ainda designados por outros investigadores.

Um dos desenhos quase-experimentais mais usados em investigação educacional é, segundo os mesmos autores, o *desenho com grupo de controlo não equivalente*, o que significa que os grupos experimental e de controlo não foram escolhidos aleatoriamente.

Ao contrário daqueles, nos desenhos “experimentais puros”, a constituição dos grupos por distribuição aleatória torna possível o controlo de grande parte das variáveis moderadoras. Este controlo permite ao investigador assegurar uma *maior probabilidade de equivalência inicial entre os grupos experimental e de controlo*, assim como decidir se o efeito na variável dependente é provocado pela variável independente ou por outros factores ou características, muitas vezes pessoais, denominados também, por alguns autores, como variáveis moderadoras ou parasitas (Neto, 1995).

O facto de as amostras utilizadas neste estudo serem grupos intactos, de tipo accidental, tornou impossível estabelecer, entre elas, uma equivalência estatística no momento inicial da investigação. Em concordância com o que antes se disse, essa equivalência viria permitir o controlo de variáveis como a atitude dos alunos face à disciplina de Ciências Naturais e o seu conhecimento declarativo e processual ao nível dos conteúdos de geologia, recorrendo, para tal, a situações de pré-teste. A única escolha aleatória realizada neste estudo foi apenas para a tomada de decisão das turmas que iriam funcionar como experimentais e de controlo, o que, na opinião de Cohen e Manion (1990), não é suficiente. Daí que as características deste desenho investigativo lhe conferiram a designação de *quase-experimental*, podendo ser representado pelo seguinte diagrama:

Experimental	(E1)	O1	X	O2
Controlo	(C1)	O1		O2
Experimental	(E2)	O1	X	O2
Controlo	(C2)	O1		O2

Como é hábito simbolizar, as linhas horizontais a tracejado indicam que os grupos não resultaram de selecção aleatória; os símbolos representados por

O1 e **O2** referem-se às observações (recolha de dados) efectuadas à partida e no final da experiência; o **X** significa a intervenção experimental (verificada apenas, como é óbvio, nos grupos experimentais).

3.4.1. Definição das Variáveis

Para facilitar a organização, apresentação e análise das diversas variáveis que intervieram na análise realizada, operacionalizadas pelos respectivos instrumentos de recolha de dados (Questionário de Opinião e Testes de Conhecimentos), decidiu-se agrupá-las em dois domínios distintos: *afectivo* e *cognitivo*. A análise do *Questionário de Opinião*, nas suas versões pré e pós, permitiu-nos analisar a relação afectiva dos grupos no que respeita à *satisfação face à disciplina (Sat.pré/pós)*; aos *sentimentos face à complexidade da linguagem utilizada (Ling.pré/pós)*; às *atitudes e comportamentos face à aprendizagem (atit.pré/pós)* e, ainda, à *utilidade futura dos conhecimentos adquiridos na disciplina (Util.pré/pós)*. Os *Testes de Conhecimentos (Test.conh.pré/inter-médio/pós)* revelaram o nível de desempenho dos alunos no campo cognitivo. O Quadro 3 apresenta, esquematicamente, as variáveis que acabámos de definir.

Quadro 3

Codificação das variáveis quantitativas

	Variáveis Dependentes	Covariável variável concomitante X
Domínio Afectivo	Sat.pós Ling.pós Atit.pós Util.pós	Sat.pré Ling.pré Atit.pré Util.pré
Domínio Cognitivo	Test.conh.pós	Test.conh.pré

3.5.

CARACTERIZAÇÃO DA INTERVENÇÃO DIDÁCTICA

No quadro teórico do trabalho destacou-se a necessidade de desenvolver nos alunos competências metacognitivas que lhes permitam uma aprendizagem mais eficaz, adquirindo hábitos de pensamento e de raciocínio científico. A forte convicção de que essas competências podem implicar mudanças significativas na aprendizagem relativamente às metodologias tradicionalmente adoptadas, levou-nos a empreender uma nova abordagem didáctica.

Neste estudo procurámos investigar a dinâmica do desenvolvimento de competências e estratégias metacognitivas e analisar as influências dessa acção no contexto da aprendizagem das ciências. Daí que todos os procedimentos de ensino e toda a orientação da prática na aula fossem centrados no aluno, procurando criar situações de aprendizagem, nas quais ele fosse o principal actor.

Dadas as características inovadoras desta abordagem, os alunos confrontaram-se com uma série de novidades metodológicas que exigiram deles algum esforço. Com as metodologias ditas tradicionais, os alunos habituam-se a desempenhar um papel mais passivo, despendendo, como é evidente, um menor esforço intelectual. A resistência que os alunos ofereceram à mudança de atitude na sala de aula, no início da abordagem experimental, foi, talvez, um dos maiores obstáculos. Normalmente, a exposição oral feita pelo professor e o livro de texto são elementos essenciais a que os alunos, comodamente, têm acesso. Com a abordagem experimental, o manual passou a ser apenas uma fonte complementar de informação e as professoras reduziram bastante a exposição oral dos conteúdos, muito embora, de uma forma moderada já que

os alunos manifestaram grande dependência dessa metodologia de ensino/aprendizagem.

Os materiais que serviram de suporte à abordagem experimental foram concebidos pela investigadora e designados, simplesmente, por fichas de trabalho (Anexo IV) e encontram-se descritos, com algum pormenor, mais à frente, num dos pontos deste capítulo. As fichas contemplavam uma grande diversidade de tarefas propostas aos alunos, de modo a facultar a aquisição diversificada de mecanismos facilitadores da aprendizagem.

Foi possível destacar, nesta abordagem, vários pontos fortes que se revelaram muito importantes na promoção do desenvolvimento cognitivo dos alunos. Desses, salientamos o desenvolvimento da competência de leitura, a organização do conhecimento, a tomada de consciência e o confronto de conhecimentos.

Ao contrário da metodologia tradicional, a abordagem experimental não esqueceu que o conhecimento espontâneo existe e que ele influencia a aquisição do conhecimento científico. Daí que existisse, ao longo da intervenção, a preocupação constante em identificar e discutir as concepções dos alunos e outros conceitos associados aos temas em estudo.

Foi nosso objectivo desenvolver nos alunos dos grupos experimentais, a competência de leitura (identificação da informação-chave, distinção entre o essencial e o acessório), a organização do conhecimento (elaboração de mapas de conceitos) e a tomada de consciência dos seus próprios processos cognitivos. Todas as técnicas e procedimentos foram pensados em função *da zona de desenvolvimento próximo* ou *potencial* dos alunos (Vygotsky, 1998) para provocar neles um verdadeiro desenvolvimento cognitivo. Nas aborda-

gens tradicionais verifica-se alguma dificuldade em direccionar as actividades para aquela zona de desenvolvimento, contribuindo, muitas vezes, para o bloqueamento dos processos de pensamento.

Das técnicas atrás referidas, julgamos oportuno apresentar aqui, duas delas, por se terem revelado muito eficazes na tomada de consciência e confronto de conhecimentos.

A **técnica K-W-L-H** (*Know* – conhecer; *Want* – necessidade; *Learn* – aprender; *How* – como) foi utilizada, sobretudo, como suporte a duas actividades: visita de estudo às pedreiras de mármore da região de Borba e um filme sobre os dinossauros. A técnica K-W-L-H é um método de ensino/aprendizagem que permite ajudar os alunos a:

- activar os conhecimentos já adquiridos;
- definir o que querem aprender;
- identificar o que aprenderam durante uma actividade;
- delinear estratégias para novas aprendizagens.

Da adaptação a esta técnica resultou uma ficha de trabalho (Anexo IV-F) composta pelas seguintes secções:

- O que já sabemos
- O que queremos aprender
- O que aprendemos
- Como podemos aprender mais

Na aula anterior à visita às pedreiras e a uma exposição sobre “*A geologia e as comunidades locais – Mármore um exemplo*”, os alunos começaram por *registar os conhecimentos que possuíam* sobre esta rocha metamórfica, mesmo antes de se tratar o tema na aula, e fizeram o *levantamento dos conhecimentos que gostariam de adquirir*. Este exercício de reflexão permitiu-

-lhes tomar consciência dos conhecimentos que já tinham e expressar o seu interesse por novas aprendizagens.

O **Guia de Antecipação/Reacção** foi outra técnica aplicada. Esta, integrada na unidade didáctica “O planeta Terra e a sua História”, permitiu fazer o *levantamento do conhecimento dos alunos* antes do início da unidade e, no final da mesma, *estabelecer o confronto* entre os conhecimentos que os alunos já possuíam sobre o tema e os conhecimentos adquiridos durante o estudo da unidade.

A ficha de trabalho elaborada para o efeito era composta por oito afirmações verdadeiras sobre os fósseis (Anexo IV-H), às quais os alunos eram convidados a responder duas vezes; uma, imediatamente antes do início da unidade, e outra, no final da mesma.

Estes são apenas alguns exemplos das estratégias de ensino/aprendizagem desenvolvidas durante a intervenção com o objectivo de promover competências cognitivas e metacognitivas.

3.6.

SUPORTES METODOLÓGICOS GERAIS

Na tentativa de trazer alguma inovação à prática do ensino das ciências, desenvolveu-se este estudo, adoptando procedimentos metodológicos de tipo qualitativo e de tipo quantitativo, no sentido de alcançar a complementaridade, pois, tal como referimos antes, o pluralismo metodológico é fundamental para o desenvolvimento da investigação educacional. Os procedimentos de

tipo qualitativo permitiram a recolha de informação, através de material documental, da observação directa e participante, de diários das professoras e de entrevistas semi-estruturadas, proporcionando uma visão mais profunda e subjectiva da realidade. Os procedimentos de tipo quantitativo, de carácter mais formal e objectivo, foram materializados por um questionário de opinião e por testes de conhecimentos, no intuito de, através deles obter, um maior rigor na análise do estudo.

Em contexto escolar, a melhoria da prática do ensino, como acaba por ser o nosso grande objectivo, implica uma metodologia de investigação consentânea com as características do processo educativo. A ideia subjacente ao presente trabalho de campo implica uma *articulação entre a investigação e a acção*, ou seja, uma *simbiose entre a prática e as ideias*. Tentou-se, dessa forma, *aprofundar o conhecimento acerca do processo ensino/aprendizagem e, simultaneamente, melhorar aquilo que acontecia na sala de aula, reflectindo sempre sobre esses mesmos acontecimentos*.

O tipo de metodologia que, genericamente, nos pareceu concordar mais com o espírito deste trabalho foi a *investigação-acção*. Cohen e Manion (1990), ao definirem-na como “a intervenção a pequena escala no funcionamento do mundo real e um exame próximo dos efeitos da intervenção” (p. 271), concebem-na como um *processo interactivo e dinâmico*, que exige uma *reflexão sistemática das atitudes diárias*, uma *grande criatividade*, uma capacidade constante para criar novas expectativas e, ainda, uma *avaliação contínua do processo*. A *investigação-acção*, segundo Serrano (1994), tem a grande capacidade de transformação e de mudança da realidade social, sobretudo quando ela é participativa.

A investigação-acção constitui, hoje, uma inovação metodológica que se esforça por alcançar reconhecimento nas ciências sociais. A pouca ou superficial abordagem desta metodologia nos manuais de métodos e técnicas de investigação social e de relatórios de estudos onde ela tenha sido aplicada foi um dos constrangimentos sentidos ao longo desta intervenção. Para além deste facto, *a prática da investigação-acção exige uma forte implicação, entrega e motivação dos professores, bem como uma grande capacidade para mudarem as suas atitudes e comportamentos*. Estamos conscientes de que o tempo é o factor primordial para operar qualquer mudança e importa sublinhar que ele foi mais uma das nossas limitações.

3.7.

INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS

Um ensino de carácter metacognitivo tem por objectivo influenciar a forma como o aluno interacciona com a situação de aprendizagem e desenvolver nos alunos um pensamento reflexivo (Dewey, 1989). Este é um processo complexo que interage com múltiplas estruturas cognitivas; daí a necessidade de aplicar diversos instrumentos de medida e diversos materiais de apoio (fichas de trabalho). A complexidade que envolve um estudo desta natureza implica a necessidade de recolha de informação variada sobre a linguagem, as atitudes dos alunos e as metodologias de ensino/aprendizagem.

A concepção de todos os instrumentos de pesquisa partiu de uma leitura cuidada e de uma análise profunda da literatura da especialidade que lhe serviu de suporte. Os instrumentos inicialmente elaborados foram sujeitos à opi-

nião de duas professoras de ciências do 11ºB grupo do 3º ciclo do ensino básico e secundário e, posteriormente, à apreciação crítica de um Doutor em Ciências da Educação. Com esta avaliação, pretendeu-se, por um lado, assegurar a validade de conteúdo e, por outro lado, confirmar o grau de consistência interna relativa à sua estrutura, organização e funcionalidade.

A revisão dos instrumentos teve sempre em conta as críticas e sugestões adiantadas, surgindo, assim, as versões finais que foram aplicadas nesta investigação.

Por razões metodológicas, tentaremos dar, aqui, alguma sequência à apresentação e descrição dos vários instrumentos de pesquisa, muito embora essa ordem não tenha correspondência face ao que ocorreu na realidade, pois, como já referimos, a investigação-acção, metodologia que norteou esta investigação, é um processo interactivo e cíclico. Assim, privilegiando um processo sequencial, apresentamos os instrumentos pela seguinte ordem: Testes de conhecimentos (Anexo I) (versões pré, intermédio e pós) → Questionário de opinião (Anexo II) (versões pré e pós) → Observação directa e participante → Entrevista (Anexo III).

3.7.1. Testes de Conhecimentos

Durante os quatro meses em que decorreu o estudo empírico foram elaborados e aplicados aos alunos três testes de conhecimentos. Todos eles tiveram uma dupla função: serviram de suporte ao processo de avaliação sumativa dos quatro grupos que constituíram a amostra, e foram utilizados como instrumentos de recolha de dados, sujeitos, posteriormente, a análise quantitativa. O primeiro teste foi aplicado na semana anterior ao início da intervenção e constituiu o **pré-teste**; o segundo (**Test.conh.intermédio**), aplicado cerca de

um mês e meio após o início da intervenção, deu um contributo complementar para a análise da situação num momento intermédio da experiência; o terceiro e último teste (**Test.conh.pós**) foi aplicado no final da intervenção.

Tendo em conta que o teste de conhecimentos é um meio relevante de obtenção de dados sobre a aprendizagem dos alunos, a sua elaboração deve ser cuidadosamente preparada, por forma a apresentar graus elevados de fiabilidade. Assim, o seu planeamento foi concretizado tendo em vista os objectivos definidos na unidade de ensino sobre a qual incidiam e a ênfase efectivamente atribuída ao processo ensino/aprendizagem. A construção de uma matriz de objectivos-conteúdos forneceu a indicação das percentagens e dos tipos de itens mais apropriados para cada conteúdo (Domingos, 1987).

Pretendeu-se, desta forma, elaborar testes ajustados ao ensino desenvolvido. Existe, contudo, sempre a probabilidade de um item se apresentar confuso ou menos adequado. Antes da sua aplicação, todos os testes foram, por isso, sujeitos à apreciação crítica do painel de juizes atrás referido, com o propósito de minimizar a influência desses efeitos negativos sobre os resultados finais.

Apresenta-se, a seguir, a caracterização mais pormenorizada de cada um dos testes anteriormente mencionados.

• **Pré-teste de Conhecimentos (Test.conh.pré)**

Este teste (Anexo I - A) pretendia avaliar a compreensão e a aplicação dos conhecimentos relativos aos *Sismos* (Parte I) e à *Estrutura Interna da Terra* (Parte II), últimos temas tratados antes do início da intervenção.

O teste é constituído por 18 itens, correspondendo 12 deles à Parte I e os restantes seis à Parte II. As diferenças verificadas na cotação dos itens estão directamente relacionadas com a natureza e o índice de dificuldade dos mesmos, conforme se pode observar na matriz de objectivos-conteúdos em anexo (Anexo I - Aa).

Partindo do pressuposto de que há procedimentos *pessoais* (Silva e Sá, 1997) que, uma vez adquiridos, melhoram as condições de aprendizagem, tornando-a mais eficaz, e que é possível ensinar esses procedimentos aos alunos, como foi nosso objectivo no trabalho de campo realizado, parece-nos importante fazer o inventário de alguns desses procedimentos e competências necessários para atingir um nível de desempenho satisfatório, neste teste de conhecimentos.

O grau de aplicação dessas competências evidenciado pelos alunos na resolução do **Test.conh.pré.** será considerado como pré-requisito fundamental para uma metodologia de ensino baseada no desenvolvimento de estratégias metacognitivas em que assentou toda a intervenção.

O quadro seguinte põe em evidência alguns itens do teste e as competências necessárias para obter um bom desempenho.

Quadro 4

Relação itens/competências no Test.conh.pré

ITENS	COMPETÊNCIAS
Parte I	
2.	<ul style="list-style-type: none">• estabelece a correspondência entre conceitos
3.1.1.	<ul style="list-style-type: none">• lê atentamente• interpreta um esquema
4.2.	<ul style="list-style-type: none">• consulta uma escala• distingue o essencial do acessório
5.3.	<ul style="list-style-type: none">• estabelece uma ordem entre vários elementos
Parte II	
2.	<ul style="list-style-type: none">• relaciona os conhecimentos
3.1.	<ul style="list-style-type: none">• toma decisões• corrige afirmações falsas
4.1.	<ul style="list-style-type: none">• interpreta uma figura• legenda a figura
4.2.	<ul style="list-style-type: none">• estabelece uma cadeia de raciocínios• organiza o conhecimento• toma decisões• justifica a decisão tomada

Os resultados obtidos no teste pelos quatro grupos envolvidos neste estudo deram um contributo significativo para traçar o quadro da situação no momento inicial da intervenção, ao nível da sala de aula.

A análise dos dados fornecidos pelo teste será apresentada no próximo capítulo, apostando na cooperação entre o *tratamento estatístico* e a *análise de conteúdo*.

• Teste Intermédio de Conhecimentos (Test.conh.intermédio)

O primeiro teste de conhecimentos realizado durante a intervenção e designado por **Test.conh.intermédio** (Anexo I – B) incidiu sobre uma parte da unidade didáctica “As Rochas”, mais precisamente, sobre as Rochas Magmáticas e as Rochas Sedimentares.

O teste é constituído por 18 itens distribuídos por duas partes, correspondendo a Parte I às rochas magmáticas, com 11 itens e a Parte II às rochas sedimentares com sete itens. O teste foi elaborado de acordo com a matriz de objectivos-conteúdos que se encontra em anexo (Anexo I - Bb).

À semelhança do que foi feito para o pré-teste de conhecimentos, procedemos, também neste teste, ao levantamento das competências implícitas ou explícitas relacionadas com algumas questões do teste, de modo a realizar uma posterior análise do nível de desempenho alcançado pelos alunos.

No Quadro 5 encontram-se destacados alguns itens do teste e as competências que julgamos fundamentais para a sua correcta execução.

Quadro 5

Relação itens/competências no Test.conh.intermédio

ITENS	COMPETÊNCIAS
Parte I	
2.	<ul style="list-style-type: none">• lê atentamente• estabelece relação de inclusividade
3.1.	<ul style="list-style-type: none">• estabelece a correspondência entre conceitos
5.1.	<ul style="list-style-type: none">• lê atentamente• distingue o essencial do acessório• identifica a ideia principal
5.2.1.	<ul style="list-style-type: none">• conhece o significado de um termo científico
Parte II	
2.1.	<ul style="list-style-type: none">• estabelece uma ordem entre vários fenómenos• estabelece uma cadeia de raciocínios• completa um esquema
4.1.	<ul style="list-style-type: none">• lê atentamente• organiza o conhecimento• toma decisões• identifica as rochas a partir das suas características
4.3.	<ul style="list-style-type: none">• organiza o conhecimento• selecciona a informação essencial
5.	<ul style="list-style-type: none">• relaciona o conhecimento• aplica o conhecimento a novas situações

Os resultados deste teste serão analisados quantitativamente, através do modelo estatístico de *análise da covariância* e, qualitativamente, com o apoio da análise de conteúdo (a apresentação destes modelos de análise de dados será feita no final deste capítulo).

A análise feita com base nos dados fornecidos por este teste de conhecimentos contribuiu para fazer o ponto da situação num momento intermédio da

intervenção, tendo como referência o pré-teste de conhecimentos que caracteriza a situação no ponto de partida.

- **Pós-teste de Conhecimentos (Test.conh.pós)**

Este teste de conhecimentos foi aplicado aos alunos no final da intervenção e propunha-se avaliar os últimos conteúdos da unidade didáctica “As Rochas”, designadamente as Rochas metamórficas e o Ciclo Geológico e, ainda, os conteúdos pertencentes à nova unidade “A Terra e a sua História”.

O **Test.conh.pós** (Anexo I – C) apresenta 19 itens que se distribuem por duas partes: a Parte I avalia alguns dos conteúdos da unidade “As Rochas” e é composta por nove itens. A Parte II incide sobre a unidade “A Terra e a sua História” e corresponde a dez itens. A concepção do teste obedeceu a uma matriz de objectivos-conteúdos que foi elaborada anteriormente e de acordo com as regras que se impõem, no sentido de atribuir ao teste um maior rigor (Anexo I - Cc).

Dado que mais tarde se procederá à análise do nível das competências desenvolvidas pelos alunos e do desempenho conseguido na resolução de alguns dos itens deste teste, procede-se, agora, ao seu levantamento.

O Quadro 6 apresenta os itens do teste que foram seleccionados e a lista de competências que considerámos necessárias para a obtenção de um desempenho positivo em cada um dos itens em estudo.

Quadro 6

Relação itens/competências no Test.conh.pós

ITENS	COMPETÊNCIAS
Parte I	
1.2.	<ul style="list-style-type: none">• lê atentamente• identifica a ideia principal• apresenta argumentos justificativos
2.2.	<ul style="list-style-type: none">• relaciona o conhecimento• estabelece uma cadeia de raciocínios
4.1.	<ul style="list-style-type: none">• organiza o conhecimento• aplica o conhecimento a novas situações
5.	<ul style="list-style-type: none">• interpreta um esquema• estabelece uma ordem entre vários conceitos
Parte II	
1.2.	<ul style="list-style-type: none">• lê atentamente• distingue o essencial do acessório• relaciona o conhecimento
1.3.	<ul style="list-style-type: none">• retira do texto a informação essencial
4.1.	<ul style="list-style-type: none">• relaciona o conhecimento• aplica o conhecimento a novas situações
5.	<ul style="list-style-type: none">• conhece o significado de um expressão científica• apresenta argumentos justificativos

Os resultados deste teste foram sujeitos, tal como os resultados dos testes anteriores, à análise estatística suportada pelo modelo de análise da covariância e complementada pela análise de conteúdo. A análise geral permitiu caracterizar a situação final, relativamente ao domínio dos conhecimentos adquiridos pelos alunos durante a intervenção.

3.7.2. Questionário de Opinião sobre as Ciências Naturais

A técnica do questionário consiste em colocar um conjunto de pessoas perante uma série de questões ou afirmações, sobre as quais terão de manifestar a sua opinião ou atitude ou expressar as suas expectativas.

Uma das principais vantagens desta técnica é a de permitir quantificar uma multiplicidade de dados e efectuar análises correlacionais (Quivy e Campenhoudt, 1992). Estamos, porém, conscientes das fraquezas que a poderão envolver. De entre elas, salientamos a dificuldade em formular as questões de forma clara e unívoca para que não suscitem qualquer dúvida ao inquirido e a criação de um ambiente de inteira confiança, no momento da administração do questionário, no sentido de eliminar uma certa tendência para responder de acordo com o que é desejado.

A concepção do questionário baseou-se na técnica das *Escalas de Likert*. Esta é uma técnica muito utilizada na medição de atitudes, na medida em que permite saber, de uma forma rápida, as convicções particulares sobre o tema em estudo (Best, 1982). É fornecida ao inquirido uma lista de afirmações, relativamente às quais terá de dar a sua opinião, tendo em conta uma escala gradativa de vários intervalos que poderão ser em número par (ex.: 6) ou em número ímpar (ex.: 5 ou 7) (Neto, 1995).

O questionário utilizado neste estudo é constituído por um conjunto de quinze afirmações, todas elas formuladas pela positiva. Os alunos eram convidados a emitir uma opinião sobre cada afirmação. Para tal, teriam de marcar uma cruz numa escala de um a cinco pontos, correspondendo o cinco à opinião mais favorável (TOTALMENTE DE ACORDO) e o um à opinião menos favorável (TOTALMENTE EM DESACORDO) (Anexo II).

Procurou-se dotar o questionário de um certo grau de coerência interna, tendo em atenção a ordem de apresentação das afirmações e as diversas áreas que elas abordam. Podem, assim, destacar-se quatro partes: a primeira, composta por quatro afirmações (A, B, C, e D), relativas ao grau de satisfação face às Ciências Naturais; a segunda, constituída pelas afirmações E e F, diz respeito à complexidade dos termos científicos e à linguagem, em geral, usada na sala de aula; a terceira engloba sete afirmações (G, H, I, J, L, M e N) que se referem às atitudes e comportamentos face à aprendizagem; a quarta, por último, é composta pelas afirmações O e P, relacionadas com o valor atribuído aos conhecimentos adquiridos nesta disciplina.

Na elaboração do questionário procurou-se, também, utilizar uma linguagem clara e acessível à interpretação e compreensão das afirmações, já que o público-alvo a que ele se destinava era caracterizado por um nível etário baixo (média = 12,5 anos de idade). A este instrumento corresponderam duas versões (pré e pós). A primeira (pré) foi aplicada imediatamente antes do início da intervenção e a segunda (pós) no final da mesma.

3.7.3. Observação Directa e Participante

A observação (...) não é um dom «natural», mas uma actividade altamente qualificada para a qual é necessário não só um grande conhecimento e compreensão de fundo, como também a capacidade para desenvolver raciocínios originais e a habilidade para identificar acontecimentos significativos. Não é certamente uma opção fácil.

- Bell, 1997, p.140.

Nisbet (citado por Bell, 1997) afirma que a observação não é uma actividade fácil. Mesmo quando todos os objectivos foram previamente definidos, continua a haver problemas característicos que se prendem com a própria idi-

ossincrasia do investigador: “*Cada observador terá o seu foco particular de atenção e interpretará os acontecimentos significativos à sua maneira*” (Bell, 1997, p. 141).

Apesar das limitações e do grau de subjectividade associados a esta técnica, ela foi por nós utilizada com um duplo objectivo: servir de retroacção no processo de investigação-acção e fornecer alguma complementaridade aos dados recolhidos através de outras técnicas. Esta foi uma recolha de informação especialmente direccionada para os comportamentos reveladores de dificuldades na aprendizagem e para as atitudes dos alunos perante a metodologia utilizada durante a intervenção.

A observação directa feita pelo próprio investigador apela ao seu sentido de observação e recomenda, como salienta Bell (1997), o *registo simultâneo das observações* para minimizar falhas de memória. Outros autores defendem, no entanto, que se consegue alcançar um maior grau de objectividade quando se descrevem os comportamentos passado algum tempo. Neste trabalho de campo, o registo da informação recolhida através da observação foi sempre feito *à posterior*, no final da aula, quer pela professora-investigadora quer pela professora-colaboradora, dado que, tanto num caso como no outro, o observador e o professor eram a mesma pessoa.

Fazer uma *observação participante e objectiva*, num grupo, como é o caso de uma turma, em que existe um largo conhecimento de todos os seus elementos, torna-se bastante difícil. O professor é, simultaneamente, *observador e actor*, isto é, interfere nas atitudes e nos comportamentos dos alunos, provocando mudança. Apesar de tudo, em nossa opinião, esta técnica revelou-se de extrema utilidade e até imprescindível para o desenvolvimento da investigação empírica, uma vez que a metodologia de suporte, a investigação-

-acção, assenta, fundamentalmente, em dados fornecidos pela observação de comportamentos e de atitudes (Cohen e Manion, 1990).

O *diário* foi a forma mais atraente que encontrámos para *registar as informações recolhidas através da observação*. Cada professora elaborou o seu diário contendo informações, cronologicamente registadas do primeiro ao último dia da intervenção. Com os diários é possível obter informações sobre *atitudes e comportamentos* dos alunos e, ainda, sobre *as dificuldades e limitações* inerentes à implementação da nova metodologia. Estas são razões suficientes para classificar o diário como uma valiosa fonte de informação, o qual veio a revelar-se bastante pertinente no desenvolvimento deste estudo.

3.7.4. Entrevista

Na investigação educacional, a *técnica da entrevista* permite obter dados preciosos e muitas vezes consolidar informações obtidas através de outros instrumentos de recolha de dados.

A grande vantagem da entrevista é permitir “*explorar determinadas ideias, testar respostas, investigar motivos e sentimentos*” (Bell, 1997, p. 118), incluindo o tom de voz, a expressão facial, ou mesmo a hesitação que o entrevistado revela. Há, no entanto, alguns problemas com a utilização desta técnica que se prendem com a própria administração, interpretação e análise. Por um lado, as entrevistas consomem muito tempo, devendo, por isso, o número de indivíduos a entrevistar ser restrito; é, por outro, uma técnica altamente subjectiva.

A entrevista foi feita aos alunos logo após o final da intervenção, com o objectivo de aprofundar e esclarecer, através dos seus próprios testemunhos,

as informações já recolhidas. Tendo em conta o factor tempo, decidimos escolher uma amostra cuja dimensão nos permitisse, simultaneamente, uma recolha adequada de informação e uma facilitada análise do seu conteúdo.

A amostra foi constituída por 20 alunos, pertencentes às duas turmas experimentais, sendo 10 do grupo E1 e 10 do grupo E2. Cada um destes grupos de alunos apresentava, por sua vez, dois subgrupos, tendo sido o aproveitamento na disciplina o critério utilizado para a sua formação.

Optou-se por fazer uma *entrevista semi-estruturada*, apoiada por um *guião* simples e flexível (Anexo III - A), constituído por *12 questões*, relativamente abertas, procurando não impor a rigidez de uma resposta precisa, de acordo com o proposto por Cohen e Manion (1990). Esta modalidade de entrevista permite uma certa flexibilidade na abordagem dos temas e dá a oportunidade ao investigador de reencaminhar a entrevista para os objectivos antes formulados, sempre que se torne necessário (Quivy e Campenhoudt, 1992).

Todas as entrevistas decorreram a nível individual, com a presença única do entrevistado e da entrevistadora, durante cerca de uma hora, procedendo-se à gravação das mesmas em registo audio e sempre com o consentimento dos entrevistados. O ambiente criado para o efeito pretendia fomentar a confiança e minimizar possíveis constrangimentos por parte dos alunos. Apesar de todos estes cuidados, foi possível sentir que alguns deles, durante os primeiros minutos de entrevista, se sentiam pouco à vontade. Este facto tornou-se mais evidente nos alunos do grupo E1, uma vez que, não eram alunos da entrevistadora. Mas, de uma maneira geral, todos ultrapassaram essa barreira e deram uma colaboração excepcional através dos seus testemunhos.

Depois da realização das entrevistas, transcrevemos na íntegra todo o seu conteúdo, reproduzindo-o tantas vezes quantas as necessárias para captar o impacto emocional da resposta, no sentido de minimizar o perigo de falsas interpretações que qualquer processo de transcrição implica (Best, 1982).

Concluída a fase da transcrição, procedeu-se a uma leitura exaustiva de todos os protocolos, pretendendo-se, deste modo, obter uma ideia geral do seu conteúdo. Nele foi possível identificar, por um lado, excertos que, pela sua relevância e adequabilidade, correspondiam às categorias previamente definidas; por outro, identificar novas categorias que, pela sua pertinência, poderiam constituir material precioso. A técnica de tratamento e exploração dos dados fornecidos pelos protocolos é, fundamentalmente, a *análise de conteúdo* ou análise qualitativa, que incide, sobretudo, no discurso verbal (Neto, 1995). Esta análise foi ainda desenvolvida de acordo com o preconizado por Bardin (1977) e por Quivy e Campenhoudt (1992).

Do conteúdo das entrevistas foram seleccionadas algumas passagens do discurso que considerámos pertinentes e ilustrativas para inserir com o devido enquadramento, na análise e discussão dos resultados a apresentar no próximo capítulo, bem como nas conclusões.

Antes de dar por concluído este trabalho de campo, a professora-colaboradora foi também sujeita a uma entrevista de carácter informal (Anexo III – B). Com esta entrevista, quisemos recolher a sua opinião sobre a metodologia utilizada (vantagens e desvantagens), o grau de adequabilidade dos materiais de apoio (clareza, complexidade, dificuldade...) e a reacção dos alunos ao longo da intervenção. No final, a entrevistada fez ainda um comentário sobre a influência desta metodologia no processo ensino/aprendizagem e mencionou as suas principais dificuldades na adaptação ao método. Os seus

testemunhos e experiência profissional constituíram um contributo fundamental para o trabalho.

Para além dos instrumentos de recolha de dados antes caracterizados e da entrevista, os materiais de apoio tiveram um papel preponderante ao longo de todo o trabalho de campo, pois constituíram a base de trabalho no decorrer da aula. No ponto seguinte faz-se referência a esses materiais e tenta-se descrever o contexto em que foram utilizados.

3.8.

MATERIAIS DE APOIO – FICHAS DE TRABALHO

A melhor forma de que os jovens aprendam a aprender é o ensino directo de diversos níveis de habilidades e estratégias, acompanhada pelo esforço do professor para suscitar nos alunos um certo grau de auto-consciência e auto-controlo do processo de aprendizagem.

- Nisbet e Shucksmith, 1987, p. 113.

A aprendizagem de estratégias que permitam ao aluno controlar o próprio processo de aprender pode parecer, à partida, uma tarefa complexa e pouco adequada a baixos níveis etários. Os trabalhos realizados por Flavell e Brown (citados por Nisbet e Shucksmith, 1987) sobre o modo como se desenvolve a aprendizagem indicam, porém, que *“mesmo as crianças muito pequenas possuem um considerável grau de conhecimento metacognitivo e que este se desenvolve gradualmente com a idade”* (p.69).

A dificuldade consiste na capacidade em aplicar esse conhecimento para alcançar um fim cognitivo, dado o acentuado desfasamento que existe nas crianças entre conhecimento e acção, o que tende a esbater-se nos adultos. Parece então necessário intervir para ensinar as crianças a usar estratégias que

lhes permitam adequar o conhecimento aos fins da aprendizagem (Nisbet e Shucksmith, 1987). Cabe ao professor a escolha das tarefas adequadas para que estas sejam compatíveis com o nível de desenvolvimento cognitivo dos seus alunos.

Todos os materiais de apoio que vulgarmente designamos por *fichas de trabalho*, aplicados neste trabalho de campo, foram elaborados à luz das ideias aqui apresentadas e concebidos a partir de sugestões e de exemplos retirados da bibliografia (incluindo a “*internet*”). Os textos que fazem parte das fichas de trabalho foram adaptados de manuais escolares, principalmente do 7º ano de escolaridade. As primeiras versões destes materiais foram sujeitas a uma apreciação crítica por parte de um Doutor em Ciências da Educação e somente após a introdução das rectificações sugeridas foram elaboradas as versões finais e aplicadas na sala de aula.

As fichas de trabalho elaboradas apresentam uma grande diversidade na forma e no tipo de tarefas propostas aos alunos. Esta diversidade teve como objectivo evitar a monotonia e aumentar a expectativa dos alunos face à novidade. O ensino de estratégias metacognitivas, como já foi referido no quadro teórico (Novak e Gowin, 1988), promove o desenvolvimento de competências tão variadas como a *observação*, a *classificação*, a *organização* coerente da informação e a *compreensão*, entre outras, implicando, por isso, uma grande diversificação de tarefas e estratégias, de modo a desencadear mecanismos facilitadores da aprendizagem.

Baker (citado por Campanário e Moya, 1999) afirma que existe um forte paralelismo entre competências, como as que foram anteriormente referidas e o processamento de informação, sobretudo se ele é levado a cabo a partir de textos. Muitas das fichas de trabalho aplicadas na sala de aula, du-

rante a intervenção, continham textos, a partir dos quais se pretendia melhorar a aprendizagem da geologia, desenvolvendo em simultâneo, competências metacognitivas adequadas. A confirmar esta ideia, Baker continua acrescentando:

a aprendizagem a partir da leitura de textos apresenta-se, pois, como um dos meios mais eficazes para fomentar a metacognição, especialmente na aprendizagem das ciências. (Campanário, 1999, p.187)

A diversidade que caracteriza as fichas de trabalho não implica, contudo, de forma alguma, dispersão de objectivos, de método ou de finalidades. Pelo contrário, elas apresentam linhas de força comuns que são particularmente importantes como potenciais promotores do desenvolvimento cognitivo dos alunos, destacando-se aqui as mais relevantes:

- exploração/interpretação/compreensão de textos;
- desenvolvimento da linguagem;
- apelo à atenção/concentração;
- desenvolvimento de uma leitura cuidada e efectiva (com compreensão significativa), através de exercícios de exploração, como, por exemplo:
 - sublinhar palavras-chave
 - identificar palavras/expressões desconhecidas
 - debater o significado dessas expressões com os colegas e com a professora
 - distinguir a informação essencial da informação acessória;
- desenvolvimento de mecanismos de auto-regulação;
- recurso frequente a actividades de síntese:
 - resumos;
 - esquemas;

- sequências;
- ciclos;
- mapas organizacionais;
- mapas de conceitos;
- interpretação de figuras, gráficos e esquemas;
- concordância entre o conteúdo do texto e o tipo de tarefa;
- sequência lógica dos conteúdos;
- forte relação entre os conteúdos estudados e o meio envolvente.

Do conjunto de materiais de apoio que elaborámos para este trabalho de campo, seleccionámos e incluímos em anexo aqueles que consideramos mais significativos (Anexo IV).

Ao longo da intervenção (cerca de quatro meses), foram ainda postos em prática vários procedimentos e suportes didácticos merecendo destaque o trabalho a pares, a resolução de problemas, as visitas de estudo e os trabalhos de casa, dos quais, se faz de seguida, uma breve referência.

O *trabalho a pares* é uma estratégia que consiste em colocar os alunos a trabalhar em grupos de dois para permitir que “*com o auxílio de uma outra pessoa, toda a criança possa fazer mais do que faria sozinha – ainda que restringida aos limites estabelecidos pelo grau do seu desenvolvimento*” (Vygotsky, 1998, p. 129). Do ponto de vista de Vygotsky, as situações de interacção social com os outros, principalmente com um adulto ou com um companheiro mais desenvolvido, estimulam e activam na criança os processos internos de desenvolvimento. Estas situações de aprendizagem abrem um espaço entre o que o sujeito já adquiriu e o que pode adquirir com a ajuda dos outros. Dado que em situação de sala de aula, o habitual número elevado de

alunos reduz a quantidade de interacções professor-aluno, o trabalho a pares revelou-se uma estratégia importante, capaz de minimizar esse constrangimento.

Em geologia não é possível estabelecer um paralelismo demasiado estreito com o tipo de problemas propostos por outras disciplinas como a física ou a matemática. Apesar da definição de problema ser bastante abrangente, entendemos que em geologia tem mais sentido falar de *situações-problema*. Colocar situações-problema nas aulas pareceu-nos uma opção importante, pela oportunidade que é dada ao aluno de explicitar as suas ideias, apresentar argumentos e discuti-los com os colegas e a professora ou realizar actividades práticas muito simples. Estas actividades práticas têm um inegável *potencial motivador* e uma grande capacidade para *familiarizar os alunos com o real*, através da observação directa de fenómenos.

Integrado na abordagem que pusemos em prática, subordinada ao grande Tema “Outros testemunhos da Actividade da Terra - As Rochas”, foi, ainda, possível desenvolver um *conjunto de actividades* com a colaboração do Pólo de Estremoz da Universidade de Évora, no âmbito do Projecto Ciência Viva - “*A Geologia e as comunidades locais; Mármore um exemplo*”. Com este projecto, pretendia-se dar conhecimento aos alunos das grandes riquezas geológicas da região e, ao mesmo tempo, dar a conhecer o objecto e o método da Geologia. O conjunto de actividades desenvolvidas pelas quatro turmas do 7º ano designou-se “A Semana da Geologia”. Uma *conferência* sobre o mármore e as comunidades foi o início dessas actividades, incluindo ainda duas *visitas*: a primeira, a uma exposição sobre o tema, no Pólo da Universidade, onde os alunos puderam *aprender experimentando*; a segunda, a uma pedreira local, onde observaram a exploração do mármore, numa pedreira a céu aberto

e o seu impacto ambiental. Durante o período em que estas actividades tiveram lugar, esteve patente, na escola, uma pequena *exposição* sobre a geologia local e algumas amostras de rochas da região.

Os *trabalhos de casa*, ditos tradicionais, são normalmente encarados pelos alunos como uma pequena “tortura”. De uma forma geral, são pouco motivadores e tornam-se monótonos, levando a que os alunos os realizem com pouco empenho. Porém, é possível substituir trabalhos com estas características por outros mais apelativos e que acabam por ser, de uma maneira geral, bem aceites pelos alunos.

Apresentamos no Anexo V dois exemplos de um tipo de trabalho de casa que se revelou um dos pontos fortes desta intervenção. No final do estudo de cada “Família de rochas” (magmáticas, sedimentares e metamórficas), os alunos eram convidados a realizar um desses trabalhos de casa. Foi surpreendente a *motivação* e a *alegria* que esses trabalhos geraram. Para a sua realização, os alunos fizeram *pesquisa bibliográfica* e deram largas à sua *imaginação* e *criatividade*. O impacto destes trabalhos foi ainda maior, ao “contagiarem” o ambiente das aulas onde foram apresentados. Após o primeiro trabalho, apenas alguns alunos procederam à sua leitura na sala de aula. Os colegas ouviam atentamente e corrigiam algumas imprecisões de linguagem e científicas. Nos trabalhos seguintes, todos os alunos quiseram ler e mostrar ao grupo o resultado final de um trabalho que haviam realizado com tanto entusiasmo.

3.9.

ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A informação recolhida através dos instrumentos aplicados forneceu vários tipos de dados: *métricos* (a nível intervalar), procedentes do questionário de opinião e dos testes de conhecimentos; *nominais*, derivados dos registos de observação directa, dos diários e das entrevistas semi-estruturadas.

3.9.1. Análise dos Dados Quantitativos

Os dados métricos obtidos através dos testes aplicados neste estudo empírico pressupõem um *procedimento quantitativo*, em que o suporte de análise é a *estatística paramétrica*. As *técnicas paramétricas*, mais restritivas do que as suas correspondentes não paramétricas, só se podem aplicar a dados métricos (de intervalo e de razão); enquanto que as *técnicas não paramétricas*, menos restritivas, se podem aplicar genericamente a todos os tipos de dados (D'Hainaut, 1992).

Os dados recolhidos foram posteriormente organizados numa base de dados, concebida para o efeito no programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*). Este trata-se, provavelmente, do programa para análise estatística mais utilizado nos estudos em ciências sociais (Bryman e Cramer, 1993). Foi com o apoio deste programa informático e tirando partido das suas enormes potencialidades que se tornou possível fazer a análise dos dados, nesta vertente, aplicando, algumas vezes, o *teste t de Student* para amostras independentes e realizando várias *análises da covariância* (ANCOVA) para detectar eventuais diferenças significativas entre os grupos no estado de chegada, tendo em conta a sua posição relativa à partida (Clegg, 1995).

Utiliza-se a análise da covariância quando se pretende analisar diferenças entre pré-testes e pós-testes, referentes a cada variável dependente e relativamente a uma ou várias variáveis independentes. Trata-se de um método de análise estatística que combina a análise da variância com a da regressão linear. A ANCOVA introduz a covariável ou variável *concomitante X* (quantitativa/pré-teste), que se pressupõe estar relacionada com a variável dependente (desempenho dos alunos), mas não com o factor (grupo), o que permite diminuir a variância não explicada entre os grupos e, portanto, reduzir o erro do modelo (Pestana e Gageiro, 1998).

A análise da covariância foi, assim, o modelo estatístico que constituiu o núcleo central do tratamento dos nossos dados quantitativos. A escolha recaiu sobre ele, pelas razões teóricas já apresentadas e, ainda, porque permitia:

- utilizar um modelo de tratamento quantitativo adequado ao nosso desenho de investigação;
- dispor de um modelo que entrasse em linha de conta com o estado inicial dos grupos;
- minimizar o efeito negativo das diferenças existentes nos conteúdos dos pré e pós-testes de conhecimentos.

3.9.2. Análise dos Dados Qualitativos

A peculiaridade dos fenómenos estudados pela investigação educacional, a multiplicidade dos métodos que utiliza e a variedade dos fins e objectivos a que se propõe são aspectos que lhe conferem uma especificidade própria (Arnal, 1994). Para fazer face a esta complexidade, e como já se salientou, buscam-se sinergias entre métodos quantitativos e qualitativos, na procura de possível complementaridade.

A investigação qualitativa tem significados diferentes, dependentes do contexto em que ocorre e da sua temporalidade. Os investigadores qualitativos estudam a realidade no seu contexto natural, tentando interpretar os fenómenos tal como acontecem e revesti-los de sentido. As técnicas utilizadas neste tipo de investigação devem proporcionar recolhas de dados que “*informem da particularidade das situações, permitindo uma descrição exhaustiva e densa da realidade concreta, objecto de investigação*” (Gómez, 1996, p.35).

O suporte fundamental das metodologias qualitativas é a *análise de conteúdo*, que incide sobre o discurso normalmente verbal, contido, de uma maneira geral, em protocolos escritos ou em gravações. O seu objecto de análise é a palavra, ou seja, o aspecto individual no acto da linguagem. A palavra é trabalhada e interpretada num determinado contexto, tentando compreender as inter-relações estabelecidas no discurso. Bardin (1977) define a análise de conteúdo como um “*conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objectivos de descrição do conteúdo das mensagens*” (p.38).

Apesar dos resultados positivos alcançados por esta técnica, ela confronta-se com vários constrangimentos, inerentes às suas próprias características e que se relacionam directamente com o seu próprio objecto: a palavra. É o trabalhar a palavra, nomeadamente os seus significados e sentidos tão diversos, que torna a análise de conteúdo tão rica, mas, ao mesmo tempo, tão problemática.

Para minimizar estes efeitos negativos e para que a análise de conteúdo não passe de uma simples descrição dos acontecimentos, Bardin (1977) defende que é através da *inferência* que o investigador retira informações su-

plementares de uma mensagem, permitindo-lhe atribuir sentido às características levantadas, enumeradas e organizadas, presentes no material em análise.

Neste estudo, em particular, pretendeu-se, numa perspectiva qualitativa, verificar se determinados aspectos focados na revisão de literatura, como as *atitudes dos alunos* e o *desenvolvimento da sua capacidade de pensar*, se traduziam num progresso significativo da aprendizagem dos conteúdos curriculares. Para tal, foi compilado um conjunto de material, que designamos por *Corpus* de análise, constituído por *protocolos escritos*, no qual constam as respostas dadas pelos alunos (fichas de trabalho), gravações em audio e transcrições de *entrevistas*, registos de *observações* e *diários* das professoras. Na produção deste *corpus* de análise, foram ponderadas questões metodológicas que se prendem com a natureza do estudo e questões de pertinência teórica que têm a ver com a adequação entre os materiais e o tipo de informação pretendida (Vala, 1986).

Outra das nossas preocupações foi tentar assegurar “um certo grau de formalização do processo de análise” (Neto, 1995, p. 522), para que a investigação qualitativa não seja encarada como uma “arte” puramente intuitiva, tal como alguns autores pejorativamente a qualificam. Neste sentido, procedemos à operação de *categorização*, a qual consiste “no processo por meio do qual os dados brutos são sistematicamente transformados e agregados em unidades que permitem uma descrição precisa das características mais pertinentes do conteúdo” (p. 523).

Do ponto de vista do valor substantivo de uma análise de conteúdo, a definição das categorias é talvez o momento mais delicado, devido à dificuldade em associar um segmento de texto a uma só categoria. Esta operação

pressupõe a detecção de indicadores relativos a essa categoria, traduzida na atribuição de sentido a um conceito que se quer apreender (Vala, 1998).

A construção de um sistema de categorias pode ser feita *a priori*, *à posteriori*, ou através da combinação destes dois processos, como ocorreu neste trabalho. Definido o quadro teórico, o trabalho empírico permitiu estabelecer um plano de categorias que emerge, simultaneamente, da problemática em estudo e das características concretas dos materiais em análise. As referências teóricas orientaram a primeira exploração do material, que, por sua vez, veio contribuir para a reformulação de algumas categorias previamente definidas.

Relativamente ao procedimento geral de análise dos protocolos escritos, dos registos de observações e das entrevistas, já foi efectuada uma primeira abordagem, aquando da descrição dos instrumentos de recolha de dados. Reserva-se para o próximo capítulo a inclusão de excertos e de referências específicas que possam clarificar e complementar as ideias, numa tentativa de interpretação controlada que nos é facultada pela análise de conteúdo.

IV. RESULTADOS

O estudo empírico que consubstancia este trabalho, desenvolvido na Escola “Padre Bento Pereira de Borba”, foi realizado com alunos do 7º ano de escolaridade, na disciplina de Ciências Naturais, mais precisamente na área da geologia. O seu grande objectivo era, essencialmente, *o ensino-aprendizagem de estratégias metacognitivas*, assim como *o desenvolvimento de competências e de atitudes de incidência metacognitiva*, no contexto formal do ensino das ciências.

Como atrás fizemos referência, os grupos envolvidos no estudo estavam organizados da seguinte forma:

- um grupo experimental E1 (Turma A) e um grupo de controlo C1 (Turma B), leccionados pela *professora-colaboradora*;
- um grupo experimental E2 (Turma C) e um grupo de controlo C2 (Turma D), leccionados pela *professora-investigadora*.

Consideramos importante lembrar que a escolha dos grupos não se realizou por selecção aleatória, pelas razões já apresentadas, e que, devido a esses condicionalismos, esta investigação pertence à categoria de quase-experimentação. Também já realçámos algumas das insuficiências que o desenho quase-experimental comporta, como a incapacidade de controlar diversos factores parasitas presentes no estado inicial da investigação, que sempre influenciam, de alguma forma, os resultados finais (Best, 1982).

Conscientes dessas limitações e dificuldades, procurámos minimizar esses efeitos, recorrendo à cooperação entre métodos quantitativos e qualitativos, isto é, da estatística e da análise de conteúdo.

Neste capítulo, efectuamos a apresentação e a discussão do tratamento da informação que esse trabalho de campo proporcionou.

Em primeiro lugar, será feito o *ponto da situação à partida*. A análise efectuada recairá sobre os *domínios afectivo e cognitivo*, sendo suportada pela aplicação do teste *t* de Student e pela análise de conteúdo.

Em segundo lugar, apresentaremos a análise geral das competências desenvolvidas, das dificuldades sentidas e das transformações ocorridas ao longo da intervenção, sempre suportada pela análise de conteúdo.

Em terceiro lugar, traçaremos o *ponto da situação à chegada*. Aqui, a análise efectuada incidirá, novamente, sobre os domínios afectivo e cognitivo, comparando os *estados de partida e de chegada* e apontando as mudanças ocorridas. Para tal, aplicou-se a *análise da covariância*, como modelo estatístico fundamental. Pelas sua natureza e potencialidades (já apresentadas no capítulo anterior), a ANCOVA apresenta-se como o modelo mais adequado a este estudo, porque introduz um ajustamento que tem em conta as diferenças iniciais, consideradas relevantes, dada a influência que podem ter nos resultados finais da investigação.

4.1.

SITUAÇÃO INICIAL

4.1.1. Domínio Afectivo

Relativamente a este domínio, quisemos investigar quais eram as atitudes/opiniões dos alunos face à disciplina de Ciências Naturais (C.N.) e à aprendizagem dos seus conteúdos. Como instrumento de recolha de dados, foi aplicado o Questionário de Opinião (versão pré – Anexo II), imediatamente antes do início da intervenção.

A análise global desta versão do questionário revelou que, quer o par E1/C1, quer o par E2/C2 não apresentavam, à partida, diferenças estatísticas significativas entre os seus grupos. A aplicação do teste *t* de Student (diferença de médias à partida) indicou um nível de probabilidade elevado para a comparação entre os grupos E1 e C1 ($p = 0,30$), assim como para o caso dos grupos E2 e C2 ($p = 0,80$). Não esquecendo o facto de estarmos perante grupos intactos, esta homogeneidade verificada à partida em todos os grupos vem minimizar os efeitos negativos que uma selecção não aleatória dos mesmos poderá ter. Apesar das diferenças de médias não se poderem considerar estatisticamente significativas, elas existiam em valor absoluto, como se pode confirmar no gráfico seguinte:

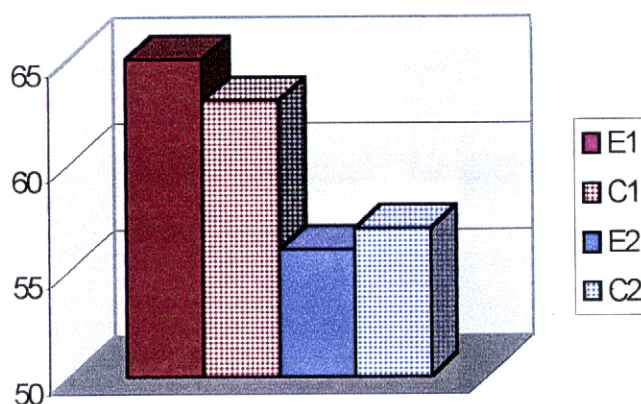


Fig.1 - *Estado de Partida – Domínio Afetivo: Comportamento global dos grupos.*

Sem ser nosso objectivo principal fazer a comparação entre grupos de pares diferentes, julgamos, ainda assim, pertinente apresentar alguma informação referente à sua posição relativa. Neste caso, e porque as médias obtidas pelos grupos do par E1/C1 (65 e 63, respectivamente) eram mais elevadas das que as dos grupos E2 e C2, cujas médias foram, respectivamente, 56 e 57, talvez se possa afirmar que os dois primeiros grupos terão partido de uma posição mais favorável.

Esta análise global ao Questionário de Opinião é pertinente, mas torna-se necessária uma análise mais detalhada dos itens que o constituem. A associação itens/variáveis permite-nos fazer um diagnóstico mais fino da situação no ponto de partida, ao analisar a opinião dos grupos relativamente à *satisfação face à disciplina (Sat.pré)*; aos *sentimentos face à complexidade da linguagem utilizada (Ling.pré)*; às *atitudes e comportamentos face à aprendizagem (Atit.pré)* e, ainda, à *utilidade futura dos conhecimentos adquiridos na disciplina (Util.pré)*.

Relativamente a estas quatro variáveis, a aplicação do teste *t* de Student, para *amostras não emparelhadas*, permitiu-nos chegar aos seguintes resultados:

Quadro 7

Estado de Partida – Domínio Afectivo: Situação dos grupos para cada variável

Variável	Grupo	N	Média	Desvio Padrão	p	Equivalência
Sat.pré	E1	20	18	1,20	0,08	Equiv.
	C1	20	16	3,50		
	E2	18	14	4,14	0,74	Equiv.
	C2	20	14	4,12		
Ling.pré	E1	20	8	1,35	0,08	Equiv.
	C1	20	7	1,36		
	E2	18	8	1,68	0,92	Equiv.
	C2	20	8	1,14		
Atit.pré	E1	20	30	3,28	0,96	Equiv.
	C1	20	30	4,19		
	E2	18	27	4,27	0,84	Equiv.
	C2	20	27	4,61		
Util.pré	E1	20	9	0,91	0,77	Equiv.
	C1	20	9	1,26		
	E2	17	8	2,07	0,59	Equiv.
	C2	20	9	1,46		

Equiv. – Grupos estatisticamente equivalentes.

O Quadro 7 revela existir equivalência entre os grupos constituintes de cada par, relativamente a todas as variáveis em análise. Poder-se-á concluir que os dois grupos constituintes de cada par revelavam em cada caso, à partida, equivalente interesse pela disciplina; demonstravam semelhante nível de consciência sobre a complexidade da linguagem; apresentavam atitudes e comportamentos idênticos face à aprendizagem da disciplina e, ainda, consideravam igualmente úteis os conhecimentos adquiridos em Ciências Naturais.

Consultando o gráfico da Fig. 2, pode constatar-se que, apesar da aproximação das médias, os grupos E1 e C1, seguindo uma tendência já antes detectada, apresentavam ligeira vantagem no que respeita às variáveis Sat.pré. e Atit.pré., relativamente aos grupos E2 e C2.

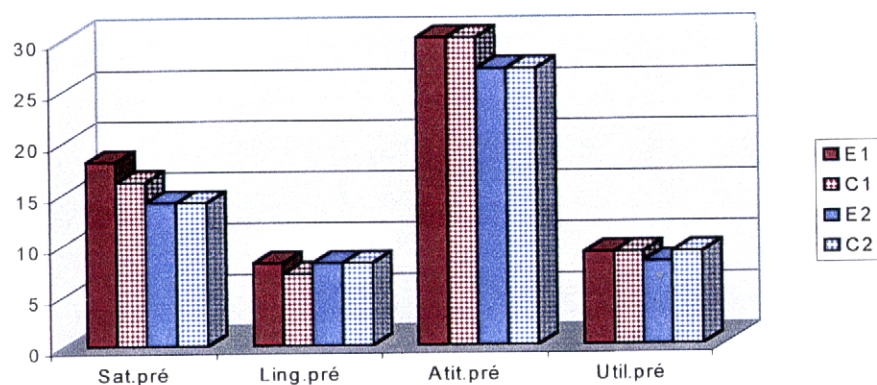


Fig.2- Estado de Partida – Domínio Afetivo: Comportamento dos grupos em relação a cada variável.

Desta análise ressalta, em síntese, que, em relação ao domínio afectivo, o grupo E1 parecia ser aquele que se encontrava mais predisposto e motivado para a aprendizagem das C.N., reconhecendo a importância da disciplina e dos seus conteúdos para o desenvolvimento da capacidade de pensar e de organizar os conhecimentos, logo seguido do grupo C1, do grupo C2 e, finalmente, do grupo E2. É interessante verificar que os grupos experimentais E1 e E2 iniciam a sua participação na experiência a partir de situações diferentes, com alguma vantagem para o grupo E1.

4.1.2. Domínio Cognitivo

Para a recolha de informação sobre o nível de conhecimentos dos alunos nos conteúdos curriculares foi aplicado um Teste de Conhecimentos (Test.conh.pré – Anexo I-A), na semana anterior ao início da intervenção, cujos resultados nos permitem fazer a caracterização do estado de partida, no domínio cognitivo (vertente do conhecimento conceptual).

Os níveis médios de desempenho no pré-teste de conhecimentos alcançados pelos quatro grupos apresentavam uma ligeira diferença: 59 e 50 para os grupos E1 e C1 e 65 e 60 para os grupos E2 e C2, respectivamente. A análise comparativa efectuada revelou, porém, níveis de probabilidade elevados, quer para os grupos E1 e C1 ($p = 0,63$), quer para os grupos E2 e C2 ($p = 0,28$), indicando que as diferenças entre os grupos não eram, em cada par, estatisticamente significativas. Tal como na análise global ao questionário de opinião, também nesta situação se pode afirmar serem os grupos, inicialmente, estatisticamente homogéneos. Embora o desempenho dos grupos neste teste fosse muito idêntico, as médias pareciam indicar uma ligeira vantagem dos grupos do par E2/C2 sobre os grupos do par E1/C1, no domínio dos conhecimentos, como se pode verificar mais claramente no gráfico da Fig. 3, parecendo, por isso, a situação ter-se, agora, de algum modo, invertido.

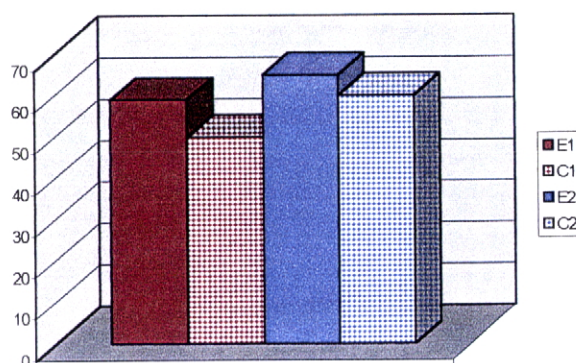


Fig.3- Estado de Partida–Domínio Cognitivo: Desempenho dos grupos no Test.conh.pré.

À semelhança da análise feita para as variáveis criadas no domínio afectivo, julgou-se pertinente, também aqui, efectuar uma análise mais detalhada do desempenho dos alunos relativamente aos itens do teste que implicavam o domínio de competências necessárias à sua eficaz resolução.

No momento da caracterização do pré-teste de conhecimentos, fizemos o levantamento de alguns itens e estabelecemos a sua correspondência com as competências que lhes estavam associadas. Desses itens, seleccionámos 5, para fazer um diagnóstico mais pormenorizado dos grupos, no que se refere ao nível de desempenho dos seus membros nas competências consideradas fundamentais como pré-requisitos para um estudo de treino metacognitivo (Quadro 8).

Quadro 8

Estado de Partida - Domínio Cognitivo: Nível de desempenho dos grupos em relação a algumas competências

ITENS COTAÇÃO		COMPETÊNCIAS	DESEMPENHO (média)	GRUPOS
Parte I 3.1.1.	8	<ul style="list-style-type: none"> • lê atentamente • interpreta um esquema 	7	E1
			6	C1
			5	E2
			6	C2
4.2.	6	<ul style="list-style-type: none"> • consulta uma escala 	4	E1
			3	C1
			3	E2
			4	C2
5.3.	8	<ul style="list-style-type: none"> • estabelece uma ordem entre vários elementos 	6	E1
			5	C1
			7	E2
			5	C2
Parte II 3.1.	5	<ul style="list-style-type: none"> • toma decisões • corrige afirmações falsas 	3	E1
			3	C1
			2	E2
			3	C2
4.2.	8	<ul style="list-style-type: none"> • estabelece uma cadeia de raciocínios • organiza o conhecimento • toma decisões • justifica a decisão tomada 	3	E1
			2	C1
			5	E2
			4	C2

A análise individual dos itens, apoiada pelo Quadro 8, mostra-nos que as médias associadas aos grupos que formam os pares E1/C1 e E2/C2 não apresentam diferenças significativas, embora os grupos E1 e C1 pareçam ter evidenciado um melhor desempenho inicial na leitura e na interpretação de esquemas (Parte I – item 3.1.1.), enquanto os grupos E2 e C2 se revelavam mais eficazes na organização do conhecimento e na justificação das decisões tomadas (Parte II – item 4.2.).

Como se pode observar no gráfico da Fig.4, o nível de desempenho dos grupos é idêntico, talvez com uma ligeira desvantagem para o grupo C1.

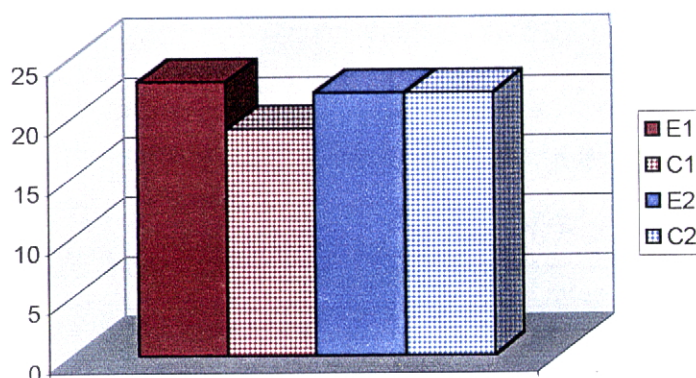


Fig.4- Estado de Partida – Domínio Cognitivo: Desempenho dos grupos nos itens seleccionados do Test.conh.pré.

Caracterizada a situação em que se encontravam os grupos envolvidos neste estudo no momento que antecedia a intervenção, quer a nível de atitudes face à aprendizagem da disciplina de Ciências Naturais, quer no domínio de conhecimentos e de competências metacognitivas, passamos, no ponto seguinte, à apresentação das eventuais transformações provocadas pela intervenção ao nível das atitudes e do desempenho dos alunos.

4.2.

INTERVENÇÃO DIDÁCTICA: COMPETÊNCIAS DESENVOLVIDAS, DIFICULDADES E TRANSFORMAÇÕES

Nesta parte do trabalho, a análise qualitativa permitirá desenhar o *quadro inicial das atitudes e dos comportamentos* revelados pelos alunos dos dois grupos experimentais (E1 e E2), ao longo do período de adaptação, bem como do *desempenho a nível da aprendizagem*, evidenciado durante as aulas. A análise feita ao nível de desempenho dos alunos nas actividades desenvolvidas nas aulas será suportada pela análise de conteúdo das suas respostas às questões das fichas de trabalho e pelo grau de consecução alcançado na realização das diferentes tarefas propostas, complementada pelos registos cronológicos de observações contidos nos diários das professoras.

4.2.1. Desenvolvimento da Competência de Leitura

Sublinhar palavras-chave

Esta era uma das tarefas mais solicitadas aos alunos, em grande parte das fichas de trabalho. Inicialmente, os alunos sublinhavam praticamente todo o texto, como se pode ver nas seguintes transcrições:

O nosso país é rico em paisagens naturais, caracterizadas, principalmente, pelo aflo-ramento rochoso predominante. O conhecimento das rochas tem importância teórica e prática porque elas constituem testemunhos de épocas geológicas remotas e permitem o estudo de processos e fenómenos naturais que conduzem à sua formação.

O nosso país é rico em paisagens naturais, caracterizadas, principalmente, pelo aflo-ramento rochoso predominante. O conhecimento das rochas tem importância teórica e prática porque elas constituem testemunhos de épocas geológicas remotas e permitem o estudo de processos e fenómenos naturais que conduzem à sua formação.

Pareciam, assim, demonstrar, por um lado, não compreender o que era pedido com a expressão “*Sublinhar palavras muito importantes para a compreensão do texto*” (como inicialmente estava expresso nas fichas) (ver Anexo- IV-A: A Pedra ou a Rocha) ou “*Sublinhar palavras-chave*” (como aparecia mais tarde); evidenciavam, por outro lado, grande dificuldade em identificar a importância dessas palavras no contexto.

Decorrido algum tempo, os alunos começaram a manifestar ligeira evolução, apesar de continuar a persistir alguma dificuldade, como nos apercebemos pelo sublinhado dos mesmos alunos, a seguir ilustrado:

Na paisagem granítica é possível observar o granito dividido em blocos, devido à existência de planos de fractura na rocha – diáclases. Essas fracturas permitem a infiltração da água das chuvas até zonas profundas, provocando a alteração física e química do granito.

Na paisagem granítica é possível observar o granito dividido em blocos, devido à existência de planos de fractura na rocha – diáclases. Essas fracturas permitem a infiltração da água das chuvas até zonas profundas, provocando a alteração física e química do granito.

Ao comparar, nestes dois excertos (Anexo 4-B: Paisagem Granítica), as palavras neles sublinhadas, pode verificar-se que algumas das palavras-chave (escritas a itálico) começam a ser identificadas por ambos os alunos. Neste momento da intervenção, parecia estar mais claro o significado de “*palavra-chave*”, pois, apesar da frequência com que essa tarefa era solicitada e dos esclarecimentos efectuados, os alunos continuavam a perguntar em todas as aulas: “*o que é uma palavra-chave?*”

Dada a dificuldade que persistia na leitura e na compreensão dos textos, as duas professoras optaram pela *leitura em voz alta*, sempre que se apresentava um texto, considerando-se esta técnica fundamental para a compreensão

dos mesmos. Depois da leitura em voz alta, os alunos faziam uma leitura silenciosa (ou mais) e sublinhavam as palavras-chave. Nestes momentos, fazia-se um silêncio “agradável”, de onde “emanava” concentração e entusiasmo. No meio de toda a actividade as professoras eram, também, elementos activos nos grupos, ocupadas a responder às muitas solicitações dos alunos.

Ao longo da intervenção, a dificuldade em sublinhar correctamente as palavras-chave continuou evidente. Todavia, alguns alunos pareciam evidenciar alguma evolução e, no final, era frequente observá-los a sublinhar as palavras-chave, enquanto acompanhavam a leitura em voz alta feita por um colega. Esta atitude precipitada poderia prejudicar estes alunos, dado que não tinham, no momento, uma ideia global do texto; apesar disso, conseguiam alcançar um bom desempenho, com bastante frequência. Também algumas observações feitas pelos próprios alunos eram reveladoras de algum sucesso: “há uma relação entre as palavras-chave que eu sublinho” ou “as palavras-chave são os conceitos mais importantes”.

Identificar palavras/expressões desconhecidas

Para os alunos dos grupos E1 e E2, existia uma dupla dificuldade, no que se refere a este ponto. Por um lado, a linguagem científica própria da geologia é composta por inúmeros termos que não são usualmente empregues na linguagem comum; por outro lado, o baixo nível cultural do meio em que os alunos viviam não lhes proporciona a aquisição de um vocabulário diversificado. Em consequência, sempre que se pedia aos alunos para identificarem *palavras* ou *expressões desconhecidas*, surgia um elevado número de termos científicos e de outras palavras cujo significado era também por eles desconhecido. A necessária atenção dada a cada uma das palavras desconhecidas que surgia nos textos transformou esta técnica numa poderosa actividade para

desenvolver o domínio da língua materna, ao mesmo tempo que se aprendia a linguagem própria da geologia. Nas entrevistas aos alunos, no final da intervenção, muitos deles admitiram ter dificuldade na compreensão da linguagem oral e escrita, referindo que “às vezes é complicada”, “tem palavras muito grandes como, por exemplo, paleontologia”, “algumas palavras são muito estranhas” e “estamos sempre a perguntar à professora: o que é que isto significa?”. Também era frequente encontrar respostas do tipo: “nem sempre percebia”, “às vezes tinha dificuldade em perceber” ou, ainda, “muitas vezes não percebia”.

Apesar destas declarações, a análise feita às respostas dadas nas entrevistas referentes à questão da linguagem utilizada nas aulas de Ciências Naturais, apontam para um nível de compreensão médio, tendo sido o nível elevado mencionado apenas por um aluno do grupo E1 e não tendo o nível reduzido sido referido. Quanto à dificuldade na compreensão de termos científicos ou do significado de outras palavras, existiam diferenças entre os grupos E1 e E2, como se pode observar no gráfico da Fig. 5.

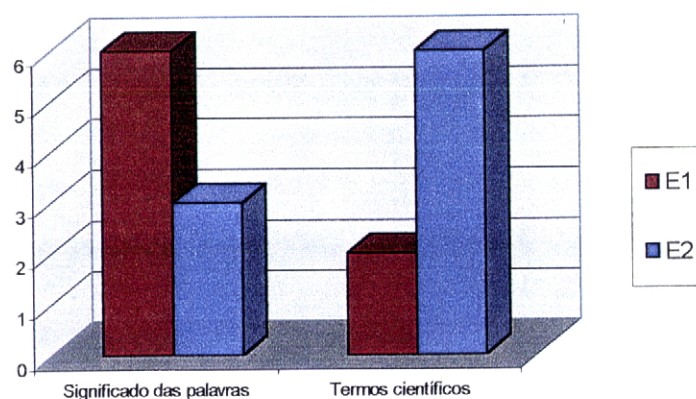


Fig.5- Dificuldade na compreensão dos termos científicos e de palavras comuns.

Os alunos inquiridos do grupo E1 admitiram ter maior dificuldade na compreensão do significado de outras palavras, enquanto que os alunos do

grupo E2 referiram os termos científicos como principal fonte de dificuldade da linguagem das aulas de Ciências Naturais.

Distinguir a informação essencial da informação acessória

Logo na primeira aula da intervenção, foi solicitado aos alunos dos grupos experimentais que elaborassem o *resumo* de um pequeno texto (Anexo IV-A). O objectivo era verificar até que ponto os alunos, ao longo da sua escolaridade, haviam desenvolvido a técnica do resumo, recolhendo indicadores sobre o seu nível de desempenho nas diversas competências que estão associadas a esta técnica (selecção da informação essencial, capacidade de síntese, capacidade de expressão escrita). Pôde verificar-se que esta técnica não constituía novidade alguma para eles; antes de iniciarem a ficha de trabalho, um deles afirmou mesmo que fazer um resumo era “*tirar a ideia principal do texto*” e outro acrescentou, prontamente, “*por palavras nossas*”. Verificou-se, porém, que muitos dos alunos deixaram o resumo para o fim e que, para outros, não foi suficiente o espaço que na ficha estava reservado para o efeito. A análise posterior dos resumos veio, de facto, a indiciar grande dificuldade da maior parte dos alunos em seleccionar a informação essencial do texto e em elaborar a síntese, o que significava que a técnica do resumo, sendo conhecida, não era todavia, realizada pela maioria deles com a necessária competência.

Quando lhes era pedido directamente que referissem a *ideia principal do texto*, esse objectivo era alcançado por cerca de metade dos alunos que constituíam os grupos E1 e E2, não sendo notória, a esse respeito, a diferença entre os grupos. Alguns alunos evidenciavam ter identificado a ideia principal do texto, mas a grande dificuldade na expressão escrita impedia-os de elabo-

rarem uma resposta correcta do ponto de vista linguístico, o que, muitas vezes, distorcia completamente a resposta.

Em nossa opinião, esta metodologia, em que o aluno é confrontado frequentemente com a leitura e com a escrita, contribui, igualmente, de um modo favorável para o desenvolvimento da expressão escrita, ao contrário do que acontece com uma metodologia do tipo tradicional, em que o aluno lê e escreve, poucas vezes, alguns termos científicos.

Nas entrevistas finais, ao serem inquiridos sobre a dificuldade sentida na selecção da informação essencial, todos os alunos do grupo E1, à excepção de um, afirmaram ser reduzido o grau de dificuldade, enquanto que os alunos do grupo E2 se dividiram entre o grau reduzido e médio de dificuldade. Nenhum aluno referiu ter tido um elevado nível de dificuldade, embora se tenham verificado algumas respostas em branco. Este facto parece evidenciar que, nesta idade, os alunos nem sempre têm uma percepção clara das suas dificuldades, algo que pode ter a ver com insuficiências metacognitivas na tomada de consciência das suas capacidades e competências.

Até agora, demos ênfase a diversas capacidades e competências fundamentais para a aprendizagem e que constituíram alguns dos pontos fortes da abordagem experimental desenvolvida neste estudo empírico. Dessas, destacamos:

- a leitura, a interpretação e a compreensão;
- a linguagem oral e escrita;
- a capacidade de análise e de síntese.

O desenvolvimento da capacidade de síntese, abordado até aqui de uma forma superficial, constituiu uma das grandes apostas da nossa estratégia, por considerarmos que ela contribui, fortemente, para a organização e estrutura-

ção do conhecimento. Apresentaremos, de seguida, várias técnicas utilizadas ao longo da intervenção com tais propósitos e será feita uma análise de conteúdo, perspectivando a evolução cognitiva e atitudinal dos alunos.

4.2.2. Organização do Conhecimento / Estruturação do Pensamento

Foram várias as técnicas utilizadas nesta intervenção para promover novas aprendizagens dos conteúdos da geologia e favorecer o desenvolvimento simultâneo de estratégias metacognitivas. A análise que aqui apresentamos incidirá, todavia, na construção de *mapas de conceitos*, que julgamos ser um bom exemplo dessas técnicas pelo contributo que pode dar na apropriação do significado dos conteúdos que se estão a aprender, ajudando a reflectir sobre a estrutura e o processo de produção do conhecimento.

Mapa de conceitos – um meio para estruturar a nova informação

Antes de se começar a construção dos mapas de conceitos, foram desenvolvidas algumas actividades prévias com o objectivo de introduzir a ideia de *conceito*, de *palavra de ligação* e de *proposição*, elementos fundamentais para a elaboração dos mesmos.

Dada a complexidade que envolve esta técnica, ela foi apresentada aos alunos com um grau progressivo de dificuldade. O primeiro texto continha os termos que designavam os conceitos escritos em letra maiúscula, facilitando a sua identificação (Anexo IV-C: Paisagem Basáltica). Posteriormente, os alunos desenhavam uma *elipse* em volta deles e *sublinhavam* as palavras de ligação. A seguir, preenchiam um quadro correspondente aos conceitos e palavras de ligação encontrados e, em conjunto, construía-se o mapa de conceitos no quadro preto.

A atitude dos alunos dos dois grupos sobre os quais incidia a intervenção, face a esta nova técnica foi no geral, positiva, denotando algum entusiasmo. A maior dificuldade sentida pelos alunos prendia-se com a compreensão do texto e com a identificação das palavras de ligação.

Nos exercícios seguintes, o grau de dificuldade foi aumentando, até que os alunos passaram a resolver todas as tarefas relacionadas com a construção dos mapas de conceitos. Os alunos trabalhavam normalmente *a pares* para poderem *discutir*, entre eles, a *importância relativa dos conceitos*, o *grau de adequação das palavras de ligação* e a *disposição a dar aos conceitos na organização do mapa*.

Os primeiros mapas construídos pelos alunos apresentavam, quase todos, um estilo linear muito simples, como o representado na Fig. 6.

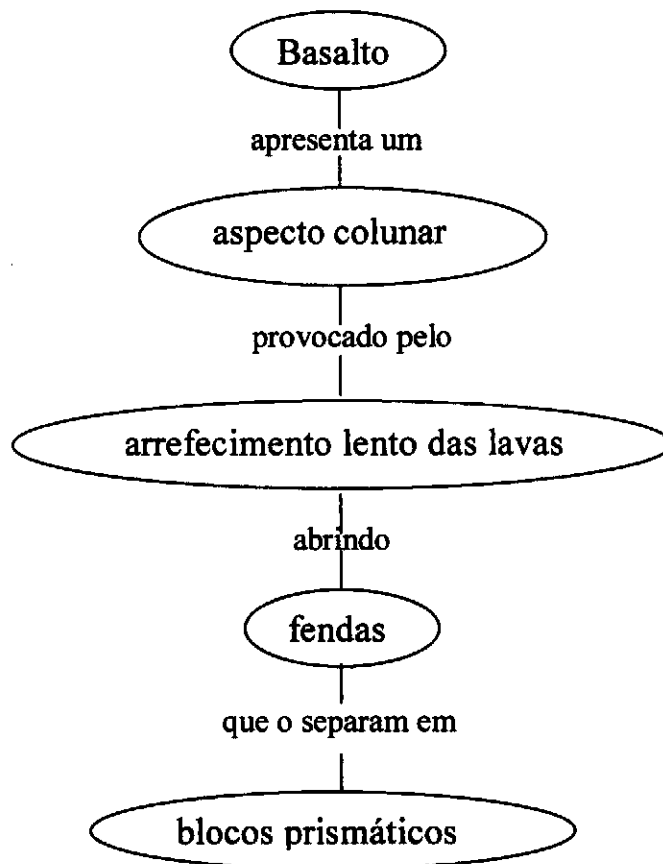


Fig.6 – Mapa de conceitos n.º1: Características da paisagem basáltica.

Com a continuação, os alunos foram fazendo progressos significativos, embora muitos deles sentissem necessidade de ajuda, fundamentalmente na hierarquização dos conceitos.

Os alunos do grupo E1 revelaram muita dificuldade na construção dos primeiros mapas, alegando como principais causas a *extensão dos textos* e o *grande número de expressões desconhecidas*. Pelas razões apontadas e pela manifesta *dificuldade em estruturar o raciocínio*, a professora continuou a trabalhar em conjunto com todo o grupo.

Os alunos do grupo E2 manifestaram um nível de autonomia mais elevado, construindo os mapas a pares e obtendo resultados bastante interessantes, embora com falhas naturais, como se pode ver no exemplo da Fig.7.

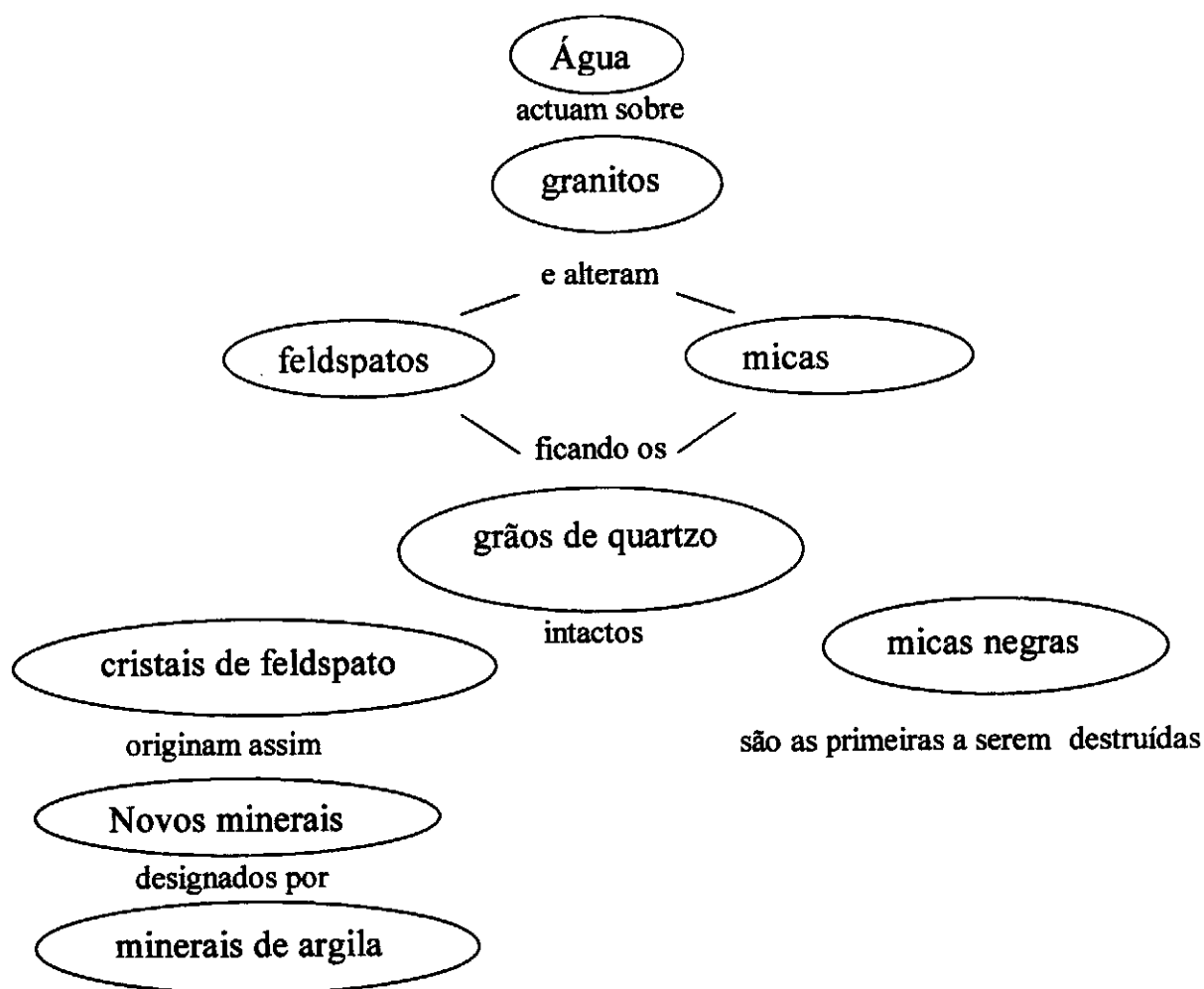


Fig.7 – Mapa de conceitos nº2: Alteração do granito (Anexo IV-D)

Surpreendentemente, nestes mapas, vários alunos do grupo E2 aplicaram, por iniciativa própria, uma estratégia de suporte metacognitivo: utilizaram *cores diferentes* para distinguir as palavras de ligação dos termos identificadores de conceitos. A vermelho sublinharam as palavras de ligação e a azul circundaram esses termos.

Nesta altura, os alunos começaram a demonstrar algum cansaço e falta de concentração. De certa forma, parecia que o trabalho solicitado pelas fichas de trabalho estava a gerar uma atitude negativa face a esta metodologia, a qual implicava, sem dúvida nenhuma, um *esforço acrescido*, a que os alunos não estavam habituados. Por outro lado, também estas actividades coincidiram com o final do 2º Período, facto que poderá ter contribuído para explicar o cansaço dos alunos.

Ainda assim, é de salientar a atitude dos alunos do grupo E2 numa das aulas da última semana desse período lectivo, em que havia que terminar a construção de um mapa de conceitos. No início, pareciam não demonstrar qualquer receptividade ao trabalho; porém, e curiosamente, começaram a construção do mapa muito concentrados, pedindo o apoio da professora sempre que surgia alguma dificuldade em encontrar a palavra de ligação certa ou, simplesmente, para tirar dúvidas sobre os conceitos. Esta atitude fez-nos reflectir sobre as potencialidades desta metodologia, capaz de desencadear nos alunos a motivação necessária para a aprendizagem, comparativamente às metodologias de tipo tradicional, em que numa situação idêntica e de acordo com a nossa experiência, dificilmente se alcançaria este nível de desempenho. Alguns alunos expressaram a sua opinião acerca dos mapas de conceitos, do seguinte modo:

A.- No princípio não gostava muito, mas para o fim achava muito divertido. Tínhamos de ler várias vezes o texto e depois fazíamos a “aranha” ... achava divertido. (E1)

B. – É fácil de fazer. Parece uma brincadeira mas estamos a aprender.(E2)

Outro procedimento que se tornou habitual, sempre que se construía um mapa de conceitos, era *seleccionar* um deles e, em conjunto, todo o grupo ajudava a melhorá-lo. Posteriormente, era passado para uma cartolina e ficava exposto na sala. O mapa anterior (Fig.7), depois de melhorado com as alterações (indicadas no mapa a cor laranja e a negro) sugeridas por todos os alunos e até pelos próprios autores que, no momento, *tomavam consciência* das insuficiências que o mapa comportava, ficou com o aspecto representado na Fig.8.

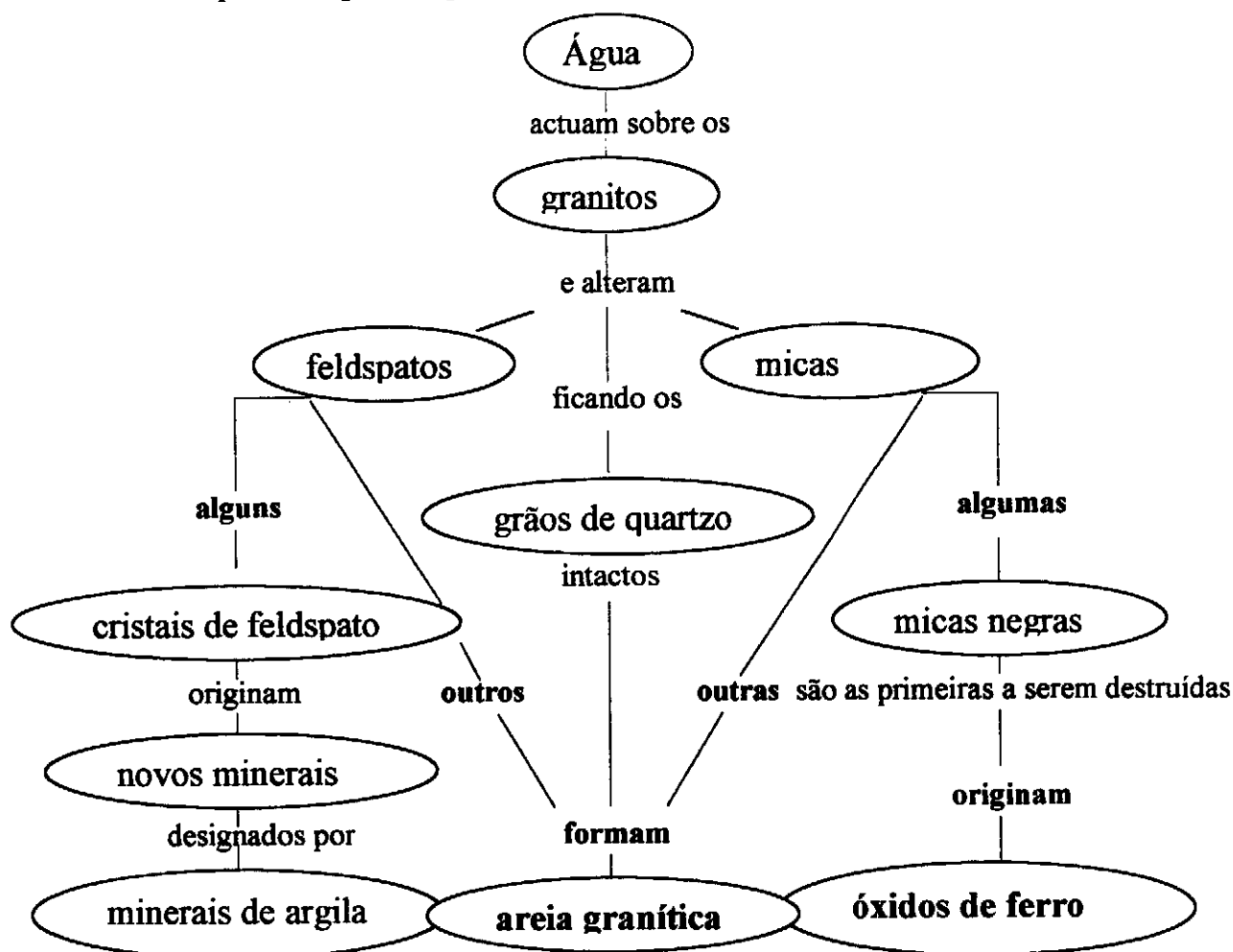


Fig.8 – Mapa de conceitos n°2 (melhorado): Alteração do granito.

Esta actividade revelou-se muito enriquecedora do ponto de vista da aprendizagem: por um lado, os alunos *tomavam consciência do grau de abrangência dos conceitos* e das *relações existentes entre eles*; por outro lado, a exposição na sala de aula, dos mapas de conceitos reproduzidos em painéis, constituía um *suporte visual*, ao qual os alunos recorriam frequentemente.

A análise dos mapas de conceitos elaborados posteriormente veio, contudo, tornar mais evidente que a *dificuldade em distinguir o essencial do acessório* persistia, parecendo ser um dos factores que influenciava negativamente o desempenho dos alunos nesta técnica. A dificuldade em *seleccionar os conceitos* mais importantes num determinado contexto trazia um acréscimo de complexidade, quer na construção, quer na compreensão do significado das relações estabelecidas nos mapas. Neste aspecto, era muito importante, numa primeira fase, promover uma *discussão prévia* entre os alunos, com a colaboração das professoras, com o objectivo de clarificar a importância dos conceitos naquele contexto. Após estes *debates*, os alunos manifestavam maior segurança e conseguiam um melhor desempenho.

O mapa de conceitos representado na Fig. 9, elaborado por duas alunas do grupo E2, mostra a evolução atrás mencionada, no que se refere ao domínio desta técnica.

Os mapas de conceitos foram utilizados neste estudo como uma das técnicas de ensino/aprendizagem de conteúdos das Ciências Naturais, em particular da geologia, e como recurso quer para ajudar os alunos a participar activamente na construção da sua própria aprendizagem, quer para a tomada de consciência das suas dificuldades, como foi expresso pelos próprios alunos:

A. – Aprendíamos muitos conceitos novos e depois ligávamo-los com palavras de ligação

E. – *E achas que aprendias bem a matéria?*

A. – Aprendia, porque tinha de pôr as palavras certas, por ordem, e as palavras de ligação que combinassem.

E. – *As palavras certas, disseste tu? Que palavras eram essas?*

A. – Eram os conceitos e depois relacionava-os. É o mesmo que fazer um texto utilizando esses conceitos.

E. – *Então ficavas a perceber bem os textos e a matéria?*

A. – Sim. Os mapas ajudam muito a compreender a matéria.(E1)

...

A. – Tinha de ler o texto duas vezes e quando estava a fazer o mapa de conceitos ainda tinha de ler outra vez.

E. – *Por que é que tinhas necessidade de ler tantas vezes?*

A. – Para o compreender e para saber quais eram os conceitos mais importantes. É preciso ler com muita atenção para saber relacionar os conceitos.

E. – *E, depois de compreenderes o texto, qual era a tua maior dificuldade?*

A. – Era encontrar as palavras de ligação. Às vezes usava outras que achava mais adequadas do que aquelas que estavam no texto.

E. – *E tu achas importante usares as palavras de ligação?*

A. – Acho.

E. – *Porquê? Qual é a sua função?*

A. – Servem para ligar os conceitos uns aos outros, porque, assim, tudo fica com mais sentido. Elas ajudam a relacionar os conceitos e o texto fica resumido em poucas palavras. (E2)

As opiniões veiculadas por estes excertos das entrevistas são reveladoras da consciência que os alunos, no final da intervenção, pareciam ter das suas dificuldades, mas também dos meios de que dispunham para as superar. Para além disso, pareciam, ainda, revelar algum *conhecimento sobre o seu*

próprio conhecimento ou, como diriam vários autores, algum sucesso na realização do *controlo metacognitivo*.

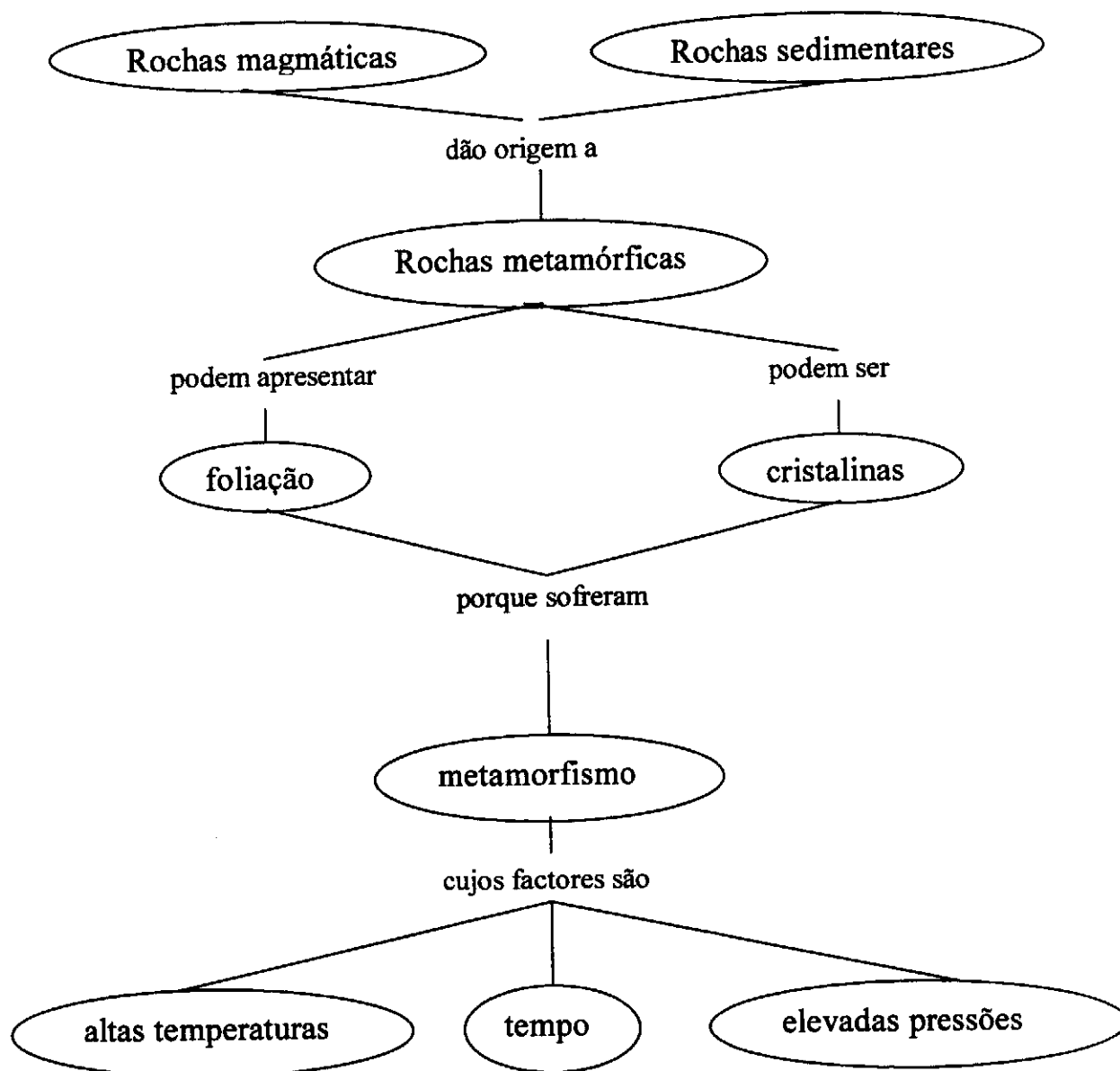


Fig.9- Mapa de conceitos nº3: Origem das rochas metamórficas (Anexo IV-E).

Para além dos mapas de conceitos, foi utilizada outra técnica com características semelhantes – os *esquemas*. Alguns deles permitiram *estruturar a nova informação, a partir da leitura de um texto*; outros proporcionaram o desenvolvimento de diversas actividades de *síntese dos conhecimentos já ad-*

quiridos. A representação gráfica efectuada pode, mais tarde, facilitar a *assimilação* e a *revisão dos conteúdos*, ajudada pela *memória visual*, constituindo, assim, uma boa técnica de estudo, já que a retenção de informação sob a forma de esquema se torna mais potente. As *séries de acontecimentos*, os *mapas organizadores*, os *ciclos*, os *esquemas-síntese* e os *quadros-resumo* são alguns exemplos de esquemas elaborados nas aulas.

4.2.3. Tomada de Consciência e Confronto de Conhecimentos

No sentido de desenvolver nos alunos uma maior consciência e autonomia na sua própria aprendizagem, foram ainda aplicadas outras técnicas (caracterizadas no capítulo anterior), tais como a técnica K-W-L-H e o guia de antecipação/reacção. A estas técnicas correspondem três fichas de trabalho: “O Mármore”, “Os Dinossauros” e o “Guia de Antecipação/Reacção”.

A análise da ficha de trabalho “O Mármore” (Anexo IV-F) permitiu evidenciar que todos os alunos possuíam, à partida, vários conhecimentos sobre o mármore e alguns até bastante específicos: “*o mármore é uma rocha que se situa em profundidade, às vezes a 100 metros*” (E1); “*existe em grande quantidade na zona de Borba, mas tem muito desperdício. Muitas vezes só se aproveita 20%*” (E1); ou “*em Portugal, só existe mármore rosa na região de Borba*” (E2). Nalguns deles pareceu emergir a concepção errada de que “*o mármore nasce debaixo da terra*”, o que pode justificar que a necessidade de saber “*como se forma o mármore*” (E2) e “*como é constituído*” (E1), tenha sido das mais referidas.

As diversas potencialidades desta técnica permitiram-nos explorá-la de múltiplas formas. Nas palavras de um aluno, a sua principal função era *dar a conhecer à professora os conhecimentos do aluno sobre o tema*:

A - Os conhecimentos que um aluno tem podem estar errados e a professora vai saber quais são e depois da visita ou de outra actividade vai ver os progressos que ele fez. O que é que aprendeu e o que é que o ajudou a melhorar os seus conhecimentos. (E2).

Para outra aluna, funcionava como *controlo da qualidade dos seus próprios conhecimentos*:

B – Havia coisas que eu sabia que eram assim, mas havia outras que eu pensava que eram de uma maneira e depois vinha a saber que não eram bem assim. Estas actividades ajudavam-me a perceber melhor as coisas. (E2)

A complementaridade didáctica que estas actividades proporcionaram, permitindo um *prolongamento da intervenção para o exterior da sala de aula*, foi acompanhada por um *enorme interesse dos alunos*. Este interesse foi avaliado pelo *elevado grau de participação nas experiências*, pelas *questões pertinentes* que eram levantadas e pelo *raciocínio lógico desencadeado*, resultando numa *verdadeira aprendizagem*, testemunhada por uma aluna no momento da entrevista:

E – *Aprendeste realmente muitas coisas e vejo que, ainda hoje, não as esqueceste. Achas que poderás vir a esquecê-las?*

A – Não. Ficam param sempre.

E – *Por que será que esquecemos umas coisas e outras não?*

A – Não sei porquê. Talvez porque me interessam muito. (E1)

A aprendizagem efectuada durante a visita ficou bem evidente na coluna correspondente à secção “*o que aprendemos*” da ficha de trabalho. Foram muitos os alunos que a preencheram completamente e vários responderam às grandes questões que haviam formulado na coluna anterior. Relativamente à secção “*como podemos aprender mais*”, foram mencionadas várias fontes:

- outras visitas a pedreiras, museus e exposições;

- pesquisa bibliográfica;
- leituras sobre o tema;
- realização de experiências;
- entrevistas a trabalhadores, empresários e especialistas.

A leitura atenta destas fichas de trabalho dá a percepção clara de uma espécie de *supervisão* que cada aluno desenvolveu sobre o seu *próprio conhecimento* e sobre o modo como pode *orientar o seu progresso*. Reflectem momentos de *aprendizagem significativa* e de *verdadeiro desenvolvimento da capacidade de pensar*. Muitos testemunhos dos alunos confirmam o que acabamos de afirmar:

A – Quando fui às pedreiras aprendi muito. (E1)

B – Acho que já sabia um pouco, mas aprendi coisas novas e ainda posso aprender mais. (E1)

C – Eu já sabia alguma coisa, não é? Mas aprendi muito mais. (E2)

E – *Consideras que é importante saber exactamente quais são os nossos conhecimentos sobre um determinado assunto?*

A – Acho que sim, para podermos comparar os nossos conhecimentos. Quando vim da visita eu sabia muito mais. Gostei de saber como funcionam as máquinas nas pedreiras. (E1)

B – Sim, para o estudo... porque ia procurar nos livros aquilo que não sabia e queria saber. (E1)

C – É. Para sabermos se estamos a aprender mais. (E2)

D – Sim. Porque a gente escreve aquilo que já sabe, depois fazemos perguntas e procuramos obter respostas a essas perguntas. (E2)

Em relação à actividade realizada sobre o tema “Os Dinossauros” (Anexo IV-G), o procedimento foi idêntico. Para além do contributo que esta técnica e estas actividades deram para o desenvolvimento de uma *atitude positiva face à aprendizagem*, também parece terem contribuído bastante para

aumentar o controlo dos alunos sobre a própria aprendizagem, como sugere o seguinte excerto:

A – A gente tinha mais facilidade em aprender a matéria e em distinguir aquilo que já sabíamos daquilo que não sabíamos.

E – *E é importante saber o que já sabemos e o que falta aprender?*

A – Sim. Então, se eu já sei isto por que é que tenho de estar sempre a estudar o mesmo? Tenho é de estudar e tentar aprender aquilo que não sei. (E2)

Embora se considere que, nesta idade, os alunos não possuem suficiente capacidade reflexiva sobre o grau de aprendizagem alcançado num determinado momento, a análise das entrevistas aos alunos dos grupos experimentais E1 e E2 mostra as respectivas opiniões, relativamente às duas actividades realizadas. O gráfico da Fig.10 apresenta os níveis de aprendizagem que os alunos pensam ter alcançado durante a visita às pedreiras e durante o visionamento do filme – Os Dinossauros.

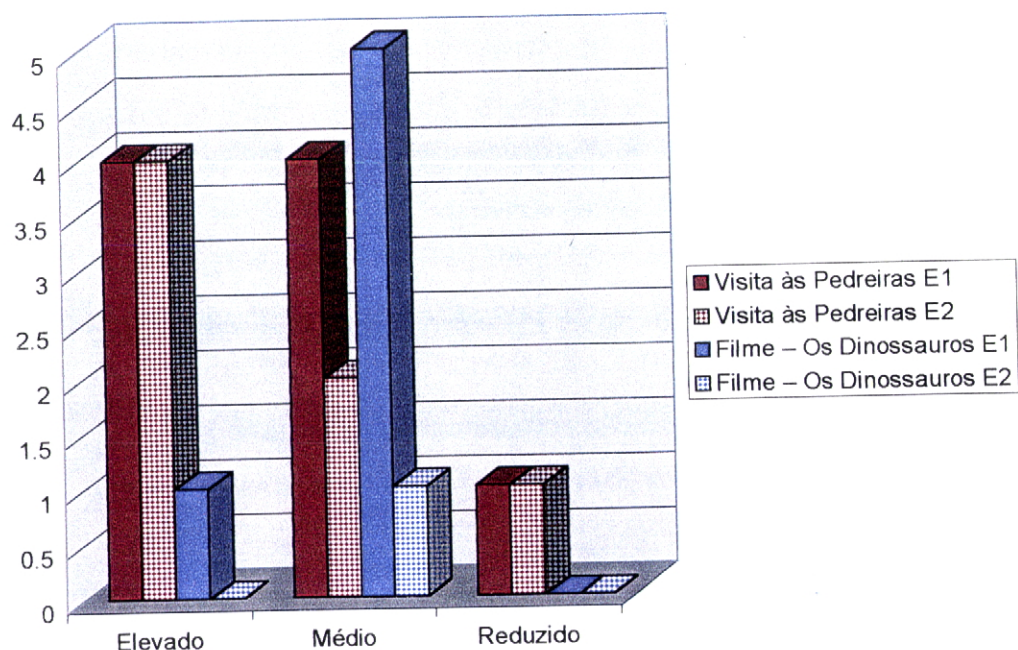


Fig.10- Nível de aprendizagem dos alunos durante as actividades.

Tanto os alunos do grupo E1 como os alunos do grupo E2 consideraram que a visita às pedreiras lhes proporcionou um grau de aprendizagem situado entre o elevado e o médio, enquanto que o visionamento do filme apenas lhes terá facultado um grau médio de aprendizagem.

A análise das respostas dadas pelos dois grupos (E1 e E2) ao Guia de Antecipação/reacção (Anexo IV – H) parecem indicar que, antes do estudo da unidade “Os Fósseis”, grande parte dos alunos desconhecia que a paleontologia é o ramo das ciências que estuda os fósseis e que já se encontraram fósseis de seres totalmente conservados, incluindo as partes moles do organismo.

As respostas dadas após o estudo da unidade revelaram, no grupo E1, a *persistência de algumas das ideias prévias*, embora a sua frequência tenha diminuído. No final da unidade, um maior número de alunos indicava, na referida resposta, que as rochas sedimentares não conservam restos de seres vivos que viveram há muitos milhares de anos.

Esta técnica permite, assim, ao professor *identificar as ideias prévias dos alunos e avaliar até que ponto elas continuam a persistir*, no sentido de *desenvolver outras estratégias* que se revelem mais eficazes.

Os alunos do grupo E2, no final da unidade, concordaram com todas as afirmações. Sem ser nosso propósito comparar o desempenho destes dois grupos, estes resultados parecem indicar que, neste grupo, ocorreu uma aprendizagem mais efectiva.

4.2.4. Desenvolvimento de métodos e de hábitos de estudo

Alguns dos principais obstáculos ao sucesso escolar dos alunos residem na *falta de planeamento do estudo*, na *inadequada aplicação de estratégias* e no *tempo insuficiente* que lhes é dedicado. Os alunos iniciam o 7º ano de es-

colaridade (3º ciclo) com a ideia de que basta “assistir” às aulas para saber a matéria. Habitados aos trabalhos de casa determinados pelo professor, não adquirem hábitos e métodos de estudo próprios. Muitos limitam-se a copiar os apontamentos das aulas e a estudar só nas vésperas dos testes de avaliação sumativa. Em muitos casos, o estudo resume-se à realização de trabalhos de casa e à memorização rotineira das matérias, feita sob tensão, no dia anterior ao do teste.

Nas entrevistas efectuadas aos alunos dos dois grupos experimentais, e no que se refere à organização do estudo da disciplina de Ciências Naturais, o seu comportamento era completamente distinto, conforme o ilustra o gráfico da Fig.11. A maior parte dos alunos do grupo E1 preferia estudar diariamente, enquanto os alunos do grupo E2 optavam por estudar nas vésperas dos testes.



Fig. 11 – Organização do estudo na disciplina de Ciências Naturais.

Quanto ao tempo dedicado ao estudo da disciplina, e tal como se pode observar no gráfico da Fig.12, a grande maioria dos alunos referiu dedicar a esta actividade entre 1 a 2 horas. Este período de tempo foi mencionado por aqueles que estudavam diariamente e pelos outros que apenas estudavam nas

vésperas dos testes. Os alunos que declararam estudar só nas vésperas dos testes justificaram essa sua atitude, dizendo que estavam com muita atenção nas aulas e que conseguiam concentrar-se bastante bem no curto período de tempo que dedicavam ao estudo.

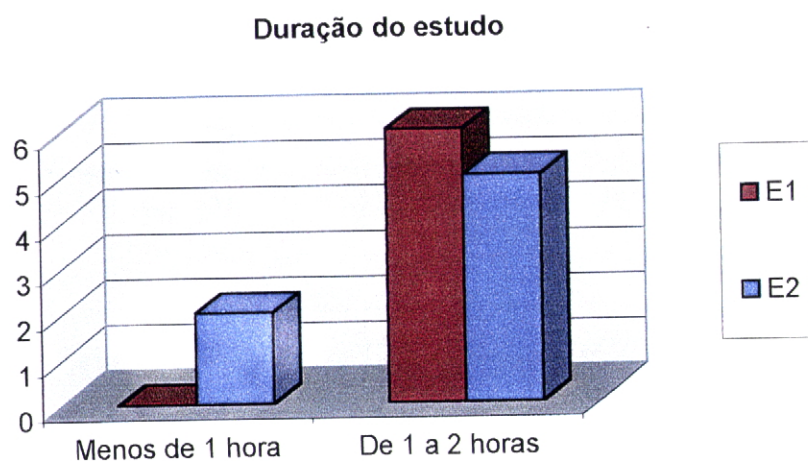


Fig.12 – *Duração do estudo da disciplina de Ciências Naturais.*

Ao longo de toda a intervenção, foram desenvolvidas inúmeras estratégias metacognitivas que, apesar de, na sua maior parte, terem sido aplicadas a novas aprendizagens, são, todas elas, facilitadoras da compreensão da informação escrita durante o estudo individual. Salientamos, aqui, outras actividades que, para além de servirem como síntese dos conhecimentos recentemente adquiridos, podem servir também como técnicas de estudo. Nessa perspectiva, damos ênfase, de novo, aos mapas de conceitos e a um tipo de trabalhos de casa realizado pelos alunos.

O mapa de conceitos – como importante técnica de estudo

Os mapas de conceitos podem ser utilizados como forma de organizar o conhecimento já adquirido, proporcionando, assim, uma síntese dos conceitos fundamentais, de uma forma esquemática e organizada, facilitando a memória visual.

No final do estudo da unidade “As Rochas” (que se compunha por três famílias: Rochas Magmáticas, Sedimentares e Metamórficas), foi proposta aos alunos a realização de uma ficha de trabalho com uma lista composta por 11 conceitos considerados fundamentais na explicação do processo de formação das rochas (Anexo IV-I). Os alunos, organizados aos pares, eram convidados a elaborar um mapa utilizando todos os conceitos e a descobrir as palavras de ligação mais adequadas. Reconhece-se que este foi um exercício difícil, pelo *elevado grau de reflexão* e de *concentração* que implicava e pelo profundo *domínio dos conhecimentos* que exigia.

No início, os grupos, ao tomarem consciência da dificuldade da tarefa e do esforço necessário para a realizar, não manifestaram face a ela grande receptividade. O desinteresse demonstrado por muitos alunos do grupo E1 criou a necessidade de elaborar o mapa em grande grupo. Os alunos do grupo E2 também necessitaram de uma pequena ajuda inicial da professora na *organização* e na *clarificação das ideias* mas, depois, quando compreenderam a tarefa, empenharam-se nela com entusiasmo. No decorrer do trabalho, quando a professora verificava junto dos alunos que faltava um ou outro conceito ou que um era mais geral do que outro, um dos alunos do par dizia: “*eu disse-lhe que esse conceito ficava melhor aí, mas ele não concordou...*” Esta afirmação demonstra que houve *discussão* entre os elementos do grupo relativamente à hierarquia dos conceitos dentro do mapa. *Partilhar as ideias com os outros* constitui, como afirmam Novak e Gowin (1988), “*um esforço solidário*” (p. 38) para o desenvolvimento do pensar.

Deste trabalho resultaram vários mapas de conceitos, dos quais se seleccionou um exemplar de cada um dos grupos. A Fig.13 reproduz um mapa elaborado por uma aluna do grupo E1. Este mapa, apesar de apresentar uma

forma linear simples, representa os conceitos encadeados de uma forma lógica e com uma adequada aplicação das palavras de ligação. O esforço necessário para transformar uma lista de conceitos desordenados no esquema que a Fig.13 ilustra implica um verdadeiro *desenvolvimento da própria estrutura cognitiva do aluno*.

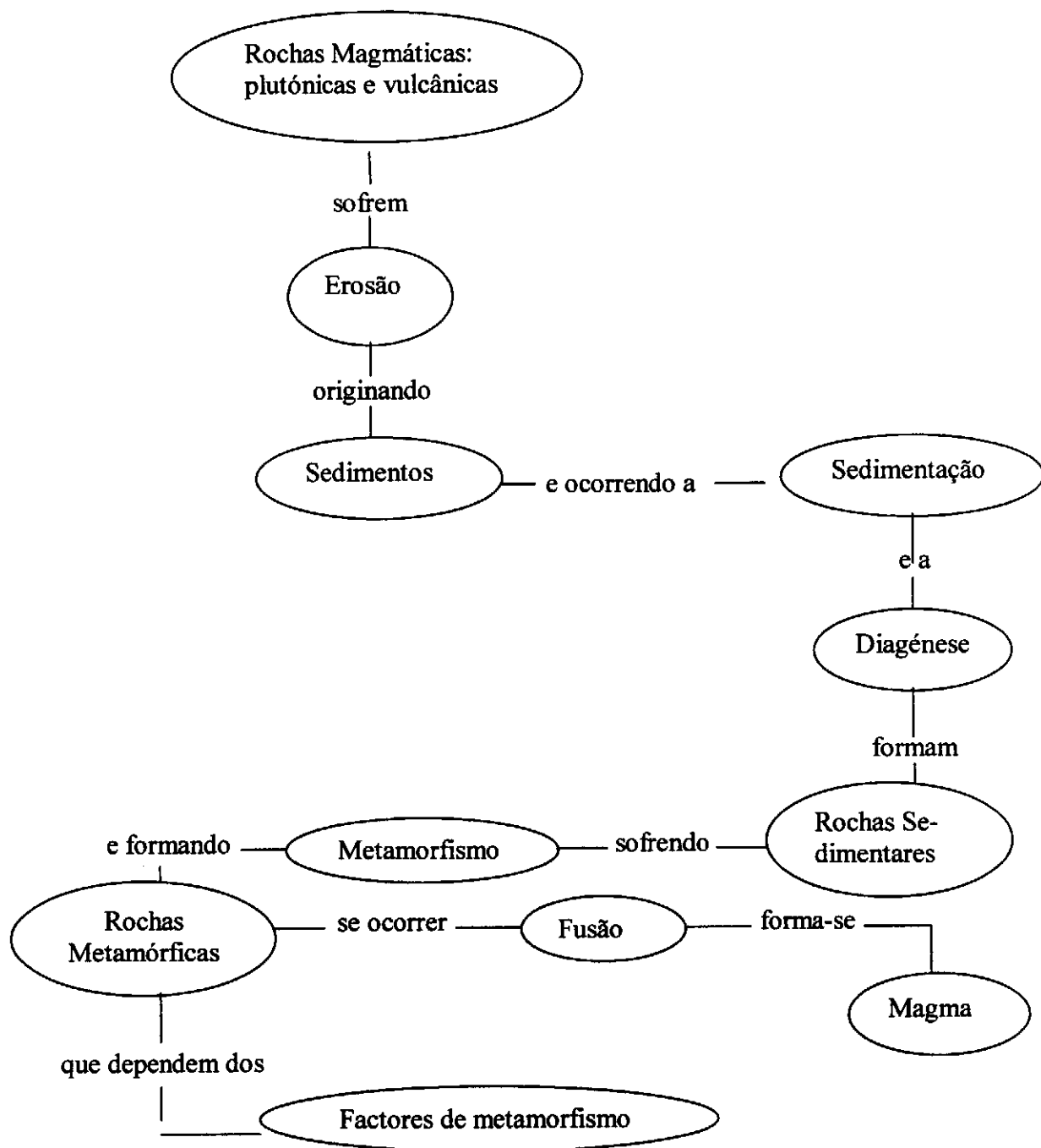


Fig. 13- Mapa de conceitos nº4 - Síntese da Unidade Didáctica: As Rochas. Elaborado por uma aluna do grupo E1.

A Fig.14 representa um mapa com uma estrutura diferente do anterior. A representação esquemática utilizada transmite correctamente a ideia de que o processo de formação das rochas ocorre de uma forma cíclica.

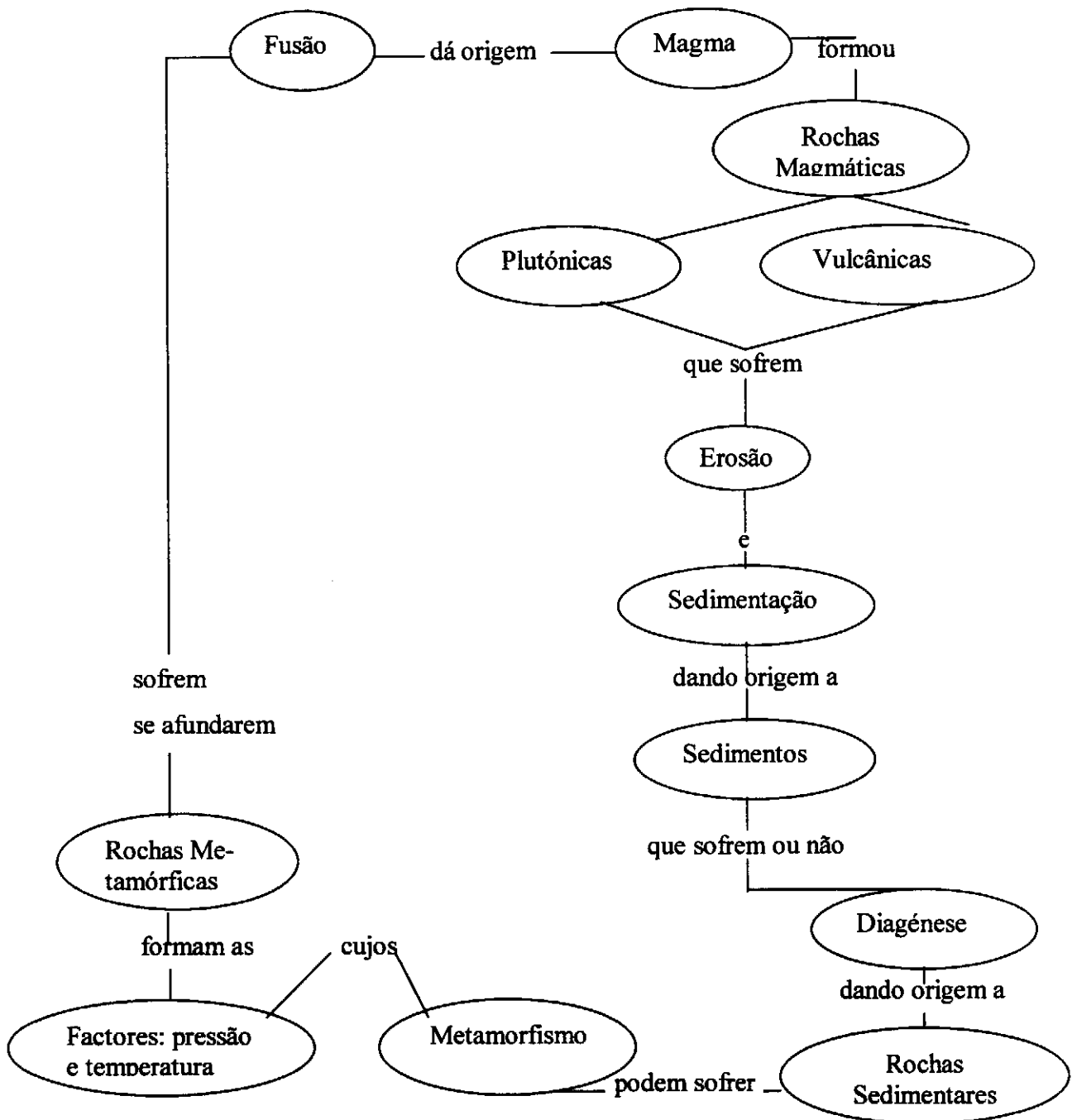


Fig.14- Mapa de conceitos nº5 - Síntese da Unidade Didáctica: As Rochas. Elaborado por duas alunas do grupo E2.

O mapa de conceitos como técnica de estudo que ajuda a visualizar os conceitos e as relações que existem entre eles, de uma forma organizada, era antes pouco utilizado pelos alunos. Poucos testemunharam, com efeito, ter o hábito de construir mapas de conceitos ou outros esquemas enquanto estudavam, mas vários admitiram que *“é mais fácil fixar a informação que está no esquema porque já lá estão as coisas mais importantes, salta mais aos olhos”* (E1), *“está mais evidente”*(E2). Curioso foi também o facto de alguns deles terem frisado que elaborar mapas de conceitos, fazer esquemas ou sublinhar palavras-chave *ajuda a estudar os conteúdos de outras disciplinas* como História, Geografia e Português, porque *“realça o que é mais importante”* (E1).

Alguns alunos afirmaram ter o hábito de sublinhar as palavras-chave nos textos de História, porque esta disciplina *“tem muitos textos e são muito grandes”* (E2) e, na opinião de outro aluno, *“há muitas, muitas... palavras-chave”*(E1); outro referiu, ainda, que *“sublinhava as palavras-chave nos textos de Português, embora a professora não pedisse”*(E2). Esta afirmação revela alguma *autonomia* e a *consciência* de que esta técnica é facilitadora da aprendizagem.

O gráfico da Fig.15 mostra a opinião dos alunos relativamente à utilidade do método e das técnicas desenvolvidas ao longo da intervenção no estudo de outras disciplinas.

O método ajuda a estudar matérias de outras disciplinas

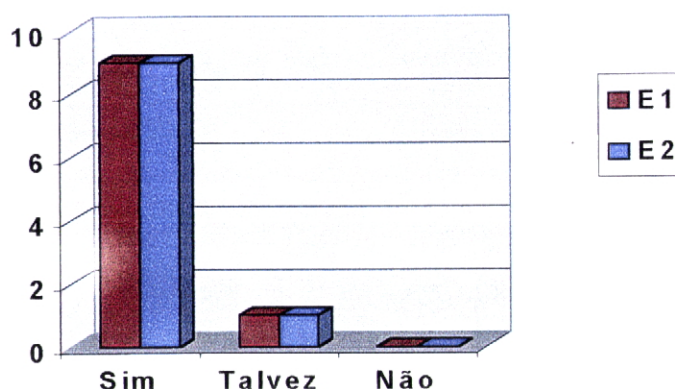


Fig.15 – Utilidade das técnicas aplicadas durante a experiência para o estudo de outras disciplinas.

O desenvolvimento da competência para identificar e enriquecer o significado das aprendizagens é o que se pretende com a construção dos mapas de conceitos e isso exige um treino que só a prática continuada poderá desenvolver. Todavia, são significativos os progressos alcançados pelos alunos, quando se comparam estes mapas com aqueles que foram realizados no início da intervenção.

A falta de treino da actividade de pensar e a atitude passiva que os alunos têm face à aprendizagem constituíram os principais obstáculos ao desenvolvimento desta técnica. No final da intervenção e durante as entrevistas perguntou-se aos alunos se gostavam de fazer mapas de conceitos. A resposta dos 18 alunos questionados recaiu sobre a categoria “MAIS OU MENOS”, como mostra o gráfico da Fig.16. Apesar do bom desempenho obtido pelos alunos na elaboração de mapas de conceitos, julgamos que o tempo destinado ao treino da actividade de pensar (50 minutos por dia) não foi suficiente para promover uma atitude mais positiva.

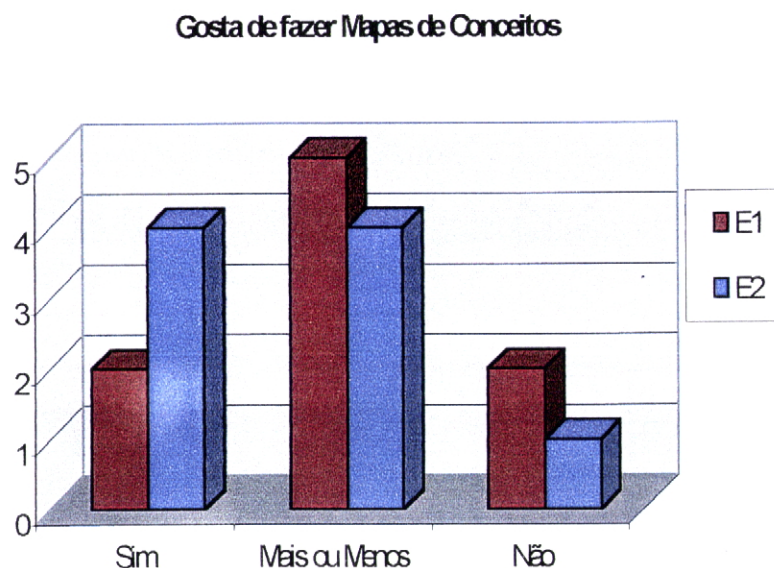


Fig.16 – *Relação afectiva dos alunos face aos mapas de conceitos.*

Os resultados parecem indicar que o grupo E2 desenvolveu uma atitude mais favorável relativamente a esta técnica, o que pode ter a ver com uma maior consciencialização da influência positiva que os mapas de conceitos exercem sobre a aprendizagem.

Os trabalhos de casa

Durante a experiência, os alunos realizaram um tipo de trabalho de casa que, pelas suas características, se revelou uma fonte motivadora da aprendizagem, provocando um impacto bastante positivo, quer durante a realização individual da actividade, quer posteriormente no decorrer da aula (Anexos V-A e V-B).

No final do estudo de cada uma das famílias de rochas (magmáticas, sedimentares e metamórficas), os alunos elaboravam uma *síntese* dos conhecimentos adquiridos, utilizando, para tal, as formas mais diversas de apresentação. Entre elas, podemos citar programas de televisão e de rádio, peças de teatro, canções, banda desenhada e poemas.

Como já foi antes referido, os trabalhos de casa são, de uma maneira geral, rotineiros e não exigem muita criatividade, o que leva os alunos a realizá-los com pouco empenho e entusiasmo, como afirmava uma aluna ao comparar os trabalhos de casa realizados antes e durante a experiência:

A – Nos outros trabalhos só temos que responder às perguntas que a professora faz. É só pensar um bocadinho e nestes não, porque nós temos que inventar um diálogo, por exemplo, e temos que explicar como é que a rocha se formou, como era o seu aspecto e como apareceu naquele sítio...e, assim, contamos a história toda de uma rocha.

E – *E tu achas que enquanto fazes esse trabalho estás a aprender?*

A – Sim. Tenho que “formar” uma coisa com cabecinha!...

E – *O que queres dizer com essa expressão?*

A – Tenho que *organizar os meus conhecimentos* para ficar um trabalho com “pés e cabeça”, senão não se entende nada.

Muitos alunos consideraram este tipo de trabalhos de casa muito interessante porque gostavam de “*contar histórias*”, podiam utilizar todo o material de apoio fornecido nas aulas “*para construir o texto da história*” e consideravam importante utilizar esse material para “*usar alguns termos e para saber a sequência dos acontecimentos*”.

Da grande variedade de trabalhos realizados, apresentam-se, de seguida, dois exemplos:

• **Trabalho A** – Tema: Rochas Magmáticas. Poema escrito por um aluno do grupo E2.

O Granito

Estou cheio de cristais
sou muito bonito
sou todo natural
sou o granito.

Sou formado a grandes profundidades
e a grandes temperaturas
sou uma rocha magmática
sou uma das mais duras.

A minha textura é cristalina
os meus cristais vêem-se à vista desarmada
a minha textura é muito linda
fica bem em qualquer bancada.

• **Trabalho B** – Tema: Rochas Sedimentares. Guião para um programa de rádio realizado por um aluno do grupo E1.

Apresentador - Bom dia, Portugal. Hoje é dia 25 de Maio e as nossas expectativas são grandes. Aqui, na Rádio Sedimentar, teremos uma entrevista invulgar com um arenito. Convosco, o arenito!...

(Palmas)

Arenito - Bom dia. Vou contar-vos a minha história. A história de como passei de cristal de granito a um grão de arenito. Tudo começou com uma chuvinha de Verão (coisa terrível!...). Depois, ao longo dos anos, a erosão foi desgastando aquele granito. Separei-me dos meus e fui transportado pela água até ao rio. De repente, abri os olhos e estava no meio de outros fragmentos de outras rochas. Não éramos todos iguais nem do mesmo tipo. De tempos a tempos, vinham mais fragmentos e caíam sobre nós. Muito tempo depois, já tínhamos formado uma rocha sedimentar agregada.

Apresentador – Desculpe, mas como? Não percebi!...

Arenito – É que ficámos ligados por uma substância, chamada cimento, que nos uniu uns aos outros.

Apresentador– Muito obrigado pela sua entrevista e espero que os senhores ouvintes tenham ficado a saber como se forma o arenito.

Voltamos à programação normal.

A leitura destes trabalhos na sala de aula proporcionou momentos de verdadeiro entusiasmo, acompanhados por grande concentração, no sentido de captar o significado dos textos para se realizar, em seguida, uma crítica construtiva, melhorando algumas frases ou corrigindo algumas imprecisões.

Para além das vantagens já apresentadas, estes trabalhos exigiam a *elaboração de um plano*. Uma das alunas do grupo experimental E1 referiu, muito claramente, todos os passos que costumava seguir para a realização destes trabalhos de casa:

- 1- pensava num plano;
- 2- fazia pesquisa nas fichas e no caderno;
- 3- respondia às questões (seguia o esquema da ficha);
- 4- criava personagens;
- 5- construía um diálogo.

Nas entrevistas realizadas no final do ano lectivo, os alunos admitiram que estes trabalhos de casa tinham muito interesse, daí que a frequência de realização referida, como se pode observar no gráfico da Fig.17, tenha sido, também, bastante elevada.

Frequência de realização

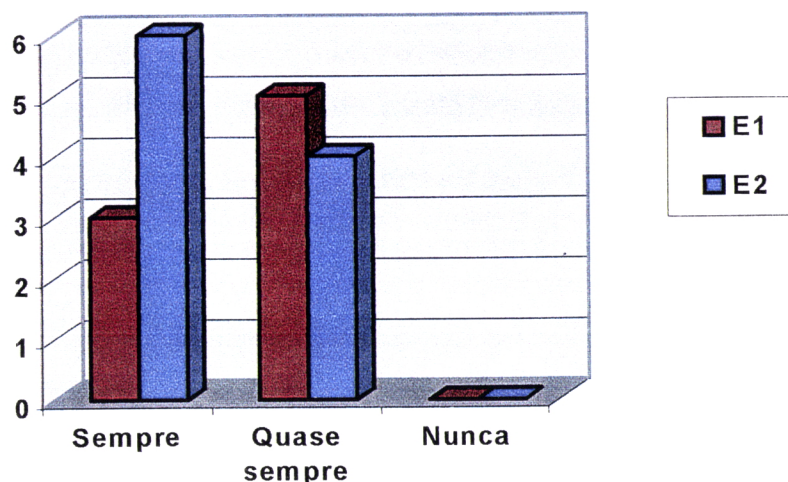


Fig. 17 – Frequência de realização dos trabalhos de casa durante a intervenção.

Dos 18 alunos que responderam à questão, metade fazia sempre os trabalhos de casa e os restantes afirmaram tê-los feito quase sempre. Nenhum dos alunos afirmou nunca ter realizado os trabalhos. A justificação para este facto talvez se encontre relacionada com as diversas afirmações feitas pelos alunos: “*com estes trabalhos de casa a gente ficava a saber melhor certos aspectos da matéria*” e “*era uma maneira de estudar recolhendo toda a informação sobre aquele assunto*” (E2).

Uma vez apresentadas as estratégias de ensino-aprendizagem implementadas ao longo da intervenção e caracterizado o quadro evolutivo das atitudes e do desempenho cognitivo e metacognitivo revelado pelos alunos, surge a necessidade de analisar os dados que permitem caracterizar a *situação final* nos *domínios afectivo e cognitivo*, estabelecendo, ao mesmo tempo, o confronto com os resultados obtidos na situação de partida. Esta análise, nas suas vertentes afectiva e cognitiva, permite determinar o verdadeiro impacto da intervenção no desenvolvimento de atitudes e de competências de natureza cognitiva e metacognitiva, como era, aliás, objectivo deste estudo.

4.3.

MUDANÇAS GLOBAIS OCORRIDAS

Na última parte deste capítulo, apresentam-se, primeiro, os resultados obtidos no teste de conhecimentos que foi aplicado num momento intermédio da intervenção (Teste intermédio) e, a seguir, à semelhança do que foi feito para a situação inicial, será traçado um quadro da situação final, contemplando os domínios afectivo e cognitivo. Será feita, em concreto, a análise pormenorizada das atitudes e das competências cognitivas e metacognitivas dos alunos, no estado de chegada, assim como das mudanças ocorridas em consequência da intervenção. Através da aplicação do modelo de análise da covariância será feito o tratamento estatístico do *desempenho dos alunos no domínio cognitivo*, tendo como referência o seu desempenho no pré-teste de conhecimentos, aplicado antes da intervenção.

4.3.1. Uma Situação Intermédia – Análise do Domínio Cognitivo

Num momento intermédio da intervenção, foi aplicado aos alunos um Teste de Conhecimentos que se enquadrava no processo normal de avaliação contínua. Decidimos, contudo, aproveitar a informação fornecida por esse teste de conhecimentos, que designámos por **test.cohn.intermédio** (Anexo I-B), para fazer uma análise do desempenho dos alunos nos conteúdos leccionados durante a primeira parte da intervenção.

Seguiremos, neste ponto, um procedimento semelhante ao utilizado para a situação inicial no que respeita ao domínio cognitivo. Começaremos por fazer a análise global do teste de conhecimentos e, posteriormente, a análise detalhada do desempenho obtido nos itens seleccionados.

Para a análise global do teste, recorreremos à *análise da covariância* (ANCOVA), tomando o *test.conh.intermédio* como *variável dependente* e o pré-teste como *covariável*. Este modelo estatístico permite comparar a evolução ocorrida entre a *situação inicial* (materializada pelo nível de desempenho dos grupos no pré-teste) e esta *situação intermédia* (materializada pelo nível de desempenho dos grupos no primeiro teste intermédio).

A análise feita à situação no estado de partida havia revelado que não existiam diferenças significativas entre os grupos, em qualquer dos pares considerados. Tratava-se, portanto, de grupos homogêneos relativamente ao domínio cognitivo. A análise estatística efectuada neste momento intermédio da intervenção revelou diferenças significativas nas mudanças experimentadas, quer entre os grupos que constituem o par E1/C1, quer entre os grupos do par E2/C2, diferenças essas confirmadas por um elevado nível de significância ($p = 0,00$).

As mudanças evidenciadas pelos grupos do par E1/C1 foram tendencialmente favoráveis ao grupo experimental E1. Na verdade, como antes se havia indicado, os grupos eram estatisticamente equivalentes à partida, agora, o grupo E1 obtém um nível médio de desempenho superior ao grupo de controlo correspondente (as médias apresentaram valores de 61 e 49, respectivamente). Contrariamente a esta tendência, nos grupos E2 e C2 (também inicialmente equivalentes) as mudanças foram favoráveis ao grupo de controlo C2. Nestes grupos, as médias alcançadas foram de 52 para E2 e de 58 para C2. Pode observar-se, de forma mais clara, no gráfico da Fig.18, os níveis de desempenho conseguidos pelos quatro grupos no teste intermédio.

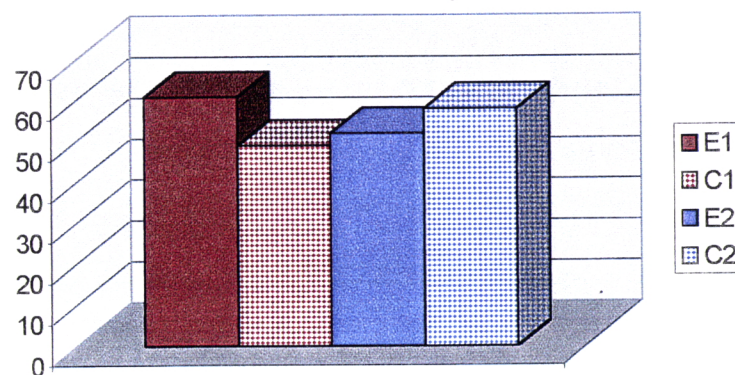


Fig.18 – *Situação Intermédia – Domínio Cognitivo: Desempenho dos grupos no Test.conh.intermédio.*

As metodologias diferenciadas aplicadas aos grupos experimentais (E1 e E2), por um lado, e aos grupos de controlo (C1 e C2), por outro, sugerem efeitos distintos nas mudanças operadas, tendo em conta os resultados do pré-teste.

O gráfico da Fig.19 estabelece a comparação entre todos os resultados obtidos pelos grupos nos dois testes de conhecimentos aplicados até ao momento.

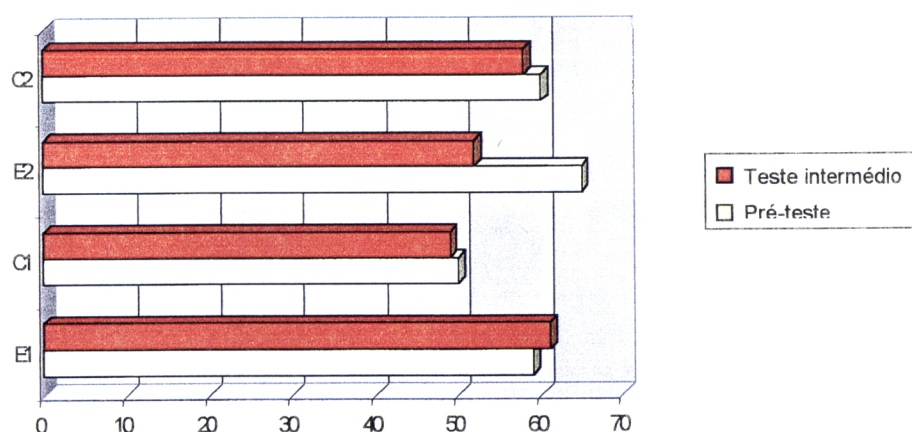


Fig.19 – *Domínio Cognitivo: Mudanças ocorridas no desempenho dos grupos.*

Considerando os grupos do par E1/C1, verifica-se que o grupo E1 parecia ter tirado benefícios da metodologia experimental a que esteve sujeito, enquanto que o grupo de controlo C1 parecia não estar a beneficiar da metodologia dita “tradicional”.

Comportamento semelhante ao deste grupo teve o grupo de controlo C2 (par E2/C2), baixando também a média de 60 para 58, o que parece confirmar que a metodologia tradicional não estava a contribuir para uma aprendizagem muito eficaz.

Quanto ao grupo E2, este apresentou um comportamento diferente do que naturalmente se esperava. Uma análise global dos seus resultados levamos a admitir que a metodologia experimental parecia não estar, até ao momento, a desenvolver neste grupo, mudanças positivas no domínio cognitivo, considerando que o nível médio de desempenho passou de 65 no pré-teste para 52 no teste intermédio.

Para uma análise mais detalhada do desempenho dos alunos no teste intermédio, seleccionámos seis itens e procurámos estabelecer a correspondência entre os itens, as competências e o nível de desempenho neles alcançados por cada um dos grupos, como ilustra o Quadro 9.



Quadro 9

Situação Intermédia – Domínio Cognitivo: Nível de desempenho dos grupos relativamente a algumas competências.

ITENS COTAÇÃO		COMPETÊNCIAS	DESEMPENHO (média)	GRUPOS
Parte I 3.1.	6	<ul style="list-style-type: none"> • estabelece a correspondência entre conceitos 	4	E1
			5	C1
			5	E2
			4	C2
5.1.	4	<ul style="list-style-type: none"> • lê atentamente • distingue o essencial do acessório • identifica a ideia principal 	3	E1
			3	C1
			2	E2
			3	C2
5.2.1.	5	<ul style="list-style-type: none"> • conhece o significado de um termo científico 	2	E1
			2	C1
			1	E2
			3	C2
Parte II 2.1.	8	<ul style="list-style-type: none"> • estabelece uma ordem entre vários conceitos (fenómenos) • estabelece uma cadeia de raciocínios • completa um esquema 	7	E1
			7	C1
			7	E2
			7	C2
4.1.	6	<ul style="list-style-type: none"> • lê atentamente • organiza o conhecimento • toma decisões • identifica as rochas a partir das suas características 	3	E1
			3	C1
			3	E2
			4	C2
5.	5	<ul style="list-style-type: none"> • relaciona o conhecimento • aplica o conhecimento a novas situações 	2	E1
			2	C1
			2	E2
			1	C2

Uma análise mais fina ao nível de desempenho dos grupos nas competências evidenciadas no Quadro 9 mostra que, em relação aos grupos E1 e C1, o desempenho dos dois grupos nos itens referidos terá sido semelhante.

Relativamente aos grupos E2 e C2, o nível de desempenho relativo é muito variável de item para item. O grupo C2 apresenta um nível de desempenho superior em três itens (itens 5.1.; 5.2.1.; 4.1.), o que pode indiciar uma

capacidade de leitura, de compreensão e de organização do conhecimento superior à capacidade manifestada pelo grupo E2 nas mesmas competências, apesar de este grupo ter beneficiado de uma metodologia de orientação metacognitiva dirigida ao seu desenvolvimento. Por seu lado, o grupo E2 apresenta um nível de desempenho superior ao grupo C2 nos itens 3.1. e 5., parecendo estar a evidenciar *maior facilidade no estabelecimento de relações entre conceitos e na aplicação do conhecimento a novas situações*.

Estes resultados obtidos pelo grupo experimental E2 merecem uma análise e uma reflexão mais profundas, no sentido de ser traçado um quadro mais preciso deste período da intervenção, antes de prosseguir para a análise dos restantes dados obtidos ao longo da totalidade da intervenção.

O diagnóstico realizado na *situação inicial* ao nível de desempenho dos alunos em competências consideradas fundamentais para um desenvolvimento metacognitivo (Quadro 8) havia revelado que os grupos E1 e C1 manifestavam uma capacidade na leitura superior à dos grupos E2 e C2. A dificuldade manifestada na leitura, em concreto, pelo grupo E2, aliás bastante evidenciada na análise desenvolvida até ao momento, parece ser um dos obstáculos ao desenvolvimento de competências metacognitivas, neste grupo de alunos.

É de salientar, também, que, relativamente ao domínio afectivo, os resultados do diagnóstico feito à partida destacaram uma situação de desvantagem do grupo E2. De todos eles era o que indiciava menor motivação para a aprendizagem das Ciências Naturais, considerando os seus conteúdos *pouco importantes para desenvolver a capacidade de pensar e de organizar o conhecimento*.

Estas características do grupo E2 parecem ter influenciado, de forma negativa, a sua adaptação à nova metodologia. Outro factor que julgamos ter contribuído para estes resultados prende-se com a *falta de organização* dos alunos no que se refere ao material de apoio (Fichas de Trabalho). Verificou-se dificuldade por parte de vários alunos em manter organizadas todas as fichas de trabalho. O facto de passarem a ter mais um *dossier* onde colocavam as fichas que eram trabalhadas nas aulas provocou alguma perturbação inicial, confirmada pelos alunos nas entrevistas, como o ilustram os seguintes excertos:

E.- *Conseguias ter as fichas organizadas? Todas por ordem?*

A. – Sim. Eu tinha uma capa e ia numerando-as.

E. – *E isso passava-se também com os teus colegas?*

A. – Não. Muitos deles não sabiam das fichas e depois na altura dos testes andavam a pedi-las. (E1)

...

A. – Alguns colegas meus deixavam as fichas em casa e depois voltavam a tirar fotocópias. Eu, quando chego a casa, vou logo furá-las para as guardar no caderno.

E. – *Pensas que vocês são ainda muito novos para terem o cuidado de organizar as fichas?*

A. – Não. Acho que já sabemos o que devemos fazer. (E1)

...

A. – A maior parte das fichas não estava organizada.

E. – *Então será por essa razão que tu baixaste a nota?*

A. – Pode ser que sim... Eu gostava mais que a professora explicasse mais oralmente.

E. – *E não gostavas de fazer as fichas?*

A. – Era aborrecido... depois ter além aquele monte de fichas!...

E. – *Achas que as fichas foram muitas?*

A. – Muitas...

E. – *E não conseguiste organizá-las. Foi isso que aconteceu?*

A. – Foi. (E2)

...

A. – A princípio não as tinha todas por ordem.

E. – *E depois, organizaste-as e tudo ficou certo?*

A. – Não... quer dizer... estão todas assim... medidas umas nas outras. (E2)

Esta expressa dificuldade em manter organizado o material de apoio tornou-se evidente no decorrer das aulas; apesar das medidas tomadas no sentido de *promover métodos de organização*, alguns alunos não tinham todo o material necessário nas aulas de revisão para o teste. Nessas aulas, os alunos do grupo E2 mostraram ter adquirido os conhecimentos necessários e parecia saberem relacionar os diferentes fenómenos e acontecimentos, tal como no caso dos outros grupos. Todavia, continuavam a afirmar, como já o haviam feito várias vezes, que consideravam esta matéria, “As Rochas”, mais difícil do que a matéria estudada antes da intervenção (“Vulcões e Sismos”), da qual gostavam mais.

No dia do teste, estes alunos chegaram à sala muito nervosos e mostraram alguma insegurança na interpretação das questões e dos textos. Este comportamento só se registou neste grupo; todos os outros manifestaram um comportamento dir-se-á “normal” para um dia de teste.

Confrontados com os resultados dos testes, os alunos deste grupo apontaram a *falta de estudo* e o *grau de dificuldade dos conteúdos* como os principais factores responsáveis pelo seu baixo nível de desempenho, parecendo ter *tomado consciência* da necessidade de mudar a sua atitude face à *organização do material* e ao *estudo*. Nesta reflexão, os alunos não se referiram à metodologia didáctica utilizada como causa directa dos resultados obtidos.

4.3.2. Mudanças Ocorridas no Domínio Afetivo

Para investigar as mudanças de atitude dos alunos relativamente à disciplina de Ciências Naturais (C.N.) e à sua aprendizagem foi aplicada, no final da intervenção, a versão pós do Questionário de Opinião (Anexo II).

O gráfico da Fig. 20, desenhado a partir dos resultados obtidos por cada um dos grupos, estabelece a comparação entre as médias, em valor absoluto, relativas ao comportamento manifestado nos dois momentos em análise: situação inicial e situação final.

No caso do par E1/C1, o gráfico parece pôr em evidência o desenvolvimento de uma atitude menos favorável em relação à disciplina de C.N. e à sua aprendizagem por parte de ambos os grupos. Aquela tendência parece ainda mais acentuada nos alunos do grupo E1, já que era este o grupo que apresentava à partida, um comportamento mais favorável em relação à disciplina neste âmbito.

Recordamos que o grupo E1 foi sujeito à abordagem experimental, enquanto que o grupo E2 continuou com a metodologia dita tradicional.

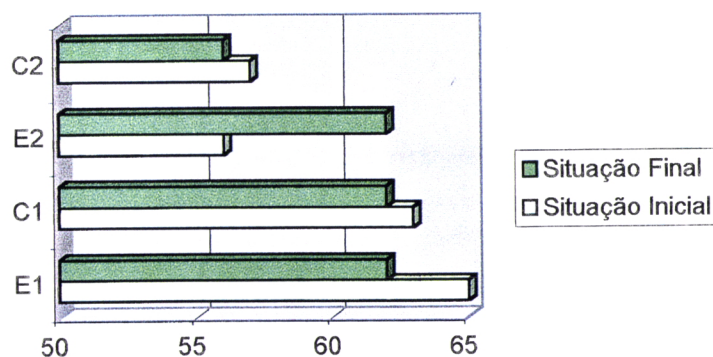


Fig. 20-Domínio Afetivo: Mudanças ocorridas no comportamento global dos grupos.

No que respeita ao par E2/C2, a evolução do comportamento dos respectivos grupos foi distinta. O grupo C2 apresentava no momento em que terminava a intervenção para os grupos experimentais, uma atitude menos favorável em relação à disciplina do que no início, mas, ao contrário deste, o grupo E2 havia experimentado atitude bastante favorável à aprendizagem da disciplina de Ciências Naturais, durante a intervenção (Fig. 20).

Para realizar uma análise mais fina e mais potente da mudança de atitude dos grupos, aplicou-se a *análise da covariância*, tomando como *variável dependente* a versão pós do questionário de opinião e como *covariável* a versão pré do mesmo questionário. Este modelo estatístico, como já foi referido, faz o ajuste das pequenas diferenças existentes entre os grupos no momento de partida e que não são detectáveis por outros modelos, como, por exemplo, pelo teste *t* de Student. Assim, através daquele modelo estatístico, foi possível identificar, neste estudo, a existência de diferenças estatísticas significativas nas mudanças verificadas ($p = 0,00$), quer entre os grupos E1 e C1, quer entre os grupos E2 e C2.

Para se compreender melhor em que sentido ocorreram as mudanças no comportamento manifestado pelos pares, passamos à análise detalhada dos itens do questionário associados às seguintes variáveis: *satisfação face à disciplina (Sat.pós)*; aos *sentimentos face à complexidade da linguagem utilizada (Ling.pós)*; *atitudes e comportamentos face à aprendizagem (Atit.pós)* e *utilidade futura dos conhecimentos adquiridos na disciplina (Util.pós)*.

A análise da covariância efectuada a cada uma das variáveis dependentes, consideradas individualmente, permitiu apresentar as mudanças ocorridas da forma indicada no Quadro 10.

Convém lembrar que, à partida, não se verificavam diferenças estatísticas significativas entre os grupos que constituem os pares E1/C1 e E2/C2, no que se refere às variáveis em causa, sendo então considerados, por esse facto, grupos equivalentes.

Quadro 10

Domínio Afectivo: Comparação das mudanças ocorridas entre os pares

ANCOVA	VARIÁVEL	p	DECISÃO
E1/C1	Sat.	0,00	E1 > C1
	Ling.	0,00	E1 > C1
	Atit.	0,01	E1 < C1
	Util.	0,05	E1 = C1
E2/C2	Sat.	0,00	E2 > C2
	Ling.	0,03	E2 > C2
	Atit.	0,00	E2 > C2
	Util.	0,03	E2 > C2

Nota: > e < significam que o primeiro grupo apresenta uma mudança mais favorável ou menos favorável, respectivamente, do que o segundo grupo e = significa que a mudança foi equivalente para ambos os grupos.

A partir da análise do quadro anterior e no que respeita às variáveis em estudo no domínio afectivo, verifica-se que o grupo experimental E1 conseguiu desenvolver uma mudança ligeiramente positiva na satisfação face à disciplina (**Sat.**) e na tomada de consciência da complexidade da linguagem utilizada (**Ling.**). Quanto à variável (**Atit.**), este grupo revela atitudes e comportamentos menos favoráveis à aprendizagem do que o grupo de controlo C1, facto que poderia ser influenciado pelos estilos cognitivos dos alunos, mas que, por opção, apenas foi abordado superficialmente. Em relação à vari-

ável (**Util.**), os dois grupos atribuem semelhante grau de utilidade aos conhecimentos adquiridos na disciplina.

Comparando as mudanças ocorridas entre os grupos E2 e C2, verifica-se que o grupo experimental E2 apresentava mudanças significativas e favoráveis à disciplina, em todas as variáveis. Podemos afirmar que, no que diz respeito ao domínio afectivo, este grupo experimental desenvolveu atitudes e comportamentos bastante favoráveis à aprendizagem das Ciências Naturais.

4.3.3. Mudanças Ocorridas no Domínio Cognitivo

Para a caracterização geral deste domínio foram utilizados os resultados obtidos no Teste de Conhecimentos aplicado aos alunos no final da intervenção (Test.conh.pós – Anexo I-C).

Ao nível do domínio dos conhecimentos adquiridos na disciplina, foram ponderadas, até agora, duas situações que correspondem a momentos distintos da pesquisa. Uma *situação inicial*, na qual a análise estatística efectuada revelou tratar-se de grupos homogéneos e uma *situação intermédia* marcada por um nível de desempenho inferior ao anterior, por parte de todos os grupos, à excepção do grupo experimental E1 que apresentou, em média, uma ligeira subida. Resta-nos fazer, de imediato, a análise da *situação final*, para que fique traçada toda a evolução dos grupos em estudo, no domínio do conhecimento.

Como o ilustra o gráfico da Fig. 21, os resultados médios obtidos pelos grupos no Test.conh.pós foram de 60 para o grupo E1 e de 46 para o grupo C1; relativamente ao par E2/C2, as médias alcançadas pelos respectivos grupos foram de 61 e de 44, respectivamente.

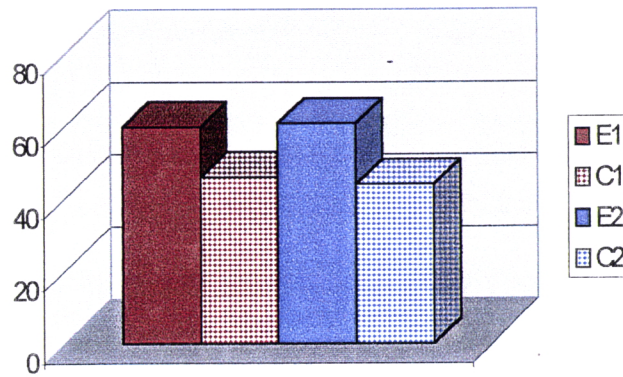


Fig.21-*Estado de Chegada – Domínio Cognitivo: Desempenho dos grupos no Test.conh.pós.*

Da análise do gráfico, ressalta um nível de desempenho praticamente idêntico e positivo (superior a 50%) dos dois grupos experimentais E1 e E2 contra um nível de desempenho, também semelhante, mas negativo (inferior a 50%), dos dois grupos de controlo C1 e C2.

Esta é uma análise ainda superficial que pretendemos aprofundar, utilizando o modelo de análise da covariância. Antes, porém, julgamos pertinente ilustrar no gráfico da Fig. 22, as mudanças ocorridas nos grupos, ao nível dos conhecimentos, desde o pré-teste até ao pós-teste, por forma a dar uma perspectiva da evolução neste domínio.

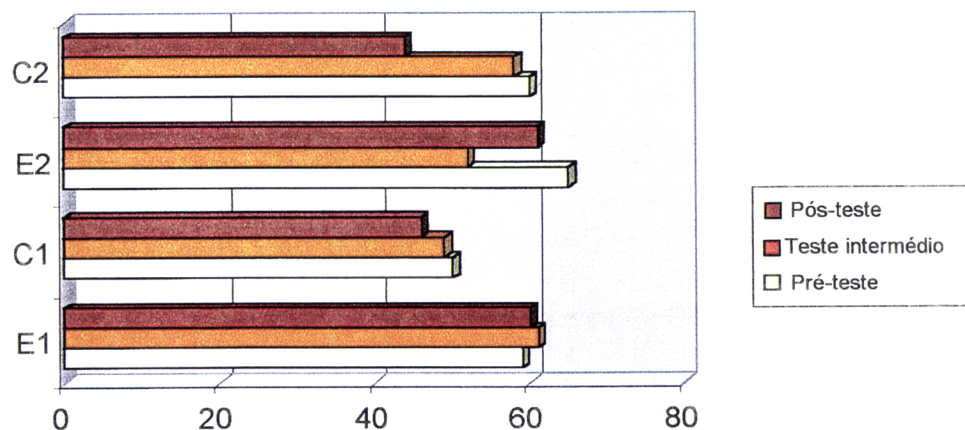


Fig. 22-*Domínio Cognitivo: Mudanças ocorridas no desempenho dos grupos ao longo da experiência.*

Em relação ao par E1/C1, é visível a regressão no nível de desempenho alcançado pelos alunos do grupo de controlo C1, nos três testes de conhecimentos, enquanto o grupo experimental E1 apresenta uma evolução positiva, embora com alguma instabilidade. No par E2/C2, o grupo de controlo C2 evidencia, também, uma evolução negativa do seu nível de desempenho, manifestando-se o grupo experimental E2 algo instável, mas com uma franca recuperação final.

Fazendo incidir uma *análise da covariância* sobre a *variável dependente* pós-teste e tomando como *covariável* o pré-teste de conhecimentos, obteve-se um nível de probabilidade ($p = 0,00$) bastante significativo entre as mudanças ocorridas, quer no par E1/C1, quer no par E2/C2. Estas diferenças são favoráveis aos grupos experimentais E1 e E2, tal como se pode inferir do gráfico da Fig.23, evidenciando algum sucesso da experiência realizada, tendo em conta um dos seus grandes objectivos.

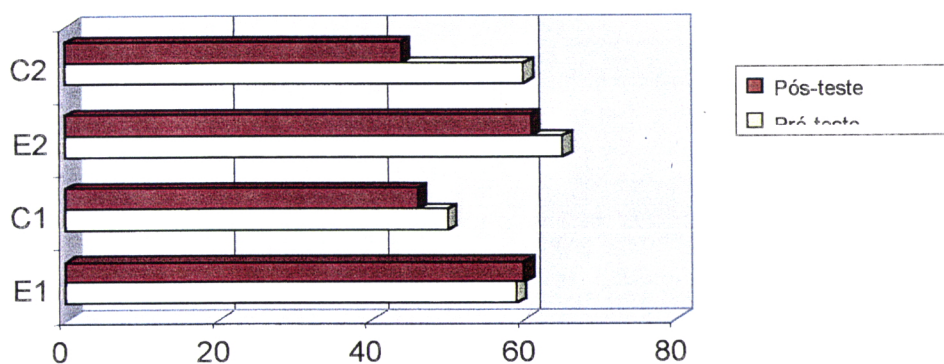


Fig. 23-Estado de Chegada – Domínio Cognitivo: Mudanças no nível de desempenho dos grupos.

Para tornar a análise mais fina, e à semelhança do que foi feito para os outros testes de conhecimentos, escolhemos alguns dos itens do Test.conh. pós, nos quais a aplicação das competências metacognitivas que se pretendia desenvolver nos alunos é fundamental para obter êxito na resposta. O Quadro 11 engloba essas competências, os itens do teste e o nível de desempenho que cada um dos grupos obteve.

Da análise do referido Quadro, pode salientar-se a notória facilidade dos alunos dos grupos experimentais E1 e E2 em *organizar o conhecimento* e em *aplicá-lo a novas situações* relativamente aos alunos dos grupos de controlo C1 e C2 (Parte I – item 4.1.).

A dificuldade inerente a uma questão que envolve o *conhecimento de uma expressão científica* e um *comentário* apresentando razões que o justifiquem, como era o caso da questão 5 (Parte II), está bem evidente nas médias conseguidas pelos grupos. Mas também neste caso os grupos experimentais pareciam dominar relativamente melhor estas competências. A metodologia desenvolvida durante a intervenção, à qual os grupos experimentais estiveram sujeitos, parece, mais uma vez, surgir como ambiente favorável ao desenvolvimento de competências metacognitivas.

Quadro 11

Situação Final – Domínio Cognitivo: Nível de desempenho dos grupos relativamente a algumas competências

ITENS		COMPETÊNCIAS	DESEMPENHO (média)	GRUPOS
COTAÇÃO				
Parte I 2.2.	5	<ul style="list-style-type: none"> • relaciona o conhecimento • estabelece uma cadeia de raciocínios 	3	E1
			3	C1
			3	E2
			1	C2
4.1.	6	<ul style="list-style-type: none"> • organiza o conhecimento • aplica o conhecimento a novas situações 	5	E1
			4	C1
			5	E2
			2	C2
Parte II 1.3.	6	<ul style="list-style-type: none"> • retira do texto a informação essencial 	4	E1
			3	C1
			5	E2
			4	C2
5.	8	<ul style="list-style-type: none"> • conhece o significado de uma expressão científica • apresenta argumentos justificativos 	2	E1
			1	C1
			2	E2
			0,7	C2

Na situação de chegada, o desempenho dos grupos experimentais, no conjunto dos itens seleccionados, é ligeiramente superior ao desempenho dos grupos de controlo. Esta observação vai apoiar as afirmações que resultaram da análise realizada ao teste de conhecimentos, na sua globalidade.

A terminar este capítulo, parece legítimo afirmar que existe evidência que nos permite afirmar que as amostras experimentais saem favorecidas quando confrontadas com as amostras de controlo. É, assim, de admitir que a abordagem experimental possa ter superado a abordagem tradicional, quer no desenvolvimento de atitudes favoráveis à aprendizagem, quer no desenvolvimento das competências cognitivas dos alunos.

V. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

5.1.

LIMITAÇÕES E DIFICULDADES NA IMPLEMENTAÇÃO DA INTERVENÇÃO

Uma metodologia centrada no ensino/aprendizagem de estratégias metacognitivas tem por objectivo final possibilitar ao aluno o acesso a competências e esquemas mentais que lhe permitam tornar a sua aprendizagem mais efectiva e autónoma. Esta intervenção pretendia, em concreto, *desenvolver competências cognitivas e metacognitivas* que proporcionassem ao aluno um *maior controlo na aprendizagem das ciências*, em particular das Ciências Naturais. Ao mesmo tempo, procurava promover *atitudes e sentimentos mais positivos face à aprendizagem e ao estudo da disciplina*.

Dada a complexidade que o processo ensino/aprendizagem envolve, não é fácil inferir, a partir dos resultados desta investigação, as vantagens e desvantagens da metodologia experimental utilizada, sem correr o risco de se estar a sobrevalorizar ou a desvalorizar excessivamente os resultados obtidos. Porque é complexa a investigação na área da educação, porque complexo é o homem, objecto do nosso estudo, foram várias as **dificuldades** com que nos defrontámos e várias as **limitações da investigação** que realizámos. Apontamos aqui as mais relevantes:

- **O tempo** – este é um factor sempre importante quando se pretende implementar qualquer mudança. E mais importante se torna, quando essa mudança diz respeito a competências de nível elevado e a mudanças de atitude que se pretendem promover. A luta contra o tempo foi sempre uma constante durante os quatro meses em que decorreu a intervenção. Temos consciência

de que, em tão curto período de tempo, os resultados obtidos são sempre relativos, quando se trata de desenvolver estratégias cognitivas e metacognitivas.

Para além desta limitação, que diz respeito, fundamentalmente, ao desenho da investigação, existiram ainda algumas dificuldades directamente relacionadas com a **implementação da metodologia experimental** na sala de aula e que, porventura, terão influenciado os resultados finais. Entre destacamos as seguintes:

- **Transmissão do modelo experimental** - não é fácil transmitir a outro indivíduo as concepções e as ideias que se elaboram a propósito de um determinado modelo de ensino. Por muito claros e explícitos que consigamos ser, o outro irá interpretar essa mensagem de acordo com as suas experiências e, posteriormente, aplicará um modelo particularmente diferente daquele que lhe foi comunicado.

A atitude consciente e intencional de desenvolver competências de pensamento de nível elevado não está ainda presente na prática da maior parte dos professores, nem mesmo na maioria dos cursos de formação de professores. Daí que esta realidade tenha acabado por se reflectir um pouco nas atitudes diferenciadas dos grupos experimentais E1 e E2. Enquanto os alunos do grupo E1 trabalhavam com a *professora-colaboradora*, os alunos do grupo E2 trabalhavam com a *professora-investigadora*. A questão não se coloca em termos de ser “melhor” ou “pior” professora, longe disso. Coloca-se, sim, em termos de maior ou menor dificuldade em implementar um modelo ou um projecto. Neste aspecto, a professora-investigadora encontrava-se, sem dúvida, numa situação privilegiada. O projecto havia resultado da sua investigação e, por isso, teria, em princípio, maior facilidade em passar para os alunos o sentimento resultante de uma reflexão profunda sobre os assuntos em estudo,

ao passo que a professora-colaboradora iria funcionar na base de um modelo que, para todos os efeitos, lhe fora transmitido.

Esta situação parece ter-se colocado em todos os estudos com características semelhantes ao presente; em todos eles, uma das conclusões fundamentais referidas pelos seus autores é que o êxito de uma intervenção parece ser maior se ela for conduzida pelo próprio investigador (Neto, 1998). A probabilidade de isso acontecer, neste estudo, terá sido ainda mais acentuada, dado o facto de se ter seguido uma metodologia de investigação-acção. As alterações que iam sendo introduzidas resultavam da observação, seguida de reflexão sobre as atitudes, os comportamentos e o desempenho que os alunos, principalmente os do grupo experimental E2 (leccionado pela professora-investigadora), iam manifestando.

- **Adaptação à metodologia experimental** - neste ponto, há que considerar a adaptação das professoras, mas também dos alunos. Relativamente a estes, o primeiro contacto com a nova metodologia provocou, a princípio, alguma expectativa e curiosidade, sendo a mesma encarada como um desafio, ao qual os alunos, apesar das dificuldades, responderam com algum dinamismo e disponibilidade.

Inicialmente, essa manifesta disponibilidade tornou os alunos mais activos e intervenientes nas actividades da aula. Habitados, porém, a uma metodologia do tipo “tradicional”, na qual exerciam um papel mais passivo e um esforço mais reduzido, começaram, passado algum tempo, a evidenciar uma atitude menos positiva face à nova metodologia. O **esforço** que era necessário despender em todas as aulas para realizar as actividades propostas constituiu, em parte, um obstáculo à implementação da metodologia experimental, chegando mesmo a observar-se no grupo E1 alguma resistência à mudança meto-

dológica. É de salientar que a actual “cultura de escola” não oferece condições favoráveis para a implementação deste tipo de metodologias. Torna-se difícil promover uma “cultura do pensar” com uma escola fragmentada em disciplinas, conteúdos e minutos.

A mudança de atitude requer sempre um tempo mais ou menos longo, dependente da personalidade e das experiências dos indivíduos e das condições que envolvem uma determinada situação. Neste caso, pensamos que a atitude do grupo E1 poder-se-ia ter tornado eventualmente mais favorável à aprendizagem das Ciências Naturais se, entretanto, a intervenção não tivesse terminado. O sucesso alcançado neste âmbito pelo grupo E2 também não foi uma constante ao longo da intervenção. Os alunos deste grupo só começaram a revelar uma atitude mais positiva, à medida que iam tomando consciência das potencialidades da nova metodologia no controlo da sua própria aprendizagem. Julgamos que a limitação imposta pelo factor acabou, na verdade, por ter uma influência desfavorável ao nível da mudança de atitude.

Uma abordagem de tipo metacognitivo implicará, por certo, uma mudança mais profunda ao nível das competências do pensamento e, simultaneamente, das atitudes. Compreende-se, portanto, que a promoção de mudanças efectivas nas competências de pensamento implique um longo tempo de treino até que, finalmente, essas mudanças se traduzam em atitudes observáveis.

Quanto à adaptação das professoras à nova metodologia também apresentou aspectos distintos. Pelas razões já apresentadas, o conhecimento mais profundo da metodologia transmitiu à professora-investigadora uma maior segurança e autonomia, apesar de passar por naturais momentos de maior ansiedade. A professora-colaboradora, por sua vez, admitiu, na entrevista realizada no final da intervenção, que “a adaptação não foi muito fácil”. Justificou

a sua opinião, dizendo que “nunca tinha trabalhado com o método”, o qual “era bastante diferente” daquele que utilizava habitualmente. Segundo a professora, o método que habitualmente usava baseava-se mais na exposição oral da matéria e era comum fazer uma selecção dos conceitos mais importantes com o objectivo de simplificar os conteúdos. Concordou com a opinião dos alunos ao afirmar que esta metodologia exigiu, também da sua parte, um esforço maior no decorrer da aula: *“expor é igual para todos e com esta metodologia era necessário dar um apoio mais individualizado, o que acabou por ser mais gratificante porque ficamos a saber melhor aquilo que os alunos ainda não compreenderam”*. Este aspecto viria a constituir, na opinião da professora-colaboradora, um dos pontos fortes da abordagem experimental.

• **Relação afectiva dos alunos face aos conteúdos da geologia** - o estudo da formação das rochas não desenvolve normalmente nos alunos um gosto particular pela sua aprendizagem, tornando-se esta, muitas vezes, penosa e pouco significativa. Esta opinião derivada da nossa própria experiência é corroborada por diversos estudos que apresentam algumas dificuldades dos alunos na aprendizagem do tema (Pedrinaci, 1992; Gallegos, 1999). Utilizar uma nova forma de abordagem no ensino desta unidade didáctica foi para nós um desafio, no sentido de verificar até que ponto a mudança metodológica pode ter efeitos positivos na aprendizagem de um tema cheio de dificuldades e controvérsias. Durante o seu estudo, os alunos continuaram a exprimir as suas dificuldades relativamente ao tema e algumas opiniões pouco favoráveis à sua aprendizagem, como se pode ler no excerto de uma entrevista que se apresenta como exemplo:

A – Estudar as rochas foi um bocadinho difícil.

E – *Porquê?*

A – Porque eu não compreendia como elas se formavam. Gostei mais dos vulcões.

E – *Sim? ... Porquê?*

A – Porque ficámos a saber o que estava no interior da Terra. É interessante. (E1)

Os temas “Vulcanismo” e “Sismologia”, estudados antes do início da intervenção, haviam despertado nos alunos um razoável entusiasmo, devido, em parte, a uma espécie de mistério que envolve estes assuntos e porque são fenómenos com um efeito imediato sobre as pessoas e a Natureza. Já a “Formação das Rochas” não tem essas características, supondo-se, por isso, que as mudanças alcançadas nos domínios afectivo e cognitivo, apresentadas nos pontos que se seguem, possam ter sido algo condicionadas por estes sentimentos.

5.2.

INFLUÊNCIA DA ABORDAGEM EXPERIMENTAL NA APRENDIZAGEM

- *A abordagem experimental parece ter conseguido minimizar alguns constrangimentos afectivos e cognitivos relativos à geologia*

Recordamos, sucintamente, as mudanças relativas verificadas nas diversas variáveis em estudo, no domínio afectivo:

Quadro 12

Mudanças Relativas: Síntese do Domínio Afectivo

VARIÁVEL	E1 \propto C1 *	E2 \propto C2 *
Sat.	E1 > C1	E2 > C2
Ling.	E1 > C1	E2 > C2
Atit.	E1 < C1	E2 > C2
Util.	E1 = C1	E2 > C2

* ANCOVA

Comprova-se que as mudanças relativas evidenciadas pelos grupos experimentais são, genericamente, mais favoráveis do que as manifestadas pelos grupos de controlo. Apesar da dificuldade do grupo E1 em aceitar a nova metodologia, ter criado alguns obstáculos ao desenvolvimento de uma atitude mais positiva em relação à aprendizagem da disciplina (variável atitude), globalmente, o grupo conseguiu, de facto, uma mudança significativa e favorável, tal como aconteceu com o grupo E2. Estes resultados parecem indicar que **a metodologia experimental, apesar de tudo, conseguiu desenvolver um maior interesse pela aprendizagem dos conteúdos de geologia** estudados durante a intervenção do que a metodologia “tradicional”.

A atitude pouco favorável dos alunos face à aprendizagem de alguns temas da geologia é uma consequência, segundo Pedrinaci (1992) e Gallegos (1999), da sua **dificuldade na compreensão de determinados fenómenos geológicos**. Na opinião daqueles autores, os alunos com idades compreendidas entre os 12 e os 14 anos estão ainda demasiado ligados à percepção, ao contrário daquilo que Piaget, inicialmente, preconizava. Mais tarde, Piaget veio a reconhecer que a maioria dos alunos com essa idade não se encontra, ainda, no estágio das operações formais e, conseqüentemente, não apresenta a capacidade de abstracção necessária à compreensão de conceitos mais complexos. No sentido de procurar a adequação entre a idade dos alunos e os conteúdos, impõe-se, portanto, a estimulação do seu desenvolvimento cognitivo, despertando os seus processos evolutivos internos, tal como Vygotsky (1998) defende na sua teoria.

Foi a partir desse pressuposto, e seguindo de perto as ideias de Vygotsky, que no desenvolvimento da abordagem experimental se deu espe-

cial ênfase à **interacção social**, à **linguagem** e à **formação de conceitos**, com o objectivo final de promover uma aprendizagem mais eficaz da geologia.

Os resultados obtidos no *pós-teste de conhecimentos*, realizado no final da intervenção, indicam claramente que esse objectivo foi alcançado, como se pode observar no quadro seguinte:

Quadro 13

Mudanças Relativas: Síntese do Domínio Cognitivo

	Situação de Partida • (pré-teste)	DECISÃO *
E1 ∝ C1	E1 = C1	E1 > C1
E2 ∝ C2	E2 = C2	E2 > C2

• Teste *t* de Student; * ANCOVA

Na linha das mudanças operadas ao nível afectivo, também no domínio do conhecimento as diferenças entre cada grupo experimental e o respectivo grupo de controlo resultaram significativas. Ambos os grupos experimentais eram, no início, estatisticamente equivalentes aos respectivos grupos de controlo, como mostra o Quadro 13. No entanto, com o apoio da abordagem experimental, os grupos E1 e E2 conseguem uma mudança significativa e favorável neste domínio.

Os resultados obtidos pelos grupos de controlo confirmam, aparentemente, que a abordagem tradicional não conseguiu responder à complexidade dos conteúdos estudados durante aquele período. As dificuldades e controvérsias referidas por Pedrinaci (1992), inerentes ao estudo de alguns temas de geologia, parecem, assim, ter sido aqui confirmadas. Aquele autor chega mesmo a apontar a aplicação de metodologias pouco eficazes como um dos principais factores de insucesso na aprendizagem da geologia.

- ***A abordagem experimental parece ter contribuído para o desenvolvimento da competência de leitura***

Foi nosso propósito, durante o estudo, fomentar a competência metacognitiva dos alunos, utilizando o texto científico como base. Na literatura revista pudemos encontrar fundamentos sóbrios que sustentam esta decisão. Baker (citado por Campanário, 1999), por exemplo, é de opinião que a aprendizagem das ciências, concretamente da geologia, a partir de textos, pode ser um processo favorável ao desenvolvimento de estratégias metacognitivas. Por outro lado, como já tivemos oportunidade de salientar, cada disciplina possui uma linguagem própria que é preciso compreender (Sutton, 1998). Esta é uma problemática cada vez mais pertinente, se tivermos em conta a posição que Portugal ocupa, em termos de *literacia*, quando confrontado com outros países. O Relatório da OCDE sobre literacia é, a este respeito, bastante elucidativo. Publicado em Junho de 2000, mas referente a dados recolhidos entre 1994 e 1998, apresenta um quadro bastante desfavorável do nosso país. No que se refere à *literacia da escrita*, entendida como a competência para compreender e usar a informação contida em textos, Portugal situava-se em antepenúltimo lugar, num total de 20 países (Margarido, 2000).

Os resultados do Relatório antes referido, vêm, de certa forma, dar reforço às linhas orientadoras do presente estudo. As insuficiências na compreensão da linguagem oral e escrita foram, talvez, uma das dificuldades mais prementes ao longo da intervenção. Apesar de cada par ser, inicialmente, semelhante, entre si, os grupos apresentavam algumas diferenças na área da leitura. Nessa fase inicial, os grupos E1 e C1 pareciam revelar um melhor desempenho na leitura e na interpretação de esquemas, quando comparados com os grupos E2 e C2. Durante a intervenção, quer a compreensão de palavras ou

expressões comuns, quer a compreensão de termos científicos constituíram um forte entrave a uma aprendizagem mais eficaz da geologia, bastante evidente nos dois grupos experimentais. A manifesta dificuldade na leitura não favorecia a **extracção de significados** nem a **construção de conhecimento científico**, a partir do texto. Para a compreensão do texto científico, torna-se necessário um **processamento dinâmico da informação** (Salema, 1997), envolvendo o uso adequado de técnicas e de actividades que permitam ao aluno realizar inferências coerentes (Macías et al., 1999). A *leitura em voz alta*, o *debate*, a *identificação de palavras-chave*, a *distinção entre o essencial e o acessório* foram algumas das técnicas usadas nesta investigação, com o objectivo de **desenvolver níveis de compreensão mais elevados**. Os resultados por nós obtidos neste âmbito, vão de encontro à evidência recolhida por Sousa (1996) a esse respeito: **um elevado desempenho em literacia da leitura encontra-se associado a um desempenho também elevado de outras tarefas relacionadas com a aprendizagem**.

No início da intervenção, o grupo E1 parecia apresentar um nível médio de desempenho na leitura superior a qualquer um dos restantes grupos. Os grupos de controlo C1 e C2 revelavam um desempenho idêntico e ligeiramente superior ao do grupo E2, apresentando este, por sua vez, a média mais baixa. Apesar da diferente orientação metodológica, os resultados obtidos no teste intermédio pareciam indicar que a evolução dos grupos ao nível das competências da leitura estava a ser semelhante. Tanto o grupo experimental E1 como os dois grupos de controlo apresentavam, nessa altura, níveis médios de desempenho idênticos, no campo da leitura; o grupo E2 continuava, ainda, a evidenciar os níveis de desempenho mais fracos de entre todos os grupos. Só para o final da intervenção é que esta tendência se viria a alterar. Os resultados do pós-teste davam a entender que os dois grupos experimentais (E1

e E2) haviam ambos conseguido uma mudança qualitativa favorável no desempenho nas competências de leitura (compreensão leitora), diferentemente do sucedido nos grupos de controlo (C1 e C2), sugerindo os resultados uma ligeira vantagem do grupo E2. Assim sendo, terá sido o grupo E2 a conseguir retirar, neste campo, maiores vantagens da metodologia experimental, tanto mais que havia partido de uma posição menos favorável no que respeita às competências de leitura.

Esta análise sugere que o **controlo metacognitivo** exercido antes, durante e após o processo da leitura, através da **aplicação deliberada de determinadas estratégias metacognitivas** se revelou potenciador de sucesso. Brown (citada por Nisbet e Shucksmith, 1987), ao estudar as estratégias utilizadas na leitura, observou que o leitor pouco experiente, como é o caso dos nossos alunos, revela **deficiências metacognitivas** que constituem o **principal obstáculo ao sucesso** nessas competências.

A problemática da metacognição associada ao campo da leitura, tratada por investigadores tão diversos como Otero (1990), Martínéz (1992), Sousa (1996), Salema (1997), Repetto (1997), Solé (1997) ou Macías et al., (1999), vem reforçar as potencialidades das estratégias metacognitivas na compreensão do texto científico e a necessidade da sua implementação. Otero (1990) salienta que **muitos alunos nem sequer têm consciência de que não compreendem**, evidência que tivemos ocasião de testemunhar, nomeadamente nas respostas dadas a diversas questões das fichas de trabalho. Mas muitos alunos, para além de não terem consciência de que não compreendem, **utilizam, ainda, estratégias que pouco contribuem para a compreensão**; isso afirmava um aluno, ao assumir compreender mal o processo de formação das rochas metamórficas: “eu estudo pouco porque *decoro* muito depressa”. No

seu trabalho, Macías (1999) é levado a concluir que mesmo os alunos do ensino superior não sabem utilizar estratégias adequadas à compreensão.

No campo particular da aprendizagem da geologia, a compreensão do texto científico torna-se ainda mais importante dada a impossibilidade de se observar directamente bastantes fenómenos abordados. **O texto surge, assim, como um recurso didáctico fundamental para o estudo da geologia** (Rebollo, 1996).

• A abordagem experimental parece ter favorecido a organização do conhecimento e a estruturação do pensamento

No que respeita à organização do conhecimento e à estruturação do pensamento, verificava-se, logo à partida, uma ligeira vantagem dos grupos E1 e E2 sobre os respectivos grupos de controlo. No início da intervenção, a dificuldade de adaptação dos grupos experimentais à nova metodologia ainda provocou alguma regressão no nível do desempenho destes alunos. Ultrapassada essa situação, e com o decorrer do tempo, vir-se-ia a verificar nos grupos experimentais evolução positiva, ao mesmo tempo que ocorria uma regressão nos grupos de controlo, passando então a verificar-se, no final, uma vantagem significativa de E1 e E2 no que tema a ver com estas competências.

Mais uma vez, a metodologia experimental parece ter tido influência positiva nas diferenças significativas observadas entre os grupos no final da intervenção. Atribuímos essas mudanças, em grande parte, às fortes potencialidades que os mapas de conceitos têm no desenvolvimento daquelas competências. **A elaboração de mapas de conceitos permite aos alunos explicitarem as suas próprias referências enquanto representam, organizam e estruturam, activamente, os conhecimentos** (Sanmartí, 1994). Julgamos que

o sucesso relativo dos grupos E1 e E2 pode ter a ver, por um lado, com o **esforço** realizado para **relacionar e clarificar conceitos**, como argumentam Novak e Gowin (1988); e por outro, com o **intercâmbio** que se estabeleceu entre os alunos e as professoras durante a **partilha de ideias** e a **discussão** sobre a posição hierárquica de um determinado conceito. Vale a pena recordar que a **interacção social e dialógica** foi considerada por Vygotsky (1996) uma componente fundamental no desenvolvimento do indivíduo, com especial destaque na infância e na adolescência. É através da interacção verbal, particularmente com o professor, que o aluno pode ser conduzido para o domínio de novas competências e de novos conhecimentos. É através da interacção que o aluno se desloca na sua **zona de desenvolvimento próximo**, passando a ser capaz de resolver sozinho problemas que, anteriormente, só conseguia resolver com ajuda.

- *A abordagem experimental parece ter desencadeado nos alunos alguma tomada de consciência sobre o próprio conhecimento e uma maior autonomia na aprendizagem*

No início da intervenção, os alunos, de maneira geral, revelavam fraca consciência das suas dificuldades e pouco conhecimento sobre os meios disponíveis para as superarem. Talvez tenha sido com a elaboração dos mapas de conceitos que os alunos começaram, progressivamente, a tomar consciência dessas dificuldades, as quais, podem ser tantas a ponto de alguns autores (Escalaño e Serna, 1999) sustentarem a necessidade de evitar que elas provoquem sentimentos negativos. E esta situação pode acontecer porque os mapas de conceitos expõem claramente a superficialidade dos conhecimentos, assim como a falta de criatividade e de vocabulário, entre outras falhas no desenvolvimento cognitivo dos alunos.

Esta tomada de consciência, um pouco repentina, pode gerar, segundo os mesmos autores, sentimentos de rejeição, incapacidade e insegurança face à aprendizagem. Julgamos que durante alguns momentos os grupos experimentais se confrontaram com estes sentimentos, os quais, de alguma forma, poderão ter influenciado os níveis de desempenho ao longo da intervenção.

Com o decorrer do tempo, e superados os maiores obstáculos, os alunos pareceram manifestar uma progressiva **maior tomada de consciência** e um **maior controlo sobre a sua própria aprendizagem**, tal como um deles parece reconhecer através do excerto da entrevista a que foi sujeito:

E – *Achas que é importante fazermos o ponto da situação dos nossos conhecimentos?*

A – Sim.

E – *Tem algum interesse saber indicar o que já sabemos e depois o que aprendemos de novo?*

A – Sim. Tem interesse, porque serve para a gente avaliar o que conhecemos antes; serve para avaliar o que aprendemos e, ainda, o que nós podemos aprender, por exemplo, com uma visita a outro sítio diferente.

E – *Então tu estás, dessa maneira, a regular a tua aprendizagem...*

A – Sim. **Aprendemos mais, ganhamos mais conhecimento e isso é a chave, não é ? (E1)**

Os resultados obtidos no domínio afectivo no final da intervenção indicam que aqueles sentimentos foram ultrapassados em parte pelo grupo E1 e claramente ultrapassados pelo grupo E2.

Por esta mudança observada nos alunos, julgamos serem também responsáveis as grandes potencialidades das técnicas K-W-L-H e Guia de Antecipação/Reacção. Estas técnicas, para além de terem favorecido o desenvolvimento de uma atitude mais favorável à aprendizagem da geologia, parece te-

rem dado um **forte contributo para o conhecimento alcançado pelos alunos sobre o seu próprio processo de aprendizagem.**

De acordo com Piaget (1983) e Dewey (1989), uma mudança ao nível da tomada de consciência pressupõe um nível de **desenvolvimento intelectual elevado** (operações formais) porque implica a actuação do pensamento reflexivo. Na opinião de Piaget, este nível de desenvolvimento é, tendencialmente, alcançado na adolescência. Vários estudos realizados neste âmbito, tanto a nível internacional, como nacional (Almeida e Vilela, 1996), têm, no entanto, dado forte evidência de que o estágio das operações formais só é atingido no final da adolescência ou até mesmo já na idade adulta. Um estudo de César e Esgalhado (1991) veio demonstrar que os alunos com 12 e 13 anos, como é o caso daqueles que constituíam as nossas amostras, se encontram, ainda, maioritariamente, no estágio das operações concretas e que mesmo os alunos com 14 anos permanecem num estágio intermédio. Só uma pequena percentagem de alunos com estas idades apresenta um desenvolvimento cognitivo ao nível das operações formais.

- *A abordagem experimental poderá exercer uma influência favorável no desenvolvimento de hábitos e de métodos de estudo*

O estudo individual surge, em contexto escolar, como um complemento necessário à aprendizagem realizada em cenário de sala de aula. O estudo pode contribuir para que as aprendizagens se tornem mais significativas se os alunos souberem aplicar **estratégias adequadas** às características dos conteúdos e ao seu próprio estilo cognitivo. Para que tal ocorra, é preciso uma avaliação constante dos métodos e dos processos utilizados durante o estudo ou, por outras palavras, a aplicação de **mecanismos eficazes de autocontrolo**. O

êxito alcançado pelos alunos em cada uma das etapas contribuirá para o **envolvimento de sentimentos cada vez mais positivos**, quer em relação ao estudo, quer em relação à própria competência pessoal. Esses sentimentos são responsáveis pelo nível de envolvimento do aluno nas actividades escolares (dentro e fora da sala de aula) e determinam, em parte, as metas de aprendizagem que cada um pretende atingir. Na opinião de Bruner (1966), todas estas componentes se encontram fortemente relacionadas com os mecanismos de **motivação intrínseca**, considerados fundamentais para uma aprendizagem mais efectiva. De acordo com Silva e Sá (1997), a escola deve tomar consciência do valor que todos os elementos aqui sublinhados têm no desenvolvimento cognitivo e intervir de forma eficaz.

De modo algum é legítimo afirmar categoricamente que a abordagem experimental possa ter desenvolvido hábitos e métodos de estudo; nem sequer se averiguou, quantitativamente, até que ponto o seu impacto se fez sentir nesse campo. O que nos parece, todavia, legítimo de admitir é que as **estratégias metacognitivas** desenvolvidas nas aulas se possam ter revelado facilitadoras da aprendizagem, surgindo, assim, como **forte potencial para desenvolver a capacidade de aprender**, mesmo durante o estudo individual.

Os alunos que constituíam os grupos experimentais, assim como a generalidade dos alunos, não apresentavam hábitos ou métodos de estudo consistentes e consolidados, tal como se pode verificar pelos resultados apresentados no capítulo anterior. A sua atitude perante a organização e a duração do estudo não correspondia, de todo, às necessidades e as estratégias utilizadas pareciam demasiado superficiais. Estas restringiam-se aos **tradicionais apontamentos** e à **memorização** rotineira desses conteúdos, tarefas que, tal como afirma Pina (1999), pouco contribuem para uma aprendizagem significativa.

Não podemos esquecer que a intervenção decorreu apenas durante quatro meses e que desde a interiorização de estratégias até à sua transferência a situações diferentes, decorre um tempo que pode ser mais ou menos longo, consoante o indivíduo e as condições envolventes. Todavia, se for feita uma análise mais minuciosa das entrevistas, realizadas no final da intervenção, ressaltam alguns indicadores de mudança. Alguns alunos afirmaram ter adquirido o **hábito de sublinhar as palavras-chave**, mesmo nos textos de outras disciplinas; outros reconheceram que **a elaboração de mapas de conceitos pode ajudar a estudar**, quer os conteúdos de Ciências Naturais, quer os conteúdos de outras disciplinas, principalmente História e Geografia.

De uma maneira geral, poucos alunos assumiram ter o hábito de aplicar novos procedimentos no estudo individual, mas todos reconheceram que eles são facilitadores da aprendizagem, o que denota uma tomada de consciência e uma atitude reflexiva que, em parte, foi adquirida durante a experiência.

• *A abordagem experimental apresenta características adequadas ao reforço da capacidade de pensar e de aprender*

É com base na noção de interacção social que Vygotsky (1996, 1998) explica o desenvolvimento das funções psicológicas humanas, particularmente de nível superior. Todas as funções superiores, desde a atenção voluntária e, portanto, controlada e consciente, até à memória, passando pela linguagem, são desenvolvidas através da interacção. É pela interiorização progressiva da linguagem que a criança constrói o pensamento e desenvolve a consciência necessária para “regular” as outras funções psicológicas, permitindo-lhe o acesso a formas mais elaboradas do pensamento (metacognição). Através da interacção com os outros, a criança desenvolve competências cog-

nitivas e metacognitivas necessárias para aprender, ou seja, para que a “apropriação” do conhecimento se torne possível.

Em contexto escolar, a interação entre alunos e professores deve proporcionar a construção de conhecimentos e o desenvolvimento de estratégias que no futuro darão ao aluno a possibilidade de realizar novas aprendizagens e de resolver problemas de uma forma autónoma. Foi nessa perspectiva que ao longo da experiência se procurou **conduzir os alunos de uma situação de dependência para uma situação de autonomia na aprendizagem**. Aquilo que o aluno é capaz de realizar hoje com a ajuda do professor ou em colaboração com os seus colegas poderá, potencialmente, realizar sozinho amanhã. Mas este caminhar de um pólo ao outro do desenvolvimento cognitivo e metacognitivo requer ambientes sociais como, por exemplo, a escola, onde se viva um “clima” que permita a **reflexão, a dúvida, a exploração e a discussão** sobre as **diferentes maneiras de pensar e de aprender** um determinado conteúdo. Foi este clima que tentámos criar nas aulas e, muitas vezes, foi bem conseguido. No entanto, reconhecemos que dificilmente se alcançará um desenvolvimento significativo do pensamento reflexivo em experiências isoladas e limitadas pelo tempo como acontece com a maior parte dos estudos com características semelhantes ao presente. Como já o sublinhámos, seria importante estarmos imersos numa cultura e num ambiente global de escola favoráveis à promoção do pensamento reflexivo, o que manifestamente não é o caso nas nossas escolas, onde reina, ainda, a transmissão passiva de conhecimentos.

5.3.

IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS

Um dos principais problemas que hoje se colocam na educação escolar é o de conseguir **evar os níveis de literacia**. Trata-se de querer que mais alunos realizem na escola aprendizagens mais eficazes, mais profundas e mais duradoiras. Para alcançar esta finalidade, há vários anos que diversas investigações têm vindo a experimentar abordagens metacognitivas, no sentido de facultar ao aluno progressos significativos sobre a “inteligibilidade do mundo” (Grangeat, 1999, p. 13). Tanto as conclusões dessas investigações, como aquelas que aqui adiantámos, apontam no sentido de que o desenvolvimento de competências metacognitivas contribui favoravelmente para o êxito da aprendizagem. Parece, assim, haver razões imperiosas para que a implementação de abordagens metacognitivas ocorra efectivamente, e de uma forma alargada, na realidade escolar.

Os constrangimentos surgem, porém, relacionados com o modo como o professor concebe e conduz o processo ensino/aprendizagem (González e Escartín, 1996). O desenvolvimento do pensamento metacognitivo depende muito da concepção que o professor tem do próprio processo de aprendizagem e da forma como orienta a sua prática para promover a construção do conhecimento (Mogarro, 1995).

É neste aspecto que reside a importância desta nova abordagem do processo ensino/aprendizagem. Pensamos que as ideias apresentadas neste trabalho podem ser um contributo para o aparecimento de novos procedimentos didácticos ao nível da sala de aula.

O receio pelo fracasso que, de maneira geral, conduz o professor para uma atitude mais conservadora pode ser fortemente compensado quando se tem a ousadia de fazer pequenas experiências. No presente estudo foram utilizadas algumas técnicas de aprendizagem bastante inovadoras, algumas sugeridas pela *Internet*, em relação às quais a literatura é muito escassa ou mesmo inexistente. Referimo-nos, em particular, às técnicas K-W-L-H e ao Guia de Antecipação/Reacção. A primeira revelou-se extremamente profíqua no **desenvolvimento da atitude reflexiva** dos alunos e na **auto-regulação das novas aprendizagens**; a segunda permitiu aos alunos e às professoras fazer o **levantamento do conhecimento prévio** e estabelecer o **confronto com o novo conhecimento**, gerando o **debate** sobre questões polémicas e essenciais à aprendizagem significativa.

A mensagem que queremos deixar é que mesmo as técnicas ou procedimentos de ensino/aprendizagem desconhecidos, quando aplicados aos alunos e aos conteúdos de forma adequada e devidamente integrados num contexto, podem ser potenciais instrumentos para uma aprendizagem realmente significativa. Em face destas considerações, pensamos que a inovação educacional passa, em parte, pela adopção de uma metodologia de investigação-acção, baseada na observação, planificação, execução, avaliação e reflexão das práticas docentes (Kemmis e McTaggart, 1992) apoiada por uma adequada e eficaz formação de professores. Os processos de formação inicial e contínua de professores necessitam, também eles, de substanciais modificações. Preparar o professor para um trabalho individual já não chega para responder às exigências actuais. É necessário criar equipas de trabalho onde o professor esteja integrado e tenha condições para desenvolver uma prática mais reflexiva, partilhada e dialogada.

O campo da **formação de professores** carece, em nosso entender, de uma investigação mais aprofundada, em que as novas metodologias e a sua aplicação prática, em contexto de sala de aula, sejam privilegiadas. Daí tomarmos a iniciativa de sugerir que no futuro se promovam nas escolas experiências semelhantes àquela que por nós foi desenvolvida, mas com maior abrangência. Seria interessante, do ponto de vista pedagógico, envolver nessas experiências o maior número possível de alunos, de professores e de disciplinas, em várias escolas e durante um período prolongado de tempo. Só assim será possível, em nossa opinião, passar de um ensino que já não responde às necessidades actuais e caminhar em direcção à já referida cultura de escola capaz de desenvolver as competências necessárias para aprender a aprender.

O **estudo individual**, superficialmente abordado neste estudo, é outra área que deve ser alvo de investigação. Existem já alguns estudos sobre o estudo individual, mas poucos estabelecem uma relação directa e necessária com os diferentes conteúdos curriculares. Por outro lado, de modo geral, são experiências desenvolvidas com pequenos grupos e durante pouco tempo, em que não se chega a sentir uma verdadeira mudança positiva no desempenho escolar dos alunos.

A finalizar, e apesar das limitações apontadas e de alguns objectivos menos conseguidos, julgamos ter este estudo contribuído, se não para **ensinar a aprender a aprender**, então, pelo menos, para **mostrar que há outras formas de aprender**. A sociedade actual exige uma **atitude activa face à aprendizagem** e um **pensamento reflexivo sobre os problemas do quotidiano**. Foi o desenvolvimento desta atitude que tentámos promover, procurando despertar em cada aluno a vontade de ser educando. Porque é essa vontade

profunda, como diz Patrício (1993), que o impele para a construção da sua pessoa e do conhecimento:

uma pessoa humana em situação de aprendizagem e de aperfeiçoamento intencional de si próprio. O educando quer aprender e quer ser o mais possível quem sente que pode ser, quem sente que nasceu para ser. (p. 305)



BIBLIOGRAFIA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.A.A.S.- American Association for the Advancement of Science (1989). Science for all americans. A project 2061 report on literacy goals in Science, Mathematics and Tecnology: Chapter 7 – Human Societ. *Bulletin of Science, technology & Societ* 10, 28-38.
- Aleixandre, M. P. J. e Cachapuz, A. (1995). O papel da educação em Ciências da Natureza nas sociedades contemporâneas: que problemas? Que desafios? Que perspectivas? In *Actas do V Encontro Nacional de Docentes - Educação em Ciências da Natureza*. Portalegre: Escola Superior de Educação de Portalegre.
- Almeida, A. e Vilela, M. C. (1996). *Didáctica das ciências. Aceleração cognitiva – Teoria e prática*. Rio Tinto: Edições Asa.
- Almeida, L. S. (1991). *Cognição e aprendizagem escolar*. Porto: Associação dos Psicólogos Portugueses (APPORT).
- Amador, F. (1998). As imagens do ensino da Geologia. *Cadernos Didácticos (Série Ciências)*, 2. Aveiro: Universidade de Aveiro - Unidade de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores.
- Arias, A. V., Cabanach, R. G., Martínez, S. R., Aguin, I. P. e Riveiro, J. M. S. (1999). Atribuiciones causales, autoconcepto y motivación en estudiantes com alto y bajo rendimiento académico. *Revista Espanhola de Pedagogía*, 214, 525-546.
- Arnal, J., Rincón, D. e Latorre, A. (1994). *Investigación educativa – Fundamentos e metodologia..* Barcelona: Labor Universitária.
- Ayala, F. R. (1998). Una pequeña reflexión sobre los problemas de investigación de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), 171-174.
- Azevedo, M. (1994). *Teses, relatórios e trabalhos escolares. Sugestões para a sua elaboração*. Lisboa: Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Balancho, M. J. e Coelho, F. M. (1994). *Motivar os alunos*. Lisboa: Texto Editora.
- Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70. (Trabalho original em francês publicado em 1977).

- Bell, J. (1997). *Como realizar um projecto de investigação*. Lisboa: Gradiva. (Trabalho original em inglês publicado em 1993).
- Best, J. W. (1982). *Cómo investigar en educación* (9ª. ed.). Madrid: Ediciones Morata, S. L.
- Brazão, M. M. (1996). Concepções curriculares dos professores e decisões sobre o currículo formal. *Revista de Educação*, VI (1), 43-61.
- Bryant, P. E. (1991). Desenvolvimento cognitivo: algumas questões que subsistem. In L. S. Almeida (editor). *Cognição e aprendizagem escolar*. Porto: Associação de Psicólogos Portugueses (APPORT).
- Bryman, A. e Cramer, D. (1993). *Análise de dados em ciências sociais – Introdução às técnicas utilizando o SPSS* (2ª ed.). Oeiras: Celta Editores.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge, Mass: Belknap, Harvard Press.
- Bruner, J. S. (1989). *Acción, pensamiento y lenguaje*. Madrid: Alianza Psicología. (Tradução do original inglês).
- Brown, A. L. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In F. E. Weinert e R. H. Kluwe (Eds.). *Metacognition, motivacion and understanding*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brown, A. L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. In R. Glaser (Ed.). *Advances in instructional psychology*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Cabani, M. L. P. (1999). Los mapas conceptuales en el parvulario: un proceso de toma de decisiones. *Aula de Innovación Educativa*, 78, 54-57.
- Campanário, J. M. e Moya, A. (1999). Como ensinar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 179-192.
- Campanário, J. M. (1999). La ciencia que no enseñamos. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), 397-410.
- Candeias, A. M. A. (1997). *Atitudes face à escola – um estudo com alunos do 3º ciclo do ensino básico*. Évora: Publicações da Universidade de Évora.

- Carretero, M. (1986). Vygotsky. La concepción del desarrollo. *Cuadernos de Pedagogia*, 145, (CD-ROM).
- Carretero, M. (1987). Desarrollo cognitivo y educación. *Cuadernos de Pedagogia*, 153, (CD-ROM).
- Carrilho, M. M. (1994). *A filosofia das ciências - de Bacon a Feyerabend*. Lisboa: Editorial Presença.
- Cesar, M. e Esgalhado, A. (1991). Desenvolvimento cognitivo e percurso escolar. *Revista de Educação*, vol. II, 1, 57-61.
- Clegg, F. (1995). *Estatística para todos*. Lisboa: Gradiva.
- Cobern, W. W. e Aikenhead, G. S. (1998). Cultural aspects of learning science. In Barry J. Fraser e Kenneth G. Tobin (Ed.). *International Handbook of Science Education*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Cohen, L. e Manion, L. (1990). *Métodos de investigação educativa*. Madrid: Editorial La Muralla. (Trabalho original em inglês publicado em 1989)
- Couceiro, M. P. (1998). Autoformação e transformação das práticas profissionais dos professores. *Revista de Educação*, VII, 2, 53-60.
- Craveiro, C. L. (1999). *Das concepções curriculares e metodológicas dos professores de ciências ao ensino CTS: um estudo descritivo*. Dissertação de Mestrado não publicada. Universidade de Évora, Évora.
- Cruz, G. C. M. (1998). De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje de la Geología. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 323-330.
- Cruz, M. N. (1989). *Utilização de estratégias metacognitivas no desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas - um estudo com alunos de Física e Química do 10º ano*. Dissertação de Mestrado não publicada, Universidade de Lisboa: Departamento de Educação da Faculdade de Ciências.
- D'Hainaut, L. (1990). *Conceitos e métodos de estatística: Vol.I. Uma variável a uma dimensão*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. (Trabalho original em francês publicado em 1975).
- d' Orey, J. L. (1998). *Contributos para uma pedagogia da mudança conceptual. Aplicação de modelos didácticos construtivistas em geociências – o caso da*

- sismologia no ensino secundário*. Dissertação de mestrado não publicada, Universidade de Évora, Évora.
- Damásio, A. R. (2000). *O sentimento de si – o corpo, a emoção e a neurobiologia da consciência*, (3ª. Ed.). Lisboa: Publicações Europa-América. (Tradução do original americano *The feeling of what happens*, 1999).
- Dana, T. M., Lunetta, V., Fonseca, J. M. B. e Campbell, L. M. (1998). A formação de professores de ciências e a reforma: perspectiva internacional e a realidade portuguesa. *Revista de Educação*, VII, 2, 115-128.
- Delors, J. (1996). *Educação: um tesouro a descobrir*. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI. Lisboa: Edições ASA. (Tradução do original inglês *Learning: the treasure within*).
- Delval, J. (1985). Cómo hay que entender el desarrollo psicológico humano. *Cuadernos de Pedagogía*, 121, (CD-ROM).
- Dewey, J. (1933). *How the think*. Lexinton, Mass: D. C. Heath and Company.
- Dewey, J. (1989). *Cómo pensamos – nueva exposición de la relación entre pensamiento reflexivo y proceso educativo*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S. A. (Tradução do original inglês *How we think*).
- Dewey, J. (1997). *Democracia y educación. Una introducción a la filosofía de la educación* (2ª.ed.). Madrid: Ediciones Morata, S. L. (Tradução do original inglês *Democracy and education. An introduction to the philosophy of education*).
- Doly, A. (1999). Metacognição e mediação na escola. In Michel Grangeat (coord.). *A metacognição, um apoio ao trabalho dos alunos*. Porto: Porto Editora. (Título original em francês publicado em 1997).
- Domingos, A. M., Neves, I. P. e Galhardo, L. (1987). *Uma forma de estruturar o ensino e a aprendizagem*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Escaño, J. e Serna, M. J. (1999). Los mapas conceptuales. Um recurso para ser feliz. *Aula de Innovación Educativa*, 78, 48-53.
- Espinosa, J. e Román, T. (1991). Actitudes hacia la ciencia e asignaturas pendientes: dos factores que afectan al rendimiento en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (2), 151-154.

- Fernandes, D. e Vale, I. (1994). Concepções e práticas de dois jovens professores perante a resolução de problemas. In D. Fernandes, A. Borralho e G. Amaro (orgs.). *Resolução de problemas: processos cognitivos, concepções de professores e desenvolvimento curricular*. Lisboa: Instituto de Inovação Educativa.
- Fisher, R. (1990). *Teaching children to think*. Oxford: Basil Black Well Ltd.
- Flavell, J. H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. In F. E. Weinert e R. H. Kluwe (Eds.). *Metacognition, motivacion and understanding*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Freitas, I. M. M. S. (1999). *El papel de la resolución de problemas en la enseñanza/aprendizaje de las ciencias: concepciones y prácticas de profesores con y sin experiencia en la docencia*. Tese de Doutoramento não publicada. Universidade de Huelva. Huelva.
- Gagliardi, R. (1998). Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 6 (3), 291-296.
- Gallegos, J. A. (1999). La secuenciación de contenidos en la enseñanza de la geología: (I) Las peculiaridades del conocimiento geológico y de sus recursos didácticos. *Revista de Educación*, 318, 321-346.
- Gómez, G. R, Flores, G. J. e Jiménez, E. G. (1996). *Metodología de la Investigación cualitativa*. Málaga: Ediciones Aljibe.
- Gómez-Granel, C. e Salvador, C. C. (1994). De qué hablamos cuando hablamos de constructivismo. *Cuadernos de Pedagogia*, 221, (CD-ROM).
- González, J. F. e Escartín, N. E. (1996). Qué piensan los profesores acerca de cómo se debe enseñar. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 331-342.
- Grangeat, M. (1999). Melhorar as aprendizagens na escola. In M. Grangeat (Coord.). *A metacognição, um apoio ao trabalho dos alunos*. Porto: Porto Editora.
- Grilo, M. (1996). *Pacto educativo para o futuro*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.
- Gutiérrez, I. G. (1986). La motivacion escolar: determinantes sociologicos y psicologicos del rendimiento. In J. Mayor (Dir.). *Sociologia y Psicologia Social de la Educación*. Madrid: Ediciones Anaya.

- Hamers, J. H. M. e Overtoom, M. T. H. (1998). Programas europeos de ensinar a pensar: tendências e avaliação. *Revista Inovação*, 11 (2), 9-25.
- Hernández, P. e Garcia, L. A. (1999). Los mapas conceptuales como instrumento de enseñanza y aprendizaje. *Aula de Innovación Educativa*, 78, 62-68.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N. e Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), 45-59.
- Kemmis, S. e McTaggart, R. (1992). *Cómo planificar la investigación – acción*. Barcelona: Editorial Laertes.
- Lessard-Hébert, M., Goyete, G. e Boutin, G. (1990). *Investigação qualitativa: fundamentos e práticas*. Lisboa: Artes Gráficas. (Trabalho original em francês publicado em 1990).
- Linaza, J. L. (1985). La obra y el pensamiento de J. Bruner. *Cuadernos de Pedagogia*, 121, (CD-ROM).
- Lledo, A. I. e Cañal, P. (1993). El diseño y desarrollo de materiales curriculares en un modelo investigativo. *Investigación en la Escuela*, 21, 9-37.
- Llera, J. A. B. (1998). Estratégias de aprendizagem. In V. S. Bremejo e J. Llera (Coord.), *Dificuldades de aprendizagem*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Macías, A., Castro, J. I. e Matutano, C. I. (1999). Estudio de algunas variables que afectan la comprensión de textos de Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), 431-440.
- Madruga, J. A. G. (1991). *Desarrollo y conocimiento*. Madrid: Siglo XXI de España Editores, S. A.
- Margarido, M. J. (1999, 4 de Agosto). Matemática e Física negativas. *Diário de Notícias*, p. 22.
- Margarido, M. J. (2000, 15 de Junho). Portugal é penúltimo em literacia. *Diário de Notícias*, p. 28.
- Marques, L. (1996). Construcción del conocimiento científico. Algunos ejemplos de Geociencias. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* (4.1), 4-12.
- Martínez, J. M. N. (1992). Procedimientos para comprender mejor. *Aula de Innovación Educativa*, 4-5, 74-81.

- Martins, I. P. (1995). A ciência e a cultura científica: desafios na formação de professores. In *Actas do V Encontro Nacional de Docentes – Educação em Ciências da Natureza*. Portalegre: Escola Superior de Educação de Portalegre.
- Matarredona, J. S. (1990). Las actitudes. *Cuadernos de Pedagogia*, 180, (CD-ROM).
- Mas, C. J. F. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 188-199.
- M.E.- Ministério da Educação (1986). *Lei de Bases do Sistema Educativo*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.
- M. E.- Ministério da Educação/Direcção Geral do Ensino Básico e Secundário (1991). *Programa de Ciências Naturais - Ensino Básico – 3º ciclo*.
- M. E.- Ministério da Educação/Direcção Geral do Ensino Básico e Secundário (1991). *Programa de Ciências da Terra e da Vida, Biologia e Geologia - Ensino Secundário*.
- M.E.- Ministério da Educação/Direcção Geral do Ensino Básico e Secundário (1992). *Técnicas de estudo*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.
- M.E.- Ministério da Educação (1999). Projecto “*Gestão Flexível do Currículo*”. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.
- Miguéns, M., Serra, P., Simões, H. e Roldão, M. C. (1996). *Dimensões formativas de disciplinas do ensino básico*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Mogarro, M. J. (1995). O pensamento dos professores: um paradigma de formação. *Revista Aprender*. Escola Superior de Educação de Portalegre, 18, 21-33.
- Moreno, A. (1985). El desarrollo de la toma de conciencia. *Cuadernos de Pedagogia*, 121, (CD-ROM).
- Moreno, A. (1989). Metaconocimiento y aprendizaje escolar. *Cuadernos de Pedagogia*, 173, (CD-ROM).
- Neto, A. J. (1995). *Contributos para uma nova didáctica da resolução de Problemas: um estudo de orientação metacognitiva em aulas de física no ensino secundário*. Tese de Doutoramento. Universidade de Évora, Évora.
- Neto, A. J. (1998). *Resolução de problemas em Física – conceitos, processos e novas abordagens*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

- Nisbet, J. e Shucksmith, J. (1987). *Estrategias de aprendizaje*. Madrid: Santillana. (Trabalho original em inglês publicado em 1986).
- Novak, J. D. e Gowin, D. B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Ediciones Martínez Roca. S. A. (Trabalho original em inglês publicado em 1984).
- Nóvoa, A. (1995). *Vidas de professores* (2ª ed.). Porto: Porto Editora.
- Ontoria, A., Ballesteros, A., Cuevas, C., Giraldo, L., Rodríguez, A., Vélez, U. (1994). *Mapas conceptuales – una tecnica para aprender* (3ª ed.). Madrid: Narcea S. A..
- Ontoria, A. (1999). Experiência de iniciación en los mapas conceptuales en educación primaria. *Aula de Innovación Educacional*, 78, 75-76.
- Otero, J. (1990). Variables cognitivas y metacognitivas en la comprensión de textos científicos: el papel de los esquemas y el control de la propia comprensión. *Enseñanza de las Ciencias*, 8, (1), 17-22.
- Patrício, M. F. (1986). *A disciplina de Teoria da Educação*. Texto não publicado, Universidade de Évora, Departamento de Pedagogia e Educação, Évora.
- Patrício, M. F. (1993). *Lições de axiologia educacional*. Lisboa: Universidade Aberta
- Patrício, M. F. (1997). Visão prospectiva do professor para os anos 2000. In M. F. Patrício (Org.), *Formar professores para a escola cultural no horizonte dos anos 2000*. Porto: Porto Editora.
- Palácios, F. J. P. (1993). La resolución de problemas: una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciências*, 11 (2), 170-178.
- Pedrinaci, E. (1992). Las rocas tienen una historia que contarnos. *Aula de Innovación Educativa*, 4-5, 33-36.
- Pedrinaci, E. (1999). Las actitudes en el aula de ciencias: presentación de la monografía. *Revista Alambique - Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 22, 53-54.
- Pedrinaci, E. (1999). Geología en el bachillerato: escasa y desestructurada. *Aula de Innovación Educativa*, 81, 50-56.

- Pennings, A. H. e Span, P. (1991). Estilos cognitivos e estilos de aprendizagem. In L. S. Almeida (editor). *Cognição e aprendizagem escolar*. Porto: Associação de Psicólogos Portugueses (APPORT).
- Pérez, D. G. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 154-164.
- Pestana, M. H. e Gageiro, J. N. (1998). *Análise de dados para ciências sociais – A complementaridade do SPSS*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Piaget, J. (1976). *A equilibração das estruturas cognitivas – Problema central do desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Zahar Editores. (Tradução do original francês *L'équilibration des structures cognitives – problème central du développement*, 1975).
- Piaget, J. (1983). *Seis estudos de psicologia* (9ª ed.). Lisboa: Publicações Dom Quixote. (Tradução do original francês *Six études de psychologie*).
- Piaget, J. e Garcia, R. (1987). *Psicogénese e história das ciências*. Lisboa: Publicações Dom Quixote. (Tradução do original francês *Psychogenèse et histoire des sciences, l'enfant*, 1983).
- Piaget, J. e Inhelder, B. (1997). *A psicologia da criança* (3ª ed.). Porto: Edições ASA. (Tradução do original francês *La psychologie de l'enfant*, 1966).
- Pina, F. H. (1999). *Aprendiendo a aprender – métodos y técnicas de estudio para alumnos de educación primaria y secundaria*. Madrid: Lerko Print, S. A.
- Pina, F. H. (1999). Los mapas conceptuales en educación secundaria. *Aula de Innovación Educativa*, 78, 69-72.
- Pinto, A. C. (1992). *Temas de memória humana*. Porto: Edições Afrontamento.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. e Gertzog, W. A. (1995). Acomodacion de um conceito científico: hacia una teoria del cambio conceptual. In R. Porlán, J. E. García e P. Cañal (comp.), *Constructivismo y enseñanza de las ciencias* (2ª ed.). Sevilla: Díada Editora S. L.
- Praia, J. e Cachapuz, A. (1998). Concepções epistemológicas dos professores portugueses sobre o trabalho experimental. In *Revista Portuguesa de Educação*, 11 (1), 71-85.
- Praia, J. e Cachapuz, A. (1999). Práticas de professores de ciências: Da sua análise à luz de novas orientações epistemológico-didáticas à incidência na forma-

- ção de professores. In V. M. Trindade (coord.). *Metodologias do Ensino das Ciências. Investigação e Prática dos Professores*. Évora: Departamento de Pedagogia e Educação.
- Pujol, M. R. (1995). Enseñar/aprender a leer los conceptos científicos en primaria. *Aula de Innovación Educativa*, 43, 19-25.
- Quivy, R. e Campenhoudt, L.V. (1992). *Manual de investigação em ciências sociais*. Lisboa: Gradiva. (Trabalho original em francês publicado em 1988).
- Rebollo, M. (1996). Una aproximación didáctica a la naturaleza de la ciencia a través de los textos históricos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* (4.1), 53-58.
- Repetto, E. (1997). Entretenamiento metacognitivo y ganancias significativas de los alumnos en algunas variables cognitivas y pedagógicas. Un estudio en la educación primaria y secundaria obligatoria (6º, 7º y 8º de E. G. B.) de Andalucía, Cantabria y Galicia. *Revista Espanhola de Pedagogia*, 206, 5-32.
- Rosell, C. Pérez, D. G. e Llopis, J. B. S. (1997). Las actitudes ante la ciencia y su aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias, número extra, V Congreso*, 365-366.
- Salema, M. H. (1997). *Ensinar e aprender a pensar*. Porto: Texto Editora.
- Sancho, J. M. (1992). Una delimitación compleja de la problemática de la investigación educativa. In J. Rué (Ed.), *Investigar para inovar en educació*. Barcelona: Institut de Ciències de l'Educació.
- Sanmartí, N. e Tarín, R. (1999). Valores e actitudes: se puede aprender ciencias sin ellos? *Alambique*, 22, 55-65.
- Santos, B, S. (1997). *Um discurso sobre as ciências* (9ª ed.). Porto: Edições Afrontamento.
- Santos, B, S. (1998). *Introdução a uma ciência pós-moderna* (5ª ed.). Porto: Edições Afrontamento.
- Santos, F. (1999, 26 de Junho). Escola que ensine a aprender. *Diário de Notícias*, p.65.
- Santos, M. E. V. M. (1991). *Mudança conceptual na sala de aula – um desafio pedagógico*. Lisboa: Livros Horizonte.

- Serra, P. e Oliveira, M. (1999). Escrever para aprender ciência. *Revista Aprender*. Escola Superior de Educação de Portalegre, 22, 97-104.
- Serrano, G. P. (1994). *Investigación cualitativa, retos y interrogantes*. Madrid: Editorial La Muralla, S.A.
- Silva, A. L. e Sá, I. (1997). *Saber estudar e estudar para saber*. Porto: Porto Editora.
- Solé, I. (1997). La lectura, un proceso estratégico. *Aula de Innovación Educativa*, 59, 23-40.
- Sousa, M. L. C. (1996). Alguns aspectos da relação entre a consciência metalinguística e a leitura. *Revista Portuguesa de Educação*, 9 (1), 50-75.
- Sutton, C. (1998). New perspectives on language in science. In Barry J. Fraser e Kenneth G. Tobin (Ed.). *International Handbook of Science Education*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Tavares, J. (1992). *A aprendizagem como construção de conhecimento pela via da resolução de problemas e da reflexão*. Aveiro: Centro de Investigação, Difusão e Intervenção Educacional.
- Tedesco, J. C. (1999). *O novo pacto educativo*. Vila Nova de Gaia: Rocha/artes gráficas.
- Trindade, V. M. (1996). *Estudo da atitude científica dos professores – do que se pensa ao que se faz*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Unesco – Organização das Nações Unidas. (1994). *Suprir o défice de conhecimentos – alargar o leque das escolhas educativas – definir as normas dos níveis de educação*. Relatório Mundial da Educação. Lisboa: Edições 70. (Tradução do original francês *Rapport Mondial sur L'éducation*, 1993).
- Unesco – Organização das Nações Unidas. (1998). *Professores e ensino – num mundo em mudança*. Relatório Mundial de Educação. Lisboa: Edições ASA. (Tradução do original inglês *World Education Report*).
- Vala, J. (1986). A análise de conteúdo. In A. S. Silva e J. M. Pinto (Org.). *Metodologia das ciências sociais*. Lisboa: Edições Afrontamento.
- Valente, M. O., Gaspar, A., Lobo, A., Salema, M. H., Morais, M. M. e Cruz, M. N. (1987). *Aprender a pensar*. Lisboa: Departamento de Educação da FCUL, Projecto Dianoia.

- Valente, M. O., Salema, M. H., Morais, M. M. e Cruz, M. N. (1989). A metacognição. *Revista de Educação*, 3 (1), 47-51.
- Valente, M O. (1995). Ensino das ciências e a formação pessoal e social dos jovens. In *Actas do V Encontro Nacional de Docentes - Educação em Ciências da Natureza*. Portalegre: Escola Superior de Educação de Portalegre.
- Vygotsky, L. S. (1998). *Pensamento e linguagem* (2ª ed.). São Paulo: Livraria Martins Fontes. (Tradução da obra em inglês *Thought and Language*).
- Vygotsky, L. S. (1996). *A Formação Social da Mente. – o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. (5ª ed.). São Paulo: Livraria Martins Fontes. (Tradução da obra em inglês *Mind in Society – The Development of Higher Psychological Processes*).
- Vergara, J. M. R. e Geijo, P. M. (1999). Las actitudes en la enseñanza de las ciencias: aproximación a una propuesta organizativa y didáctica. *Revista Alambique*, 22, 67-75.
- Weinert, F. E. e Kluwe, R. H. (Eds.). (1987). *Metacognition, motivation and understanding*. Hillsdale, NJ: Lawrence, Erlbaum Associates.
- Witkin, H. A., Oltman, P. K., Goodenough, D. R. e Raskin, E. (1977). Role of the field-dependent and independent cognitive styles in academic evolution: A longitudinal study. *Journal of Educacional Psychology*, 69 (3), 197-211.
- Witkin, H. A. e Goodenough, D. R. (1991). *Estilos cognitivos: natureza y origenes* (2ª. Ed.). Madrid: Ediciones Pirámide. (Tradução do original inglês *Cognitive styles: essence and origins, 1981*).

ANEXOS

**TESTES
DE
CONHECIMENTOS**

I

Anexo I – A: Pré-Teste de conhecimentos (Test.conh.pré)

TESTE DE AVALIAÇÃO - CIÊNCIAS NATURAIS

7º Ano de Escolaridade

Nome: _____ Nº: _____ Turma: _____

Data: ___ / ___ / ___ Classificação: _____

O Professor: _____ O Enc. de Educação: _____

Lê com muita atenção todas as questões, antes de responderes.
BOM TRABALHO.

I

1- Os sismos ou tremores de terra são muito frequentes e constituem uma das catástrofes naturais que mais pavor causam às populações.



1.1- Diz o que entendes por sismo.

1.2- Indica três causas que poderão originar os sismos.

2- Estabelece a correspondência entre os termos da **coluna I** e as afirmações da **coluna II**.

Coluna I

Sismologia •

Epicentro •

Hipocentro •

Maremoto •

Isossista •

Coluna II

- Local da superfície onde os efeitos são mais violentos.
- Sismo cujo epicentro se localiza no mar.
- Ramo da ciência que estuda os sismos.
- Linhas que unem pontos com igual intensidade sísmica.
- Local de origem do sismo.
- Gráfico onde estão registadas as vibrações sísmicas.

3- Os sismos libertam energia através de ondas, as ondas sísmicas.

3.1- O diagrama da Fig.1 representa, esquematicamente, ondas sísmicas registadas por um sismógrafo. **Observa-o** com atenção.

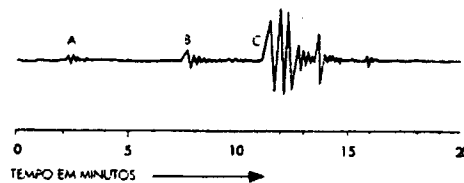


Fig.1

3.1.1- Qual dos pontos (A, B ou C) assinala a chegada das ondas S, das ondas P e das ondas L? **Justifica.**

3.1.2- Quantos minutos separam a chegada das ondas P da chegada das ondas S?

3.2- Que tipo(s) de ondas sísmicas:

- causam mais destruições nas construções?

- se propagam a menor velocidade?

- se propagam através dos líquidos e dos sólidos?

4- Lê, atentamente, o seguinte texto que relata o que aconteceu em Março de 1985, no Chile.

« Eram 7 h 48 min. da tarde do último domingo quando um forte sismo se fez sentir... Em Santiago, a capital, o pavimento das ruas ondulava sob o efeito das ondas sísmicas, enquanto em Cartagena o chão abriu fendas. Em Viña del Mar e Renaca, estâncias de veraneio, altos blocos de apartamentos abanaram com violência, inclinaram-se e alguns partiram-se..., casas de adobe de um ou mais andares caíram como baralhos de carta...»

(Ext. de um Semanário de Lisboa, 1985)

4.1- Como sabes, a intensidade e os efeitos de um sismo são muito variáveis, podendo ser medidos através de escalas.

4.1.1- Refere o nome das escalas que conheces.

4.2- Com base no texto anterior e usando a escala em anexo, **identifica** o grau atingido por este sismo, em Viña del Mar. **Transcreve** do texto as frases que consideraste importantes.

5- **Observa** a carta de isossistas representada na Fig.2, do sismo de Benavente que ocorreu em 1909.

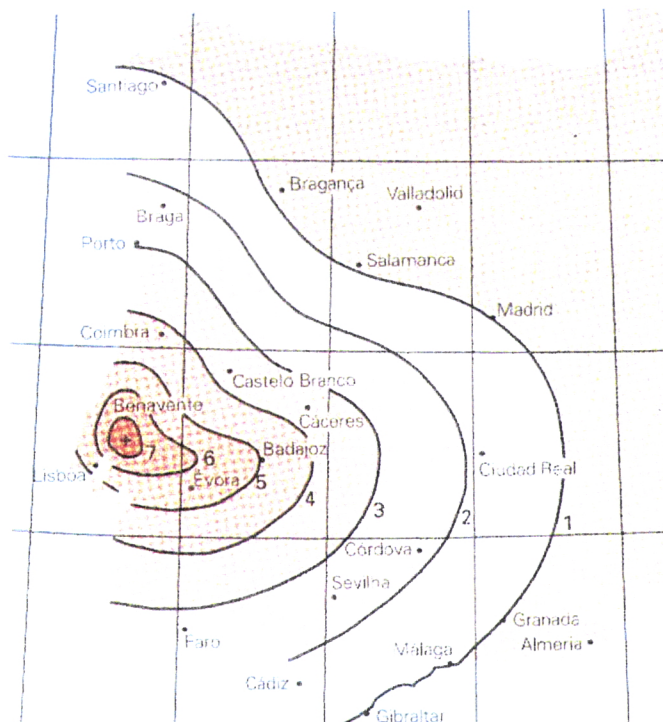


Fig.2

5.1- Qual foi a intensidade do sismo no epicentro?

5.2- **Consultando** a escala em anexo, refere os possíveis danos causados na cidade de Évora?

5.3- **Coloca**, segundo uma ordem decrescente dos efeitos destruidores, as cidades de Lisboa, Castelo Branco, Braga e Coimbra.

6- Durante a ocorrência de um sismo devemos manter a serenidade e tentar acalmar as outras pessoas.

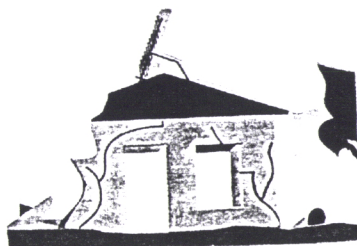


Fig.3

6.1- Tendo como base a imagem reproduzida na figura, **indica** os locais que no interior de uma casa constituem um bom refúgio durante a ocorrência de um sismo.

II

Os geólogos confrontam-se com inúmeros obstáculos quando pretendem estudar o interior da Terra. Têm que recorrer a diferentes métodos para recolher dados que permitam uma melhor compreensão da estrutura e composição da Terra.

1- **Indica** quais são os métodos a que o texto se refere que nos dão informações sobre o interior da Terra.

2- **Explica** de que modo o estudo dos sismos contribui para o conhecimento da estrutura interna da Terra.

3- Assinala as afirmações correctas com **V** e as incorrectas com **F**.

3.1- Corrige as incorrectas.

___ A litosfera é uma camada rígida formada pela crosta e pela parte superior do manto.

___ A crosta é a parte mais superficial da Terra.

___ A astenosfera é uma zona do manto constituída por materiais muito rígidos.

___ A crosta oceânica é mais espessa do que a crosta continental.

4- A Fig.4 representa um modelo da estrutura interna da Terra. **Observa-a** com atenção.

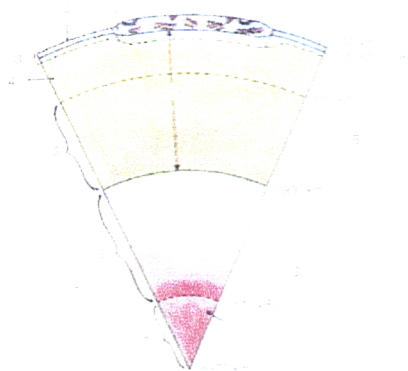


Fig.4

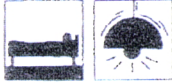






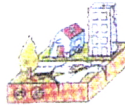




4.1- Faz a legenda da figura.

- | | | |
|----------|----------|----------|
| A- _____ | 1- _____ | 4- _____ |
| B- _____ | 2- _____ | 5- _____ |
| C- _____ | 3- _____ | 6- _____ |
| | | 7- _____ |

4.2- Se quisesse fazer uma perfuração até ao manto, que parte da crosta escolherias? **Justifica** a tua resposta.

ANEXO

Escala de Mercalli-Sieberg (modificada)

		I Sismo não sentido pelas pessoas. Apenas registado pelos sismógrafos.
		II Abalo apercebido pelas pessoas em repouso nos andares superiores das casas.
		III Abalo sentido por várias pessoas no solo e no interior dos edifícios, especialmente nos andares superiores.
		IV Abalo sentido por muitas pessoas. As louças, janelas e líquidos vibram. As paredes rangem. Sente-se dentro de um carro parado.
		V Toda a população se apercebe do sismo, oscilam os objectos pendentes. Cai cal das paredes e estuques, objectos mal equilibrados tombam.
		VI Deslocamento dos móveis, tocam os sinos e campainhas; fissuras nos tectos e muros de argila. Muitas pessoas assustam-se e correm para a rua.
		VII Pânico geral, grandes fissuras nas construções frágeis, queda de chaminés.
		VIII Grandes fendas nas construções, podendo abater-se alguns edifícios. Fendas no solo, variação do nível da água nos poços.
		IX Destruição parcial ou total de edifícios de pedra ou tijolo, deslizamentos de terra, ruptura das canalizações.
		X Desmoronamento parcial das construções de betão, ruptura das estradas, vias-férreas, canalizações e barragens.
		XI Todas as construções, pontes e diques são destruídos.
		XII Nenhuma obra humana subsiste. Mudança importante da topografia; cursos de água desviados.

Anexo I-Aa: MATRIZ DE OBJECTIVOS-CONTEÚDOS – Pré-teste de conhecimentos

FASE 1

OBJECTIVOS CONTEÚDOS	Conhece Termos	Conhece Factos	Compreende Conceitos	Interpreta Esquemas	Aplica Conceitos	TOTAL
Origem e propagação dos Sismos (8 aulas)	XX 5%	XXXX 10%	XXXXXXXXX X 20%	XXXXXXXXX 15%	XXXXXXXXX 15%	26 65%
Estrutura interna da Terra (4 aulas)		XX 5%	XX 5%	XXXXX 10%	XXXXXXXXX 15%	14 35%
TOTAL	2 5%	6 15%	10 25%	10 25%	12 30%	40 100%

MATRIZ CONDENSADA CATEGORIAS CONTEÚDOS	AQUISIÇÃO E COMPREENSÃO DE CONHECIMENTOS	UTILIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS EM NOVAS SITUAÇÕES	TOTAL
Origem e propagação dos Sismos (8 aulas)	XXXXXXXXXXXXXX 12 35%	XXXXXXXXXXXXX 12 30%	26 65%
Estrutura interna da Terra (4 aulas)	XXXX 4 10%	XXXXXXXXXXXXX 10 25%	14 35%
TO	14 45%	22 55%	40 100%

FASE 2 – PREVISÃO DO NÚMERO DE ITENS

OBJECTIVOS CONTEÚDOS	Conhece Termos	Conhece Factos	Compreende Conceitos	Interpreta Esquemas	Aplica Conceitos	TOTAL
Origem e propagação dos Sismos (8 aulas)	5% 1	10% 2	20% 4	15% 3	15% 3	65% 13
Estrutura interna da Terra (4 aulas)		5% 1	5% 1	10% 2	15% 3	35% 7
TOTAL	5% 1	15% 3	25% 5	25% 5	30% 6	100% 20

MATRIZ CONDENSADA CATEGORIAS CONTEÚDOS	AQUISIÇÃO E COMPREENSÃO DE CONHECIMENTOS	UTILIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS EM NOVAS SITUAÇÕES	TOTAL
Origem e propagação dos Sismos (8 aulas)	35% 7	30% 6	65% 13
Estrutura interna da Terra (4 aulas)	10% 2	25% 5	35% 7
TOTAL	45% 9	55% 11	100% 20

FASE 3 – DISTRIBUIÇÃO E COTAÇÃO FINAL DOS ITENS DO TESTE - Escala de 0 - 100 pontos

OBJECTIVOS CONTEÚDOS	Conhece Termos	Conhece Factos	Compreende Conceitos	Interpreta Esquemas	Aplica Conceitos	TOTAL
Origem e propagação dos Sismos (8 aulas)	1.1. 3 p 4.1.1. 3 p 2 itens 6 p	1.2. 3 p 3.2. 3 p 6.1. 3 p 3 itens 9 p	2. 5 p 3.1.1. 8 p 5.3. 8 p 3 itens 21 p	3.1.2. 6 p 5.1. 12 p 2 itens 12 p	4.2. 6 p 5.2. 7 p 2 itens 13 p	61 pontos 12 itens
Estrutura interna da Terra (4 aulas)	1. 5 p 1 item 5 p	3. 5 p 1 item 5 p	4.1. 10 p 3. 5 p 4.2. 8 p 3 itens 19 p	2. 6 p 3.1. 5 p 4.2. 8 p 3 itens 19 p	2. 6 p 3.1. 5 p 4.2. 8 p 3 itens 19 p	39 pontos 6 itens
TOTAL	2 itens 6 p	4 itens 14 p	4 itens 26 p	3 itens 22 p	5 itens 32 p	100 pontos 18 itens

MATRIZ CONDENSADA

CATEGORIAS CONTEÚDOS	AQUISIÇÃO E COMPREENSÃO DE CONHECIMENTOS	UTILIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS EM NOVAS SITUAÇÕES	TOTAL
Origem e propagação dos Sismos (8 aulas)	1.1. - 3 p 1.2. - 3 p 2. - 5 p 3.1.1. - 8 p 3.2. - 3 p 4.1.1. - 3 p 5.3. - 8 p 6.1. - 3 p 8 itens 36 pontos	3.1.2. - 6 p 4.2. - 6 p 5.5.1. - 6 p 5.2. - 7 p 4 itens 25 pontos	61 pontos 12 itens
Estrutura interna da Terra (4 aulas)	1. - 5 p 3. - 5 p 2 itens 10 pontos	2. - 6 p 3.1. - 5 p 4.1. - 10 p 4.2. - 8 p 4 itens 29 pontos	39 pontos 6 itens
TOTAL	10 itens 46 pontos	8 itens 54 pontos	100 pontos 18 itens

Anexo I – B: Teste Intermédio de conhecimentos (Teste intermédio)

TESTE DE AVALIAÇÃO - CIÊNCIAS NATURAIS

7º Ano de Escolaridade

Nome: _____ Nº: _____ Turma: _____
Data: ___ / ___ / ___ Classificação: _____
O Professor: _____ O Enc. de Educação: _____

I

Ao percorrermos algumas zonas do país, não é possível deixar de notar as características inconfundíveis que certas rochas imprimem à paisagem, às construções e à própria maneira de viver, como é o caso do granito, a qual é, como sabes, uma rocha magmática.

1- O esquema da Fig.1 mostra a origem das rochas magmáticas.
Observa-o com atenção.

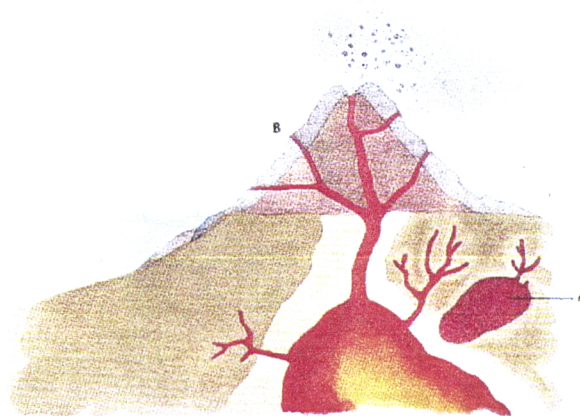


Fig.1

1.1- **Explica** por palavras tuas, e com base na figura, a origem deste tipo de rochas.

1.2- As letras **A** e **B** da Fig.1 correspondem a dois tipos de rochas diferentes. **Identifica-as.**

A- _____

B- _____

2- Lê, com atenção, as frases que se seguem e **assinala** a que te parecer mais **precisa**. **Justifica.**

- O granito é uma rocha plutónica.
- O granito é uma rocha magmática.

3- As palavras seguintes podem agrupar-se em três conjuntos distintos. **Lê-as atentamente.**

basalto; textura cristalina; rocha plutónica; granito; rocha vulcânica; arrefecimento lento; textura hemicristalina; vidro vulcânico; arrefecimento rápido; pedra-pomes; arrefecimento muito rápido; textura vítrea.

3.1- **Agrupa-as**, utilizando os diagramas seguintes, tendo em conta as características de formação de cada rocha mencionada.

--	--	--

3.2- **Distingue** textura cristalina de textura vítrea e **dá exemplos** de rochas com estes tipos de textura.

4- Observa atentamente o Gráfico A que, neste caso, se refere ao arrefecimento de um magma.

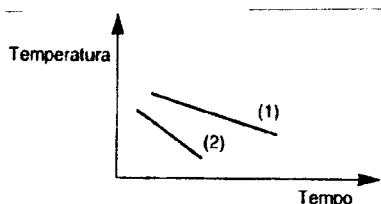


Gráfico A

4.1- Indica qual dos algarismos (1) ou (2) corresponde:

4.1.1- ao arrefecimento mais lento;

4.1.2- ao arrefecimento mais rápido;

4.1.3- à formação dos minerais que constituem as rochas plutónicas;

4.1.4- à formação do granito;

4.1.5- à formação do basalto;

5- Lê atentamente o texto que se segue:

« ... A Queijeira situada na Serra da Estrela é muito admirada, já que toda ela é rocha dura e compacta, constituída por várias bolas arredondadas que parecem, de facto, queijos empilhados ... A rocha apresenta fendas horizontais e verticais como se tivessem estalado e, observada a olho nu, verifica-se que é constituída por vários minerais de dimensão média ... »

Adaptado de Carlos Teixeira, “Algumas formas de erosão de granitos portugueses”,
Faculdade de Ciências de Lisboa.

5.1- Identifica o tipo de paisagem descrita.

5.2- A rocha predominante neste tipo de paisagem é uma rocha **magmática intrusiva**.

5.2.1- Qual é o **significado** da expressão escrita a negro?

5.2.2- **Explica** como é possível o aparecimento desta rocha à superfície?

5.3- No texto pode ler-se:

“... constituída por várias bolas arredondadas que parecem, de facto, queijos **empilhados** ... A rocha apresenta **fendas** horizontais e verticais ...”

5.3.1- Como se designam essas fendas?

5.3.2- **Explica** como surgem e que nome têm essas formações que parecem “queijos empilhados”.

II

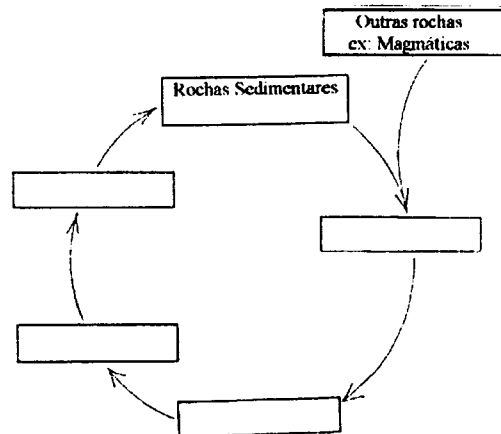
As rochas sedimentares formam-se à superfície da Terra, como resultado de um conjunto complexo de fenómenos em que intervêm factores físicos, químicos e biológicos.

1- Refere o nome de três agentes erosivos que contribuem para a formação destas rochas.

2- A formação da maioria das rochas sedimentares processa-se segundo várias etapas e de uma forma cíclica.

2.1- Com os seguintes termos **completa** o ciclo sedimentar:

Sedimentação; Erosão; Diagéneze; Transporte



2.2- Lê atentamente a seguinte afirmação e comenta-a.

“As areias são rochas sedimentares, mas na sua formação não existe o fenómeno da diagéneze.”

3- Estabelece a correspondência entre as diversas origens das rochas sedimentares (Coluna I) e os respectivos exemplos (Coluna II).

Coluna I

A- Origem detrítica

B- Origem química

C- Origem orgânica

Coluna II

___ Petróleo

___ Calcário conquífero

___ Arenito

___ Estalactite

___ Gesso

___ Argila

___ Calcário comum

4- Lê atentamente a descrição que se apresenta de três amostras de rochas que estudaste.

Rocha A	Rocha B	Rocha C
Faz efervescência com os ácidos. É constituída por calcite e apresenta restos de conchas.	É constituída por sedimentos soltos. Apresenta cristais de quartzo, feldspato e mica.	É constituída por sedimentos de reduzidas dimensões ligados por um cimento.

4.1- Identifica as amostras:

Rocha A _____

Rocha B _____

Rocha C _____

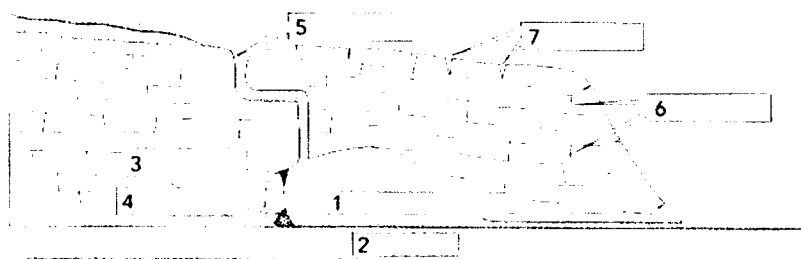
4.2- Explica como e onde se terá formado a rocha A.

4.3- “A rocha B é uma rocha sedimentar que se formou a partir de um granito.” Comenta esta afirmação.

5- O Mosteiro da Batalha, construído em calcário, mostra sinais de degradação que se têm vindo a acentuar fortemente nos últimos anos.

Haverá alguma relação entre este acontecimento e o aumento da poluição da atmosfera? **Justifica** a tua resposta.

6- A paisagem calcária apresenta aspectos muito característicos. **Observa atentamente** a Fig.2 que se relaciona com esse tipo de paisagem.



Chave:

- A - gruta
- B - estalactite
- C - algar
- D - lapíás
- E - estalagmite
- F - rocha impermeável
- G - maciço calcário

Fig.2

Faz a legenda da figura, utilizando os termos da chave.

- 1- _____
- 2- _____
- 3- _____
- 4- _____
- 5- _____
- 6- _____
- 7- _____

FIM

Anexo I-Bb: MATRIZ DE OBJECTIVOS-CONTEÚDOS – Teste intermédio de conhecimentos

FASE 1

OBJECTIVOS CONTEÚDOS	Conhece Termos	Conhece Factos	Compreende Conceitos	Interpreta Gráficos e Esquemas	Aplica Conceitos	TOTAL
Origem e classificação das Rochas Magmáticas Parte I (4aulas)	XX 5%		XX 5%	XX 5%	XXX 10%	10 25%
Paisagem Granítica Parte I (4 aulas)	XX 5%	XX 5%	XXXX 10%		XX 5%	10 25%
Origem e classificação das Rochas Sedimentares Parte II (6 aulas)	XX 5%		XXXX 10%		XXXXXX 20%	14 35%
Paisagem Sedimentar Parte II (2 aulas)			XX 5%	XXXX 10%		6 15%
TOTAL	6 15%	2 5%	12 30%	6 15%	14 35%	40 100%

MATRIZ CONDENSADA

CATEGORIAS CONTEÚDOS	AQUISIÇÃO E COMPREENSÃO DE CONHECIMENTOS	UTILIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS EM NOVAS SITUAÇÕES	TOTAL
Origem e classificação das Rochas Magmáticas (4 aulas)	X X X X 4 10%	X X X X X X 6 15%	10 25%
Paisagem Granítica (4 aulas)	X X X X X X X X 8 20%	X X 2 5%	10 25%
Origem das Rochas Sedimentares (6 aulas)	X X X X X X X X 6 15%	X X X X X X X X 8 20%	14 35%
Paisagem Sedimentar (2 aulas)	X X 2 5%	X X X X 4 10%	6 15%
TOTAL	20 50%	20 50%	40 100%

FASE 2 – PREVISÃO DO NÚMERO DE ITENS

OBJECTIVOS CONTEÚDOS	Conhece Termos	Conhece Factos	Compreende Conceitos	Interpreta Gráficos e Esquemas	Aplica Conceitos	TOTAL
Origem e classificação das Rochas Magmáticas Parte I (4aulas)	5% 1		5% 1	5% 1	10% 2	25% 5
Paisagem Granítica Parte I (4 aulas)	5% 1	5% 1	10% 2		5% 1	25% 5
Origem e classificação das Rochas Sedimentares Parte II (6 aulas)	5% 1		10% 2		20% 4	35% 7
Paisagem Sedimentar Parte II (2 aulas)			5% 1	10% 2		15% 3
TOTAL	15% 3	5% 1	30% 6	15% 3	35% 7	100% 20

MATRIZ CONDENSADA

CATEGORIAS CONTEÚDOS	AQUISIÇÃO E COMPRENSÃO DE CONHECIMENTOS	UTILIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS EM NOVAS SITUAÇÕES	TOTAL
Origem e classificação das Rochas Magmáticas (4 aulas)	10% 2	15% 3	25% 5
Paisagem Granítica (4 aulas)	20% 4	5% 1	25% 5
Origem das Rochas Sedimentares (6 aulas)	15% 3	20% 4	35% 7
Paisagem Sedimentar (2 aulas)	5% 1	10% 2	15% 3
TOTAL	50% 10	50% 10	100% 20

FASE 3 – DISTRIBUIÇÃO E COTAÇÃO FINAL DOS ITENS DO TESTE - Escala de 0 - 100 pontos

OBJECTIVOS CONTEÚDOS	Conhece Termos	Conhece Factos	Compreende Conceitos	Interpreta Gráficos e Esquemas	Aplica Conceitos	TOTAL
Origem e classificação das Rochas Magmáticas Parte I (4aulas)	3.2. 2 p		2. 1 p 1.1. 4 p	1.2. 4 p 4.1.1. 2 p 4.1.2. 2 p	3.1. 6 p 4.1.2. 3 p 4.1.4 1 p 4.1.5. 1 p 4 itens 11 p	26 pontos 10 itens
Paisagem Granítica Parte I (4 aulas)	5.3.1. 3 p	5.1. 4 p	5.2.1. 5 p 5.2.2. 6 p		5.3.2. 6 p	24 pontos
Origem e classificação das Rochas Sedimentares Parte II (6 aulas)	1 item 3 p 3 p	1 item 4 p	2 itens 11 p 2.1. 8 p 3. 7 p		1 item 6 p 2.2. 8 p 4.1. 6 p 4.2. 3 p 4.3. 3 p 4 itens 20 p	5 itens 38 pontos 7 itens
Paisagem Sedimentar Parte II (2 aulas)	1 item 3 p		2 itens 15 p 5.1. 5 p	6. 7 p		12 pontos 2 itens
TOTAL	3 itens 8 p	1 item 4 p	7 itens 36 p	4 itens 15 p	9 itens 37 p	100 pontos 24 itens

MATRIZ CONDENSADA

CATEGORIAS CONTEÚDOS	AQUISIÇÃO E COMPREENSÃO DE CONHECIMENTOS	UTILIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS EM NOVAS SITUAÇÕES	TOTAL
Origem e classificação das Rochas Magmáticas (4 aulas)	1.1. - 4 p 2. - 1 p 3.2. - 2 p 3 itens 7 pontos	1.2. - 4 p 3.1. - 6 p 4.1.1. - 2 p 4.1.2. - 2 p 4.1.3. - 3 p 4.1.4. - 1 p 4.1.5. - 1 p 7 itens 19 pontos	26 pontos 10 itens
Paisagem Granítica (4 aulas)	5.1. - 4 p 5.2.1. - 5 p 5.2.2. - 6 p 5.3.1. - 3 p 4 itens 18 pontos	5.3.2. - 6 p 1 item 6 pontos	24 pontos 5 itens
Origem das Rochas Sedimentares (6 aulas)	1. - 3 p 2.1. - 8 p 3. - 7 p 3 itens 18 pontos	2.2. - 8 p 4.1. - 6 p 4.2. - 3 p 4.3. - 3 p 4 itens 20 pontos	38 pontos 7 itens
Paisagem Sedimentar (2 aulas)	5.1. - 5 p 1 item 5 pontos	6. - 7 p 1 item 7 pontos	12 pontos 2 itens
TOTAL	11 itens 48 pontos	13 itens 52 pontos	100 pontos 24 itens

Anexo I – C: Pós -Teste de conhecimentos (Test.conh.pós)

TESTE DE AVALIAÇÃO - CIÊNCIAS NATURAIS

7º Ano de Escolaridade

Nome: _____ Nº: _____ Turma: _____

Data: ___ / ___ / ___ Classificação: _____

O Professor: _____ O Enc. de Educação: _____

I

1- Em certas zonas da Terra, enormes massas litosféricas afundam-se, ficando sujeitas a fantásticas pressões e temperaturas. Aí, as rochas vão sofrendo metamorfismo, tanto maior quanto maior for a profundidade.

1.1- Diz o que entendes por metamorfismo.

1.2- Identifica o tipo de metamorfismo referido no texto. Justifica.

2- Observa com atenção a Fig.1 que representa o esquema de uma bacia de sedimentação marinha.

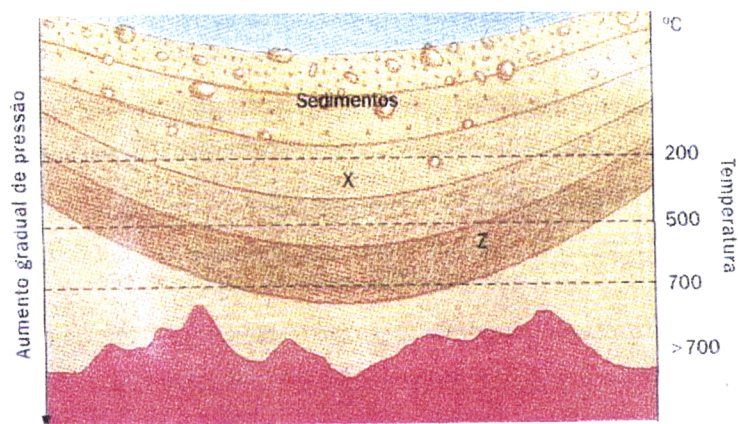


Fig.1

2.1- A divisão em lâminas é uma característica frequente em rochas que se podem encontrar em X e Z.

Refere os factores de metamorfismo que contribuem para a ocorrência dessa característica.

2.2- Das rochas que se indicam a seguir, refere a que se pode situar em X.

granito; calcário; arenito; basalto; xisto.

3- A rocha mais abundante na tua região é uma rocha metamórfica - o mármore. Explica como se formou esta rocha na zona de Estremoz, Borba e Vila Viçosa.

4- Observa, com atenção, a Fig.2 que mostra uma secção feita através de uma série de rochas sedimentares que sofreram metamorfismo de contacto.

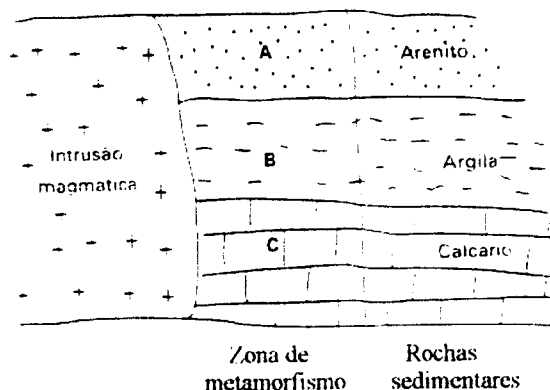


Fig.2

4.1- Refere o nome das rochas metamórficas que, tipicamente, se formam em cada uma das regiões A, B e C.

4.2- Diz qual é o factor de metamorfismo que tem mais influência na transformação destas rochas sedimentares. **Justifica.**

5- A Fig.3 ilustra as alterações que experimentaram as rochas durante um ciclo litológico. **Observa-a atentamente.**

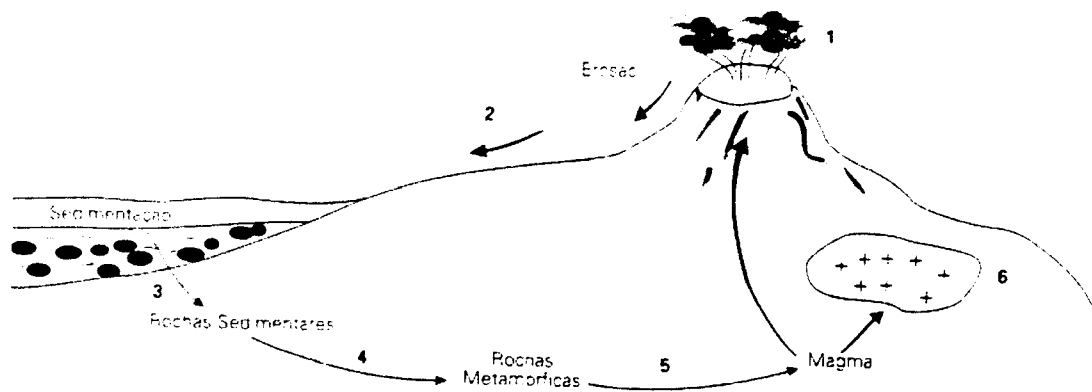


Fig.3

5.1- Estabelece a correspondência entre os números da figura e os seguintes termos:

- | | |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> vulcanismo | <input type="checkbox"/> fusão |
| <input type="checkbox"/> transporte | <input type="checkbox"/> metamorfismo |
| <input type="checkbox"/> diagénese | <input type="checkbox"/> rochas plutónicas |

5.2- Com o apoio da figura, **explica** como podem as rochas metamórficas dar origem ao magma.

II

1- “Os fósseis são restos ou marcas de seres vivos do passado. São fósseis as partes duras deixadas por animais de outras épocas como as conchas, as carapaças e os ossos, assim como também o são as marcas deixadas por animais e plantas em rochas, as pegadas, ovos, excrementos, etc. Existem alguns fósseis de insectos englobados na resina de árvores daquelas épocas e fósseis de cadáveres de mamutes, perfeitamente conservados, com carne e pele, nos gelos da Sibéria. Alguns seres vivos mantiveram-se praticamente inalterados durante as eras geológicas, como por exemplo o *Nautilus*.”

1.1- Com o apoio do texto **define** fóssil.

1.2- **Retira do texto expressões** que correspondam aos seguintes tipos de fósseis:

A- Múmias

B- Fósseis vivos

1.3- **Transcreve do texto** as partes dos seres vivos que mais facilmente se encontram fossilizadas.

2- A mineralização é outro processo de fossilização.

2.1- **Explica** em que consiste.

2.2- **Dá um exemplo** de um fóssil encontrado em Portugal, que tenha fossilizado por mineralização.

3- Os dinossauros extinguiram-se no **Cretácico**, mas o auge do seu desenvolvimento deu-se durante o **Jurássico**.

O que representam o Cretácico e o Jurássico na escala do tempo geológico?

4- **Observa** a Fig.4 que representa alguns estratos fossilíferos.

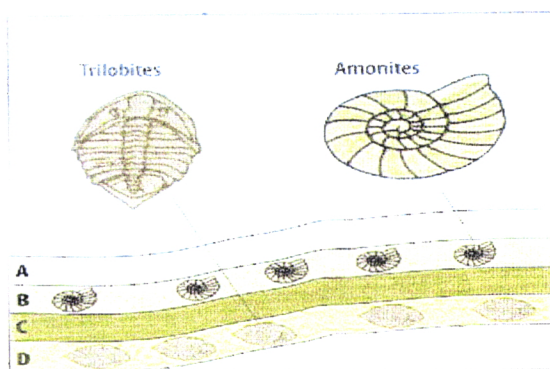


Fig. 4

4.1- **Indica**, utilizando as letras da figura, o estrato mais antigo e o mais recente.

4.2- **Enuncia** o **princípio** em que te baseaste para responder à questão anterior.

5- “As trilobites são consideradas **fósseis de idade**.”

Comenta a afirmação anterior.

FIM

Anexo I-Cc: MATRIZ DE OBJECTIVOS-CONTEÚDOS – Pós-teste de conhecimentos

FASE 1

OBJECTIVOS CONTEÚDOS	Conhece Termos	Conhece Factos	Compreende Conceitos	Interpreta Gráficos e Esquemas	Aplica Conceitos	TOTAL
Origem e classificação das Rochas Metamórficas Parte I (5 aulas)	XX 5%	XX 5%	XXXX 10%	XX 5%	XXXX 10%	14 35%
Ciclo das Rochas Parte I (2 aulas)		XX 5%		XXXX 10%	XXXX 10%	8 20%
A Terra e a sua história Parte II (6 aulas)	XX 5%	XX 10%	XXXXXXXX 15%	XX 5%	XXXX 10%	18 45%
TOTAL	4 10%	6 15%	10 25%	8 20%	12 30%	40 100%

MATRIZ CONDENSADA

CATEGORIAS	AQUISIÇÃO E COMPREENSÃO DE CONHECIMENTOS	UTILIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS EM NOVAS SITUAÇÕES	TOTAL
CONTEÚDOS Origem e classificação das Rochas Metamórficas Parte I (5 aulas)	XXXXXXXXXX 8 20%	XXXXXX 6 15%	14 35%
Ciclo das Rochas Parte I (2 aulas)		XXXXXXXXXX 8 20%	8 20%
A Terra e a sua história Parte II (6 aulas)	XXXXXXXXXXXXXX 12 30%	XXXXXX 6 15%	18 45%
TOTAL	20 50%	20 50%	40 100%

FASE 2 – PREVISÃO DO NÚMERO DE ITENS

OBJECTIVOS CONTEÚDOS	Conhece Termos	Conhece Factos	Compreende Conceitos	Interpreta Gráficos e Esquemas	Aplica Conceitos	TOTAL
Origem e classificação das Rochas Metamórficas Parte I (5 aulas)	5% 1	5% 1	10% 2	5% 1	10% 2	35% 7
Ciclo das Rochas Parte I (2 aulas)				10% 2	10% 2	20% 4
A Terra e a sua história Parte II (6 aulas)	5% 1	10% 2	15% 3	5% 1	10% 2	35% 7
TOTAL	10% 2	15% 3	25% 5	20% 4	30% 6	100% 20

MATRIZ CONDENSADA

CATEGORIAS CONTEÚDOS	AQUISIÇÃO E COMPRENSÃO DE CONHECIMENTOS	UTILIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS EM NOVAS SITUAÇÕES	TOTAL
Origem e classificação das Rochas Metamórficas Parte I (5 aulas)	20% 4	15% 3	35% 7
Ciclo das Rochas Parte I (2 aulas)		20% 4	20% 4
A Terra e a sua história Parte II (6 aulas)	30% 6	15% 3	45% 9
TOTAL	50% 10	50% 10	100% 20

FASE 3 – DISTRIBUIÇÃO E COTAÇÃO FINAL DOS ITENS DO TESTE - Escala de 0 - 100 pontos

OBJECTIVOS	Conhece Termos	Conhece Factos	Compreende Conceitos	Interpreta Gráficos e Esquemas	Aplica Conceitos	TOTAL
CONTEÚDOS Origem e classificação das Rochas Metamórficas Parte I (5 aulas)	1.1. 3 p	2.1. 5 p	1.2. 4 p 2.2. 5 p	4.1. 6 p	3. 8 p 4.2. 6 p	37 pontos
	1 ítem	1 ítem	2 ítems	1 ítem	2 ítems	7 ítems
Ciclo das Rochas Parte I (2 aulas)				5.1. 9 p	5.2. 8 p	17 pontos
				1 ítem	1 ítem	2 ítems
A Terra e a sua história Parte II (6 aulas)	1.1. 3 p	1.2. 5 p 1.3. 6 p	2.1. 6 p 2.2. 3 p 3. 4 p	4.1. 6 p	4.2. 5 p 5. 8 p	46 pontos
	1 ítem	2 ítems	3 ítems	1 ítem	2 ítems	9 ítems
TOTAL	2 ítems	3 ítems	5 ítems	3 ítems	5 ítems	100 pontos 18 ítems

MATRIZ CONDENSADA

CATEGORIAS CONTEÚDOS	AQUISIÇÃO E COMPREENSÃO DE CONHECIMENTOS	UTILIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS EM NOVAS SITUAÇÕES	TOTAL
Origem e classificação das Rochas Metamórficas Parte I (5 aulas)	1.1. - 3 p 1.2. - 4 p 2.1. - 5 p 2.2. - 5 p 4 itens 17 pontos	3. - 8 p 4.1. - 6 p 4.2. - 6 p 3 itens 20 pontos	37 pontos 7 itens
Ciclo das Rochas Parte I (2 aulas)		5.1 - 9 p 5.2. - 8 p 2 itens 17 pontos	17 pontos 2 itens
A Terra e a sua história Parte II (6 aulas)	1.1. - 3 p 1.2. - 5 p 1.3. - 6 p 2.1. - 6 p 2.2. - 3 p 3. - 4 p 6 itens 27 pontos	4.1. - 6 p 4.2. - 5 p 5. - 8 p 3 itens 19 pontos	46 pontos 9 itens
TOTAL	10 itens 44 pontos	8 itens 56 pontos	100 pontos 18 itens

**QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO
SOBRE AS
CIÊNCIAS NATURAIS
(C.N.)**

II

Instruções

- O objectivo deste teste é recolher a tua opinião sobre as aulas e a disciplina de C.N.
- Lê com atenção cada uma das afirmações. Não respondas ao acaso; a tua sinceridade é importante. Qualquer que seja a opinião não irá influenciar a tua classificação nesta disciplina.
- O teste é constituído por 15 afirmações. Para cada uma delas, assinala a **opção** correspondente à tua opinião, marcando uma cruz (x) na coluna:
 - 5** - se estiveres **TOTALMENTE DE ACORDO** com a afirmação;
 - 4** - se estiveres **PARCIALMENTE DE ACORDO** com a afirmação;
 - 3** - se **NÃO TIVERES OPINIÃO** formada acerca da afirmação;
 - 2** - se estiveres **PARCIALMENTE EM DESACORDO** com a afirmação;
 - 1** - se estiveres **TOTALMENTE EM DESACORDO** com a afirmação.
- Se mudares de opinião acerca de uma resposta, risca a cruz já marcada, e assinala outra opção.
- Obrigada pela tua colaboração.

QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO SOBRE AS CIÊNCIAS NATURAIS

Escola: _____ Data: ___ / ___ / ___

Aluno: _____ Nº: _____ Turma: _____

Afirmações

	5	4	3	2	1
A - Dirijo-me com prazer para as aulas de C.N.					
B - As aulas de C.N. são alegres.					
C - É agradável estudar C.N.					
D - Faço com satisfação os trabalhos de casa.					
E - A linguagem utilizada nas aulas de C.N. é fácil.					
F - Em C.N. utilizam-se termos muito complexos.					
G - Participo com prazer nas aulas de C.N., mesmo sem ser solicitado.					
H - Nas aulas de C.N. aprendo a pensar.					
I - As aulas de C.N. ajudam a organizar as ideias e a formar opiniões.					
J - Nas aulas de C.N. relacionamos os assuntos já estudados com a matéria que estamos a aprender.					
L - Nas aulas de C.N. discutimos assuntos interessantes relacionados com os factos do dia-a-dia.					
M - Os conhecimentos adquiridos nas aulas de C.N. ajudam a resolver problemas da vida real.					
N - Nas aulas de C.N. discutimos situações problemáticas e tentamos encontrar possíveis soluções.					
O - O que aprendo em C.N. contribui para a minha formação pessoal.					
P - Os conhecimentos que adquirimos em C.N. serão úteis no futuro.					

**GULÃO
DE
ENTREVISTAS**

III

Anexo III – A: Guião da entrevista realizada aos alunos

1- Qual a tua opinião geral sobre a disciplina de C.N.? (interessante/aborrecida; actualizada/desactualizada; fácil/difícil ...).

2- A disciplina de C.N. é composta por uma parte de Geologia e outra de Biologia. Sentiste mais dificuldade nalguma delas, em particular?

3- Falemos, agora, só de Geologia. De todas as matérias que estudaste, recordas-te de alguma em que tenhas tido mais dificuldade? E gostaste, particularmente, de outra? Qual?

4- Nas aulas de C.N. estavas com atenção ou achavas que não era necessário? O que fazias?

5- Pensas que para aprender C.N. é preciso estudar muito? Estudavas diariamente ou só estudavas na véspera dos testes? E, quando estudavas, conseguias concentrar-te?

6- Quanto aos trabalhos de casa; achavas que eram interessantes? Porquê? Costumavas fazê-los sempre?

7- Na linguagem da disciplina de C.N. utilizam-se alguns termos que poucas vezes usamos no dia-a-dia. Compreendias a linguagem utilizada nas aulas? Consegues recordar algum aspecto que não tenhas compreendido? Quando não compreendias costumavas perguntar o seu significado?

8- Alguma vez te aconteceu não saberes responder a uma questão, num teste, por não compreenderes o significado da pergunta? Esta situação era muito ou pouco frequente?

9- Sentias mais dificuldade em responder às questões dos testes ou às questões que a professora fazia na aula? Porquê? Achas que alguns termos são diferentes? Quais são, para ti, mais difíceis?

10- Proponho-te que façamos, agora, uma reflexão mais pormenorizada das aulas de Ciências Naturais.

10.1- Gostaste do método como aprendeste a matéria das Rochas e da História da Terra? Serias capaz de o comparar com outros métodos que tenham sido, anteriormente, aplicados?

10.2- Consideras que a interpretação dos textos te ajudavam a compreender a matéria? E ensinava a pensar sobre os assuntos tratados? Por que dizes isso?

10.3- Um dos exercícios que fazias, frequentemente, eram os mapas de conceitos. Gostavas de os fazer? Porquê? Quais eram as tuas maiores dificuldades? Pensas que te ajudaram a reflectir sobre os temas e a estabelecer relações entre eles?

Repara, agora, neste pequeno texto:

“Desde que a Terra se formou até à actualidade, o aspecto da sua superfície foi sempre sofrendo alterações. Assim, foram aparecendo, à medida que o magma ia arrefecendo, as rochas, a água, os seres vivos aquáticos e os seres vivos terrestres ...”

Vou pedir-te que faças, a partir dele, um mapa de conceitos.

- O que deves fazer em primeiro lugar?
- Compreendeste o texto? Achas que terás facilidade em fazer o mapa de conceitos?
- Que deves fazer a seguir?
- Consideras importante utilizar palavras de ligação? Porquê?
- Se eu te pedisse para fazeres de novo o mapa de conceitos, alteravas alguma coisa? Qual? Porquê?

10.4- Também te era pedido, muitas vezes, para sublinhares, num texto, as palavras-chave. Julgas que para aprender é importante saber seleccionar a informação mais importante? Porquê?

No jornal Expresso de 8/10/93 podia ler-se o seguinte título:

**“MAIS DE 200 PEGADAS DE DINOSSAUROS NUMA PEDREIRA
PRÓXIMA DE FÁTIMA.”**

Quais são, para ti, nesta frase, as palavras-chave?

- O que fazes primeiro?
- Sentiste dificuldade em identificá-las? Porquê?

10.5- Nalgumas fichas também te era pedido para indicares os teus conhecimentos sobre um assunto, antes e depois de fazeres uma visita ou de veres um filme. Quando as acabavas de preencher sentias que os teus conhecimentos, sobre aquele assunto, tinham aumentado muito?

11- Em tua opinião, julgas que este método te ajuda a compreender matérias de outras disciplinas e também a estudar? Porquê?

12- Queres acrescentar mais alguma coisa a esta entrevista que consideres importante?

Obrigada pela tua colaboração.

Anexo III – B: Guião da entrevista realizada à professora-colaboradora

- 1- Qual foi a sua primeira impressão sobre a estratégia?**
- 2- Adaptou-se facilmente? Quais foram as principais dificuldades que sentiu no início?**
- 3- Esta estratégia é muito diferente do método que aplica, habitualmente? Quais as principais diferenças?**
- 4- Qual foi a reacção dos alunos no início da intervenção?**
- 5- Faça um breve comentário às fichas utilizadas, tendo em conta os critérios:**
 - 5.1- clareza dos textos;**
 - 5.2- grau de dificuldade/complexidade;**
 - 5.3- adequabilidade.**
- 6- Considera que a selecção da informação mais importante de um texto (palavras-chave) é fundamental para a aprendizagem? Porquê?**
- 7- Qual a sua opinião sobre os mapas de conceitos? Mencione as principais dificuldades dos alunos.**
- 8- Indique algumas vantagens e desvantagens desta estratégia.**
- 9- Ao longo da experiência, como se foi sentindo e quais os sentimentos mais evidenciados pelos alunos?**
- 10- Considera que a nova abordagem favoreceu uma boa aprendizagem dos conteúdos da disciplina? Porquê?**
- 11- Sentiu algumas diferenças, quanto à facilidade/dificuldade na aquisição de determinados conceitos, relativamente, às duas turmas?**
- 12- Os resultados, obtidos pelos alunos, nos testes de ambas as turmas, merecem algum comentário?**

Obrigada pela colaboração.

MATERIAIS DE APOIO

Fichas de Trabalho

Anexo IV – A

CIÊNCIAS NATURAIS

7º Ano de Escolaridade

Turma: _____

Data: ___/___/___

Nome: _____

Nº: _____

A PEDRA OU A ROCHA? UMA QUESTÃO DE LINGUAGEM.

INFORMAÇÃO

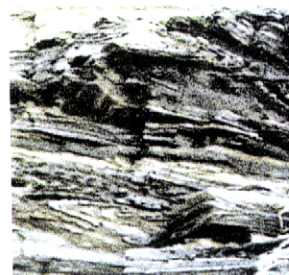
O nosso país é rico em paisagens naturais, caracterizadas, principalmente, pelo afloramento rochoso predominante. O conhecimento das rochas tem importância teórica e prática porque elas constituem testemunhos de épocas geológicas remotas e permitem o estudo dos processos e fenómenos naturais que conduzem à sua formação.



A



B



C

QUESTÕES

1- Lê o texto com muita atenção.

1.1- Existem **palavras/expressões desconhecidas**? Se existirem, indica-as.

1.2- **Sublinha** as palavras que consideras **muito importantes** para a **compreensão** do texto.

1.3- O que é, para ti, uma **rocha**?

E uma **pedra**?

QUANDO COMEÇOU O INTERESSE DO HOMEM PELA PEDRA?

INFORMAÇÃO

Desde a **Pré-História**, no **Paleolítico** (do grego *palaios*, antigo, e *lithos*, pedra), entre 600 000 e 8 000 anos a.C., que temos evidências da ligação do Homem à pedra.

Seixos e calhaus, de início, simplesmente truncados e depois desbastados ou lascados, podem ser encontrados em diversas grutas. As pinturas em tectos e paredes de cavernas, são outro testemunho desta cultura, como as **pinturas rupestres** encontradas na gruta do Escoural, em Montemor-o-Novo.

A esta cultura sucede a **Megalítica**, que desenvolveu a arquitectura funerária e religiosa. Sobre grandes blocos e lajes de pedra colocados ao alto assentavam outros blocos horizontais, formando os **dólmenes** ou **antas**.

Mais tarde (3 100 - 2 000 a.C.), surgem as primeiras povoações fortificadas, os **castros**, construídos em pedra, em resposta às necessidades de defesa.

No século II, os **Romanos** construíram uma das mais admiráveis obras do nosso património, o **Templo de Diana**, em Évora, com colunas de granito que assentam numa base também de granito.

A partir do século XII, com a conquista aos **Mouros**, é reforçada a construção de templos. São construídas autênticas fortalezas, com sólidas paredes, torres enormes e adros murados para refúgio contra mouros e castelhanos, como se pode observar nas catedrais de Braga, Coimbra, Lisboa e Évora.

A história da utilização da pedra não se esgotou ainda e, por certo, continuará com a história do Homem.

QUESTÕES

1- Faz um pequeno **resumo** do texto.

2- Qual é a **ideia principal** que o texto te transmite?

3- Sabes qual é a **rocha mais importante** da tua região?

3.1- Refere algumas **aplicações práticas** dessa rocha.

4- A partir dos textos e de vários aspectos do teu dia-a-dia, relacionados com o tema - as rochas, apresenta algumas **questões** que gostarias de discutir nas próximas aulas.

Anexo IV – B

PAISAGEM GRANÍTICA

Entre os aspectos típicos da paisagem granítica é de destacar a presença de muitos penedos arredondados como mostra a Fig.1.



Fig.1

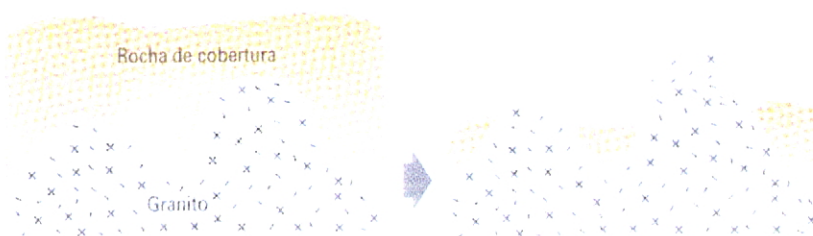
1- Observa atentamente a figura.

2- Sabes que o granito é uma rocha plutónica com origem em zonas profundas da crosta continental. Como se compreende então que apareça à superfície?

INFORMAÇÃO

Grandes massas graníticas que se encontram em profundidade elevam-se lentamente por acção das pressões a que a crosta terrestre está sujeita sendo arrastadas para níveis mais elevados.

Ao longo de muitos milhões de anos o vento, a água da chuva, as diferenças de temperatura e as raízes das plantas vão desagregando e transportando os terrenos de cobertura para zonas mais baixas ficando finalmente o granito exposto à superfície.



Os maciços graníticos podem surgir à superfície em áreas mais ou menos extensas designadas por **afloramentos**. Estes apresentam-se, frequentemente, muito fracturados.

3- Qual poderá ser a causa dessa fragmentação?

Anexo IV – C

PAISAGEM BASÁLTICA



Na região de Lisboa ocorreram, em épocas remotas, várias ERUPÇÕES prolongadas que originaram MANTOS DE LAVA BASÁLTICA alternando com CAMADAS DE PIROCLASTOS, bem evidentes nalguns locais, como taludes de estradas e pedreiras. Esta alternância de materiais, nos Açores e na Madeira, regiões onde o vulcanismo é importante, deu origem a um RELEVO característico, onde predominam COLINAS de forma cónica e arredondada e VALES largos.

- 1- Lê o texto com muita atenção.
- 2- As **expressões mais relevantes** para a **compreensão do texto** estão escritas com letras maiúsculas. **Circunda-as** com elipses.
- 3- **Sublinha** algumas **palavras** que poderão estabelecer uma possível **ligação** entre as referidas expressões.
- 4- **Completa** agora o seguinte quadro:

expressões	Palavras de ligação

5- Constrói um **esquema-síntese** com as **expressões e palavras de ligação** que constam no quadro anterior.

Em muitos locais o BASALTO apresenta um ASPECTO COLUNAR. Admite-se que este aspecto tenha sido provocado pelo ARREFECIMENTO LENTO DAS LAVAS já consolidadas que, por aberturas de FENDAS, se separam em BLOCOS PRISMÁTICOS. Chama-se a este fenómeno disjunção prismática do basalto.

6-Circunda as **expressões relevantes**.

7- **Sublinha** as **palavras de ligação**.

8- **Completa** o quadro:

expressões	palavras de ligação

9- Constrói um novo esquema utilizando as expressões relevantes e as palavras de ligação.

Anexo IV - D

ALTERAÇÃO DO GRANITO

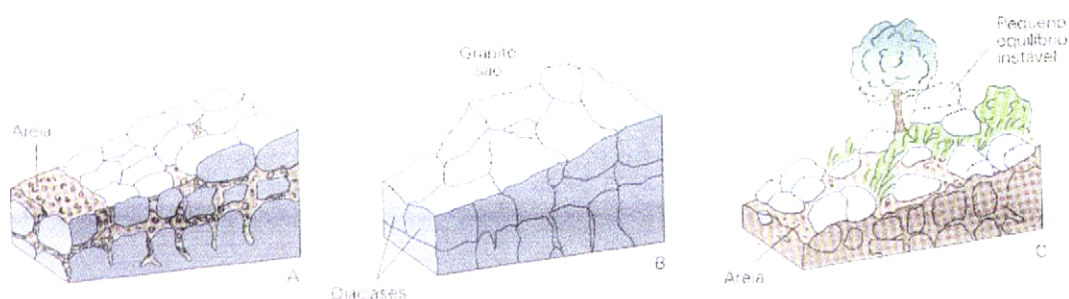
TEXTO 1

Na paisagem granítica é possível observar o granito dividido em blocos, devido à existência de planos de fractura na rocha - **diáclases**. Estas fracturas permitem a infiltração da água das chuvas até zonas profundas, provocando a alteração física e química do granito. Os blocos tornam-se arredondados, perdendo as arestas vivas que vão sendo progressivamente desgastadas. Pouco a pouco, as diáclases alargam-se, as águas de escorrência vão arrastando os materiais resultantes da alteração da rocha como, por exemplo, a areia; tornando-se, cada vez mais evidentes, os blocos graníticos com o típico aspecto de bolas, que podem, se houver declive, rolar uns sobre os outros constituindo os **caos de blocos**.

1- Lê o texto atentamente.

2- Sublinha as palavras-chave.

3- Os esquemas A, B e C, colocados ao acaso, representam a formação de um caos de blocos.



3.1- Ordena-os de acordo com a evolução natural da paisagem.

3.2- Procura fazer uma **legenda adequada** a cada um dos esquemas.

A _____

B _____

C _____

4- O maciço granítico apresenta inúmeras diáclases, que afectam geralmente a parte superficial e não existem em profundidade.

4.1- Formula uma hipótese que tente explicar este facto.

TEXTO 2

As águas que circulam na terra actuam sobre os granitos e alteram, principalmente, os feldspatos e as micas, ficando os grãos de quartzo praticamente intactos. As micas negras, mais frágeis, são as primeiras a ser destruídas, tornando-se esverdeadas e provocando o aparecimento de manchas de ferrugem que indicam a presença de óxidos de ferro. Também os cristais de feldspato, com faces bem nítidas e brilhantes, se alteram e adquirem um aspecto esbranquiçado e baço. Originam-se assim novos minerais de aspecto pulverulento, designados por minerais de argila.

Alguns minerais de feldspato e de mica que não foram decompostos, podem juntar-se a grãos de quartzo livre, praticamente inalterados, formando a areia granítica.

1- Lê o texto com muita atenção.

2- Identifica os conceitos e circunda-os com elipses.

3- Sublinha as palavras de ligação.

4- Completa o seguinte quadro:

conceitos	palavras de ligação

5- Utilizando os conceitos e as palavras de ligação do quadro anterior constrói um mapa de conceitos.

Anexo IV - E

<p>OUTRA FAMÍLIA DE ROCHAS: AS ROCHAS METAMÓRFICAS</p>
--

As **rochas metamórficas** provêm da transformação das rochas sedimentares ou das rochas magmáticas, apresentando características comuns a estes dois tipos de rochas. Assim, podem ser cristalinas como as magmáticas ou apresentar foliação, isto é, divisão em folhas ou lâminas, semelhante à estratificação das rochas sedimentares.

O conjunto de fenómenos que contribuem para a transformação dos minerais e da textura de uma rocha pré-existente numa rocha metamórfica, designa-se por **metamorfismo**.

Os **factores de metamorfismo** como as altas temperaturas, as elevadas pressões e o tempo de duração dos processos metamórficos são os principais agentes responsáveis pela formação das rochas metamórficas.

1- Antes de começares a ler o texto, dá-lhe uma vista de olhos.

1.1- Lê o título. Copia-o.

1.2- Lê as palavras escritas a negro. Copia-as.

2- Pergunta a ti próprio qual é o assunto tratado no texto e escreve-o.

3- Tens alguma questão a fazer à qual este texto possa ajudar a responder?

4- Lê agora o texto, **atentamente**, procurando resposta para a tua questão.

4.1- Qual é a resposta?

5- Estás com **dificuldade**? Lê **novamente** o texto.

6- Com a ajuda do teu **companheiro**, circunda com elipses os **conceitos** fundamentais, relacionados com a formação das rochas metamórficas.

7- Sublinha as **palavras de ligação**.

8- Completa o seguinte quadro:

Conceitos	Palavras de ligação

9- Constrói o mapa de conceitos.

Anexo IV - F


O MÁRMORE

O que já sabemos	O que queremos saber	O que aprendemos	Como podemos aprender mais

Nome: _____ Nº: _____ Turma: _____

Anexo IV - G

OS DINOSSAUROS

O que já sabemos	O que queremos aprender	O que aprendemos	Como podemos aprender mais
<p>Categorias de informação:</p> <p>A – Tamanho</p> <p>B – Hábitos alimentares</p> <p>C – Reprodução</p> <p>D -</p> <p>E –</p> <p>F –</p> 			

Nome: _____ Nº: _____ Turma: _____

Anexo IV - H

LEVANTAMENTO DO CONHECIMENTO DOS ALUNOS		
Guia de Antecipação/Reacção		
<p>Instruções: Responde a cada afirmação duas vezes: uma antes da unidade ser abordada na aula e outra depois.</p> <p style="padding-left: 40px;">- Escreve A se concordas com a afirmação.</p> <p style="padding-left: 40px;">- Escreve B se não concordas com a afirmação.</p>		
Responde antes da unidade	Tema: Os Fósseis	Responde depois da unidade
	A História da Terra baseia-se no estudo das rochas e dos fósseis.	
	Fósseis são restos de vegetais ou animais que existiram no passado ou vestígios da sua actividade.	
	O estudo dos fósseis é muito importante porque nos ajuda a fazer a história das espécies vegetais e animais e também a história da própria Terra.	
	A Paleontologia é o ramo das ciências que estuda os fósseis	
	Algumas rochas sedimentares conservam restos de seres vivos que viveram há muitos milhares de anos.	
	Já se encontraram fósseis de seres totalmente conservados, incluindo as partes moles do organismo.	
	As partes mais duras dos seres vivos como ossos, conchas e dentes são as que melhor fossilizam.	
	Já se encontram fósseis no calcário, no âmbar, e no gelo.	

Nome: _____ Nº: _____ Turma: _____

Anexo IV - I

CIÊNCIAS NATURAIS

SÍNTESE DA UNIDADE: AS ROCHAS

7º Ano de Escolaridade

Turma: _____

Data: ___/___/___

Nome: _____

Nº: _____

1- Com a ajuda do teu companheiro constrói um mapa de conceitos que envolva os conhecimentos que adquiriste sobre as ROCHAS.

1.1- Aplica os seguintes conceitos:

- Rochas magmáticas: plutónicas e vulcânicas.
- Rochas sedimentares.
- Rochas metamórficas.
- Magma.
- Sedimentos.
- Sedimentação.
- Diagénese.
- Metamorfismo.
- Factores de metamorfismo: pressão e temperatura.
- Fusão.
- Erosão.

Nota: Não te esqueças das palavras de ligação.

Bom trabalho.

**TRABALHOS
DE
CASA**

V

Anexo V - A

CIÊNCIAS NATURAIS

7º Ano de Escolaridade

Turma: _____

Data: ___/___/___

Nome: _____

Nº: _____

Inventa uma história sobre uma rocha magmática

TPC nº1

Forma

- Canção
- Poema
- Banda desenhada
- Programa de televisão
- Programa de rádio
- Peça de teatro

Esquema

1- Dá um **título** à história.

2- Começa por falar do magma. Está à superfície (lava), perto da superfície ou em profundidade?

3- Tipo de arrefecimento:

- rápido ou lento?
- formaram-se cristais de tamanho grande ou pequeno; ou não há cristais?
- tem gases no seu interior?

4- Qual é o seu aspecto exterior?

Anexo V - B

CIÊNCIAS NATURAIS

7º Ano de Escolaridade

Turma: _____

Data: ___/___/___

Nome: _____

Nº: _____

Imagina que és uma rocha

TPC nº2

Título

Forma

- Canção
- Poema
- Banda desenhada
- Peça de teatro
- Programa de rádio
- Programa de televisão

Esquema

- 1- Estás a ser destruída e as pequenas partículas estão a ser levadas.
 - O que está a causar essa destruição?
 - O que está a levar-te?
 - Para onde vais?
- 2- Estás rodeada por outros fragmentos de rochas.
 - São todos do mesmo tamanho e tipo?
 - Estão a amontoar-se outros fragmentos por cima de vocês?
- 3- Agora já são rochas sedimentares.
 - O que vos transformou nesse tipo de rochas?
 - Qual é o vosso aspecto exterior?
 - Em que diferem de uma rocha magmática?

