

UNIVERSIDADE DO PORTO



FACULDADE DE CIÊNCIAS -- DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Promoção da literacia em Geociências:

o exemplo da Oficina Pedagógica de Geologia do Palácio de Cristal

Da construção de materiais à divulgação científica

Volume I

**ANABELA BARROS PINTO SOUSA**

2002

**Anabela Barros Pinto Sousa**

**Promoção da literacia em Geociências:  
o exemplo da Oficina Pedagógica de Geologia do Palácio de Cristal**

**Da construção de materiais à divulgação científica**

**Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do  
Porto para obtenção do grau de Mestre em *Geologia para o Ensino***

**Sob a orientação de  
Prof. Doutor Alexandre Lima**

**2002**

*«Quanto não custam os primeiros passos seja no que for?  
O mérito de os dar dispensa-nos de que eles sejam largos.»*

Jean Le Rond D'Alembert

*Ao Dioguito e ao Américo, por todo os momentos em que não estivemos juntos, por todas as brincadeiras que ficaram para depois e por todos os carinhos breves...*

«Para quem sabe esperar, tudo vem a tempo.»

Clément Marot

## AGRADECIMENTOS

Ao Doutor Alexandre Lima por ter aceite orientar este trabalho, pela paciência, dedicação e disponibilidade que sempre manifestou. Pelo acompanhamento permanente e atento, pelas suas sugestões e críticas. Agradeço-lhe ainda as palavras de ânimo, de confiança e a amizade demonstrada.

Ao Doutor João Praia agradeço o apoio bibliográfico, os ensinamentos e os esclarecimentos prestados assim como o incentivo no início deste trabalho.

À Doutora Clara pela disponibilidade e pela atenção que dedicou na resolução de alguns problemas que me foram surgindo, pelas sugestões valiosas que em muito valorizaram este trabalho.

Ao Dr Guerner Dias pela atenção e incentivo que sempre manifestou. Pela confiança que demonstrou aquando da opção por este trabalho e, no decorrer do mesmo. Agradeço os diálogos e as sugestões que sempre permitiram melhorar e desenvolver o projecto. Agradeço, acima de tudo, a sua amizade.

Ao Dr Xavier, o meu agradecimento pelo modo como me apoiou, pela sua presença sistemática e animadora na Oficina. Pela disponibilização dos meios da Câmara Municipal do Porto, que na sua pessoa, foram facultados.

À D. Conceição, que na Oficina sempre se mostrou disponível, atenta e com grande paciência auxiliou em todas as tarefas desenvolvidas.

Aos monitores da Oficina, o meu agradecimento pela forma como colaboraram neste projecto e se empenharam pela sua concretização. A disponibilidade que manifestaram e ainda os diálogos e sugestões que permitiram uma reflexão sobre o trabalho desenvolvido.

À Ana, a minha amiga de todos os tempos, a paciência com que foi gerindo as minhas dificuldades *artísticas* e a criatividade que tornou os *posters* de leitura mais atractiva.

Aos meus sogros o interesse e as palavras de encorajamento. Aos meus pais e à minha tia, as palavras de incentivo e de confiança absoluta no meu trabalho, o carinho e o apoio com que me rodearam.

## ÍNDICE

<b><u>RESUMO</u></b> .....	ix
<b><u>ABSTRACT</u></b> .....	x
<b><u>LISTA DE FIGURAS</u></b> .....	xi
<b><u>LISTA DE TABELAS</u></b> .....	xii
<b><u>LISTA DE QUADROS</u></b> .....	xiii
<b><u>CAPÍTULO 1 - ENQUADRAMENTO DA INVESTIGAÇÃO</u></b> .....	1
1.1) INTRODUÇÃO.....	1
1.2) A IMPORTÂNCIA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	2
1.3) A IMPORTÂNCIA DA GEOLOGIA NA FORMAÇÃO CIENTÍFICA DO INDIVÍDUO.....	4
1.4) DEFINIÇÃO DO PROJECTO DE TRABALHO.....	6
1.4.1) QUESTÕES – PROBLEMA.....	8
1.4.2) IDEIAS/SITUAÇÃO DE PARTIDA.....	8
1.4.3) OBJECTIVOS DO ESTUDO.....	9
1.4.4) ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO.....	10
<b><u>CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u></b> .....	13
2.1) INTRODUÇÃO.....	13
2.2) ALFABETIZAÇÃO/LITERACIA CIENTÍFICA.....	13
2.2.1) EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE ALFABETIZAÇÃO/LITERACIA CIENTÍFICA.....	13
2.2.2) IMPORTÂNCIA DA LITERACIA CIENTÍFICA NA SOCIEDADE.....	19
2.2.3) LITERACIA CIENTÍFICA EM PORTUGAL.....	22
2.3) O ENSINO DAS CIÊNCIAS PARA TODOS: EDUCAÇÃO CTS.....	31
2.4) CENTROS DE CIÊNCIA: A EDUCAÇÃO EM CONTEXTO NÃO FORMAL/INFORMAL.....	38
2.4.1) A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO NÃO-FORMAL/INFORMAL.....	39
2.4.2) NOVOS MUSEUS: CENTROS DE CIÊNCIA.....	44
<b><u>CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO</u></b> .....	47
3.1) O MODELO INVESTIGAÇÃO-ACÇÃO.....	47
3.2) AS ACTIVIDADES INVESTIGAÇÃO-ACÇÃO: DESCRIÇÃO DO PROJECTO.....	52
<b><u>CAPÍTULO 4 - CONSTRUÇÃO DOS MATERIAIS E SUA IMPLEMENTAÇÃO</u></b> .....	62
4.1) A CONSTRUÇÃO DOS MATERIAIS.....	63
4.2) A IMPLEMENTAÇÃO DOS MATERIAIS.....	74
<b><u>CAPÍTULO 5 - ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</u></b> .....	78

<b>CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E IMPLICAÇÕES DO ESTUDO.....</b>	<b>96</b>
6.1) INTRODUÇÃO.....	96
6.2) CONCLUSÕES GERAIS.....	96
6.3) LIMITAÇÕES DA INVESTIGAÇÃO.....	99
6.4) IMPLICAÇÕES DO TRABALHO NO PERCURSO DE FORMAÇÃO DA INVESTIGADORA.....	100
6.5) IMPLICAÇÕES DO TRABALHO NO CONTEXTO ACTUAL DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS.....	102
<b><u>BIBLIOGRAFIA.....</u></b>	<b>105</b>

## RESUMO

A construção e desenvolvimento de relações entre a ciência, a tecnologia e o público, exigem do cidadão actual novas formas de participação e tomada de decisões que requerem níveis crescentes de cultura científica em várias áreas. A situação da literacia científica em Portugal é uma preocupação crescente na sociedade, particularmente demonstrada por parte dos governantes. É fundamental sensibilizar e consciencializar os cidadãos para tomadas de posição mais esclarecidas, mais intervenientes em relação ao seu bem-estar e ao das gerações futuras.

O presente trabalho propõe-se contribuir para a literacia científica na Área das Geociências, com uma proposta inovadora orientada para a “ciência para todos”. O projecto pretende motivar para o *gosto* pela Geologia não só à população escolar, mas a qualquer cidadão. Assim, sugere-se um conjunto de actividades a desenvolver num espaço não formal: a Oficina Pedagógica de Geologia do Palácio de Cristal, no Porto.

Este estudo compreendeu fundamentalmente duas etapas. A primeira de pesquisa e análise de bibliografia, particularmente no domínio educacional e didáctico, no sentido da fundamentação do planeamento das actividades e construção dos materiais. Uma segunda fase, em que as sessões foram desenvolvidas integrando esses materiais e seguindo as perspectivas educacionais construtivista e de CTS (Ciência Tecnologia, Sociedade).

A metodologia investigação-acção revestiu-se de enorme relevância no estudo em causa: o projecto desenvolve-se para melhorar uma situação – os baixos níveis de literacia em Geologia - permitindo a análise e reflexão contínuas e as alterações necessárias à sua execução satisfatória. A recolha de dados relativos à sessão realizou-se através de um questionário estruturado.

Na globalidade, pode afirmar-se que os participantes na Oficina demonstraram interesse pelos temas abordados, gostaram dos materiais e das actividades propostas e revelaram curiosidade pela Geologia. Pode ainda referir-se que, de um modo geral, este espaço não-formal/informal de aprendizagem – Oficina – cativou a maioria dos visitantes, uma vez que demonstram interesse na participação neste, e noutros espaços congéneres, tendo mesmo ocorrido propostas de outras temáticas.

## **ABSTRACT**

The construction and the development of relations between science, technology and the public demand from the citizen of nowadays new forms of participation and decision making, which require increasing levels of scientific culture in different areas. The situation of the scientific literacy in Portugal is an increasing concern for society, particularly demonstrated by the government. It is crucial to make citizens sensitive to the importance of taking more enlightened and more intervening positions concerning their own well being and the well being of the future generations.

This work tries to contribute for the scientific literacy in Geosciences, with an innovative proposal oriented to the principle of “science for all”. The work intends to motivate to the pleasure of Geology not only the school population, but also any ordinary citizen. Thus, a set of activities is suggested to develop at a non-formal space: the Pedagogical Workshop of Geology of the Crystal Palace in Porto. This study has basically embraced two stages. The first was based on the research and on the analysis of bibliography, particularly in the educational and didactic domains with the purpose of planning activities and building up materials. In a second phase, the sessions were developed integrating those materials and following the educational constructive and STS (Science-Technology-Society) perspectives.

The methodology action - research was extremely important for the whole study in cause: the project is developed to improve a situation – the low levels of literacy in Geology – allowing the necessary analysis and continuous reflection and crucial changes for its satisfactory execution. The collecting of data on each session was made by filling in a structured questionnaire.

On the whole, most participants in the Workshop have shown their interest for the chosen subjects, have liked both the materials and the activities and have shown curiosity about Geology. It can also be mentioned that, in general, this non-formal/informal space of learning – the Workshop – has captivated the majority of its visitors, given that they are quite interested in participating in this one and in other similar spaces, and they have even suggested other themes.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 3-1</b>	Modelo de investigação – acção de Kurt Lewin. Interpretado por Kemmis (1980) <i>in</i> Elliott, 1991.....	49
<b>Figura 3-2</b>	Esquema geral da investigação.....	52
<b>Figura 4-1</b>	Plano geral da sessão – apresentação das sub-questões-problema e suas relações com as temáticas a abordar.....	70
<b>Figura 5-1</b>	Gráfico de distribuição dos visitantes por idades.....	79
<b>Figura 5-2</b>	Gráfico de distribuição dos visitantes por sexo.....	79
<b>Figura 5-3</b>	Gráfico de distribuição dos visitantes de acordo com as suas habilitações académicas.....	80
<b>Figura 5-4</b>	Gráfico de distribuição da percentagem de indivíduos relativamente à frequência de espaços relacionados com ciência no último ano.....	81
<b>Figura 5-5</b>	Gráfico de distribuição dos indivíduos que realizaram uma visita no último ano em função do acompanhamento que tiveram.....	81
<b>Figura 5-6</b>	Gráfico de distribuição dos visitantes segundo as categorias de resposta possíveis relativas ao grau de importância atribuído para a aprendizagem das Ciências da Terra.....	82
<b>Figura 5-7</b>	Gráfico de distribuição de respostas à questão de escolha múltipla para a definição de Geologia.....	83
<b>Figura 5-8</b>	Gráfico de distribuição de respostas à questão de escolha múltipla relativa aos instrumentos utilizados em Geologia.....	84
<b>Figura 5-9</b>	Gráfico de distribuição de respostas relativas à classificação de uma afirmação relacionada com um conteúdo.....	85
<b>Figura 5-10</b>	Gráfico de distribuição de respostas relativas à classificação de uma afirmação relacionada com um conteúdo.....	85
<b>Figura 5-11</b>	Gráfico de distribuição de respostas relativas à classificação de uma afirmação relacionada com um conteúdo.....	86
<b>Figura 5-12</b>	Gráfico de distribuição de respostas relativas à importância do conhecimento geológico na segurança de obras de construção civil.....	86
<b>Figura 5-13</b>	Gráfico de distribuição de respostas relativas ao conhecimento de algum exemplo em que o desconhecimento geológico tenha sido causa de acidente.....	87
<b>Figura 5-14</b>	Gráfico de distribuição de respostas relativas à manifestação de interesse pelos vários temas abordados na sessão.....	88
<b>Figura 5-15</b>	Gráfico de distribuição de respostas relativas à apreciação da participação dos visitantes nas actividades propostas durante a sessão.....	89
<b>Figura 5-16</b>	Gráfico de distribuição de respostas relativas à apreciação dos <i>posters</i> apresentados na sessão.....	90
<b>Figura 5-17</b>	Gráfico de distribuição de respostas relativas à apreciação dos visitantes relativamente à linguagem utilizada pelos monitores e a leitura dos materiais.....	91

<b>Figura 5-18</b>	Gráfico de distribuição de percentagens de respostas relativas à oportunidade de colocar dúvidas durante a sessão .....	91
<b>Figura 5-19</b>	Gráfico de distribuição de percentagens de respostas relativas à apreciação dos visitantes quanto ao tempo disponível para cada actividade .....	92
<b>Figura 5-20</b>	Gráfico de distribuição de percentagens de respostas relativas à apreciação dos visitantes quanto à duração da sessão .....	92
<b>Figura 5-21</b>	Gráfico de distribuição de percentagens de respostas relativas ao interesse dos visitantes na participação em espaços similares .....	93
<b>Figura 5-22</b>	Gráfico de distribuição de percentagens de respostas relativas aos temas propostos pelos visitantes para outros espaços similares .....	94

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 5-1</b>	<b>Distribuição dos visitantes de acordo com a sua actividade profissional.....</b>	<b>80</b>
<b>Tabela 5-2</b>	<b>Distribuição das respostas dos visitantes em função dos exemplos que apresentaram.....</b>	<b>87</b>

## **LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 3-1</b>	<b>Objectivos e operacionalização das etapas do projecto.....</b>	<b>56</b>
<b>Quadro 3-2</b>	<b>Calendarização das tarefas a desenvolver no projecto de investigação.....</b>	<b>57</b>
<b>Quadro 4-1</b>	<b>Concepções da Educação em Ciência consideradas na planificação da sessão.....</b>	<b>66</b>
<b>Quadro 4-2</b>	<b>Plano geral da sessão – apresentação dos conteúdos/conceitos.....</b>	<b>69</b>

## CAPÍTULO 1

### ENQUADRAMENTO DA INVESTIGAÇÃO

#### 1.1) INTRODUÇÃO

Este trabalho é apresentado em dois volumes, permitindo um fácil acesso, em simultâneo, aos documentos (anexo e apêndices) referenciados no texto. O volume I é constituído por seis capítulos que representam o estudo realizado, encontrando-se no volume II todos os documentos que permitem clarificar o seu desenvolvimento.

Neste capítulo apresenta-se o enquadramento do projecto: a sua pertinência no contexto actual da literacia científica em Portugal e as propostas deste trabalho, no sentido de uma real contribuição social para a mudança desta situação.

O capítulo dois constitui a revisão da bibliografia a que a investigadora teve oportunidade de aceder, e pretende enquadrar o conceito de literacia científica no contexto educativo actual, no âmbito da ciência para todos. É ainda focada uma perspectiva no Ensino das Ciências - CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade), cujos fundamentos permitem alicerçar o projecto desenvolvido. Procura-se ainda um enquadramento para *Oficina Pedagógica*, abordando o *novo conceito* de museu.

No capítulo três apresenta-se a metodologia adoptada neste trabalho, o modelo de investigação-acção e a sua implementação na investigação.

O capítulo quatro salienta as etapas de construção dos materiais e a sua implementação em contexto real.

No capítulo cinco são apresentados os resultados e realiza-se a análise e discussão do trabalho desenvolvido.

No último capítulo, apontam-se as conclusões e algumas limitações desta investigação. Apresenta-se ainda a reflexão da investigadora sobre o trabalho realizado e os seus contributos para a sua formação e para trabalhos a realizar no futuro.

## 1.2) A IMPORTÂNCIA DA LITERACIA CIENTÍFICA

O único recurso verdadeiramente nacional de um país é o seu povo, particularmente as suas competências na resolução de problemáticas cada vez mais diversificadas. Os problemas ambientais e da gestão dos recursos entre outros, são colocados quotidianamente como dilemas éticos, com tendência a agravar-se nas próximas décadas. Numa sociedade democrática é necessário assegurar que as decisões não sejam tomadas, exclusivamente, por uma pequena elite. A necessidade de comunicar ciência ultrapassa, nos nossos dias, a esfera científica, alargando-se num quadro social muito vasto. O cidadão comum deve possuir a compreensão mínima dos processos da Ciência e da Tecnologia e do seu impacto na sociedade. Assim, a sociedade deve proporcionar às pessoas o conhecimento e o desenvolvimento de competências e valores para poderem compreender e controlar o desenvolvimento científico e tecnológico de forma a adquirirem uma qualidade de vida aceitável tanto para as gerações actuais como para as futuras (Nunes & Pereira, 1999).

O desenvolvimento da literacia científica numa sociedade é encarado como um processo contínuo e *lento*, associado à motivação individual e/ou de grupo, tendo objectivos claramente definidos, com recurso a inúmeras situações formais e não formais com que os cidadãos são confrontados ao longo da vida.

No documento “A Educação para o século XXI”, da UNESCO, aparece um aparente paradoxo: é indispensável uma base de conhecimentos gerais e, simultaneamente, é fundamental preparar os cidadãos para dominar as alterações tecnológicas e científicas que se apresentam tão rápidas como imprevisíveis. A educação, em particular a Educação em Ciência, tem que responder nos próximos anos, a um conjunto de exigências muito diversas, desempenhando um papel primordial na formação geral de um cidadão.

Vários estudos realizados com o objectivo de avaliar a literacia científica em diversos países referem que as diferenças encontradas poderão afectar social e economicamente as sociedades. A deficiente literacia, em qualquer área, afecta a qualidade e flexibilidade laboral, o emprego, as oportunidades e a participação na sociedade civil. A promoção da literacia constitui, actualmente, um dos maiores desafios para os responsáveis políticos. Os resultados destes estudos sugerem que a qualidade do processo ensino-aprendizagem nas escolas é importante mas insuficiente, já que contextos de aprendizagem informal e não formal são também necessários.

Em Portugal este assunto tem sido alvo de amplo debate social, uma vez que a comunicação social tem vindo a anunciar os fracos resultados obtidos pelos alunos portugueses em estudos internacionais. O estudo da OCDE (Organização de Cooperação e Desenvolvimento Económico), designado PISA (Project for International Student Assessment), cujas conclusões são ainda parciais, refere que os alunos portugueses revelam níveis cada vez mais fracos. Este estudo, que pretende traçar o perfil dos estudantes que terminam a escolaridade obrigatória, coloca Portugal numa posição bastante desfavorável. O Terceiro Estudo Internacional de Matemática e Ciências (TIMSS), refere que em Portugal, no que diz respeito às Ciências da Terra, os valores médios de desempenho global dos alunos portugueses ficam aquém da média internacional, piorando do 7º para o 8º ano de escolaridade. Um estudo recente, publicado pela UNICEF, mostra que os alunos portugueses são os últimos classificados numa lista de 24 países da OCDE, no que se refere ao grau de literacia e à capacidade para lidar com conhecimentos básicos de matemática e de ciências.

São apontadas várias razões para o estado da cultura científica dos portugueses. Podem destacar-se duas condicionantes principais: as condições da sua aprendizagem formal e a escassez de outras oportunidades de contacto com o mundo da ciência.

O governo tem vindo a desenvolver estratégias no sentido de tentar colmatar estes défices de literacia científica. Em 1996, iniciou-se o Programa Ciência Viva, do então, Ministério da Ciência e Tecnologia, que elegeu como princípios orientadores, a importância da escola e do ensino experimental das ciências na formação da cultura científica e tecnológica. Em 1999, foi criada a Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica – Ciência Viva, que alargou os princípios já definidos a outros contextos de aprendizagem e a outros públicos. Também a Assembleia da República definiu, nas Grandes Opções do Plano para 2000, estratégias “*de médio prazo para o desenvolvimento da sociedade*”, nomeadamente o Art. 3º b) e c) que envolviam preocupações quanto à cultura e reforço da cidadania. O Ministério da Ciência e Tecnologia criou também um Programa Operacional de Ciência, Tecnologia e Inovação: para uma Sociedade do Conhecimento e da Informação 2000-2006, que tem como orientação estratégica de médio prazo a recuperação do atraso científico do nosso país, aproximando-o da média dos países da UE. Salienta-se ainda a reforma do Ensino Básico, em que o papel das ciências é enaltecido no contexto de educação essencial de um cidadão. «O papel da Ciência e da Tecnologia no nosso dia-a-dia exige uma

população com conhecimento e compreensão suficientes para entender e seguir debates sobre temas científicos e tecnológicos e envolver-se em questões que estes temas colocam, quer para eles como indivíduos quer para a sociedade como um todo.» (Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais, 2001).

A crescente preocupação com a educação em ciência, no sentido de possibilitar a todos os cidadãos uma intervenção esclarecida, consciente e responsável, exige uma nova concepção de educação, do que se ensinar e como se ensinar. Dos objectivos da educação para este novo século podem destacar-se quatro: aprender a conhecer, aprender a actuar, aprender a ser e aprender a viver juntos. Mas a situação actual, da qual temos que partir para estes *novos* desafios, revela alguns sintomas que podem condicionar a sua concretização. Beviá (2001) refere as indicadas por Delors: os alunos(as) não sentem desejo de aprender, não sentem prazer por aprender, não têm curiosidade intelectual, manifestam ansiedade por sair do sistema educativo. Por outro lado o excesso de reformas educativas e os programas extensos que levam à insegurança e desmotivação dos professores.

### 1.3) A IMPORTÂNCIA DA GEOLOGIA NA FORMAÇÃO CIENTÍFICA DO INDIVÍDUO

No mundo científico e tecnológico em que vivemos, um dos aspectos porventura mais interessantes reside no despertar da consciência ecológica e, conseqüentemente, na (re)descoberta da importância das Ciências Naturais (Andrade, 2001).

Qualquer cidadão poderá falar de minerais, rochas ou qualquer outro tema das Ciências da Terra com base num conhecimento comum, empírico, vulgar, ligado à sua experiência quotidiana pessoal. Palavras como *minas*, *minérios*, *mineiros* e *minerais* fazem parte do vocabulário popular, em especial em certas regiões do nosso país, por razões ligadas ao tradicional sector económico primário. Os termos Geológicos fazem parte da vida diária: água mineral, sal mineral, etc. Por outro lado, várias situações apelam para uma compreensão geral de fenómenos geológicos: como os aterros sanitários, os acidentes nas construções civis, ou mesmo o trágico acidente da Ponte em Entre-os-Rios. Apesar desta constância de termos científicos e de situações sociais

ligadas às Ciências da Terra no quotidiano dos Portugueses, vários indicadores revelam uma enorme iliteracia neste domínio.

Galopim de Carvalho (2000) aponta um possível motivo: o tempo (não muito longínquo) em que dos «três reinos da natureza» que se aprendiam na escolaridade primária, o “Reino Mineral” era tratado com menor importância. O mesmo autor refere mesmo, a este propósito, que “Já nessa altura tratado como menos importante do que os outros dois, o *animal* e o *vegetal*, radica aí a reduzida expressão que a Mineralogia e a Geologia sempre ocuparam nos nossos currícula escolares, e daí a manifesta incultura geológica generalizada dos Portugueses.”. Esta afirmação parece ainda indicar que esta situação de *parente pobre* das Ciências ainda hoje se verifica nas nossas Escolas.

A mais importante reforma na educação em ciência, nesta nova perspectiva da “ciência para todos”, foi superar esta filosofia reducionista, em que as ciências foram separadas segundo uma hierarquia de “importância”, que colocou a Física no topo e as Ciências da Terra na base. Este novo paradigma, dá às ciências da Terra um estatuto igual ao dos outros tópicos do currículo das ciências (Orion, 2001). Não existem hoje dúvidas de que um cidadão cientificamente alfabetizado deve ter um conhecimento básico das Ciências da Terra.

Andrade (2001) refere cinco grandes áreas de intervenção da Geologia na vida das sociedades modernas: 1) riscos geológicos; 2) recursos minerais, 3) planeamento regional e urbano, 4) degradação ambiental, 5) comunicação. A erosão costeira é um dos riscos mais mediatizados em Portugal, quer pela frequência das suas manifestações, quer pelos impactes económico e turístico nessas regiões. A problemática da disponibilidade de recursos é, actualmente, um tema global em que interferem visões economicistas e ambientalistas. A rápida expansão urbanística sem planeamento adequado é um dos maiores problemas com que se debatem algumas regiões do planeta: o abastecimento de águas subterrâneas, o aumento de substâncias poluentes e a diminuição de solos agrícolas. A mediatização de algumas experiências científicas envolve os cidadãos e exige a compreensão de conceitos específicos que muitas vezes não dominam.

Há uma necessidade urgente da reformulação dos currículos das Geociências nas nossas escolas, que são já avançados nos novos currículos dos ensinos básico e secundário. Segundo Beviá (2001), as desigualdades de desenvolvimento entre zonas distintas do planeta, os problemas derivados da acção humana, como a poluição, a

urbanização, os acidentes e impactos de carácter Geológico e suas consequências humanas e económicas, devem presidir à definição dos currículos.

Neste novo paradigma das “ciências para todos” é também importante que se proporcionem aos cidadãos, ao longo de toda a sua vida, situações de contacto com a ciência, em particular com as ciências da Terra, motivadoras e que permitam o acesso à compreensão de conceitos e à construção de conhecimentos.

#### 1.4) DEFINIÇÃO DO PROJECTO DE TRABALHO

Se os objectos de estudo das ciências se encontram fora, na sua maioria, da sala de aula como não sair? (Pedrinaci, 1998). As ciências e a actividade dos cientistas destaca-se de outras pelo contacto com a realidade, a interpretação de fenómenos e acontecimentos faz parte do processo de elaboração e reorganização do conhecimento. Assim, a ligação ao meio e à realidade que nos rodeia constitui um dos aspectos mais importantes para a aprendizagem das ciências.

A necessidade de realizar actividades fora do espaço aula é assumida por todos os professores de ciências (Prieto & Villasán, 1998). E existem muitas formas de “sair da escola”: visitas a museus de ciência, a jardins zoológicos, a centrais hidroeléctricas, a locais de interesses geológico, a fábricas, a estações de tratamento de resíduos, etc.

Todas as situações até aqui abordadas, o défice de literacia científica, a falência do ensino formal, o papel esquecido da Geologia face a outras ciências e a necessidade de “sair” motivaram o estudo a desenvolver. Tendo a consciência de que perante estas realidades não bastam discursos, com este projecto pretendeu-se fundamentalmente agir.

Tendo em atenção esta multiplicidade de fenómenos emergentes na nossa sociedade, propomo-nos elaborar uma sequência de actividades que julgamos importantes para a compreensão das Geociências em geral e alguns aspectos da Geologia, em particular do Porto.

A pesquisa realizar-se-á num espaço dos Jardins do Palácio de Cristal no âmbito de um protocolo de colaboração entre Câmara Municipal do Porto e o Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. A “Oficina Pedagógica de Geologia” nasceu em Outubro de 2000, dando continuidade a um projecto semelhante, o “Micro-Mundo Vivo”, este do âmbito da divulgação da

Biologia. Dando seguimento às actividades até aqui desenvolvidas nestes espaços, surgiu a proposta de desenvolver um projecto de investigação no âmbito do curso de Mestrado em Geologia para o Ensino, tendo como finalidade a divulgação científica ao nível da Geologia.

Pretende-se trazer para este espaço uma parcela da realidade exterior e *comunicar* permanentemente com ela. O objectivo fundamental é fornecer ao visitante condições para que elabore os seus próprios significados e se implique activamente na aprendizagem. A existência de montagens/materiais que o visitante pode manipular directamente e a explicação dos monitores permite uma interacção que facilita a compreensão dos conceitos/princípios que estão na base do conhecimento científico e a sua evolução. O encargo de revelar a “ciência ao público”, tornando-a acessível a um número cada vez maior de pessoas, de sensibilizar para a protecção do ambiente natural, de promover a construção de uma ética ambiental e de desenvolver saberes, reveste de enorme importância e interesse este projecto.

As aprendizagens que os visitantes podem efectuar num espaço não-formal são muito diferentes das que ocorrem em sala de aula (espaço formal). A aprendizagem desenvolve-se de acordo com a vontade dos indivíduos. A natureza da experiência vivida pelo visitante é essencialmente não verbal e episódica, contrariamente à experiência escolar, continuada no tempo e baseada no texto escrito (Gil & Lourenço, 1999). Este espaço é, por essa razão, palco de um processo de “descoberta” espontânea e individualizada, em que o visitante não sente o “peso” dos conceitos/conteúdos que vivencia (ou vivenciou) no contexto formal de aprendizagem – a escola.

Nesta época em que a comunicação social tem vindo a revelar estudos que apontam para o analfabetismo científico do nosso país, é de enorme relevância o trabalho que se desenvolve diariamente, nas sucessivas sessões na Oficina.

### **1.4.1) Questões – problema**

De acordo com a problemática anteriormente delimitada foram definidas as seguintes questões-problema fundamentais:

- ☉ Poderá uma sessão da Oficina de Geologia motivar o interesse e a curiosidade dos visitantes pela temática?
  
- ☉ De que modo a construção de materiais e a sua implementação, numa perspectiva de “ciência para todos”, contribui para a formação da investigadora?

### **1.4.2) Ideias/Situação de partida**

O ponto de partida para este trabalho assenta em dois temas principais: a necessidade de aproximar as Ciências da Terra do “lugar” das outras ciências, revelando a sua importância na sociedade actual; desenvolver materiais e uma estratégia integradora das actividades baseada na perspectiva CTS de educação em ciência.

Destacam-se as ideias de que partimos para iniciar este projecto, nos dois domínios mencionados:

- O contributo das Ciências da Terra na construção da ética ambiental: a gestão dos recursos, os problemas derivados da acção humana, os acidentes e fenómenos de carácter Geológico e suas consequências humanas e económicas.
  
- O potencial das Ciências da Terra como uma autêntica visão integrada da construção e da História da Ciência.

- O conhecimento científico específico das Ciências da Terra favorece a compreensão e interpretação da natureza e dos fenómenos que ocorrem na Terra.
- A contribuição particular das Ciências da Terra para o desenvolvimento de competências cognitivas, como a visualização espacial, a perspectiva de tempo, a construção de *métodos científicos*.
- A perspectiva CTS fomenta a discussão à volta de propostas de (re)solução de questões-problema.
- A perspectiva CTS valoriza as implicações do desenvolvimento da ciência e da tecnologia numa ética para os valores.
- No modelo CTS, a selecção da informação científica, técnica ou outra, baseia-se na sua aplicação em problemáticas da sociedade, promovendo a mobilização dos conhecimentos científicos.
- A perspectiva CTS recorre a estratégias diversificadas – simulações, dilemas, trabalhos de projecto, trabalhos práticos – para provocar discussão, fomentar a motivação e o interesse sobre assuntos de incidência social; promovendo simultaneamente o desenvolvimento de competências de tomada de decisão e espírito crítico para o exercício pleno da cidadania.

#### 1.4.3) Objectivos do estudo

Admitindo as perspectivas educacionais construtivista e de CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade), em que a resolução de situações-problema permite o desenvolvimento de competências no sentido de melhorar os níveis de literacia da população, é intenção deste estudo fomentar o *gosto* pela Geologia, através da

construção de materiais, actividades e estratégias a serem desenvolvidas na Oficina Pedagógica de Geologia.

Partindo das questões-problema apresentadas, definiram-se os seguintes objectivos gerais para este trabalho:

- ☉ Elaborar materiais e actividades, à luz de um modelo construtivista e de uma perspectiva CTS do ensino em ciências, susceptíveis de contribuir para o desenvolvimento de competências e saberes no campo da Geologia.
- ☉ Despertar a curiosidade e o interesse dos visitantes para assuntos relacionados com a Ciência, particularmente com as Geociências.
- ☉ Desenvolver um espaço de aproximação entre a ciência e o cidadão, num contexto não-formal e fomentar o interesse por espaços idênticos.
- ☉ Reflectir acerca do contributo que este trabalho teve no processo de formação da investigadora.

#### **1.4.4. Organização do estudo**

O plano de investigação desenvolveu-se em quatro etapas, que a seguir se enumeram:

**Etapa I** – Leitura, análise e reflexão sobre: literacia, perspectivas da Educação em Ciências e definição de diferentes contextos de ensino-aprendizagem.

**Etapa II** – Construção e respectiva validação dos materiais didácticos produzidos e do instrumento para a recolha de dados.

**Etapa III** – Realização da sessão para os monitores e análise dos resultados obtidos nos questionários.

**Etapa IV** – Análise das implicações da realização do projecto para a população visitante e para a investigadora.

## CAPÍTULO 2

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

*Para ser um indivíduo autónomo e um cidadão participativo numa sociedade altamente tecnicizada é preciso ser técnica e cientificamente alfabetizado.*

*Gerard Fourez*

#### 2.1) INTRODUÇÃO

Neste capítulo faz-se uma revisão da bibliografia a que se teve oportunidade de aceder, de acordo com a natureza do projecto de investigação e com os objectivos inicialmente propostos. Visa, em primeiro lugar, enquadrar o conceito de literacia científica no contexto educativo actual, no âmbito da ciência para todos. O desfasamento notório entre as aprendizagens escolares e as necessidades individuais dos cidadãos fez emergir novas perspectivas no Ensino das Ciências, das quais se destaca a educação CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade). Esta perspectiva educativa pretende envolver os indivíduos activamente na resolução de problemas sociais e ambientais.

Pela dificuldade em encontrar um modelo semelhante ao desenvolvido neste projecto: Oficina Pedagógica, optou-se por fazer uma aproximação aos *novos* centros de ciência, passando ainda pela definição do contexto em que se desenvolveu, espaço não-formal/informal. Assim, é também apresentada uma revisão bibliográfica neste âmbito, que deve ser considerada como uma tentativa de comparação com as aprendizagens realizadas em contextos que, de alguma forma se podem assemelhar ao deste estudo.

Na sociedade moderna, nomeadamente do tipo ocidental, vários processos deliberativos na esfera político-administrativa aproximam cada vez mais a ciência e a tecnologia do cidadão. Este, é confrontado com decisões que requerem níveis crescentes de cultura científica. A construção e desenvolvimento destas recentes relações entre a ciência e o público passam por novas formas de participação informada em debates, decisões locais e nacionais, bem como no controlo dos limites da própria ciência e suas aplicações.

Neste contexto, a Educação em Ciência tem, nos próximos anos, de responder a um enorme conjunto de exigências: favorecer o desenvolvimento sustentável, apoiar o progresso científico e tecnológico, proporcionar, a um maior número de pessoas, o desenvolvimento das competências necessárias para uma *cultura em mudança*. As reformas do ensino, em particular no ensino da ciência, têm resultado muitas vezes em insucessos; porque a escola, a investigação em educação, a ciência, a tecnologia e sociedade não funcionam com o mesmo ritmo temporal.

A alfabetização científica, a ciência para todos e a aprendizagem ao longo da vida, constituem, actualmente, as orientações mais importantes no Ensino das Ciências, particularmente no Ensino das Ciências Experimentais. A discussão acerca da introdução desta *inovação* na reforma curricular tem sido ampla e, importa salientar, que tem de envolver, antes dos alunos, a formação de professores e de formadores de professores, as instituições científicas e tecnológicas, de modo a estabelecer as parcerias locais para o pleno desenvolvimento desta perspectiva de ensino.

*O que é verdadeiramente importante para a compreensão da Ciência é a aprendizagem que cada indivíduo for conseguindo construir ao longo da sua vida. Para isso contribuirão todas as situações de ensino formal, não formal e informal com que se vier a confrontar* (Martins, 1999).

Os espaços e contextos não formais têm sido objecto de vários estudos (Maarschalk (1988), Dib (1987, 1992, 1994, 1997)); uma vez que é sentida por toda a população directa ou indirectamente envolvida nos processos de ensino-aprendizagem ditos formais, uma reduzida adequação destes às reais necessidades individuais e sociais. Há uma vantagem inegável quanto à aprendizagem realizada em contexto não formal: desenvolve-se de acordo com a vontade dos indivíduos. Esta, aliada à não formalização de avaliação posterior podem ser “armas” importantíssimas para o combate ao insucesso escolar (formal) instalado.

Os museus de ciência podem constituir-se como um dos potenciais espaços informais de aprendizagem, em que esta apresenta características muito particulares. É um processo espontâneo, individualizado, que não pode ser imposto ao visitante e onde cada um traz uma bagagem de conhecimentos, experiências e interesses muito diferentes. Este tipo de centros constitui, portanto, uma das fontes de aprendizagem informal.

## 2.2) ALFABETIZAÇÃO / LITERACIA CIENTÍFICA

*A alfabetização não é um fim em si mesmo, mas um direito fundamental de todo o ser humano.*

UNESCO

### 2.2.1) Evolução do conceito de alfabetização/literacia científica

Os índices de alfabetização das populações têm sido desde sempre uma das principais preocupações mundiais. O ano de 1990, declarado pela ONU como o Ano Internacional da Alfabetização, é disso revelador. Diversos acontecimentos ocorridos nesse ano acentuaram a ideia de que os programas de alfabetização deverão ser concebidos e desenvolvidos de forma inovadora, de modo a alcançar progressos significativos nas décadas seguintes.

Este conceito aqui desenvolvido “alfabetização” tem que ser entendido como um conceito *móvel*, isto é, aquilo que é julgado suficiente para definir uma pessoa como alfabetizada depende da época e do contexto em que o indivíduo vive (Martins, 1999).

Em termos terminológicos, alfabetização, usado na cultura francesa significa a simples aprendizagem do alfabeto, pode também significar a aprendizagem realizada durante a instrução primária, em Portugal. Pode também definir-se como a capacidade de compreender um texto escrito e de, através da escrita, exprimir emoções e pensamentos. A alfabetização constitui-se, portanto, como um dos objectivos basilares do ensino. Sem a escrita, que é um veículo cultural privilegiado, nem o indivíduo se pode desenvolver da mesma forma, nem teria sido possível atingir o nível de civilização actual.

A alfabetização é um meio de promoção económica e social e, ao mesmo tempo, de formação integral dos indivíduos, ao permitir uma melhor consciencialização da realidade material, cultural e política em que se encontram inseridos. O termo analfabeto tem, na nossa sociedade uma conotação negativa, tendo sido substituído gradualmente pelo termo “iletrismo”, com o significado de “alguém parcialmente incapaz de ler e escrever”. Em árabe, ser alfabetizado é ser não-analfabeto. Daí que, nos dias de hoje, sejam feitas cada vez mais tentativas de eliminar o analfabetismo que assola, principalmente, os países subdesenvolvidos.

A invenção da escrita permitiu o registo da informação de uma forma menos precária que a memória e a transmissão oral. Assim, uma geração passou a poder contar com os ensinamentos e as descobertas das gerações anteriores. Apesar disso, durante muito tempo foram poucos os que tiveram acesso à instrução. No período medieval, por exemplo, ela era praticamente circunscrita aqueles que aspiravam à carreira eclesiástica. Todavia, as alterações económicas e sócio-culturais no período moderno, bem como a amplificação e intensificação das relações mercantis, a multiplicação de cargos públicos e o movimento humanista, levaram à valorização crescente da capacidade de ler e escrever. A ascensão social de certas camadas populares apoiou-se na promoção cultural permitida pela instrução, que lhes dava acesso a postos na administração. A aprendizagem da leitura e da escrita deixou de se fazer apenas nos meios eclesiásticos, passando a estar presente também em casas nobres e burguesas. Mais tarde, a alfabetização foi-se alargando à generalidade da população, mais depressa e eficazmente nos países protestantes do que nos países católicos (porque as doutrinas protestantes consideravam a leitura da Bíblia pelo crente uma prática importante).

Em Portugal o esforço de instrução popular, à parte algumas iniciativas ao longo do século XIX, da responsabilidade tanto do Estado como de particulares, acentuou-se durante o século XX. Sobretudo após a implantação da República as campanhas contra o analfabetismo e a favor da instrução elementar foram encaradas como tarefas importantes do Estado, que com esses objectivos se dispôs a tomar diversas medidas, entre elas a extensão progressiva da rede escolar e o estabelecimento de um nível de escolaridade mínima obrigatória.

Desde a década de 50 têm sido propostas várias definições para alfabetismo (Wagner, 1998 cit. em Martins, 1999), em todas se destaca a preocupação de evitar a dicotomia: alfabeto / analfabeto. Emerge a noção de “*alfabetismo funcional*”. Esta noção procura designar uma certa adaptabilidade a um dado contexto cultural. No entanto, também esta tentativa de definição do conceito se pode tornar ambígua, aquilo que é necessário saber para *funcionar* numa dada sociedade é diferente noutra; por outro lado é difícil considerar a existência de competências de alfabetismo que sejam *não funcionais*.

A posição de Wagner parece reunir maior consenso uma vez que o conceito de alfabetismo é tido como um fenómeno cultural que só se compreende e se define

adequadamente dentro da cultura, da língua e da época na qual existe. Assim, não poderá haver uma definição única e permanente.

Qualquer que seja a definição de alfabetismo considerada, em qualquer sociedade é entendida como *um direito fundamental* que permitirá o pleno acesso ao poder, ao exercício da democracia, à tomada consciente de decisões e à inserção social. O nível de alfabetização de um país é um dos indicadores do seu estado de desenvolvimento.

Com o objectivo de estabelecer alguma diferenciação nas competências apresentadas pelos indivíduos, as Nações Unidas estabeleceram de forma operacional em 1989, quatro níveis de alfabetismo (Statistics Canada, 1990 cit. em Martins, 1999):

*analfabeto (non literate)*: se não pode ler um texto e compreender o seu significado, se não consegue escrever um pequeno texto numa língua nacional importante, se não pode reconhecer as palavras em cartazes e documentos em contextos quotidianos e se não pode desempenhar determinadas tarefas específicas como assinar e reconhecer o significado dos caracteres de sinalização pública;

*alfabeto de baixo nível (low literate)*: se não pode ler um texto e compreender o seu significado, escrever um pequeno texto numa língua nacional importante, mas pode reconhecer palavras em cartazes e documentos de contextos quotidianos, e pode desempenhar tarefas específicas como assinar e reconhecer o significado de caracteres usados na sinalização pública;

*alfabeto médio (moderate literate)*: se pode com alguma dificuldade, ler um texto e compreender o seu significado e escrever um pequeno texto numa língua nacional importante;

*alfabeto avançado (high literate)*: se pode ler um texto sem dificuldade, compreende o que lê e escreve um texto pequeno numa língua nacional importante.

Ao conceito de alfabetização outros podem ser acrescentados, no sentido de indicar um conhecimento geral de um dado tema, a que toda a população tenha acesso, por direito. Muitos têm sido os argumentos a favor da importância do conhecimento sobre a ciência e a actividade científica para todos os cidadãos. É hoje generalizada a ideia que a ciência deve constituir um assunto obrigatório nos currículos do ensino

obrigatório, no entanto é bastante variável aquilo que se pensa que deve ser ensinado, quer em extensão quer em profundidade, assim como as metodologias e estratégias mais adequadas.

Emergiram então, termos que designam esta *nova alfabetização*: literacia científica (culturas anglo-saxónicas), alfabetização científica (culturas francófonas) e cultura científica (designação adoptada pela UNESCO).

De acordo com Miller (cit. em Ávila, 2000), o conceito de *literacia científica* tem origem no conceito mais abrangente de literacia. Segundo afirma, enquanto a literacia se reporta, genericamente, à capacidade de ler e escrever, a literacia científica pode ser definida como *a capacidade de ler e escrever sobre ciência e a tecnologia*.

As origens da literacia científica podem remontar à introdução da ciência moderna na civilização ocidental pelo ano de 1500. Hurd (1998) descreve a evolução da literacia científica ao longo do tempo, salientando-se os seguintes acontecimentos:

- ◇ Francis Bacon, em 1620 referiu: *“The ideal of human service is the ultimate goal of scientific effort, to the end of equipping the intellect for a better and more perfect use of human reason”*, acrescentou ainda que o assunto seleccionado para atingir este objectivo deveria ser o que contribuísse para o bem-estar do Homem.
- ◇ Em 1798, Thomas Jefferson, vice presidente dos Estados Unidos da América reconheceu que o ensino de ciência prática nas escolas era pouco desenvolvido, em qualquer grau de ensino, tendo afirmado que *a ciência é a chave para os tesouros da natureza... as mãos devem ser treinadas para a usar com sabedoria”*.
- ◇ Wilkinson (1847), membro da Real Faculdade de Cirurgiões de Londres, reconhece numa conferência intitulada “Ciência para Todos”, que os objectivos pelos quais os cientistas produzem conhecimento e os objectivos dos que procuram aplicar esse conhecimento não são os mesmos. Acrescentou ainda, que os cientistas vêem o conhecimento como posse privada sem conexão com as necessidades do público. Wilkinson reconheceu que esta abordagem exclui 99% da população dos possíveis benefícios das descobertas científicas. Consequentemente a maioria dos estudantes tem uma fraca compreensão dos factos científicos e esquece-os posteriormente. Esta forma de ensinar ciência promove a ignorância em vez da compreensão dos fenómenos científicos e da sua utilidade.

- ◇ Herbert Spencer, filósofo britânico, procurou solução para a questão “Que conhecimento tem maior valor?” tendo reconhecido que, o que quer que seja seleccionado para ensinar deveria ter “ponte em qualquer parte da vida”. Este autor constatou que os assuntos leccionados nos cursos de ciências nessa altura eram uma colecção de “factos mortos”, sem qualquer relação com o esforço de desenvolvimento do bem-estar humano. Spencer notou também que a maioria dos processos da indústria, da vida e do desenvolvimento social dependiam da ciência. Era precisamente este reconhecimento que não estava patente nas aulas de ciências.
- ◇ Na década de 30, do século XX, a questão da educação científica para os jovens foi novamente levantada. Em 1932 a Progressive Education Association designou um comité para investigar “as necessidades dos jovens na sociedade democrática Americana”. Após 6 anos de estudos e debates o comité propôs objectivos para o ensino das ciências em termos do impacto da ciência no progresso social, padrões culturais e vida individual. Foi proposto um currículo baseado em aspectos básicos da vida: 1) vivência individual; 2) relações pessoal-social; 3) relações social-cívicas e 4) relações económicas (Report of the Committee on the Function of Science in General Education, 1937, p.27 cit. em Hurd, 1998).

No final dos anos 60, tornaram-se evidentes algumas falhas da reforma curricular do pós II Guerra Mundial em atingir os objectivos da educação científica. Nomeadamente ao não tornar a ciência em motivo de interesse para a generalidade dos alunos, afastando-os de profissões de base científica (DeBoer, 1991 cit. em Canavarro, 1999), determinando o surgimento de um novo conceito de *scientific literacy* - aptidão para lidar com a ciência.

Embora tenham decorrido cerca de 350 anos desde que foi pela primeira vez proposto que a educação em ciências deveria incidir sobre as contribuições que a ciência faz na vida pública e para o bem comum, o currículo ideal ainda não surgiu.

Em 1959, um comité nacional designado por Eisenhower tinha como meta investigar de que forma a utilização do conhecimento científico e técnico servia ao desenvolvimento social e cultural. Embora não tivesse utilizado a expressão “cientificamente alfabetizado”, esta comissão reconheceu a necessidade de “um cidadão

em democracia entender ciência para uma participação inteligente em muitas decisões nacionais” (President’s Science Advisory Committee, 1959 cit. em Hurd, 1998).

Durante os anos 50 e 60 os programas de ciência foram sendo reestruturados, mas sempre organizados como um corpo de disciplinas orientadas para uma carreira, em vez de focalizar a utilização do conhecimento científico para o benefício individual, o bem comum ou o progresso social – *ciência para todos*.

Uma interpretação válida de literacia científica tem que ser consistente com a imagem de ciência prevalecente e com as mudanças revolucionárias que têm lugar na nossa sociedade (Hurd, 1998).

O progresso científico e tecnológico ocorrido durante o século XX, especialmente na sociedade ocidental levou à necessidade evidente que o cidadão comum carece de possuir algum conhecimento nessas áreas de modo a desenvolver atitudes participativas e críticas na sociedade, nomeadamente na tomada de posições relativamente a decisões políticas.

Após uma reflexão sobre este conceito que emergiu e se tem vindo a desenvolver de acordo com as concepções de ciência e técnica vigentes, Shen (1975, cit. em Canavarro, 1999) distingue alguns tipos de literacia científica nos adultos:

literacia científica prática, que ajuda o indivíduo a viver melhor no seu mundo, em última análise a sobreviver (os antibióticos combatem doenças causadas por bactérias; os computadores funcionam segundo instruções programadas);

literacia científica cívica, que lhe possibilita debater na sociedade questões relacionadas com a ciência (saúde pública, produção de energia, protecção ambiental);

literacia científica cultural, entendida como o reconhecimento pela ciência *per se*, pelos efeitos da ciência e ligada a um saber escolástico de conteúdos e processos científicos (estrutura helicoidal do DNA, a Tabela Periódica dos Elementos Químicos).

A população em geral estará mais apta a desenvolver e mostrar uma literacia científica prática e, em certa medida cívica. No entanto, a importância de um dado tipo de literacia científica está dependente do nível sócio-económico de uma sociedade. Segundo Lewenstein (1996, cit. em Martins, 1999), a dimensão prática deve ser a prioridade dos países em desenvolvimento, confrontados com problemas de nutrição,

escassez de água potável e outros. A dimensão cívica assume relevância em campanhas e programas de educação do público em geral. A dimensão cultural aparece mais destacada em países desenvolvidos.

Para Canavarro (1999), a *literacia científica* é a “aptidão para lidar com a ciência”. Este autor considera que tal aptidão englobará três dimensões: compreensão da abordagem científica das questões; compreensão dos conceitos básicos da ciência e compreensão de questões de política científica.

A terminologia - *Cultura Científica* - designa a capacidade de perceber e lidar com a ciência e as suas aplicações nos vários contextos em que a ciência se torna relevante para o cidadão. Consideram-se particularmente, os contextos de divulgação científica pelos cientistas, de comunicação da ciência pelos *media*, e dos processos de decisão política de base científica (Gonçalves, 1998).

### 2.2.2) Importância da literacia científica na sociedade

A compreensão da ciência pelo público é um assunto de grande relevância na época em que vivemos. Os múltiplos problemas ambientais, a escassez de água potável, os custos das descobertas espaciais suscitam na opinião pública um amplo conjunto de questões e levam a um *novo* interesse de participação.

Recentemente temos assistido, quer no nosso país, quer em outros países, a uma série de debates relacionados com assuntos e problemáticas que se podem considerar simultaneamente do domínio científico e da vida quotidiana. São disto exemplos os casos da BSE, a co-incineração, a introdução no mercado de organismos geneticamente modificados, entre outros. Estes assuntos têm gerado grande controvérsia, tendo-se mesmo assistido a confrontos entre a população e o poder político e científico. No entanto, a própria comunidade científica tem revelado pouca coesão, relativamente a estes assuntos. Ou seja, estas controvérsias de base científica mostram ao público em geral que os cientistas não falam a uma só voz (Ávila, 2000).

A ciência, outrora do domínio privado de um grupo de indivíduos, e apresentada como sendo portadora de verdades absolutas, inquestionáveis e definitivas, é hoje revelada como um conjunto de incertezas, dúvidas e polémicas. É natural que *esta ciência* leve as pessoas (não cientistas) a interrogarem-se sobre os motivos da controvérsia e as razões pelas quais a ciência não é, afinal, una. “As razões e motivos a

que o público recorre para tentar explicar a não unicidade das vozes da ciência parecem-nos ser um dos componentes que no mundo actual maior significado podem ter na compreensão das representações e crenças que este tem da ciência.”(Ávila, 2000).

Esta mudança da *face* da ciência deveu-se a acontecimentos importantes que afectaram o contexto social do mundo ocidental e a própria natureza da ciência. Aikenhead, em 1994 (cit. em Canavarro, 1999) destaca três acontecimentos:

- a *Contra-Reforma* que promove a institucionalização da ciência;
- a Revolução Industrial que precipita a profissionalização da ciência;
- a Segunda Guerra Mundial que molda a socialização da ciência.

No século XVII, a ciência é institucionalizada e reconhecida pelo poder com a criação da *Royal Society*, na Grã-Bretanha e da *Académie de Science*, em França. Na época marcada pela *Contra-Reforma*, com grande instabilidade social e política, alguns cientistas foram alvo de condenações pesadas e mesmo morte. O restabelecimento da ordem política e a expansão ultramarina deu lugar ao aperfeiçoamento sócio-intelectual das sociedades, facto que levou à criação daquelas instituições. A ciência era baseada na observação e racionalidade, virada para a explicação da natureza, comprometendo-se a não entrar em domínios como a religião ou a política.

A profissionalização da ciência resulta do poder adquirido pelos cientistas, ao longo dos séculos XVII e XVIII. A Revolução Industrial deu um novo poder aos cientistas e permitiu a institucionalização da tecnologia. Esta, redimensionou as fronteiras da ciência e conduziu os cientistas a repensarem a sua missão na sociedade. É, precisamente nesta conjectura social que o ensino aceita a ciência e a tecnologia como parte integrante dos currículos.

No século XX, a partir da Segunda Guerra Mundial, a ciência e a tecnologia transformaram-se num enorme empreendimento socio-económico (Canavarro, 1999). Eventos como a construção e o lançamento da bomba atómica, o lançamento do Sputnik e a chegada de Neil Armstrong à Lua, revelou à sociedade o poder da ciência e da tecnologia e das respectivas implicações.

A ciência e a tecnologia têm, nos nossos dias, um enorme impacto na vida quotidiana. São duas componentes determinantes da sociedade, do seu progresso, da sua economia, da sua cultura e da sua sobrevivência. Neste contexto, pode afirmar-se que a *alfabetização científica e técnica* tem como fim último a compreensão do mundo.

Gillet (1994, cit. em Santos, 1999) define quatro fins a atingir para compreender o mundo: um fim humanista, um fim prático, um fim económico e um fim

social. Os dois primeiros de natureza individual, o terceiro de natureza social ou de natureza individual (quando, por exemplo, visa o emprego) e o quarto, assumidamente social, dada a sua natureza cívica e política.

*O fim humanista* é a base dos outros três e baseia-se na premissa de que "para que a vida tenha sentido é preciso vê-la no seu contexto" (Gillet, 1994 cit. em Santos, 1999), e de que a ciência pode proporcionar esse contexto contribuindo, para o desenvolvimento da pessoa, da sua autonomia, da sua faculdade de comunicar com os outros e de viabilização das suas potencialidades. *Os fins prático, económico e social* baseiam-se na premissa de que há conhecimentos e competências científicas e tecnológicas que, respectivamente:

- facilitam a autonomia de cada um nas escolhas e na tomada de decisões na vida quotidiana, sem ficar na dependência cega dos comerciantes, dos especialistas e da publicidade;
- permitem às pessoas tornarem-se "participantes críticos e judiciosos do funcionamento económico da sociedade";
- estimulam a que o número de cidadãos que contribuem para a regulação democrática da vida da sociedade seja cada vez em maior número.

Para Santos (1999), são sintomas de "analfabetismo" científico-tecnológico, mais do que um "deficit" de conhecimentos tecnocientíficos, não saber como utilizar os seus conhecimentos para negociar, argumentar e actuar em situações concretas, ter excesso de confiança na tecnociência e excesso de desconfiança no seu próprio potencial de compreensão das ciências e das técnicas. Ao contrário, ser cientificamente alfabetizado implica ser capaz de discutir alguns resultados das investigações científicas e as suas possíveis implicações, de modo a poder compreender a sóciotecnologia de um modo crítico - *consciência tecnológica*.

A real participação dos cidadãos nas decisões passa por um conhecimento de base científica. Não se trata de preparar todos os cidadãos para carreiras científicas, nem todos têm que ser especialistas em geologia, física ou química, importa que todos tenham acesso aos conceitos, princípios e leis dessas áreas disciplinares. A educação em ciência coloca-se, agora, como parte integrante da formação geral dos cidadãos.

Canavarro (1999) refere, a este respeito, que a educação científica deve adaptar-se às exigências da sociedade, permitir aos indivíduos pensar e agir de forma

independente. Deve apresentar ideias novas e treinar competências de investigação como forma a permitir-lhes a auto-regulação das aprendizagens, a satisfação pessoal e a responsabilização social.

A literacia científica proporcionará aos indivíduos uma sensação de auto-confiança, satisfação pessoal e de bem-estar, uma vez que as questões hoje colocadas exigem informação e conhecimentos científicos. O grande debate público, que os *media* muito facilitam e mesmo promovem, geram nos cidadãos o interesse pelos assuntos científicos e tecnológicos. Uma sociedade mais *apta a lidar com a ciência e a tecnologia*, será uma sociedade mais participante nas suas decisões, mais consciente dos riscos que delas decorrem, mas, principalmente, mais crítica e criativa.

### 2.2.3) Literacia Científica em Portugal

A importância atribuída actualmente à literacia científica das sociedades está bem patente no número de publicações, estudos de investigação e programas específicos que os responsáveis governamentais têm favorecido.

Em Portugal esta preocupação tem sido demonstrada, mais objectivamente, desde 1996, ano em que se iniciou o Programa Ciência Viva, do Ministério da Ciência e Tecnologia. Este programa elegeu como princípios orientadores a importância da escola e do ensino experimental das ciências na formação da cultura científica e tecnológica. Em 1999, foi criada a Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica – Ciência Viva, que alargou os princípios já definidos a outros contextos de aprendizagem e a outros públicos. Assim, este programa organizou-se em torno de três eixos de acção:

- 1) um programa - Ciência Viva na Escola - de apoio ao ensino experimental das ciências e à promoção da cultura científica nas escolas;
- 2) uma rede nacional de Centros Ciência Viva, concebidos como espaços interactivos de divulgação científica para a população em geral, mas também como plataformas de desenvolvimento regional - científico, cultural, económico, através do envolvimento dos actores regionais activos nestas áreas;
- 3) a organização de campanhas nacionais de divulgação científica, estimulando o associativismo científico e proporcionando à população oportunidades de observação de índole científica e de contacto directo e pessoal com

especialistas e instituições científicas de diferentes áreas do saber. (Política científica e a promoção da cultura científica dos portugueses - PC e PCCP -, 1996-2000)

Também a Assembleia da República definiu, nas Grandes Opções do Plano para 2000 estratégias “*de médio prazo para o desenvolvimento da sociedade*”, nomeadamente o Art. 3º b) e c) que envolviam preocupações quanto à cultura e reforço da cidadania.

O Ministério da Ciência e Tecnologia criou também o Programa Operacional de Ciência, Tecnologia e Inovação: para uma Sociedade do Conhecimento e da Informação 2000-2006, que tem como orientação estratégica de médio prazo a recuperação do atraso científico do nosso país, aproximando-o da média dos países da EU. A medida 4, deste programa visa, precisamente, “Promover a cultura científica e tecnológica”. Neste ponto são referidas linhas de orientação, das quais se podem destacar (pela aproximação com o projecto a desenvolver):

- Lançar uma rede de centros de recursos para a aprendizagem experimental das ciências e das tecnologias, regionalmente distribuída, articulada com a rede de Centros Ciência Viva;
- Promover um programa nacional de apoio às condições de aprendizagem experimental obrigatória das ciências no ensino básico.
- Promover a investigação sobre as condições de apropriação da cultura científica e tecnológica em Portugal e, especialmente, sobre as resistências à experimentação.

Demonstrada a importância dada à Cultura Científica em Portugal, importa saber *que cultura científica têm os portugueses*. Neste sentido foram realizados vários inquéritos, em 1990 e em 1992, sob a responsabilidade do Eurobarómetro; e em 1996/97 e em 1999/2000 sob a responsabilidade do OCT (Observatório das Ciências e das Tecnologias). Embora a aplicação destes inquéritos tenha sido interrompida na Europa, no nosso país o OCT manteve este instrumento porque “*considera que a realização regular de inquéritos à cultura científica continua a ser um importante instrumento de recolha de informação e de acompanhamento da evolução das questões*”

*da cultura científica em Portugal*” (Inquérito à cultura científica dos portugueses - ICCP, 2000).

Os inquéritos à opinião pública sobre ciência têm sido alvo de críticas nos últimos anos, quer no que se refere aos seus pressupostos, quer ao seu conteúdo. “Tem-se sublinhado que tendem a ignorar ou menosprezar a pluralidade e a complexidade, quer das ciências, quer dos públicos, quer dos contextos sociais, culturais, económicos ou políticos em que o público se encontra com a ciência” (Gonçalves, 1998).

Apesar dos argumentos contra estes inquéritos, estes constituem, neste momento, indicadores importantes quanto à literacia científica em Portugal. A análise que a seguir é apresentada não pretende, portanto, questionar o inquérito e o seu conteúdo, metodologia ou outros parâmetros, mas antes aceder aos resultados obtidos e situa-los no contexto Europeu. As informações aqui apresentadas têm origem na publicação realizada pelo OCT.

Em Portugal, os inquéritos realizados em 1990 e 1992 revelaram um défice de cultura científica, comparando com os outros países da Europa.

Os inquéritos realizados em 1996/1997 e 2000 abordavam três dimensões:

- a) as atitudes perante a ciência e a tecnologia;
- b) os hábitos de contacto com informação científica e tecnológica, através de instituições culturais, meios de comunicação e bibliografia específica;
- c) o grau de conhecimento científico, dos pontos de vista de conteúdos e de alguns processos metodológicos.

Relativamente à primeira dimensão, foram apresentadas questões acerca do interesse por matérias científicas, (como as descobertas científicas, invenções e novas tecnologias e recentes descobertas da medicina), em paralelo com outras matérias, como a actualidade política ou desporto, e também do quanto os indivíduos sentem que estão informados sobre as mesmas. Foram ainda colocadas questões que inquiriam a concordância ou aceitação dos valores da ciência e o reconhecimento da sua importância no quadro da vida actual. Incluiu ainda questões que testam o reconhecimento da cientificidade de áreas de conhecimento como a medicina, a astronomia, a astrologia, entre outras.

Na segunda dimensão foram focados os aspectos relacionados com os hábitos de frequência de instituições científicas e culturais, como museus de ciência e

tecnologia, jardins zoológicos ou aquários, entre outros; ou a leitura de revistas científicas ou tecnológicas, artigos sobre ciência e tecnologia em jornais, e por último, a visualização de programas sobre ciência e tecnologia na televisão.

A terceira dimensão contemplada no inquérito diz respeito ao conhecimento científico propriamente dito: foram abordadas questões sobre o conhecimento auto-estimado de temas relacionados com questões ambientais, como por exemplo as chuvas ácidas; o conhecimento concreto de verdades científicas, como por exemplo, «o centro da terra é muito quente»; «a terra gira em torno do sol»; «o oxigénio que respiramos provém das plantas», etc. Mas incluiu também questões que avaliam a compreensão dos métodos científicos, sejam os métodos teóricos ou os métodos experimentais, bem como a compreensão da noção de probabilidade.

Apresentadas as três abordagens para a avaliação da Cultura Científica dos Portugueses importa conhecer os resultados. Assim, no inquérito realizado em 1996/1997, há a salientar os seguintes aspectos:

- os temas que mais despertam os portugueses são a poluição do ambiente (21%) e actualidade desportiva (19%);
- a confiança e o reconhecimento da importância dos conhecimentos científicos em si mesmos ou na resolução de problemas dos portugueses aumentou para 32% dos inquiridos, não aumentou nem diminuiu para 51% e tem diminuído apenas para 3%;
- comparando o grau de cientificidade de algumas disciplinas, a medicina aparece como a *mais científica*;
- o número de portugueses que nos doze meses anteriores à realização do inquérito realizou uma visita a instituições de divulgação e difusão da cultura científica, no país ou no estrangeiro, é uma minoria. A percentagem que não fez nenhuma visita a este tipo de locais de cultura como jardins zoológicos ou aquários é de 67%, a bibliotecas públicas é de 77%, 88% a museus de arte, 89% a museus de história natural, museus de ciência e tecnologia (91%), uma exposição de carácter científico (92%), como o planetário (93%);

- das fontes de informação científica e tecnológica apresentadas no questionário, aquela que suscita níveis de interesse mais elevados é a televisão (24%), e, por outro lado a maioria dos inquiridos afirmam nunca ler artigos sobre ciência em jornais, e menos ainda em revistas científicas;
- quando as questões se prendem com o conhecimento científico propriamente dito, os portugueses revelam pouco conhecimento, sendo os assuntos das áreas ambientais e da saúde os que suscitam mais interesse;
- relativamente ao(s) método(s) científico(s) e a noção de probabilidade, os inquiridos revelaram não possuir o entendimento dessas noções face às questões problema apresentadas;
- uma primeira análise revela também que todos os indicadores de cultura científica e tecnológica melhoram à medida que aumenta a escolaridade dos indivíduos, no entanto, não se verificou qualquer variação de comportamentos em relação à localização geográfica;
- uma grande parte dos indivíduos têm a percepção que o conhecimento científico que possuem não foi adquirido na escola, mas através de meios de comunicação com TV, rádio, jornais e revistas.

Comparações realizadas com dados de outros países europeus, colocam Portugal ainda no fim da lista, tendo-se verificado um défice na literacia científica, com os resultados mais baixos em quase todos os indicadores. Relativamente ao conhecimento científico propriamente dito, a situação do nosso país apresenta-se como “sendo típica de sociedades duais e clivadas, marcadas por sistemas de ensino elitistas, sociedades nas quais coexistem grupos com baixos níveis de conhecimento científico e grupos com elevados níveis”.

No ICCP 1996/97 são apresentadas algumas tentativas de justificação para estes resultados, baseadas, essencialmente, a problemas de oportunidades. Assim, são referidos:

- i. *“em primeiro lugar a oportunidade de aprendizagem e socialização que a escola proporciona; neste quadro faz todo o sentido que se analisem e questionem as condições desta aprendizagem, uma vez que, no que diz respeito às aprendizagens científicas e tecnológicas de base no ensino obrigatório, Portugal se distingue por um défice quase total do ensino experimental das ciências e por uma reduzida afirmação do ensino tecnológico. Tal não pode deixar de estar relacionado com o défice de cultura científica dos portugueses;*
- ii. *“todavia, tal como é percebido pelas populações, outras instituições (nomeadamente científicas, como museus, organizações profissionais, entre outras) e os meios de comunicação (como a televisão, os jornais e a rádio) podem participar activamente na criação de outras oportunidades de aprendizagem que, além de divulgação de conhecimentos, estimulem a curiosidade e o interesse pela ciência, contribuindo para a difusão da cultura científica. Ora, no que respeita a estas oportunidades, regista-se a ausência de museus, revistas de divulgação, programas de televisão e rádio, entre outros, sejam eles destinados à população adulta ou à mais jovem” (ICCP 1996/97).*

Relativamente ao inquérito realizado no ano 2000, os dados recolhidos estão já disponíveis, em versão provisória, apesar da sua análise e conclusões não terem sido terminadas. A metodologia utilizada e as questões colocadas sofreram algumas alterações relativamente aos inquéritos anteriores. A amostra foi maior, sendo no entanto possível alguma comparação com os dados do inquérito de 1996/1997. Dos dados a que foi possível ter acesso destacam-se os seguintes:

- os temas em que se verificou um aumento de interesse pelos portugueses são: a actualidade cultural (17,6% manifestaram muito interesse, contrastando com 7,1% apresentados em 1996/97), as recentes descobertas da medicina (26,3% manifestaram muito interesse, em 1996/97 registou-se 10,2%), as novas tecnologias (22,1% manifestaram muito interesse, contrastando com os 9,8% apresentados em 1996/97) e as recentes descobertas científicas em geral (21,5% manifestaram muito interesse, contrastando com 8,5% apresentados em 1996/97);

- a população manifesta-se mais preocupada com problemas de saúde pública;
- o grau de a confiança na ciência aumentou (38,7% em 2000, 32% em 1996/97);
- a frequência com que os inquiridos lêem artigos (ou suplementos) sobre ciência e tecnologia em jornais aumentou, assim como a percentagem que visitou um museu sobre ciência e tecnologia (1 ou 2 vezes 12,5% em 2000 e 6,9% em 1996/97);
- os resultados das questões colocadas para avaliar o índice de conhecimento científico revelam que os portugueses mantêm sensivelmente o mesmo grau de conhecimento, assim como nas questões sobre o conhecimento científico concreto.

Um novo grupo de questões inserido no inquérito de 2000 pretendeu inquirir a opinião dos portugueses sobre o ensino das ciências nas escolas, tendo-se verificado que o factor considerado mais importante é *bons professores* (62,2%) e concomitantemente o factor mais deficiente é *bons professores* (39,9%).

Dado o trabalho a realizar se inserir no âmbito das Geociências, importa salientar algumas questões colocadas à população e aceder aos resultados:

QUESTÃO	RESULTADOS	
	2000	1996/97
<i>Graças ao progresso científico e tecnológico, os recursos naturais da Terra nunca de esgotarão (serão inesgotáveis)</i>	11,4% concordam totalmente 26,2% concordam em parte 23,8% discordam em parte 17,6% discordam totalmente 20,9% não sabe 0,1% não responde	12% concordam totalmente 21,1% concordam em parte 21% discordam em parte 15,7% discordam totalmente 29,2% não responde/NS
<i>A Terra gira à volta do Sol (V) ou o Sol à volta da Terra? Em quanto tempo?</i>	81,3% verdadeiro 11,7% falso 6,5% não sabe 0,5% não responde	83,6% verdadeiro 7,4% falso 9% não sabe
<i>O centro da Terra é muito quente</i>	70,5% verdadeiro 8,4% falso 20,7% não sabe 0,4% não responde	66,7% verdadeiro 6,2% falso 27,1% não sabe
<i>Os continentes sobre os quais vivemos deslocam-se há milhões de anos e continuarão a deslocar-se no futuro</i>	61,8% verdadeiro 12,6% falso 25,2% não sabe 0,4% não responde	52% verdadeiro 8,2% falso 39,8% não sabe
<i>Os primeiros seres humanos viveram na mesma época dos dinossauros</i>	20,6% verdadeiro 55,7% falso 23,3% não sabe 0,4% não responde	26,8% verdadeiro 28,9% falso 44,3% não sabe
<i>A Terra é tão antiga como o Universo</i>	44% verdadeiro 36,8% falso 19% não sabe 0,2% não responde	36,3% verdadeiro 33,4% falso 30,3% não sabe

QUESTÃO	RESULTADOS	
	2000	1996/97
<i>A vida na Terra existe apenas há mil anos</i>	7,8% verdadeiro 84,4% falso 7,2% não sabe 0,6% não responde	7,8% verdadeiro 70,8% falso 21,4% não sabe _____
<i>Apenas algumas estrelas existentes no universo pertencem ao Sistema Solar</i>	41,1% verdadeiro 31,4% falso 26,8% não sabe 0,7% não responde	16,7% verdadeiro 34,1% falso 49,2% não sabe _____

Assim, com base na análise de resultados destes inquéritos o estado actual da cultura científica dos portugueses pode ser explicado pelas condições da sua aprendizagem, bem como pela escassez de outras oportunidades de contacto com o mundo da ciência e da tecnologia (ICCP 1996/97).

Em 2001, resultados do Terceiro Estudo Internacional de Matemática e Ciências (TIMSS), considerado internacionalmente como um estudo de grande relevância no quadro das avaliações dos resultados dos sistemas educativos, coloca Portugal num lugar bastante desfavorável. Este estudo, que envolveu 6754 alunos dos 7º e 8º anos de 143 escolas, pretendeu avaliar o desempenho dos alunos em Matemática e Ciências, face aos currículos propostos e implementados nestas disciplinas. Este estudo indica também que os resultados obtidos em cada país se correlacionam fortemente com o meio sócio cultural (determinado a partir das habilitações dos pais, do número de livros existentes em casa, etc). Na apresentação do TIMSS, o Instituto de Inovação Educacional ([www.iie.min-edu.pt/proj/timss/index.htm](http://www.iie.min-edu.pt/proj/timss/index.htm) em 30-09-01) lança ainda algumas questões relativamente à aprendizagem das Ciências nas nossas escolas: a) os manuais escolares incidem fundamentalmente sobre conteúdos de Ciências da Vida e de Ciências Físicas, em detrimento de Ciências da Terra; b) vinte e cinco tópicos são introduzidos pelo menos três anos antes da média internacional, o que coloca Portugal entre os três países que mais precocemente iniciam o estudo de conteúdos de ciências; c) em Portugal os tópicos de Ciências são abordados durante mais tempo (2,1 anos) que a média europeia. Este estudo levanta ainda outros problemas, particularmente relacionados com os contextos em que as aprendizagens decorrem.

### 2.3) O ENSINO DAS CIÊNCIAS PARA TODOS: EDUCAÇÃO CTS

*A alfabetização em ciência visa, parece-nos, desenvolver nos jovens ou adultos uma atitude para se adaptarem e, em certos casos, participarem, ao longo da sua vida, na evolução das ciências e das técnicas.*

*Yves Rancolle e Daniel Fabre*

Dada a influência crescente da Ciência e da Tecnologia na vida quotidiana e na melhoria das condições de vida da humanidade, a Educação em Ciências, em particular ao nível da escolaridade básica, tem hoje que ser equacionada como forma de contribuir para a construção de uma melhor qualidade de vida. A educação CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) pretende introduzir na escola esta vertente, tendo já alguns dos novos currículos, implícita ou explicitamente, a ideia de que aos alunos devem ser proporcionados momentos de aprendizagem que liguem estas três componentes.

O desfasamento notório entre as aprendizagens escolares e as necessidades individuais tem afastado os jovens da Ciência, considerando-a um corpo fechado e dogmático de conhecimento, causa de poluição ambiental, limitador da liberdade e destruidor do planeta (Martins, 1999). A crise no ensino das ciências em todas as reformas curriculares que têm sido postas em prática é hoje um problema que é urgente resolver, para que a sociedade se torne mais conhecedora da ciência e das suas implicações e mais participante no desenvolvimento da própria ciência e na sua utilização. A modernização da sociedade tem que se reflectir numa modernização da educação, a exigência de cidadãos alfabetizados cultural, tecnológica e cientificamente, obriga a uma nova perspectiva de ensino. Reis (1994, cit. em Canavarro, 1999) refere um dado curioso e praticamente universal (são raras as excepções, talvez a Grã-Bretanha e a Austrália): chama a atenção para o facto da tecnologia - a forma como funciona o mundo feito pelo homem - ser entendida, hoje em dia, ao nível da ciência (a forma como funciona o mundo natural), mas raramente constituir objecto de ensino para todos os alunos.

Durante as últimas décadas, muitos foram os problemas e questões de âmbito científico e tecnológico apresentados e amplamente discutidos em todo o mundo pelos *media*. A sociedade foi chamada a intervir, a tomar decisões e os dilemas éticos tornaram-se um elemento importante na vida dos cidadãos. “A população só poderá participar activamente nas tomadas de decisão, se possuir conhecimento e a compreensão das questões éticas, em Ciência e Tecnologia e se estiver consciente que a opinião pública constitui uma força poderosa, numa sociedade democrática.” (Nunes & Pereira, 1999)

O objectivo da educação CTS é promover a alfabetização, de forma a preparar os cidadãos para participar no processo democrático de tomada de decisão promovendo a cidadania voltada para a resolução de problemas relacionados com a ciência e a tecnologia na nossa sociedade (Membiela, 2000). Nesta perspectiva o que se aprende tem que ter utilidade, o valor prático do que se ensina e do que se aprende é o aspecto mais importante a ter em conta nesta sociedade em constante mudança.

Canavarro (1999), citando Keeves e Aikenhead (1995), destaca cinco alterações ocorridas ao longo das últimas três décadas que tiveram particular relevância para o ensino das ciências:

- **a massificação do ensino secundário**, conduziu a um tipo de ensino mais geral e menos selectivo, frequentado por número elevado de sujeitos;
- **educação ao longo da vida** e a noção de que a educação deve ser um processo dinâmico; processo que acompanha o indivíduo ao longo da sua existência, como forma de lhe possibilitar encarar o desenvolvimento progressivo do conhecimento, as inovações tecnológicas e a mobilidade social a que estamos sujeitos no mundo actual;
- **aprendizagem pela aprendizagem**, para que o referido no ponto anterior possa ser bem sucedido, torna-se imperioso que a escola ensine o indivíduo a pensar e a aprender, permitindo-lhe o auto-conhecimento das capacidades cognitivas no sentido duma actualização contínua dos seus conhecimentos e capacidades;

- **a emergência de questões científicas relacionadas com a sociedade** (explosão demográfica, fome, novas doenças, desertificação, desastres ecológicos, mudanças climáticas), amplamente divulgadas pelos *media* que promovem debates nos quais os estudantes sentem vontade de participar e de saber mais;
- **a constante inovação tecnológica**, nomeadamente nas áreas da microelectrónica, da energia, da biologia e das telecomunicações, que promove e origina mudanças radicais na vida em sociedade.

É neste contexto que o movimento educativo CTS surgiu, inicialmente, em contexto universitário, na década de sessenta e se alargou a outros níveis de ensino a partir da década de oitenta, em particular nos Estados Unidos. Este novo horizonte para o Ensino das Ciências tentou aproximar as perspectivas cultural, científica e humanista da sociedade, introduzindo visões críticas do impacto da tecnociência na sociedade actual.

Esta perspectiva adquiriu tal importância que é hoje reconhecida como imprescindível para a reforma curricular na educação em ciências em vários países, e mesmo a UNESCO coloca bastante ênfase na CTS. Foram grandemente incrementados alguns projectos curriculares importantes no ensino das ciências com uma orientação CTS, como SATIS, no Reino Unido e *Science for Live and Living* nos Estados Unidos.

Há um consenso relativamente alargado quanto à convicção de que a alfabetização científica deve ser atingida e de que se pode tornar uma realidade através da ligação da tecnociência a acontecimentos vulgares do quotidiano (Hershey, 1990 cit. em Santos, 1999). Contudo, o acordo e a comunhão de convicções não vão para além destes aspectos. Desaparece quando chega a altura de definir o conceito de CTS, ou de estabelecer critérios e processos concretos para implementar ou avaliar a alfabetização científica. É aqui que surgem as grandes dificuldades (Santos, 1999).

Membela (2000), seguindo Ziman (1980) e Solomon (1988) considera cinco dimensões/orientações que pretendem indicar a relação entre a perspectiva CTS e o ensino-aprendizagem das ciências:

- 1) a primeira é a **dimensão cultural**, consequência da mudança de ênfase da educação científica, deixa apenas de preparar os mais capazes para a

- universidade, passando para uma formação em ciência dirigida a todos os cidadãos, o que se tem designado por alfabetização científica;
- 2) a segunda dimensão seria a **educação política para a acção**; e de acordo com esta orientação o novo ensino das ciências deveria ser centrado na formação de cidadãos preparados para uma acção política apropriada, de tal forma que a própria acção seria um dos objectivos fundamentais. Esta influência provem do movimento *Science for the people* e dos movimentos educacionais para a reconstrução social;
  - 3) a terceira dimensão envolve a orientação de **educação interdisciplinar**. Neste sentido, a ênfase disciplinar apresentada geralmente na educação em ciências, a orientação CTS estende-se para os estudos sociais, a geografia ou a história;
  - 4) a quarta dimensão escolhe como foco a **aprendizagem de questões problemáticas**. Esta orientação é atraente, porque habitualmente tem em conta problemas locais que afectam a comunidade dos estudantes, como a poluição da água ou o problema das drogas;
  - 5) a orientação **vocacional ou tecnocrática** é centrada numa visão da ciência e a tecnologia como um produto da indústria. Nos cursos CTS com esta orientação, o estudo técnico está justificado em si mesmo, e não para a sua importância social. Procura dar-se a conhecer aos estudantes o seu futuro posto de trabalho. Não obstante, a importância da função da indústria em muitos tópicos CTS (por exemplo na geração de energia, o problema ambiental e as novas tecnologias) leva a questionar o interesse de muitos desses cursos.

Do exposto parece resultar que o movimento CTS para o ensino das ciências é importante para permitir satisfazer as necessidades pessoais e sociais aos cidadãos, envolvê-los na resolução de problemas sociais e apoiar as suas escolhas vocacionais, quer para o prosseguimento de estudos quer para o ensino técnico.

Surge então a questão pertinente de que currículo permitirá aos alunos o desenvolvimento de competências e atitudes que se insiram nas orientações atrás apresentadas. Hodson (1993, cit. em Membiela, 1997) refere que as preocupações a ter em conta no desenvolvimento dos currículos devem incluir aspectos como:

- orientação em situações da vida diária;
- relacionar a ciência com questões sociais e tecnológicas;

- desenvolvimento da alfabetização científica no contexto de uma cidadania activa e responsável;
- promover a ciência como um fenómeno cultural;
- assegurar que a ciência está mais orientada para a pessoa;
- ter em conta os conhecimentos e experiências prévias dos alunos;
- utilizar actividades de resolução de problemas para desenvolver a criatividade e promover a tomada de decisões e competências sociais;
- promover a auto-estima dos alunos.

Importa salientar ainda, uma vez que são relevantes para o estudo em causa, as recomendações de Praia & Marques (1998) quanto à análise dos currículos no Ensino das Geociências em Portugal:

- 1) A construção do currículo deve ser pensada numa lógica de Educação em Ciência, de cidadania e de literacia científica e não apenas para futuros-alunos de áreas científicas ou, ainda menos, de futuros-cientistas.
- 2) Devem enunciar-se e tornarem-se explícitas questões de natureza ética que evidenciem uma cultura humanística.
- 3) O currículo deve ser estruturado em torno de problemas com sentido e significado para os alunos e não numa lógica de excessiva valorização dos conteúdos instrucionais que se tornam fins em si mesmos.
- 4) Importa pôr a tónica mais na construção do conhecimento do que valorizar o aquisitivo. O currículo tem de constituir-se num meio para ajudar a pensar melhor e a promover a mudança de atitudes.
- 5) Devem ser explicitados os conceitos estruturantes como fonte de relações entre as teorias e que permitam compreender os paradigmas da disciplina.
- 6) Importa introduzir referências explícitas a uma vertente epistemológica pós-positivista, capaz de relevar o actual sentido da Geologia. O currículo deve contribuir para a formação de novas representações de ciência.
- 7) A História da Ciência deve estar presente, sob pena de se escamotear o percurso da construção do conhecimento. Revisitá-la é reportar-nos ao seu significado no contexto sócio-cultural próprio em que o conhecimento foi construído.

- 8) As sugestões metodológicas têm de contribuir para a mudança conceptual dos alunos. Os estudos de investigação podem constituir-se numa orientação didáctica contribuindo para atenuar as dificuldades de aprendizagem dos alunos.

Da mesma forma, a selecção dos conteúdos CTS, levanta também algumas questões e muitas são as propostas apresentadas. Segundo Hickman, Patrick e Bybee (1987 cit. em Membiela, 2000), seriam cinco os critérios a considerar na sua escolha:

- é directamente aplicável na vida dos alunos?
- é adequado ao nível cognitivo e à maturidade social dos alunos?
- é um tema importante para os alunos no mundo actual e provavelmente permanecerá como tal na sua vida adulta?
- podem os alunos aplicar o conhecimento em contextos distintos dos escolares?
- é um tema pelo qual os alunos demonstram interesse e entusiasmo?

Em Membiela (2000) é referido um exemplo concreto de selecção de conteúdos realizada por um grupo de especialistas (Bybee, 1987, Bybee e Mau, 1986), tendo sido os primeiros doze temas recomendados os seguintes:

1. Fome e os recursos alimentares
2. Crescimento da população
3. Qualidade do ar e da atmosfera
4. Recursos hídricos
5. Tecnologia militar
6. Saúde humana e doença
7. Escassez de energia
8. Uso do solo
9. Substâncias perigosas
10. Reacções nucleares
11. Extinção de animais e plantas
12. Recursos minerais

É de salientar, no entanto, que muitos outros poderiam ser acrescentados e até mesmo a ordem de importância pode ser alterada consoante o país, a sociedade, a localidade e mesmo a finalidade para a qual se pretende organizar o currículo. Canavarro (1999) refere a este respeito, que a abordagem CTS confere grande ênfase aos assuntos, aos temas com implicações e repercussões sociais de base científica como organizadores do ensino das ciências na escola. Isto permite um conjunto de vantagens bastante importantes, nomeadamente, porque o tema suscita a curiosidade que motiva todo um trajecto de exploração por parte dos alunos e do professor. Esta co-exploração dum tema enunciado pelos alunos (de entre um conjunto de temas com relevância social, ou considerados como tal) vai suscitar a necessidade de mais informação e o aparecimento de todo um conjunto de explicações possíveis através de discussões, de trabalhos de pesquisa, realizados em conjunto e animados pelo professor. O aluno, ao invés de receber passivamente informação, tem que procurar, seleccionar, discutir e utilizar essa informação. O professor, ao invés de transmitir informação, ajuda o aluno a procurar, a seleccionar, a discutir e a utilizar a informação, sem contudo deixar de difundir informação cientificamente relevante dentro do contexto temático em análise.

Segundo, Fensham (1985, cit. em Membiela, 1997), *a Ciência para Todos* parte do pressuposto que os alunos fazem parte da sociedade, de onde tiram muitos exemplos de aplicações tecnológicas, que constituem a base para a sua formação científica. O professor deve ser o intermediário entre os conhecimentos científicos e a experiência dos alunos.

Assim, o contexto de aprendizagem torna-se talvez mais importante do que o próprio programa, libertando o professor para um papel mais humanista, mais próximo das realidades sociais dos alunos e, talvez mais distante dos manuais a que estava habituado.

Em suma, o ensino das ciências segundo a perspectiva CTS, baseia-se numa área de conhecimentos que promove o treino de competências e culmina na sua aplicação em contextos reais da sociedade. Este conceito de *Ciência para Todos*, significa, assim, que apesar da existência de um currículo nacional, a comunidade local pode ser o contexto real da sua aplicação e, neste sentido, a ciência tornar-se mais acessível e atractiva para o conjunto dos cidadãos.

## 2.4) CENTROS DE CIÊNCIA: A EDUCAÇÃO EM CONTEXTO NÃO FORMAL/INFORMAL

*Alfabetização não é o mesmo que escolarização. Sendo a Escola um espaço privilegiado para alfabetizar, nem sempre é o ideal.*

*Maria Praia*

O ensino parece ter sofrido, nas últimas décadas, um declínio, quer em termos de opinião pública, quer mesmo ao nível de eficácia. Parece consensual a ideia de que existem limitações do ensino face às dificuldades demonstradas pelos alunos em competências essenciais à vida quotidiana como a escrita, a leitura, a aritmética e a ciência. O ensino que tinha por objectivo fulcral a performance, em detrimento da compreensão, das razões que levam os alunos a responder ou a agir de determinada forma, é tido como o principal motivo para esta situação.

Os alunos treinados para responder de forma correcta a perguntas padronizadas, a decorar fórmulas para resolver determinado tipo de problema não são capazes de resolver problemas diferentes dos que aparecem nos manuais, não são capazes de tomar decisões e solucionar questões do seu dia-a-dia. Este tipo de ensino, geralmente associado à forma tradicional, institucional e formal tem sofrido várias críticas.

O surgimento do construtivismo, em termos teóricos parece não ter chegado ainda às nossas escolas. No que se refere ao Ensino das Ciências, a falência é tal que raramente são vistas como construções que nos permitem olhar e lidar com o mundo. A abordagem CTS (já descrita) procura possibilitar aos alunos o acesso a uma ciência e a uma tecnologia que vá ao encontro das suas necessidades pessoais, que os ajude a lidar com questões sociais e que os informe de possibilidades de carreira nessas áreas.

*O que é verdadeiramente importante para a compreensão da Ciência é a aprendizagem que cada indivíduo for conseguindo construir ao longo da sua vida. Para isso contribuirão todas as situações de ensino formal, não formal e informal com que se vier a confrontar (Martins, 1999).*

Os espaços e contextos não formais têm sido objecto de vários estudos: Maarschalk (1988), Dib (1987, 1992, 1994, 1997), uma vez que é sentida por toda a população directa ou indirectamente envolvida nos processos de ensino-aprendizagem ditos formais, uma reduzida adequação destes às reais necessidades individuais e sociais. Estes estudos têm apontado uma transição para modelos não formais, apontando benefícios tanto para os alunos como para o professor, a escola e a sociedade (Dib, 1992).

Há uma vantagem inegável quanto à aprendizagem realizada em contexto não formal: desenvolve-se de acordo com a vontade dos indivíduos. Esta, aliada à não formalização de avaliação posterior, podem ser “armas” importantíssimas para o combate ao insucesso escolar (formal) instalado.

Se o objecto de estudo das Ciências se encontra fora, ou maioritariamente fora da sala de aula, por que não sair? Um centro educativo enquadrado num determinado contexto, em que parcelas da realidade exterior podem ser melhor apresentadas sob a forma de imagens, colecções de amostras, *posters*, vídeos, etc.

#### 2.4.1) A importância da educação não-formal / informal

Dada a *recente* preocupação com a inadequação dos sistemas formais de ensino em responder de forma eficaz e eficiente às necessidades individuais e sociais, principalmente no que diz respeito à apropriação dos saberes científico-tecnológicos, a educação *não formal* aparece como a alternativa, talvez a solução para a fuga a esse modelo. A educação, nestes contextos, surge como uma possibilidade de os alunos/cidadãos serem confrontados com situações problemáticas num contexto não formal de aprendizagem, permitindo-lhes desenvolver competências /saberes/informações que concorrem directamente com elementos escolares facilitando a inserção nos problemas sociais/ambientais/tecnológicos.

Na literatura sobre educação é frequente a delimitação entre formal, não formal e informal. Segundo Dib (1987, 1992, 1994, 1997):

- ◆ a educação formal corresponde a um modelo sistemático e organizado de ensino, estruturado e administrado segundo determinadas leis e normas,

- apresentando um currículo relativamente rígido em termos de objectivos, conteúdos e metodologias, correspondendo ao processo educativo das nossas escolas e universidades. É usualmente utilizada uma metodologia expositiva, de natureza pouco interactiva, raramente planeada, visando alcançar objectivos estabelecidos pelo professor ou pelo sistema educativo;
- ◆ a *educação não formal* caracteriza-se pela inexistência de uma ou mais características descritas para o formal, sendo considerada mais apta para responder às necessidades individuais do aluno, tende a oferecer valor para a vida, preparar o aluno para lidar com os problemas futuros;
  - ◆ a *educação informal* destina-se tanto a estudantes como ao grande público, não tem carácter obrigatório de qualquer natureza, não havendo, geralmente qualquer controle sobre as actividades desenvolvidas, tendo um carácter complementar tanto à educação formal como à não formal.

A categorização e explicações apresentadas sugerem a existência de várias zonas “interfronteiras” em que o formal e o não formal se aproximam, assim como o não formal se acerca do informal.

Apesar dos limites entre as três categorias não serem claros, parece importante destacar a *educação não formal* pela centralização no aluno enquanto pessoa, no seu processo e ritmo próprio de aprendizagem, em função das suas necessidades e possibilidades. Há também uma preocupação na utilidade imediata da educação em termos de desenvolvimento de capacidades e competências pessoais que lhe permitam enquadrar-se no futuro numa profissão e na sociedade.

Dada a sua abrangência a *educação não formal/informal* permite a inclusão de um grande número de actividades como:

- (i) visitas a museus, exposições, mostras científicas, feiras, etc.;
- (ii) assistir a colóquios, conferências, programas de TV, rádio;
- (iii) leitura de matérias relativas a ciência, educação, tecnologia, etc., em jornais e revistas;
- (iv) participar em concursos científicos, programas vários.

Assim, a aprendizagem não-formal desenvolve-se fora da escola, é veiculada pelos museus e centros de Ciência, pelos meios de comunicação e tem lugar de acordo com a vontade dos indivíduos. Dado o seu carácter não obrigatório, e pretendendo os seus proponentes atingir um público heterogéneo é normalmente concebida de forma a tornar-se agradável (Martins, 1999).

A necessidade, exposta anteriormente, de se proporcionar a *todos os cidadãos* conhecimentos científicos, que lhes permitam a plena integração na sociedade e, por outro lado a falência do modelo da escola formal, fazem emergir novas propostas e estratégias que tendem para o tipo não-formal. Este modelo visa identificar e atender às reais necessidades do aluno, apresentando actividades mais próximas dos problemas individuais e sociais, não há a preocupação em “cumprir o programa” mas antes alcançar objectivos úteis. Para Maarschalk (1988), o ensino informal da ciência é a condição essencial para o sucesso da alfabetização científica.

Para Dib (1987), o sucesso do modelo não-formal reside:

- a) no nível inicial de interesse e motivação do aluno;
- b) na qualidade dos materiais educativos (devem manter elevado nível de motivação do aluno e atender efectivamente às suas expectativas e necessidades) e qualidade da estratégia global;
- c) esquema de apoio institucional ao aluno.

Este autor refere ainda que a implementação de instituições não formais tem que ser precedida de cuidadoso projecto, seguida de adequada execução e controle envolvendo necessariamente um grupo de carácter interdisciplinar (psicólogos, tecnólogos da educação, professores dos conteúdos, sociólogos, especialistas em recursos audiovisuais, redactores, artistas, administradores, técnicos gráficos, etc).

São apontados, no entanto, alguns problemas a este tipo de ensino (Ward cit. em Dib, 1987):

- o primeiro refere-se à tendência que países desenvolvidos e não-desenvolvidos apresentam de ter uma fé cega no uso de recursos da tecnologia instrucional, particularmente os *mass media*;

- em segundo lugar, os problemas relativos à elaboração de sistemas não-formais antes de se proceder a uma análise de factores culturais, estabelecimento de objectivos e levantamento de recursos disponíveis;
- em terceiro, o surgimento de inevitáveis conflitos burocráticos, disputas políticas, dificultando o estabelecimento de sistemas não formais.

Maarschalk (1988) refere que este é apenas um *novo* nome dado a um aspecto já bem conhecido em educação. Este autor menciona ainda o facto do ensino não-formal se poder fazer sem a presença física do professor, mas com a sua presença didáctica, isto é, a preparação e planificação das actividades motivadoras e promotoras de questões problemáticas pode ser suficiente para que ocorra efectiva aprendizagem.

Um crítico mais feroz pode ser tentado a dizer que neste modelo de ensino a profundidade e a subjectividade com que são abordados os conteúdos deveria fazer com que fosse abandonado. No entanto, trata-se de qualidade de aprendizagem e não da quantidade de conceitos. Os alunos/cidadãos são colocados perante questões/conhecimentos/informações do seu quotidiano e que lhe serão úteis no futuro.

Para Dib (1997) é urgente a transição dos sistemas formais para não formais, quer por criação de instituições destinadas à implementação de sistemas não-formais, quer pela introdução gradativa de elementos não-formais em estruturas formais existentes.

Estudos realizados com professores de Ensino Formal revelam que estes se encontram insatisfeitos com o modo como os alunos reagem às suas aulas e mostram desejo de conhecer novas formas de tornar o ensino mais atraente e agradável.

Pozo (2000) realizou uma conferência com o tema “Porque não aprendem os alunos a ciência que lhes ensinamos?: O caso das Ciências da Terra.”. Esta é a questão que se deve colocar a todos os professores interessados em que os seus alunos adquiram ferramentas para poderem exercer plenamente a sua cidadania, nomeadamente serem capazes de entender e argumentar sobre assuntos científico-tecnológicos veiculados nos *media*. Este autor aponta como uma das causas para este fracasso a grande distância entre o conhecimento quotidiano dos alunos e o conhecimento científico que queremos que aprendam no domínio das Ciências da Terra, a saber: (a) as atitudes que se exigem e que se promovem; (b) os procedimentos em que se baseiam; (c) os conceitos e princípios que permitem interpretar os fenómenos geológicos.

Para Dib (1997) a mudança para um ensino menos formal só será possível se a prática pedagógica formal for substituída, de forma gradual não radical, para a não formal. Experiências várias realizadas em Portugal, no âmbito da Educação Ambiental, utilizando pedagogias activas apresentam resultados qualitativos muito interessantes, apontando para um afastamento do conceito tradicional de *ensino*.

Poucos são os professores que têm formação pedagógica/psicológica suficiente para se lançar neste caminho desconhecido e tão “distante” da escola e do sistema educativo actuais. A maioria foi formada segundo um modelo de ensino em que os alunos são vistos como agentes passivos e o conhecimento é transmitido sem qualquer conexão com a realidade que os envolve. É um modelo em que o conhecimento é seccionado em disciplinas estanques e se baseia sobretudo em exemplos abstractos, que não têm em comum com a realidade quotidiana e cultural dos alunos. Parece evidente a falência deste modelo e muitas têm sido as propostas para o alterar.

Cachapuz *et al.* (2000) referem como condição fundamental para a mudança um outro quadro de formação de professores. “Esta é uma questão essencial que porventura subjaz a todas as outras condições de mudança”. É pedido ao professor que assuma um outro papel neste elenco: que coloque o currículo em acção; que organize estratégias e actividades que estimulem a problematização e a formulação-síntese de ideias. Trata-se de ajudar, de compreender as dificuldades, de desenvolver atitudes e capacidades, de reforçar a reflexão, de fortalecer a auto-confiança e a auto-estima. Trata-se de caminhar ao lado e não à frente, percorrendo as mesmas dúvidas e ultrapassando as mesmas barreiras.

A nova revisão curricular aponta para aulas de 90 minutos, novos currículos e, acima de tudo uma nova visão da Educação em Ciências. Era necessário preparar os professores já em exercício, encorajar os novos a avançar com projectos inovadores, em que o ensino não formal fosse o fundamento. A solução passaria, então, por eliminar gradualmente práticas formais: “O ensino não se tornaria não formal, mas ficaria um pouco menos formal.” (Dib, 1997).

#### 2.4.2) Novos museus: centros de ciência

A ciência/tecnologia é transmitida em meios específicos como revistas especializadas, congressos de especialistas, conferências, palestras que, quer pelo seu teor, quer pela complexidade dos conceitos e princípios envolvidos afastam a população em geral. A ciência transmitida nos *media* é, geralmente, associada a programas específicos na televisão ou a colunas de notícias ou de análise em jornais. No entanto, outros meios mediáticos abordam de forma directa ou indirecta questões científicas e tecnológicas. É o caso de: jogos, filmes de ficção científica, obras de ficção e, indiscutivelmente os museus de ciência.

Um museu tem como funções primordiais na nossa sociedade adquirir e conservar realidades materiais do homem e do seu meio, investiga-las e exibi-las com o objectivo de proporcionar educação e prazer a quem os visita (definição dada pelo ICOM – International Council of Museums).

Canavarro (1999) refere que experiências levadas a cabo em museus, centros de ciência, jardins botânicos, aquários, planetários mostram que estes locais se podem assumir como experiências de envolvimento e participação na ciência, mesmo que esta não seja apresentada nesses locais numa forma linear e didáctica. Este autor cita Sullivan, referindo que os museus e afins devem assumir-se como locais desafiadores e provocadores do conhecimento, da vontade em conhecer por parte de quem os visita, como um local privilegiado para uma colisão, pela positiva, dos preconceitos, atitudes e crenças do visitante com um objecto ou uma experiência presente e visível nesse espaço.

Pérez *et al.* (1998) referem que os museus devem deixar de existir para uma elite reduzida e mostrar-se à maioria da população; “Os museus do mundo aparecem hoje mais abertos e acessíveis a públicos mais vastos que nunca. Para as crianças são cada vez mais um local lúdico e de aprendizagem, e os adultos, por sua vez, vêem neles os depositários privilegiados da identidade cultural, lugares plenos de interesse e estímulo, dignos de ser visitados.”

Como menciona Wagensberg (1998), os museus e centros de Ciência são os que mais têm alterado os seus conteúdos, os seus métodos, o seu papel na sociedade e a sua atitude face aos cidadãos. Do lema “proibido tocar” passou-se para “proibido não tocar”, o conceito de vitrina evoluiu para a ideia de experimentar, da ênfase no passado

surgiu o desejo de projectar o museu para o futuro. Para este autor a primeira prioridade é promover estímulos. No ensino formal não é dada qualquer valorização aos estímulos que para, este autor, é o fundamento de toda a evolução biológica. Assim, para que a literacia científica seja atingida com sucesso numa sociedade é essencial que a ciência e a tecnologia provoquem um forte estímulo na população.

Uma pequena parte da população, os cientistas, produzem, a grande velocidade, quantidades enormes de conhecimento científico que a humanidade paga, sofre e desfruta, mas com os quais não tem qualquer aproximação. Esta distância parece crescer a cada dia. “Como pode um cidadão influenciar o futuro de uma sociedade democrática marcada pela ciência, se a sua formação científica equivale à existente durante a Idade Média?” (Wagensberg, 1998).

Um centro de ciência tem, assim, como objectivo primordial mostrar ao público, sobretudo aos jovens, as relações entre: os conhecimentos adquiridos no ensino sistemático (formal) e a vida quotidiana, a produção e a aplicação, promovendo a cultura científica e tecnológica. Para Sullivan, (1992, cit em Canavarro, 1999), os museus e locais afins podem contribuir para a mudança de atitudes face à ciência, entendido o conceito de atitude sobretudo como uma questão afectiva. Assim, estes centros ajudam os cidadãos a construir uma opinião científica.

Apareceu, também recentemente, o conceito de centro interactivo de ciência (Pérez *et al.*, 1998), entendido por vários autores como espaços em que a Educação em Ciência é a base de sustentação.

Wagensberg (1998), refere que o melhor método para transmitir um certo conhecimento é o mesmo que foi utilizado para o criar, defendendo que o cidadão tem que viver as emoções do cientista. Seguindo a perspectiva museológica *hands on*, este autor dá ao visitante um papel activo na exposição, “este tem que usar as mãos para provocar a natureza e contemplar com emoção a forma como ela responde”. Para Wagensber tem que existir também interactividade mental – *minds on* – e ainda interactividade emocional – *heart on*. Assim, a visita a este tipo de centros não se limita a esse espaço, pode continuar para além dele, quando o visitante encontra questões ou dúvidas que quer esclarecer posteriormente (*minds on*). Os conteúdos/assuntos a mostrar podem ser melhorados esteticamente, quando se utiliza a arte para mostrar a ciência pode dizer-se que os visitantes se sentem mais envolvidos (*heart on*).

Em resumo, pode dizer-se que a aprendizagem nos centros de ciência tem características particulares. É um processo espontâneo, individualizado, que não pode

ser imposto ao visitante e onde cada um traz uma bagagem de conhecimentos, experiências e interesses muito diferentes. Este tipo de centros constitui, portanto, uma das fontes de aprendizagem informal.

O sucesso deste tipo de projectos reside no facto de se tratar de educação não formal, por que esta não está sujeita às condicionantes do sistema de ensino dito formal, tradicional. O carácter informal facilita a comunicação, liberta os visitantes do peso constante da avaliação posterior, motivando-os a um processo de aprendizagem activa. As actividades propostas permitem a interligação entre os conteúdos programáticos estudados (na escola) e a realidade (além dos muros da escola), relacionando os saberes entre si, conduzindo a uma visão do mundo, em que o Homem é o elemento criador de realidades.

### CAPÍTULO 3

## **METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO**

Este capítulo tem como propósito descrever os procedimentos metodológicos levados a cabo no desenvolvimento deste projecto. Numa primeira parte será abordada a metodologia usada – o modelo de investigação-acção, numa perspectiva essencialmente teórica. Esta abordagem reflecte uma análise da pesquisa bibliográfica realizada pela investigadora no sentido de tentar clarificar este modelo para posterior desenvolvimento.

Na segunda parte descreve-se a implementação do projecto. Assim, serão apresentados os vários momentos deste estudo, os instrumentos, os materiais, as técnicas e as estratégias utilizadas. Serão ainda descritas as condições em que a pesquisa foi realizada.

### **3.1) O MODELO INVESTIGAÇÃO-ACÇÃO**

O trabalho pioneiro na área de “*action-research*” é reconhecido por vários autores a Kurt Lewin (1890-1947), que lhe deu consistência em trabalhos no âmbito da psicologia social, particularmente com *os problemas sociais* da sociedade americana. Para este autor, esta metodologia baseia-se numa “acção de nível realista sempre seguida por uma reflexão autocrítica objectiva e uma avaliação de resultados” (Esteves, 1986).

As áreas de aplicação desta metodologia são inúmeras: hábitos alimentares, preconceitos, resistências às mudanças, decisões de grupo, comportamentos de faixas da sociedade, integração de cidadãos estrangeiros, etc. Actualmente, esta metodologia aplica-se também em áreas relacionadas com a educação, sendo de referir que muitos autores a consideram como a solução para a fundamentação científica da acção de profissionais desta área como animadores, assistentes sociais, etc.

Esteves (1986) refere que esta estratégia metodológica tem sido pouco praticada e ainda menos debatida no nosso país. Este autor alude também para o facto de

existirem diferentes entendimentos sobre a investigação-acção. O único ponto em comum acaba por ser o de associar processos de pesquisa e processos de intervenção.

Para Bogdan & Biklen (1994), a investigação-acção é um tipo de investigação aplicada no qual o próprio investigador se envolve activamente na causa da investigação. Estes autores referem ainda que neste tipo de metodologia são aceitáveis tanto os métodos qualitativos como os métodos quantitativos. A combinação de métodos para a recolha de informações parece um aspecto de grande importância, uma vez que cada método revela diferentes aspectos da realidade empírica, consequentemente devem, sempre que possível, utilizar-se diferentes métodos.

Segundo Elliott (1991), neste tipo de metodologia toda a produção e utilização de conhecimentos estão subordinados e condicionados a um objectivo fundamental: melhorar a prática em vez de gerar conhecimentos.

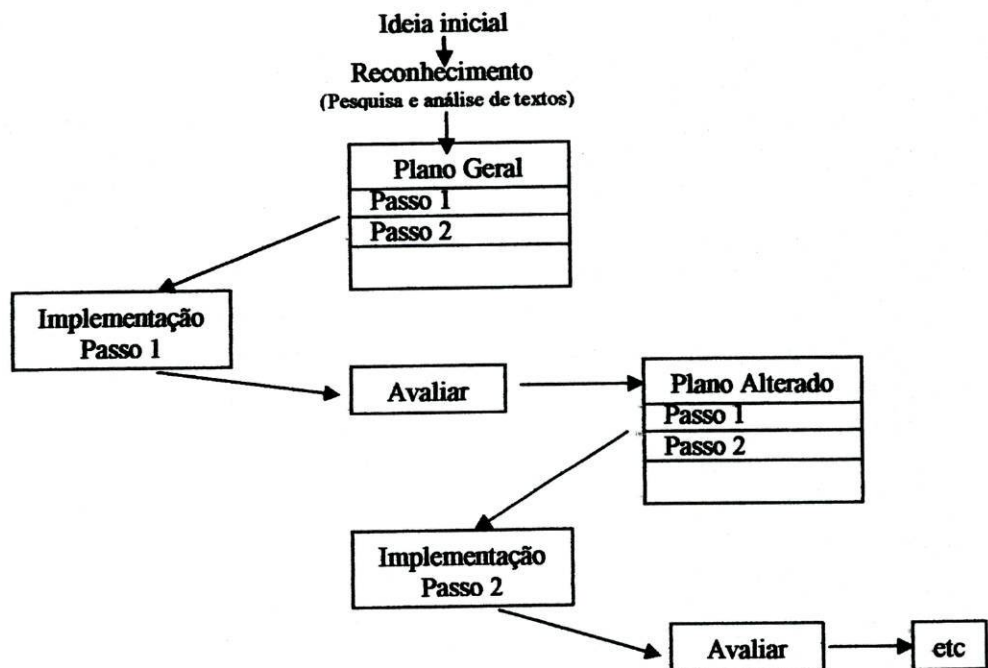
A metodologia de Investigação - Acção (IA) surge, quase naturalmente, após uma reflexão sobre qualquer um dos diversos aspectos que um investigador se depara no quotidiano. Relaciona-se com problemas práticos experimentados pelos investigadores, em vez de “problemas teóricos” definidos por alguém ou por parte específica de uma dada área do saber. Segundo Elliott (1991), a condição essencial para que se faça IA é a necessidade de iniciar mudanças, de inovar, de mudar algo. É esta sensação de que falta mudar algo do quotidiano ou aspectos da prática para implementar de forma mais perfeita os seus objectivos e valores que acciona esta espiral *complexa* de investigação-reflexão-acção.

É uma investigação mais prática, dirigida às preocupações do investigador e serve de instrumento de mudança social. Trata-se de promover uma acção para provocar alguma alteração desejável. O investigador envolve-se activamente na causa da investigação assumindo que esta irá reflectir os seus próprios valores. Nas opções que vão sendo tomadas ao longo do percurso, o investigador tem preocupações com a honestidade, o rigor e a objectividade, no entanto o caminho escolhido é um entre vários que podiam ter sido tomados. Não tendo como objectivo a generalização dos resultados obtidos, o problema do controlo não assume a importância que assume em outros tipos de metodologia. Segundo Bogdan & Biklen (1994), o objectivo é promover uma mudança social que seja consistente com as suas crenças.

IA é, em última análise, um projecto social de transformação individual e colectiva (Rasco, 1990).

Num projecto de IA podem identificar-se vários **momentos**: **planificação**, **acção**, **observação** e **reflexão** (Rasco, 1990). Cada uma delas organiza-se em duas dimensões: **reconstrutivo/construtivo** e **discursivo/prática**. A **planificação** corresponde a um momento construtivo: tem-se em perspectiva a **acção** que se pretende implementar. O momento da **acção** é guiado pela planificação e pesquisa entretanto realizadas. A **observação** tem o papel de documentar os efeitos e incidentes da **acção** e permite reconhecer evidências sobre a sua evolução. A **reflexão** faz-se através dos dados fornecidos por todos os participantes na **acção**, dando geralmente lugar a um novo projecto, uma nova **acção** a perspectivar. Cada um destes momentos implica um olhar retrospectivo e uma intenção prospectiva, que, em conjunto formam uma espiral autoreflexiva de conhecimento e **acção** (Rasco, 1990). O processo é constantemente controlado, passo a passo, pela **reflexão** realizada por todos os participantes.

O modelo proposto por Lewin (figura 3-1), foi o seguido neste projecto, já que nos parece enfatizar a problemática em torno da **acção** e explicitar os passos intermédios em cada uma das etapas referidas acima. Para este autor todo o processo se desenvolve em ciclos, que não são mais que repetições do modelo de pesquisa, no sentido de melhorar as práticas - a **acção**.



**Figura 3-1** – Modelo de investigação – acção de Kurt Lewin.  
Interpretado por Kemmis (1980) in Elliott, 1991.

De acordo com Ángel (1996), a investigação-acção reveste-se de várias características metodológicas, das quais importa salientar, tendo em conta o projecto desenvolvido, as seguintes:

- Alia a teoria à prática: durante todo o processo, existe um esforço no sentido de ligar o que se pensa - a teoria - ao que se faz - a prática. As acções são projectadas e levadas à prática, recolhendo-se os dados e a análise dos resultados conduzirá a um novo ciclo, no qual se rectifica ou reelabora um novo plano. Este volta a pôr-se em prática, observa-se, reflecte-se ... repetindo-se assim o ciclo.
- É ecológica: desenvolve-se no cenário natural; interpreta-se, actua-se, avalia-se e reflecte-se a partir da própria realidade.
- É flexível: durante o desenvolvimento do projecto várias opções vão surgindo, das quais se vai seleccionando a que parece mais conveniente, em função dos resultados que vão sendo obtidos.
- É criativa: cada investigador pode levar a cabo um projecto diferente.
- É dinâmica: desde que é colocada em prática o investigador entra numa dinâmica imparável e simultaneamente comprometida pelo tempo.
- É formativa: durante o processo de investigação ocorre um processo de formação, transformação e consciencialização de interesse fundamental, quer para o desempenho durante o próprio projecto quer no seu desempenho profissional posterior.
- É crítica: fomenta uma atitude crítica perante a situação investigada, exigindo do investigador uma reflexão séria e profunda.

De acordo com a definição aqui apresentada, uma característica importante deste tipo de metodologia é de que o trabalho não está terminado quando o projecto acaba.

Para além destas vantagens que caracterizam esta técnica de investigação, é importante salvaguardar que existem algumas questões para as quais o investigador deve estar particularmente atento. Durante o desenvolvimento do projecto existe uma tensão permanente entre as escolhas a fazer para o passo seguinte e a validade das opções tomadas. Devido a este carácter flexível e criativo tornam-se particularmente importantes a fiabilidade e a validade da investigação.

A fiabilidade de um processo de recolha de dados consiste, segundo Bell (1997), na sua capacidade de fornecer resultados semelhantes sob condições constantes em qualquer ocasião. Para a mesma autora, a validade reveste-se de maior complexidade, e indica se um método descreve ou mede o que supostamente deve medir ou descrever.

No caso da IA pode dizer-se que uma investigação é fiável quando é segura, estável e digna de confiança (Ángel, 1996). A fiabilidade interna obtém-se quando todos os participantes numa investigação coincidem na descrição dos acontecimentos e a fiabilidade externa depende da descrição e justificação dos métodos de recolha e análise de dados seleccionados.

A validação é um critério usado para julgar a qualidade da pesquisa, cujos procedimentos podem incluir pessoas, para além do investigador, questionários, entrevista, etc. (Esteves, 1986). Uma vez que neste tipo de investigação a generalização dos resultados é muito relativa, já que se desenrola num contexto (social, temporal, espacial, etc.) muito específico, não se pode esperar que as conclusões sejam válidas para outras situações.

A investigação-acção é, além de um processo epistemológico de pesquisa e conhecimento, um processo prático de acção e mudança, e um compromisso ético de serviço à comunidade social e educativa (Rasco, 1990):

- (a) como **processo epistemológico**, a investigação-acção possui três objectos de pesquisa: a prática educativa, a compreensão que os participantes têm sobre essa prática, e a situação social em que ocorre;
- (b) como **processo de mudança**, esta metodologia pretende construir e formular alternativas de acção, não se limitando a melhorar o conhecimento e análise das práticas, mas essencialmente a transformá-las; trata-se de um projecto social de transformação individual e colectiva;
- (c) como **compromisso ético de serviço à comunidade**, a investigação-acção surge como um processo, criado a partir dos interesses e problemas da comunidade e que requer a participação democrática de todos os intervenientes.

A investigação-acção é, simultaneamente, um processo democrático de investigação e um processo democrático de transformação.

### 3.2) AS ACTIVIDADES DE INVESTIGAÇÃO-AÇÃO: DESCRIÇÃO DO PROJECTO

«O real serve-nos para fabricar melhor ou pior um pouco de ideal.»

Anatole France

O modelo IA revestiu-se de grande motivação para a investigadora já que não se investiga pelo mero prazer de conhecer, implica uma acção e só se realiza na acção. Esta perspectiva metodológica pressupõe uma alteração nas concepções sobre o trabalho científico, a metodologia e a teoria em si mesma. A “*verdade*” – ciência e teoria – vai-se construindo durante a acção, ela própria objecto de investigação. Neste sentido foi, para a própria investigadora um caminho inovador, uma vez que teve de ir reconstruindo todas as suas concepções. No entanto o projecto *idealizado* pareceu, desde o início preencher todas as etapas da metodologia, ou seja, o contacto com a bibliografia acerca deste modelo parecia descrever o que a investigadora realmente pretendia fazer.

Seguidamente será apresentado o desenvolvimento do projecto. Seguindo as etapas definidas por Lewin e algumas adaptações sugeridas por outros autores (Ángel, 1996; Bogdan & Biklen, 1994; Elliott, 1991; Elliott, 1994; Esteves, 1986; Rasco, 1990), elaborou-se um esquema geral do projecto de investigação (figura 3-2) que foi sendo complementado e especificado ao longo do seu desenvolvimento.

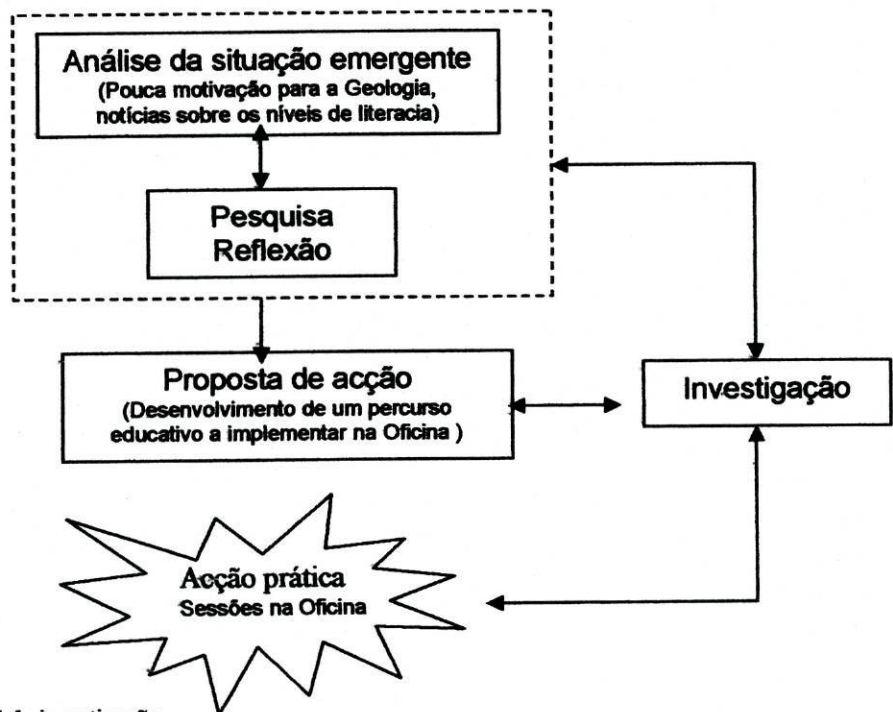


Figura 3-2 – Esquema geral da investigação

### **A) Identificação e clarificação da ideia geral**

A posição privilegiada da investigadora, enquanto docente, permitiu aceder à problemática a investigar quase naturalmente. O problema da literacia, em particular da literacia científica, coloca-se frequentemente no quotidiano das escolas. Recentemente os resultados publicados pela OCDE fizeram avivar este tema. Por outro lado, as novas orientações curriculares para o Ensino Básico referem com muita insistência a literacia como meta a atingir.

Neste contexto, surge a ideia de participar neste objectivo de melhorar a literacia, construindo materiais e desenvolvendo um percurso educativo que fosse partilhado com a sociedade em geral.

A clarificação desta ideia/projecto foi sendo alcançada à medida que a investigadora tomou contacto com a Oficina, e iniciou a pesquisa bibliográfica. Assim, surgiu o propósito de estimular o gosto pela Geologia, num contexto não escolar. A investigadora afasta-se do contexto educacional formal para assumir um novo papel, centrando-se no desenvolvimento de uma proposta inovadora a implementar num contexto não-formal/informal em colaboração com os monitores.

### **B) Reconhecimento da situação**

Para Elliott (1991) esta fase subdivide-se em duas. Um primeiro momento em que se deve procurar descrever com a maior exactidão possível a situação que se pretende modificar ou melhorar, cuja vertente teórica foi amplamente descrita aquando da revisão da literatura, no capítulo 2. E um momento de levantamento de hipóteses explicativas em que se devem tomar em consideração o contexto, a melhoria a alcançar, a capacidade de comprovação, a relação entre a situação problemática e outros factores que operam no seu contexto, etc.

Esta fase de conhecimento da realidade envolveu, para além da pesquisa bibliográfica, o conhecimento do local onde se iria desenvolver o projecto assim como da população que geralmente a visita.

### ❖ Caracterização do contexto e participantes no estudo

A pesquisa realizou-se num espaço dos Jardins do Palácio de Cristal (Anexo 1 e Apêndice 1), no âmbito de um protocolo de colaboração entre Câmara Municipal do Porto e o Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. A “Oficina Pedagógica de Geologia” nasceu em Outubro de 2000, dando continuidade a um projecto semelhante, o “Micro-Mundo Vivo”, este do âmbito da divulgação da Biologia. Estes projectos estão integrados num outro mais amplo – Oficinas Pedagógicas do Palácio de Cristal – no qual se inserem outras actividades: Reciclagem de Papel, Jardinagem, Horta Biológica e Cerâmica.

Dados gentilmente fornecidos pela Divisão Municipal de Instalações Recreativas e Culturais da Câmara Municipal do Porto revelam que no ano de 2001 a Oficina Pedagógica de Geologia recebeu 2361 visitantes, salientando-se que a distribuição não é uniforme ao longo do ano. No primeiro trimestre registaram-se quase 50% das entradas na Oficina.

Nesta fase, que poderá designar-se como exploratória da investigação, as conversas informais com os monitores e com o responsável pelas Oficinas Pedagógicas do Palácio de Cristal, e a observação de algumas sessões por parte da investigadora indicaram que a maioria da população visitante corresponde a crianças integradas em visitas escolares. Salienta-se a participação da Oficina Pedagógica de Geologia no projecto “Geologia no Verão”, promovido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, que no ano de 2001 recebeu a visita de 352 pessoas.

A investigação levada a cabo envolveu, para além da própria investigadora:

- os monitores da Oficina: seis alunos da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, dos cursos de Geologia e Biologia-Geologia;
- o professor coordenador dos monitores, na Faculdade;
- o professor responsável pelas Oficinas Pedagógicas do Palácio de Cristal;
- os participantes nas sessões.

Dado o número de elementos da população interveniente ser demasiado elevado para ser possível, dado o tempo disponível, observado na totalidade, torna-se necessário proceder à selecção de elementos julgados pertinentes à investigação. A

selecção dos critérios que conduziu à escolha de parte dessa população, foi realizada em conjunto com o grupo de investigação, assim como a dimensão da mesma.

A amostra será, assim, uma amostra de conveniência, do tipo não aleatória e não probabilística - seleccionada de acordo com um ou mais critérios julgados importantes pela equipa, tendo em conta os objectivos do trabalho de investigação. Este tipo de amostragem tem algumas limitações: por um lado devido ao carácter subjectivo que envolve o processo de selecção, pode colocar-se o problema da validade externa (relativo à generalização dos resultados); por outro não é possível saber-se se os resultados alcançados seriam os mesmos no caso de os elementos da população seleccionados serem outros.

#### ❖ Hipóteses de investigação:

Para Esteves (1986) as hipóteses de investigação em Investigação-Acção correspondem ao projecto de solução para o problema identificado na situação inicial. Neste projecto pretendia-se criar e desenvolver um conjunto de actividades no âmbito da Geologia a realizar na Oficina Pedagógica de Geologia, com vista a promover alguns aspectos desta ciência junto dos visitantes/participantes.

### **C) Estruturação do plano geral**

A elaboração do plano de investigação foi essencial para a concretização do projecto. Constituiu o eixo principal, a partir do qual se foi evoluindo, e por vezes até desviando. O primeiro plano, elaborado no início da investigação, foi transformado à medida que a investigadora se familiarizava, por um lado com o quadro teórico educacional/didáctico, e por outro lado com o próprio ambiente e as pessoas que iam constituir o palco da investigação. As diferentes fases descritas no planeamento não foram muito individualizadas e estanques; ocorreram situações numa que permitiram alargar ou reformular outra.

As ideias iniciais foram sendo reformuladas, modificadas e reforçadas à medida que se foi avançando. O contacto com a Oficina, mesmo antes da implementação dos materiais, foi fundamental para o esclarecimento, avanço e recuo nos projectos iniciais de actividades/estratégias a desenvolver. A recolha sistemática de informação neste âmbito foi essencial para, por um lado, compreender alguns acontecimentos do

quotidiano e, por outro para tornar mais credível o plano inicial. No quadro seguinte faz-se um resumo das etapas do projecto.

Quadro 3-1 – Objectivos e operacionalização das etapas do projecto

Projecto: Como contribuir para a literacia científica em Geologia?		
Etapa	Objectivos	Operacionalização
I	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Análise e reflexão sobre a literacia</li> <li>▪ Análise e reflexão sobre várias perspectivas da Educação em Ciências</li> <li>▪ Definição de diferentes contextos de ensino-aprendizagem</li> <li>▪ Contextualização do “modelo”: Oficina Pedagógica</li> </ul>	Recolha bibliográfica em vários suportes e anotação em fichas de leitura
II	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Construção de materiais didácticos</li> <li>▪ Construção de questionários</li> <li>▪ Validação dos materiais construídos</li> </ul>	Pesquisa de trabalhos na área da divulgação científica da Geologia Escolha de actividades motivadoras Discussão do projecto com especialistas das áreas da Didáctica e da Geologia Realização de um <i>piloto</i>
III	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realização da sessão para os monitores</li> <li>▪ Análise dos resultados obtidos nos questionários</li> </ul>	Realização de sessões com a utilização de todos os materiais produzidos Reflexão sobre os dados recolhidos e as indicações fornecidas pelos monitores
IV	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Análise das implicações da realização do projecto, para a população visitante e para a investigadora.</li> </ul>	Reflexão crítica sobre o trabalho desenvolvido

#### **D) Desenvolvimento das etapas da acção**

As decisões sobre como levar a cabo o projecto quer em termos de tempo de concretização de cada uma das etapas, quer da reflexão necessária para se ir avançando, foram sempre difíceis. No entanto, foi elaborada uma tabela cronológica (quadro 3-2) que teve como objectivo fundamental orientar a investigadora no sentido de cumprir o projecto em tempo “satisfatório”.

Quadro 3-2 – Calendarização das tarefas a desenvolver no projecto de investigação

TAREFAS	2001	2002		
	Setembro a Dezembro	Janeiro a Março	Abril a Junho	Julho a Setembro
➤ Recolha bibliográfica	[Barra cinzenta]			
➤ Construção de materiais didácticos		[Barra cinzenta]		
➤ Construção de questionários		[Barra cinzenta]		
➤ Validação dos materiais			[Barra cinzenta]	
➤ Realização de sessão para monitores			[Barra cinzenta]	
➤ Análise, interpretação e reflexão sobre os resultados			[Barra cinzenta]	
➤ Análise das implicações da realização do projecto para a investigadora e para a população visitante				[Barra cinzenta]
➤ Redacção da tese			[Barra cinzenta]	

Decidir com exactidão qual o percurso a seguir, qual a estrutura da acção a implementar, a avaliação dos seus efeitos, assim como os métodos de recolha de dados envolveu momentos de grande reflexão por parte da investigadora. Nesta fase, que se julgou desde o início como a mais problemática e fundamental para a concretização do plano geral, foram tidas em elevada consideração todas as sugestões dadas por especialistas em Didáctica e em Geologia que acompanharam o desenvolvimento deste trabalho.

Pode descrever-se sumariamente a acção a implementar, enumerando as suas etapas e a selecção de materiais/instrumentos/estratégias realizada para cada uma delas:

- A selecção dos conteúdos/termos a abordar pretendeu aproximar este projecto de outros realizados neste âmbito, como os de “Geologia para Todos” e “Geologia no Verão” promovidos pelo Ministério da Ciência e Tecnologia.

As opções tomadas tiveram em consideração por um lado o contexto para o qual foi desenvolvido: “*o da divulgação de saber em torno de temas tão ignorados entre nós como são os das Ciências da Terra*” (Galopim de Carvalho, 2000); e por outro a população a que se destinava. Assim, pareceram relevantes os seguintes objectivos:

- ✓ Dar a conhecer aspectos relevantes da Geologia Local / Regional
  - ✓ Sensibilizar para o conhecimento das rochas, minerais e sua aplicação
  - ✓ Sensibilizar para a protecção do Património Natural
  - ✓ Consciencializar para a necessidade de um desenvolvimento sustentado
  - ✓ Permitir a construção de uma ética ambiental
- A construção de materiais didácticos (*posters*, protocolos, chave de identificação, etc.) e a selecção das actividades a realizar, teve início logo que a revisão bibliográfica realizada foi considerada suficiente para alicerçar um projecto de ensino-aprendizagem.
  - A sessão para os monitores, considerada essencial para a implementação do projecto, teve o objectivo de apresentar os materiais e as perspectivas educacionais envolvidas na sua elaboração.  
Foi elaborado um guião, designado por “Caderno da Oficina” onde se incluiu o esquema geral das actividades a desenvolver, os objectivos que se pretendem alcançar em cada actividade, assim como sugestões de utilização dos vários materiais.
  - A realização de um questionário e o registo fotográfico foram os meios seleccionados para a recolha de dados. Tendo em conta a natureza da metodologia seguida –IA- para a avaliação/reflexão da implementação do projecto foram ainda essenciais a discussão crítica, tanto com os especialistas, como com os monitores, a observação de algumas sessões.

A construção dos materiais/instrumentos/estratégias e a sua implementação (que corresponderia à etapa D) desta metodologia), por terem constituído uma fase fundamental neste trabalho de investigação serão alvo de maior detalhe no capítulo 4.

### **Adequabilidade dos materiais**

A validação dos materiais foi realizada por um geólogo com larga experiência no âmbito da divulgação científica que teve oportunidade de assistir à sessão para os monitores. Desta apresentação surgiram sugestões de alteração pontuais, nomeadamente ao nível da terminologia usada em alguns materiais. As propostas foram tidas em consideração e foi realizada uma reformulação de alguns materiais.

Foram também tidas em atenção algumas sugestões propostas pelos monitores no final da sessão de apresentação, especificamente no que se refere à duração da sessão e na ponderação sobre as actividades a levar a cabo tendo em conta as faixas etárias.

Esta validação – validação interna – resultou num amplo momento de discussão e reflexão que culminou na obtenção de materiais mais adequados à situação real para a qual se destinavam, podendo assim esperar-se um maior êxito na sua utilização.

A adequabilidade dos materiais, da própria estratégia proposta e do questionário elaborado para a recolha de dados foram ainda validados pela realização de um *piloto*. Este estudo permitiu à investigadora (nesse momento observadora) testar as suas propostas iniciais. Este estudo realizou-se com alunos da Escola E. B. 2, 3 de Miragaia, com a participação de dois monitores. Foi possível à investigadora testar os materiais, nomeadamente no que diz respeito à pertinência e clareza dos *posters*, às chaves de identificação e às actividades práticas propostas. Além disso, permitiu também conhecer as dificuldades manifestadas perante o questionário, particularmente com a linguagem utilizada, e a relevância de algumas questões.

A realização do *piloto* foi fundamental para a reflexão em torno das opções em torno das actividades/tempo de sessão e para a reformulação do questionário inicial. Este passo metodológico foi marcante para a concretização com sucesso deste projecto.

### **Recolha de dados**

A opção a tomar, relativamente à escolha dos meios para a recolha de dados, no sentido da validação externa deste projecto, foi extremamente difícil. Para Bogdan & Biklen (1994), neste tipo de metodologia são aceitáveis tanto os métodos qualitativos

como os métodos quantitativos. A combinação de métodos para a recolha de informações parece um aspecto de grande importância, uma vez que cada método revela diferentes aspectos da realidade empírica. Um outro aspecto tomado em consideração é a relativa fragilidade desta validação, dado o baixo grau de generalização dos resultados. No projecto proposto poder-se-á falar mesmo de vários contextos específicos onde decorre a acção, uma vez que cada monitor e cada grupo de participantes constituem uma realidade particular e, por vezes diversa. Por outro lado cada sessão será adaptada ao grupo, quer em termos de actividades realizadas, quer em termos de abordagem dos conteúdos.

Coloca-se ainda o problema da objectividade nesta estratégia metodológica. Bogdan & Biklen (1994) definem objectividade como o facto de ser dado igual peso a toda a informação que se recolhe ou de não se assumir nenhum ponto de vista particular quando se conduz uma investigação.

Neste projecto, em particular, foi ainda tido em conta o facto da investigadora não poder observar todas as sessões e ainda de existirem momentos de pausa no projecto. As sessões realizaram-se de acordo com as disponibilidades dos monitores e foram interrompidas nos períodos de exames na Faculdade.

Por todos os motivos expostos, o questionário pareceu ser o meio mais adequado para a recolha de dados. Segundo Elliott (1991), o questionário é uma forma de suscitar a manifestação das observações e interpretações de outras pessoas a respeito de textos ou de situações, assim como de atitudes com eles relacionados.

Muitas foram as questões levantadas em torno da elaboração do questionário. O processo de auto-reflexão da investigadora incidiu essencialmente sobre as determinações da sua própria problemática, considerar esses efeitos nas respostas obtidas e no momento da sua interpretação. A elaboração de perguntas fechadas coloca em discussão a distância entre a investigadora e o grupo que irá constituir o estudo. Neste caso a maioria das respostas vai cingir-se às hipóteses previstas. Assim como a linguagem utilizada pela investigadora pode ser discrepante em relação aos inquiridos. Foi também um ponto de referência o tempo dispendido na sua realização, uma vez que este foi administrado no final da sessão.

No sentido de minorar estes receios, foram realizados vários questionários que se colocaram à discussão com alguns intervenientes no projecto e alguns deles foram mesmo testados em alunos de 7º ano da Escola E.B. 2, 3 de Lordelo. Da análise dos resultados destes questionários e de várias sugestões propostas foi elaborado um novo

questionário que sofreu vários ajustes devido, por um lado às propostas indicadas por uma especialista na área, que foram de grande pertinência, e também à realização do *piloto*. Este teste prévio permitiu detectar as questões com linguagem demasiado complexa, os esquecimentos, algumas ambiguidades e problemas que as respostas levantaram, nomeadamente com a categorização posterior de respostas a questões do tipo aberto.

O Apêndice 2 apresenta a versão final deste instrumento de recolha de dados. Na sua elaboração a investigadora procurou conhecer a população de visitantes, os seus hábitos e interesses relativamente à literacia científica e a sua opinião acerca dos conceitos/conteúdos e materiais/actividades desenvolvidas durante a sessão.

A investigação levada a cabo e aqui descrita é um compromisso entre uma investigação educativa e uma investigação em acção, ou mesmo interventiva, uma vez que se desenvolveu uma teoria durante a acção e não uma teoria formal. A investigação recaiu principalmente na acção educativa, no percurso ensino-aprendizagem que se pretendeu desenvolver.

A recolha de dados não permitirá a generalização já que toda a investigação ocorreu num contexto muito específico, podendo mesmo considerar-se irrepetível: cada um dos monitores deu um carácter muito particular às sessões e cada grupo de participantes gerou questões/situações diversas.

## CAPÍTULO 4

### **CONSTRUÇÃO DOS MATERIAIS E SUA IMPLEMENTAÇÃO**

Este capítulo destina-se à caracterização das fases de construção dos materiais e sua implementação na Oficina Pedagógica de Geologia. Por se terem revestido de particular importância para a investigadora, estas etapas metodológicas merecem uma caracterização detalhada, uma vez que constituíram o ponto central de todo o trabalho de investigação-acção.

Será apresentada inicialmente a fase de construção dos materiais, onde se incluirá uma contextualização da problemática reflectida, assim como as perspectivas educacionais e didácticas que orientaram esta fase. Esta fundamentação é julgada bastante pertinente, pois a construção *destes* materiais e não outros resulta desta análise e reflexão da investigadora, e também influenciará todas as acções subsequentes de análise, discussão dos resultados e mesmo as conclusões. Salienta-se assim, mais uma vez, o carácter particular e específico desta investigação: as opções tomadas pela investigadora são com certeza diversas daquelas que qualquer outro investigador tomaria.

Numa segunda parte será apresentado o modo como os materiais foram implementados. A sessão para os monitores com o objectivo de apresentar os materiais e as propostas de desenvolvimento, foi fundamental para implementação do projecto. As necessárias adaptações da planificação proposta aos grupos etários dos visitantes e aos interesses manifestados fizeram de cada sessão uma realidade diferente e enriquecedora para esta investigação.

#### **4.1) A CONSTRUÇÃO DOS MATERIAIS**

A construção de materiais envolve, antes de mais, um conhecimento científico na área desenvolvida e uma criteriosa escolha da orientação pedagógica a seguir. Criar novos materiais requer, também, uma grande dose de criatividade.

A concepção dos materiais baseou-se, fundamentalmente, na reflexão da investigadora em três temas: a sua finalidade, a problemática que pretendiam alterar e as

perspectivas do Ensino em Ciências. Qualquer modelo didático que pretenda explicar e orientar a prática educativa tem que considerar, como elemento fulcral da sua estrutura, a análise crítica, a reflexão e o conjunto de competências profissionais que deve ter o formador. Neste caso, a investigadora tornou-se também formadora, na medida em que planeia a acção educativa. Este papel de formadora será retomado posteriormente, aquando da realização da sessão para os monitores.

A construção dos materiais esteve sempre fortemente influenciada pelos destinatários, um público muito heterogéneo, quer a nível etário quer ao nível dos conhecimentos prévios. Assumindo que a maior parte do público-alvo se trata de crianças e jovens em idade escolar, a concepção dos materiais e a escolha dos conteúdos/conceitos a abordar teve em consideração os programas nacionais para as Ciências Naturais.

A finalidade destes materiais é, em última análise, promover o “gosto” pela Geologia, que aparece como o *parente pobre* das Ciências Naturais. Neste sentido as bases científicas que se julgam importantes desenvolver, prendem-se com as seguintes temáticas:

- A Geologia como ciência
- Factos, conceitos, modelos e teorias em Geologia
- Geologia local: conceitos específicos e história

Na concepção dos diferentes materiais didáticos a investigadora tomou também em consideração a especificidade do conhecimento geológico assim como as dificuldades que lhe são próprias. Marques *et al* (1997) enumeraram alguns pontos fundamentais, dos quais se destacam:

- os fenómenos geológicos são interdependentes, devem ser considerados na sua globalidade;
- os fenómenos geológicos são únicos e reversíveis, pelo que o contexto do seu registo é a fonte privilegiada para a recolha de informações necessárias para

uma arquitectura de construção de um conhecimento ainda que provisório, no entanto, coerente em dado momento;

- os sistemas espacio-temporais, em particular a problemática do calendário geológico, são indissociáveis das interacções processo-tempo. Esta compreensão, (...) exige tempo de maturação de ideias;
- os fenómenos geológicos evidenciam um dinamismo permanente e "imperceptível", ofuscados por acontecimentos, muitas vezes de grande espectacularidade visual. Estes ao serem atractivos, ao "entrarem pêlos olhos dentro", valorizam os factos fazendo esquecer as razões nas quais aqueles se devem ler e enquadrar.
- a observação descritiva dos fenómenos geológicos quando é sobrevalorizada em relação à interpretação dos mesmos - lembramo-lo que elas correm a par ainda que podendo ser consideradas ideias hipotéticas sujeitas a confronto escondem, no entanto, o significado da construção do conhecimento científico. (...) Há que ultrapassá-la ajudando as pessoas a pensarem sobre o que observam e sobre o significado do que observam.

Um outro aspecto sempre presente na reflexão que conduziu à planificação das sessões e à concepção dos materiais, é a problemática em torno da qual se elaborou o plano inicial e se que julga pertinente, neste momento, referir de novo:

- Disparidade crescente entre a Educação em Ciências nas escolas e as necessidades e interesses dos alunos.
- Exigência de cidadãos capazes de relacionar-se com conhecimentos científicos, tecnológicos e suas implicações ambientais e sociais.
- Grande fragilidade revelada no ensino "formal" (resultados muito desfavoráveis no nosso país).
- A Geologia é ensinada nas escolas de forma geralmente transmissiva, aparecendo os conceitos de forma abstracta.

A opção relativamente à orientação pedagógica/didáctica a seguir, ou seja, as perspectivas em Educação em Ciência subjacentes a este projecto, pode considerar-se uma tentativa de conjugação de aspectos de várias propostas (Quadro 4-1):

- educação em ciências: CTSA;
- a aprendizagem através da resolução de problemas;
- a perspectiva de Ensino por Pesquisa;
- uma concepção construtivista da aprendizagem.

Para além da análise e reflexão na bibliografia acerca destas perspectivas educacionais, a investigadora julgou também relevante o levantamento de alguma literatura no que se refere ao papel da comunicação no contexto educacional; na influência dos intercâmbios ecológicos e sociais nos processos de aprendizagem; e o desenvolvimento de atitudes, valores e princípios de cidadania em espaços não-formais.

Assim, numa *contra corrente* da sociedade actual, em que a realidade que nos cerca é o “fazer pelo fazer”, e o que interessa é fazer muito, pretendeu-se que a construção dos materiais surgisse de uma reflexão sobre a pedagogia/psicologia/didáctica e também da análise dos resultados obtidos em programas educacionais idênticos ao que se pretendia elaborar.

Quadro 4-1 – Concepções da Educação em Ciência consideradas na planificação da sessão

<p>Educação Em Ciências: CTSA</p>	<p>Educação CTSA: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente</p> <p>Tem por base a ideia de que devem ser proporcionados momentos de aprendizagem em que se interliguem estas componentes.</p> <p><i>Tendo por base uma área de conhecimento, promove o treino de competências que culmina na sua aplicação em contextos reais da sociedade.</i></p>
<p>Aprendizagem Através da Resolução De Problemas</p>	<p>Contempla problemas relevantes para o aluno, de modo a que os saberes construídos sejam transferíveis para situações do seu quotidiano.</p> <p>Promove o desenvolvimento de competências de raciocínio, pesquisa e resolução de problemas, enquanto dominam saberes básicos do domínio científico.</p> <p>Permite o aumento da autonomia e da criatividade.</p> <p>Estimula o envolvimento e interacção de todas as capacidades e saberes.</p> <p>Desenvolve estratégias para lidar com problemas do futuro.</p>
<p>Perspectiva De Ensino Por Pesquisa</p>	<p>Os conteúdos são entendidos como meios necessários ao exercício do pensar.</p> <p>A informação que se procura nasce da discussão entre os intervenientes no processo educativo.</p> <p>Educação científica não só em ciência, mas sobretudo através e sobre a Ciência.</p> <p>Educação científica promotora de cultura científica: uma educação mais humanizada, mais próxima dos desafios de um futuro tecnologicamente e cientificamente mais avançado.</p>
<p>Concepção Construtivista Da Educação</p>	<p>O ensino é considerado como um processo conjunto, compartilhado por todos os intervenientes, em que o indivíduo se torna progressivamente competente e autónomo na resolução de tarefas, no emprego de conceitos e na prática de determinadas atitudes e competências.</p> <p>A aprendizagem é entendida como a capacidade de elaborar uma representação pessoal sobre um objecto da realidade ou um conteúdo que pretendemos aprender.</p> <p>A aprendizagem é, assim, um processo activo, no qual o indivíduo constrói, modifica, enriquece e diversifica os seus esquemas de conhecimento, a partir do significado e do sentido que consegue atribuir aos conceitos/conteúdos apresentados, e ao próprio facto de os aprender.</p>

Tendo em conta as características destes materiais não faz sentido fazer a listagem, ou simplesmente descrever cada um deles. Optou-se pela sua apresentação após a descrição da planificação, uma vez que esta corresponde exactamente ao processo da sua concepção. Os materiais foram produzidos com um objectivo específico que se enquadra numa planificação geral da sessão. Não surgiram, ao acaso, por uma opção qualquer que não seja a concretização das finalidades do projecto.

As actividades abordam temas diversos (relacionados com as temáticas presentes nos currículos nacionais) dando a conhecer aspectos geológicos relevantes da zona do Porto. Dar a conhecer aspectos geológicos numa zona densamente povoada como esta, levantou inicialmente algumas dificuldades. No entanto a localização privilegiada da Oficina permitiu superar alguns obstáculos.

Na planificação considerou-se muito importante que as sessões constituíssem pontos de partida para uma reflexão sobre ética ambiental, dada a relevância que um sistema de valores tem na forma como um indivíduo exerce a cidadania, se posiciona face à sociedade, às decisões individuais e colectivas. Assim, as acções foram também direccionadas para a divulgação, sensibilização e valorização do património natural.

## A) Planificação

A planificação das actividades a desenvolver, assim como a sua sequência, foi orientada pela concepção de que é o indivíduo que constrói o seu próprio conhecimento sempre que é confrontado com problemas (situações-problema). Neste sentido, foi essencial encontrar uma situação-problema suficientemente abrangente para todos os conteúdos/conceitos que se pretendiam abordar (quadro 4-2). A questão - *O que existe por baixo dos nossos pés?* – é desenvolvida ao longo da sessão através de um conjunto de actividades/estratégias que propõe aos visitantes uma participação activa na procura da resposta, na construção do *saber*. Todo o plano se desenvolve a partir de sub-questões que permitem uma abordagem dos conteúdos/conceitos seleccionados (Figura 4-1).

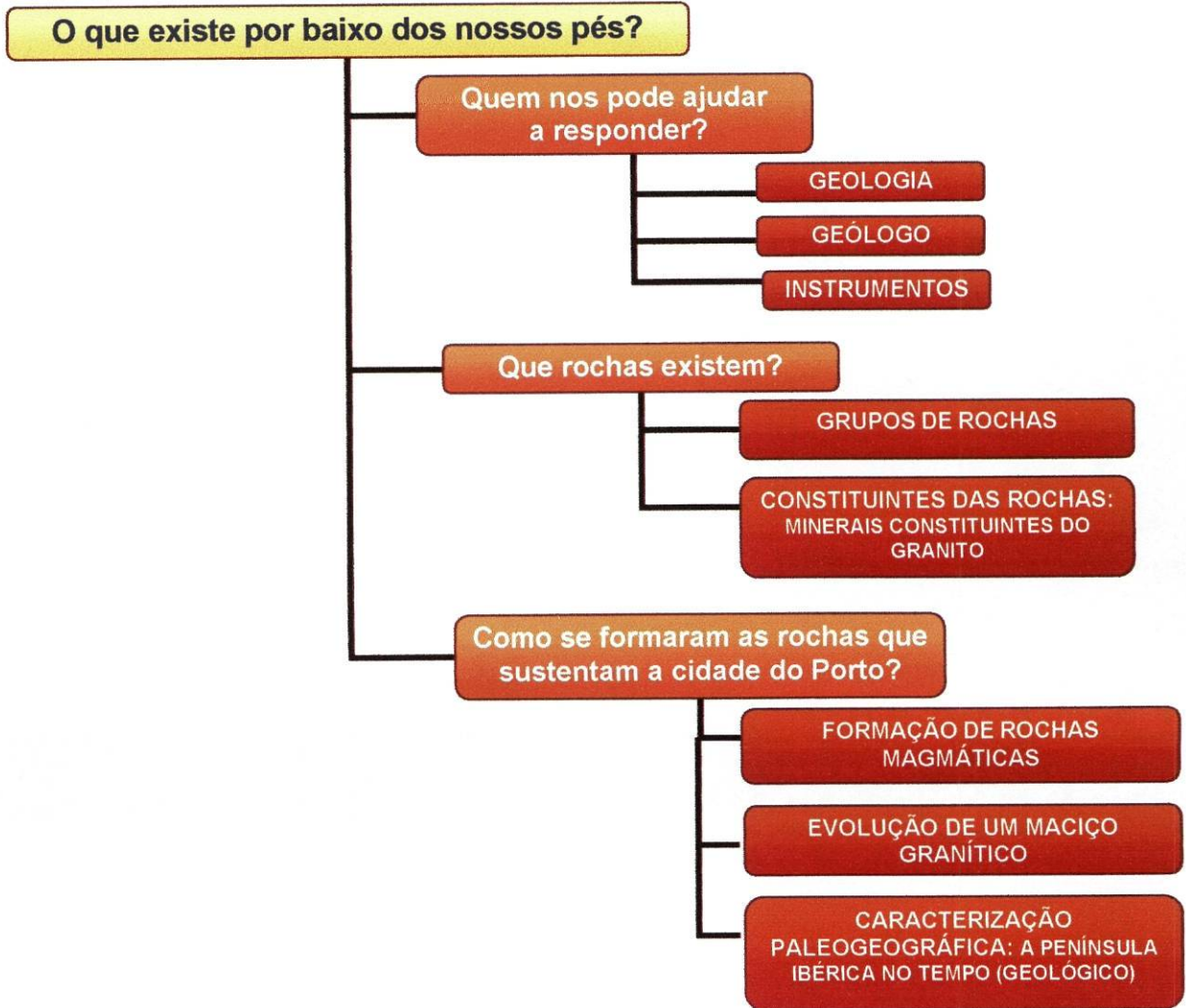
As finalidades desta sequência de actividades são:

- Proporcionar situações favoráveis à aprendizagem de conceitos em Geologia, seguindo um percurso no qual se integra o desenvolvimento de capacidades e atitudes.
- Motivar os participantes à aprendizagem através da apresentação de sucessivas situações-problema.
- Desenvolver o espírito de observação e a curiosidade nos participantes.
- Dar a conhecer um pouco a realidade geológica da cidade e desenvolver conceitos centrais em Geologia.
- Promover uma consciência ambiental, componente fundamental da educação plena do cidadão.

Quadro 4-2 – Plano geral da sessão – apresentação dos conteúdos/conceitos

Conceitos estruturantes	Situação – Problema	Conteúdos Conceptuais
<p>A GEOLOGIA, o Geólogo e seus instrumentos</p>	<p>O que existe por baixo dos nossos pés?</p>	<p>Geologia como ciência que estuda a história da Terra, a sua estrutura, os materiais que a compõem, a sua natureza, forma e origem</p> <p>Importância da Geologia: problemas actuais colocados pela sociedade</p> <p>Instrumentos utilizados pelos Geólogos</p>
<p>MATERIAIS CONSTITUINTES DA CRUSTA TERRESTRE</p> <p>diversidade e origem das rochas</p>		<p>Principais Grupos de Rochas</p> <p>Formação de rochas magmáticas</p> <p>Evolução de um maciço granítico</p> <p>Características do granito do Porto</p>
<p>O TEMPO GEOLÓGICO</p> <p>um tempo longo</p>		<p>A medida do tempo em Geologia</p> <p>A idade da Terra</p> <p>A idade do granito do Porto</p>
<p>A TERRA: UM PLANETA EM MUDANÇA</p>		<p>O mobilismo geológico: o movimento da Península Ibérica</p>

Figura 4-1 – Plano geral da sessão – apresentação das sub-questões-problema e suas relações com as temáticas a abordar



A extensa pesquisa em vários suportes, onde importa referir, pela sua diversidade e facilidade, a *Internet*, foi fundamental para a escolha das actividades a incluir em cada sub-tema. A concepção dos materiais e organização das actividades foi quase sempre simultânea e resultou numa planificação mais pormenorizada, com propostas de exploração.

Serão seguidamente apresentados os materiais construídos e referidos os objectivos de cada um, optando-se por indicar a sequência pela qual são abordados no ponto 2 deste capítulo - A implementação dos materiais.

## B) Materiais construídos

### Os posters

Os *posters* foram elaborados para uma melhor clarificação, visualização, compreensão e interpretação dos conteúdos/conceitos. Produziram-se três *posters* designados por: «*Os grupos de rochas do Porto*»; «*A história do granito*» e «*O tempo geológico*», com as dimensões de 140x50 cm, cada um.

O *poster* «*Os grupos de rochas do Porto*» (Apêndice 3) procura, a partir de uma zona da cidade (a zona do Castelo do Queijo) apresentar exemplos de rochas pertencentes aos três grupos: Magmáticas (granito); Sedimentares (arenito) e Metamórficas (gnaisse). No *poster* estão representados aspectos macroscópicos e microscópicos de cada exemplo.

O *poster* «*A história do granito*» (Apêndice 4) pretende clarificar os conceitos de rocha extrusiva e rocha intrusiva, no sentido de classificar o granito do Porto, a rocha predominante na região. Apresenta de forma simples a sua constituição mineralógica, através de uma imagem de microscopia. Aponta ainda uma explicação para o aspecto do granito observado no Palácio de Cristal e também para os produtos resultantes da sua alteração, como as areias quartzosas e a caulinite.

O *poster* «*O tempo geológico*» (Apêndice 5) é representado por um friso cronológico, preenchido com imagens dos seres vivos mais característicos de cada época. Este é um *poster interactivo*, uma vez que foram também construídos uns mini-posters: uns que permitem identificar o grupo de seres vivos mais representativo de cada época (Apêndice 6); outros que revelam a posição relativa da Península Ibérica em tempos distintos, que serão colados no *poster* pelos visitantes (Apêndice 7).

### Protocolos de actividades práticas

As actividades «*A minha rocha de estimação*» (Apêndice 8): e «*A família das rochas*» (Apêndice 9): são actividades que têm como objectivo levar os participantes a reconhecer propriedades que permitam identificar algumas das rochas fornecidas. O que se pretende é, portanto, que sejam os próprios visitantes a descobrir algumas propriedades características de cada grupo de rochas. O facto de se terem elaborado duas propostas prende-se com as idades dos participantes; a actividade designada por «*A*

*minha rocha de estimação*» é dirigida aos mais pequenos, uma vez que lhe é pedido que se centre apenas numa amostra e não em várias.

A actividade «*Investigando a dimensão dos cristais*» (Apêndice 10), refere-se a uma actividade experimental, em que o objectivo principal é comparar o processo de cristalização em diferentes condições de temperatura.

A actividade «*Vamos descobrir os minerais do granito*» (Apêndice 11), trata-se do protocolo que suporta a observação e a identificação dos minerais do granito. Após a identificação macroscópica de amostras de minerais, com o auxílio da chave de identificação, propõe-se a observação ao microscópio de lâminas de granito.

### **Chave de identificação**

Na actividade «*Vamos descobrir os minerais do granito*» (Apêndice 12), a chave dicotómica refere-se apenas às características mais facilmente identificáveis e pretende que os participantes tomem contacto com este tipo de documento.

### **O caderno da Oficina**

O *caderno da Oficina* constitui o guião das actividades a desenvolver e destinou-se exclusivamente aos monitores. Nele incluem-se: o esquema geral das actividades, os objectivos gerais e os específicos de cada sub-tema; os protocolos das actividades e as respectivas sugestões de desenvolvimento, assim como miniaturas dos *posters* e da chave de identificação.

O *caderno da Oficina* é apresentado em anexo (Apêndice 14) no formato A<sub>4</sub>. Os exemplares deste *Caderno* distribuídos aos monitores da Oficina tinham o formato A<sub>5</sub> e as páginas encontravam-se ligadas por uma espiral, permitindo um fácil manuseamento.

Na concepção de todos os documentos e materiais didácticos esteve sempre presente a preocupação de expor de forma simples e clara os conceitos/conteúdos. Assim, a linguagem é intencionalmente simples e compreensível, procurando tornar os temas acessíveis para o cidadão comum, aproximando-o dos conceitos científicos.

Refere-se ainda a utilização de outros materiais gentilmente cedidos pelo Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências e ainda outros adquiridos pela

Câmara Municipal do Porto que foram fundamentais para a plena concretização das actividades: cartas, mapas, martelos de geólogo, bússola, microscópios, lupas, etc.

A planificação da sessão, a escolha das actividades e a construção de materiais e documentos, constituiu, sem dúvida, a fase mais problemática, mas também a mais gratificante pois a concretização das ideias iniciais mostrou-se bastante satisfatória. É importante referir que neste processo surgiram ideias e ajudas de várias pessoas que em muito enriqueceram o trabalho. É também importante salientar ainda que esta fase se prolongou para além do previsto, tendo a fase de recolha de dados ficado aquém do que inicialmente a investigadora se tinha proposto.

#### 4.2) A IMPLEMENTAÇÃO DOS MATERIAIS

A fase da implementação dos materiais pode ser subdividida em duas: a apresentação junto dos monitores e a sua implementação na Oficina. Na primeira a investigadora toma o papel de formadora, apresentando todo o projecto aos monitores e na segunda o papel de observadora, não participante na acção. É de referir que a investigadora não conseguiu observar todas as sessões das quais se recolheram dados nos questionários.

A Sessão de Apresentação para os monitores e outros intervenientes, foi realizada no dia 10 de Abril, no Pavilhão Infantil do Palácio de Cristal, gentilmente cedido para o efeito pela Câmara Municipal do Porto. Na apresentação (Apêndice 13) foram abordados os seguintes aspectos: a problemática em que se inseria, as principais linhas de acção, as bases pedagógicas/didácticas e científicas que o orientavam e a planificação das actividades. Durante esta exposição foram, simultaneamente, aplicadas as actividades/estratégias aos próprios monitores. No final foi-lhes pedido o preenchimento do questionário, para que tomassem contacto também com este elemento da investigação.

Seguidamente será descrita a evolução de uma sessão, segundo a proposta desenvolvida neste trabalho (figura 4-1). Apresenta-se a organização dos materiais segundo as actividades e estratégias, referenciando-se os objectivos e propostas de desenvolvimento específicas.

A primeira questão: Quem nos pode ajudar a responder? tem a finalidade de focar a atenção dos participantes nas Ciências da Terra, na sua “*linguagem*”, “*instrumentos*” e métodos específicos de investigação. Dar a conhecer a Geologia e o Geólogo modernos, isto é, o que se estuda e com que finalidades, nesta sociedade onde a tecnologia exerce um papel fundamental.

**Objectivos:**

- Promover a ligação ciência/tecnologia /sociedade/ambiente.
- Dar a conhecer: a importância da Geologia como Ciência e a abrangência do seu objecto de estudo.
- Reconhecer a contribuição da Geologia para a sociedade/tecnologia/ambiente dos nossos dias.
- Apresentar alguns instrumentos utilizados na pesquisa em Geologia.

**Actividades/estratégias:**

- Apresentação da imagem “O Geólogo” que deve ser colocada em confronto com a imagem trazida pelo grupo – Quem é o Geólogo?
- Dar a conhecer os instrumentos utilizados pelos geólogos e debater com o grupo a sua utilização.
- Localizar o Palácio de Cristal em diferentes mapas (Carta Geológica, Fotografia Aérea, etc).
- Identificar na carta Geológica a rocha predominante no Porto.

A questão: **Que rochas existem?** tem como principal objectivo dar a conhecer aos participantes algumas características dos materiais constituintes da Geosfera, nomeadamente a composição mineralógica e estrutura, que permitem definir os três grupos de rochas. É fundamental realçar a importância de uma observação atenta e de uma análise pormenorizada para a identificação e classificação dos materiais terrestres.

Para tornar mais relevante a aprendizagem é sugerida uma observação *no campo* de um afloramento granítico. A ida ao “campo” constitui um momento onde se desfruta da belíssima paisagem envolvente, permitindo aos participantes perceberem a sensação de prazer, de sossego, no meio da cidade.

Dependendo do grupo de participantes pode fazer-se referência apenas à constituição litológica da zona do afloramento observado (para grupos etários mais baixos) ou avançar sobre o ponto de vista da deformação observada no local e mesmo dos fenómenos que a originaram.

### **Objectivos:**

- Compreender os conceitos de mineral e rocha.
- Reconhecer a existência de uma grande diversidade de rochas e minerais.
- Caracterizar e distinguir os três grupos de rochas.
- Identificar os minerais constituintes do granito.

### **Actividades/estratégias:**

- Reconhecer na carta Geológica a existência de uma diversidade de rochas.
- Actividade: “A minha rocha de estimação” ou “A família das rochas”.
- Análise e discussão do poster “Grupos de rochas do Porto”.
- Actividade: “Vamos descobrir os minerais do granito” (Utilização de chave dicotómica e observação de lâminas ao microscópio)
- Saída ao campo, para visualizar o granito em afloramento e comparar com as amostras.

A questão: Como se formaram as rochas que sustentam a cidade do Porto? tem o propósito de revelar aos participantes os fenómenos característicos do ambiente magmático e aspectos de alteração. Estes elementos constituem a base para a construção da ideia de que a geosfera é dinâmica. Estes conceitos serão confrontados com o que foi observado no “campo” e vão servir de tentativa de explicação e integração de todas as actividades e estratégias desenvolvidas.

Pretende também que os participantes conheçam algumas das potenciais utilizações do granito e dos seus minerais constituintes e dos minerais resultantes da sua alteração.

O tempo geológico é um conceito fundamental em Geologia. Sendo de particular relevância para a compreensão dos fenómenos que levaram ao aparecimento

do granito no Porto e à sua alteração. Com base nos dados fornecidos no *poster* “A história do granito” acerca da idade do granito, pretende-se que os participantes localizem no *poster* “Tempo Geológico” a sua formação e tomem contacto com a situação paleogeológica e paleogeográfica da Península Ibérica.

### **Objectivos:**

- Conhecer processos que levam à formação de rochas magmáticas.
- Identificar alguns fenómenos que levam à alteração das rochas.
- Reconhecer que as alterações surgem como resultado de um processo lento.
- Reconhecer aspectos típicos de uma paisagem granítica.
- Conhecer a um pouco da história geológica do Porto.

### **Actividades/estratégias:**

- Actividade prática: “Investigando a dimensão dos cristais”.
- Análise do poster: “A história do granito”.
- Análise do poster: “O tempo geológico”.

Foi desde sempre preocupação da investigadora manifestar grande abertura às sugestões dos monitores e salientar que o objectivo da investigação não visava de alguma forma a sua avaliação. Acentuou-se a sua enorme importância para o êxito deste trabalho assim como se orientou todo o discurso no sentido de terem um papel de “lançadores de problemáticas” geradoras de uma motivação que é incentivada nas actividades e materiais produzidos.

A realização da primeira sessão com a implementação dos materiais produzidos neste trabalho, realizou-se no dia 11 de Abril com alunos da Escola E. B. 2, 3 de Miragaia. No final desta sessão foi possível identificar algumas lacunas e, principalmente, a necessidade de se optarem por algumas das actividades, uma vez que, por vezes o tempo dispendido é mais do que o esperado, principalmente quando o grupo é alargado.

## CAPÍTULO 5

### **ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Na avaliação deste trabalho foi utilizado como instrumento fundamental um questionário a que os visitantes respondiam no final da sessão. Para além deste instrumento foram também recolhidas algumas fotografias e notas das conversas informais com os monitores que permitiram ir ajustando as actividades.

O questionário (Apêndice 2) é constituído por 34 questões, com uma nota introdutória prévia em que se faz referência ao objectivo e natureza do mesmo, e um agradecimento final aos participantes. As quatro questões iniciais têm o objectivo de permitir caracterizar a *amostra* que irá constituir a base de análise do trabalho efectuado. As três questões seguintes pretendem facilitar a descrição da população visitante relativamente à frequência e condições em que visitam espaços de divulgação de ciência e a importância que dão a estes espaços no conhecimento que têm na área das Ciências da Terra.

As questões 8 a 15 prendem-se com objectivos específicos delineados para a sessão, particularmente no que se refere ao reconhecimento da Geologia como ciência, o seu objecto de estudo, os saberes específicos e a sua importância na vida quotidiana.

As restantes questões pretendem aferir o interesse e o gosto manifestado pelos materiais e actividades desenvolvidas durante a sessão, a intercomunicação com os monitores, assim como o interesse pela participação noutras actividades similares.

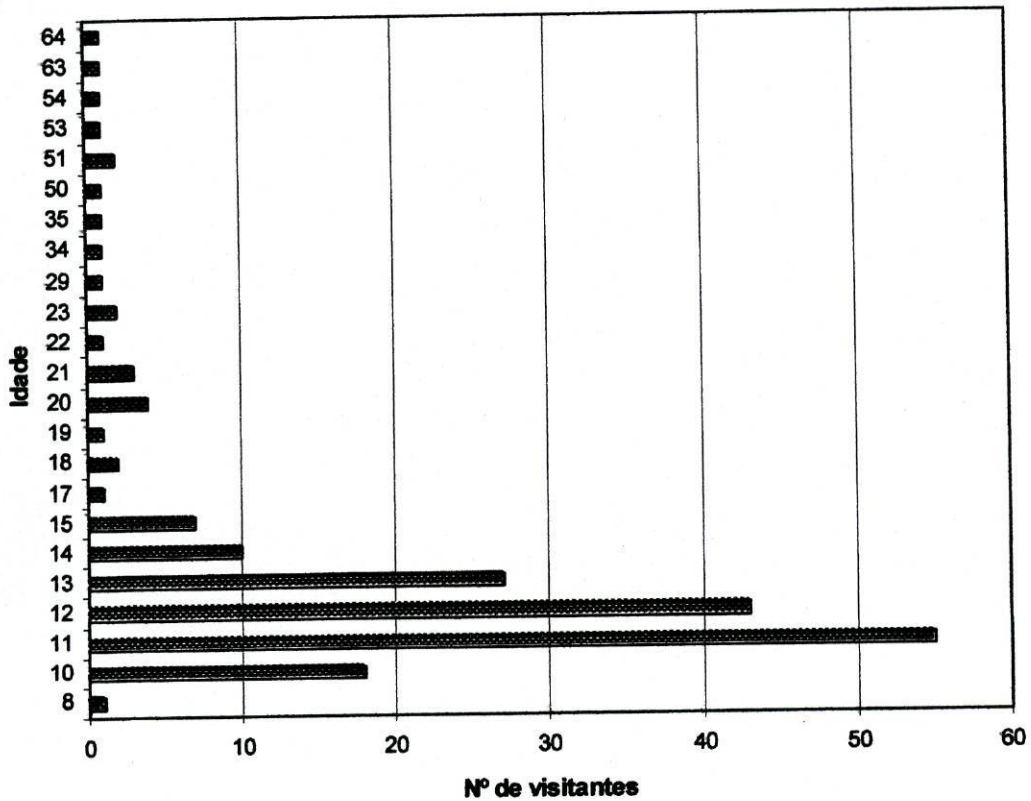
O pleno funcionamento da Oficina Pedagógica com os materiais construídos e a estratégia definida teve início no final do mês de Abril e a recolha de dados prolongou-se até ao final do mês Outubro. Este intervalo permitiu abranger os dois tipos de público que geralmente frequentam aquele espaço: a população escolar e os visitantes integrados nas actividades da Geologia de Verão. A designação - população escolar - prende-se com a integração desta sessão numa visita de estudo marcada pelos professores.

Assim, este estudo pôde realizar-se com base em 186 questionários, a que os visitantes maiores de 8 anos responderam. A opção deste limite inferior para a idade

realiciona-se apenas com as próprias características deste instrumento. Há que salientar, no entanto que participaram nas sessões crianças com idades inferiores mas que não fazem parte da amostra.

As idades dos 186 visitantes que responderam ao questionário distribuem-se de acordo com o gráfico da figura 5.1., sendo notória a participação de jovens entre os 10 e 15 anos de idade.

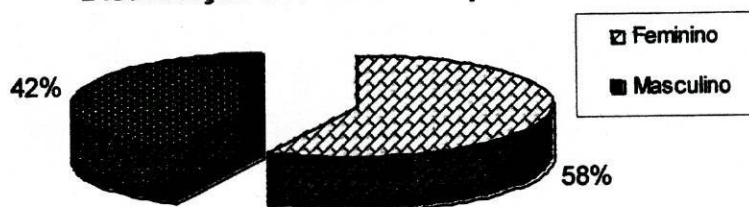
**Distribuição de visitantes por idade**



**Figura 5.1. – Gráfico de distribuição dos visitantes por idades**

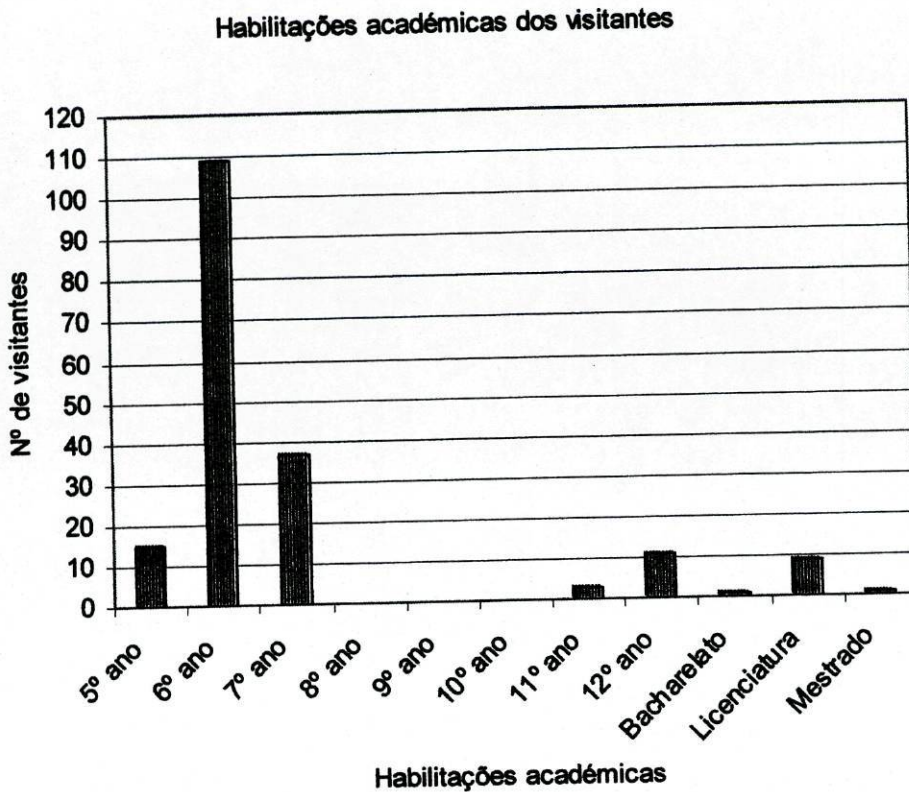
Dos visitantes inquiridos 42% são do sexo masculino e 58% do sexo feminino (gráfico da figura 5.2.).

**Distribuição dos visitantes por sexo**



**Figura 5.2. – Gráfico de distribuição dos visitantes por sexo**

As habilitações académicas dos visitantes variam bastante, no entanto, como seria de esperar dada a distribuição das idades, a maioria está a frequentar o Ensino Básico (figura 5.3.).



**Figura 5.3.** – Gráfico de distribuição dos visitantes de acordo com as suas habilitações académicas

Relativamente à actividade profissional exercida pelos visitantes, a grande maioria é estudante, tendo-se registado ainda outras actividades (tabela 5.1.).

Actividade Profissional	Nº de visitantes
Estudante	174
Professor	7
Funcionário público	1
Animadora ATL	1
Espec. Ambiente	1
Oper. de computadores	1
Auditora	1

**Tabela 5.1.** – Distribuição dos visitantes de acordo com a sua actividade profissional

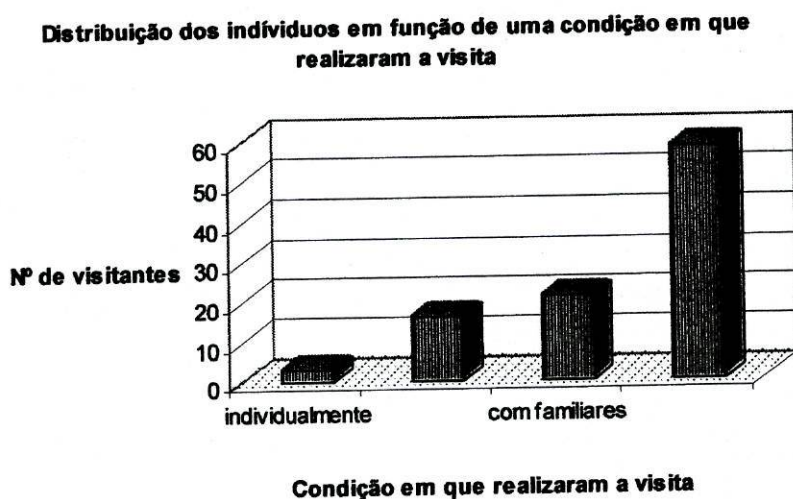
Da análise realizada pode caracterizar-se o grupo de visitantes que constitui a amostra do trabalho de investigação: trata-se de uma população maioritariamente muito jovem, estudante e que frequenta o ensino básico.

No que se refere à frequência com que estes indivíduos visitam espaços relacionados com ciência, 54% respondeu ter visitado no último ano, enquanto 46% não o fizeram (figura 5.4.).



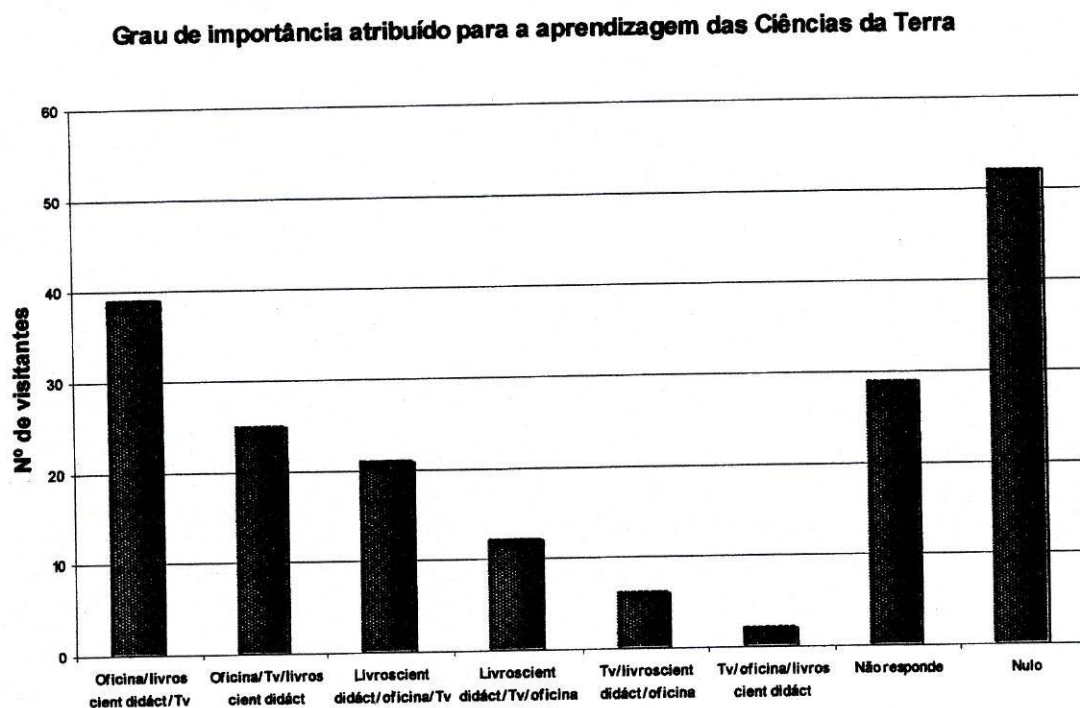
**Figura 5.4.** – Gráfico de distribuição da percentagem de indivíduos relativamente à frequência de espaços relacionados com ciência, no último ano.

Dos participantes que afirmaram ter visitado no último ano um museu/espço didáctico relacionado com ciência, a maioria fê-lo integrado numa visita escolar (figura 5.5.).



**Figura 5.5.** – Gráfico de distribuição dos indivíduos que realizaram uma visita no último ano em função do acompanhamento que tiveram.

No que se refere ao interesse que estes indivíduos atribuem às actividades sugeridas no questionário para a sua aprendizagem das Ciências da Terra, os resultados distribuem-se da seguinte forma (figura 5.6.):



**Figura 5.6.** – Gráfico de distribuição dos visitantes segundo as categorias de resposta possíveis relativas ao grau de importância atribuído para a aprendizagem das Ciências da Terra.

Da análise da figura 5.6., torna-se evidente que os visitantes inquiridos consideram as actividades realizadas na Oficina como mais interessantes, quando comparadas com a leitura de livros científicos ou didácticos ou a visualização de programas televisivos didácticos. A maioria das respostas dadas coloca a oficina em primeiro lugar na importância atribuída para a aprendizagem das Ciências da Terra.

Apesar desta questão ter sido alterada após o estudo piloto, os resultados revelam que se justificava uma reformulação, já que número de respostas consideradas “nulo” foi considerável. Este facto prende-se com a dificuldade demonstrada por alguns participantes na utilização da escala fornecida. Frequentemente não colocavam por ordem as classes dadas, mas antes atribuíam o mesmo valor a todas as classes.

As questões 8 a 15 do questionário, referem-se a objectivos específicos delineados para a sessão, particularmente no que se refere ao reconhecimento da Geologia como ciência, o seu objecto de estudo, os saberes específicos e a sua importância na vida quotidiana.

Perante quatro definições fornecidas, 65% dos inquiridos optou pela definição correcta de Geologia (C) (figura 5.7.).

#### Distribuição de respostas à definição de Geologia

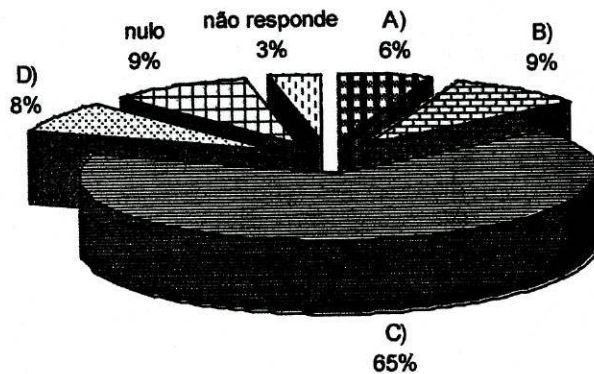


Figura 5.7. – Gráfico de distribuição de respostas à questão de escolha múltipla para a definição de Geologia.

#### Opções de resposta:

- A) a ciência que estuda os seres vivos, os fenómenos vitais e as suas leis;
- B) a ciência que estuda a distribuição dos fenómenos físicos, biológicos e humanos à superfície do Globo;
- C) a ciência que estuda a história da Terra, a sua estrutura, os materiais que a compõem, a sua natureza, forma e origem;
- D) a ciência que estuda as civilizações antigas, com base nos vestígios e materiais que vão sendo descobertos.

Esta percentagem aumenta quando questionados em relação aos instrumentos utilizados pelos geólogos. Perante quatro opções fornecidas, 72% escolheram a lista correcta (B) (figura 5.8.).

Este resultado pode justificar-se tendo em conta o interesse manifestado pelos visitantes, principalmente os mais jovens, pelo contacto com estes objectos pela primeira vez. O contacto com o martelo de geólogo, a bússola, os mapas, etc, constituiu momentos de muita participação.

Distribuição das respostas relativas aos instrumentos utilizados em Geologia

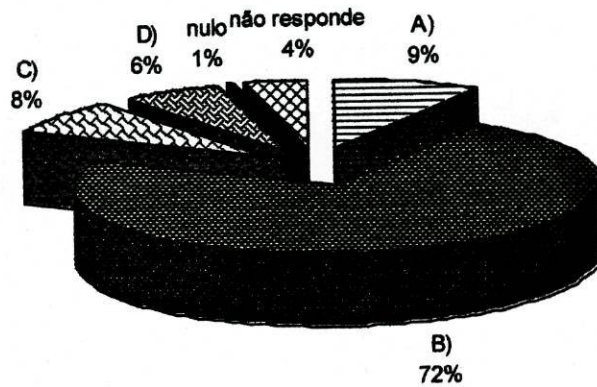


Figura 5.8. – Gráfico de distribuição de respostas à questão de escolha múltipla relativa aos instrumentos utilizados em Geologia.

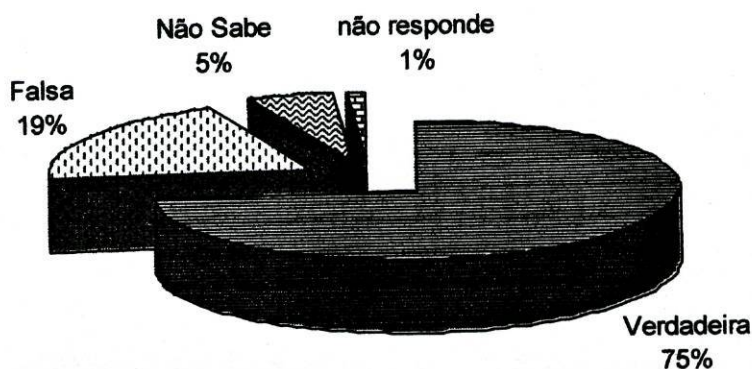
Opções de resposta:

- A) Estetoscópio, mapa, martelo, bisturi;
- B) Martelo, bússola, mapa, microscópio;
- C) Telescópio, estetoscópio, martelo, bisturi;
- D) Estetoscópio, mapa, martelo, termómetro.

Foi pedida a classificação de três frases, relacionadas com termos/conceitos abordados durante a sessão. Assinalariam V, se a considerassem verdadeira, F se a considerassem falsa ou NS, se não soubessem.

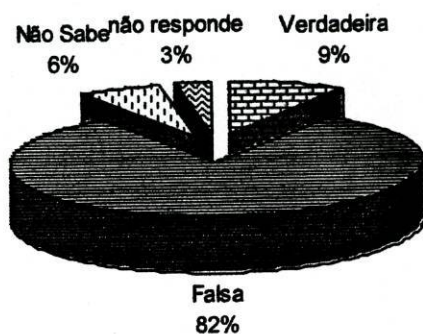
Nas primeiras duas questões a maioria dos visitantes fez a classificação correcta, 75% e 82%, respectivamente, enquanto na terceira apenas se verificam 39% de respostas correctas (figuras 5.9., 5.10. e 5.11.). A análise pode sugerir que conceitos/temas mais abrangentes como o aparecimento de vida na Terra, a época em que viveram os Dinossauros ou o aparecimento do Homem possam ser mais significativos do que conceitos mais específicos, como a idade do granito do Porto.

**Distribuição de respostas à Afirmação:  
A vida na Terra existe há mais de dois mil anos**



**Figura 5.9.**– Gráfico de distribuição de respostas relativas à classificação de uma afirmação relacionada com um conteúdo.

**Distribuição de respostas à afirmação:  
« Os primeiros seres humanos viveram na mesma época dos  
Dinossauros.»**



**Figura 5.10.**– Gráfico de distribuição de respostas relativas à classificação de uma afirmação relacionada com um conteúdo.

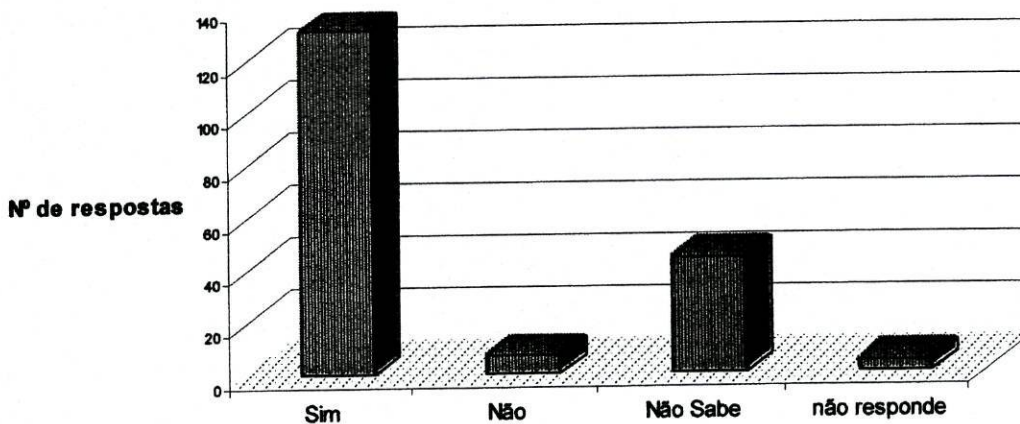
**Distribuição de respostas à afirmação:**  
**«O granito que existe no Porto formou-se na altura em que os Dinossauros se extinguiram.»**



**Figura 5.11.**– Gráfico de distribuição de respostas relativas à classificação de uma afirmação relacionada com um conteúdo.

Quando questionados quanto à importância do conhecimento geológico na segurança das obras de construção civil, a maioria das respostas é afirmativa (figura 5.12).

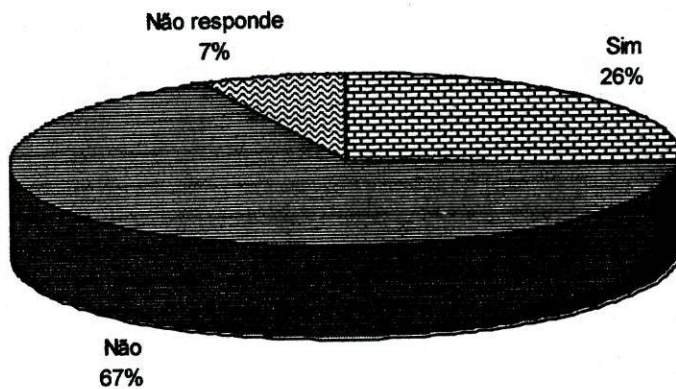
**Distribuição de respostas relativas à importância do conhecimento geológico na segurança das obras de construção civil**



**Figura 5.12.**– Gráfico de distribuição de respostas relativas à importância do conhecimento geológico na segurança de obras de construção civil

No entanto, quando questionados no sentido de conhecerem e referirem exemplos em que o desconhecimento geológico tenha sido a causa de acidentes, apenas 26% dos visitantes responderam afirmativamente (figura 5.13.).

**Percentagem de visitantes que conhecem acidentes relacionados com desconhecimento geológico**



**Figura 5.13.**– Gráfico de distribuição de respostas relativas ao conhecimento de algum exemplo em que o desconhecimento geológico tenha sido causa de acidente.

Dos indivíduos que apresentaram exemplos podem indicar-se os referidos na tabela 5.2..

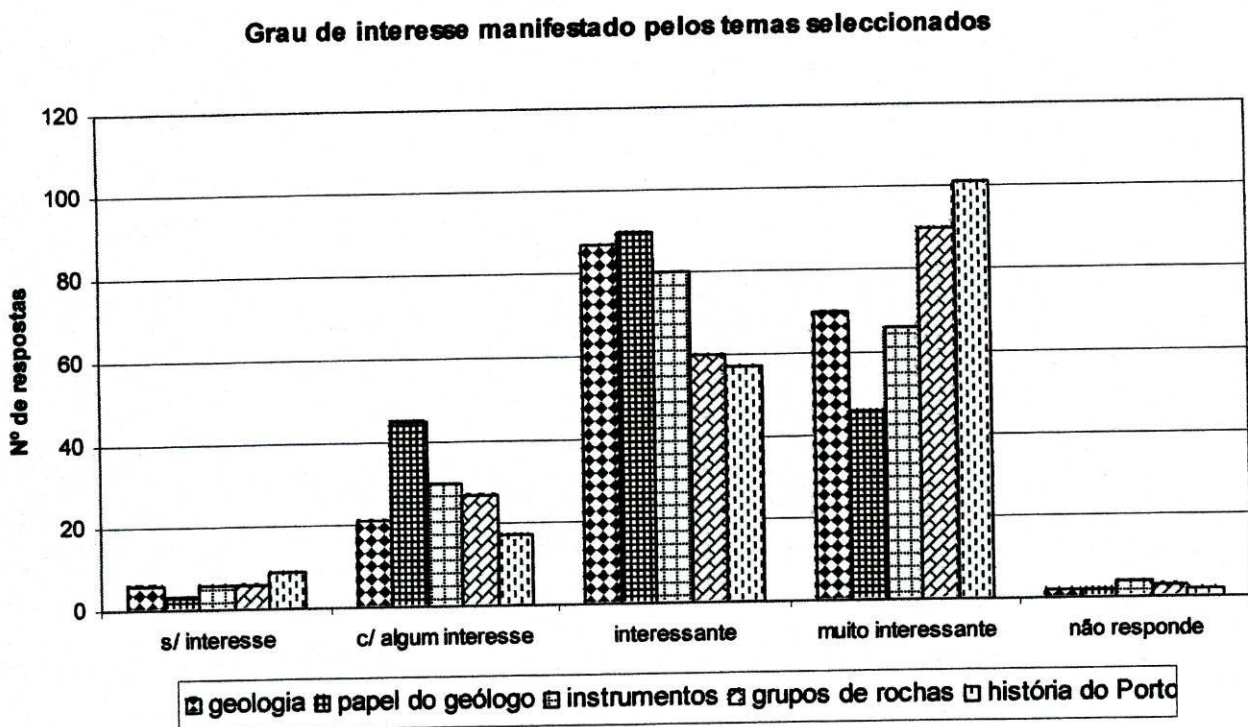
Exemplo apresentado	Nº de visitantes
Perfurações realizadas nos metros de Lisboa e Porto	13
Acidentes em minas	1
Desabamento de terras e edifícios	8
Acidente da Ponte de Entre-os-Rios	12
Acidente de uma barragem	5
Problemas em Alqueva	8

**Tabela 5.2.** – Distribuição das respostas dos visitantes em função dos exemplos que apresentaram

Entre os exemplos apresentados podem destacar-se os problemas nas obras dos metros de Lisboa e Porto e o acidente da Ponte de Entre-os-Rios.

Um outro objectivo deste estudo, era conhecer o interesse que os visitantes manifestavam quer pelos temas, quer pelas actividades seleccionadas; assim como a sua apreciação relativamente aos materiais construídos.

Relativamente ao interesse manifestado pelos temas seleccionados para a sessão verificou-se o seguinte (figura 5.14.):



**Figura 5.14.**– Gráfico de distribuição de respostas relativas à manifestação de interesse pelos vários temas abordados na sessão.

Da análise deste gráfico pode afirmar-se que a maior parte dos visitantes considerou os temas seleccionados como “interessante” e “muito interessante”.

Os visitantes tiveram ainda a oportunidade de manifestarem a sua apreciação relativamente às actividades propostas durante a sessão (figura 5.15).

## Apreciação da participação nas actividades

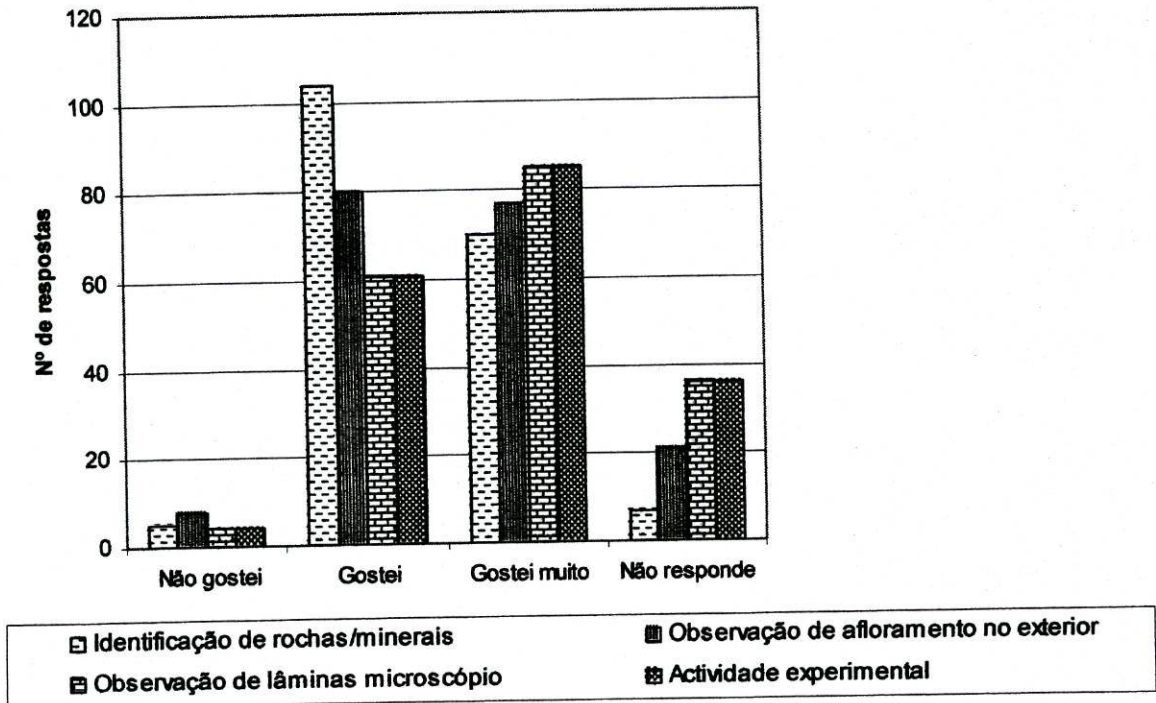
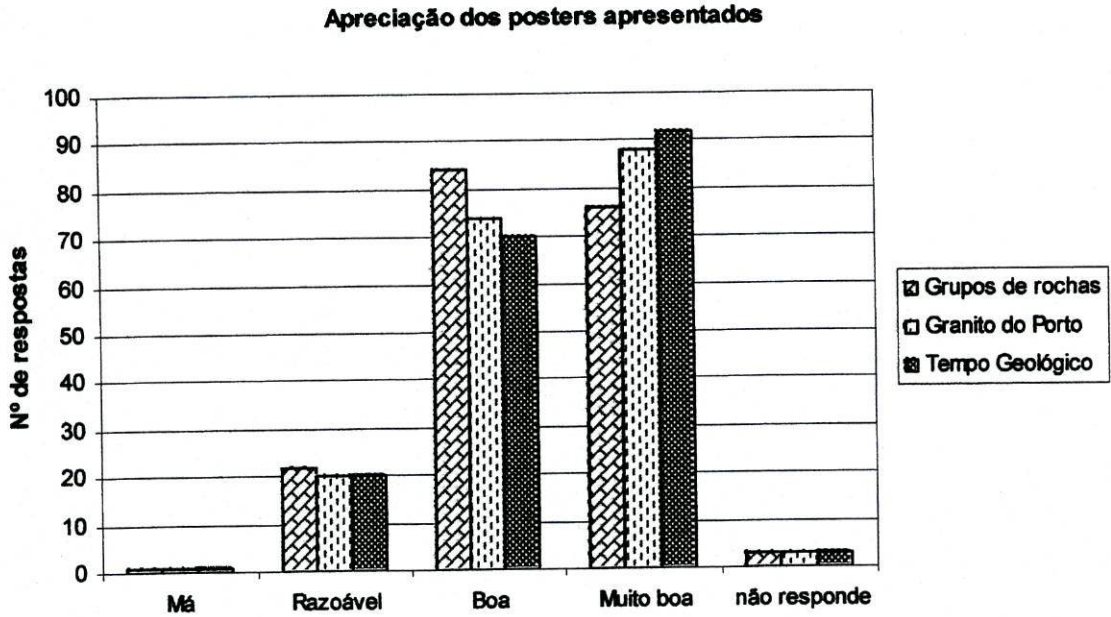


Figura 5.15.- Gráfico de distribuição de respostas relativas à apreciação da participação dos visitantes nas actividades propostas durante a sessão.

A maioria das respostas distribuem-se pelas classes “gostei” e “gostei muito”, não podendo destacar-se claramente nenhuma das actividades.

As respostas “não responde”, deveriam ser mais correctamente consideradas “não realizadas”, isto é, nem todas as actividades foram realizadas em todas as sessões. As actividades realizadas prendem-se com opções feitas pelos monitores tendo em conta a faixa etária do grupo, o seu interesse nas actividades e o tempo disponível.

Dado os *posters* terem sido de extrema importância para a clarificação dos termos/conceitos assim como de unificação de toda a sessão, os visitantes foram questionados quanto à sua qualidade tendo em vista os seus objectivos fundamentais.



**Figura 5.16.**– Gráfico de distribuição de respostas relativas à apreciação dos *posters* apresentados na sessão.

Da análise da figura 5.16., pode afirmar-se que a maioria dos visitantes inquiridos classificaram a qualidade dos *posters* apresentados como “Boa” e “Muito boa”.

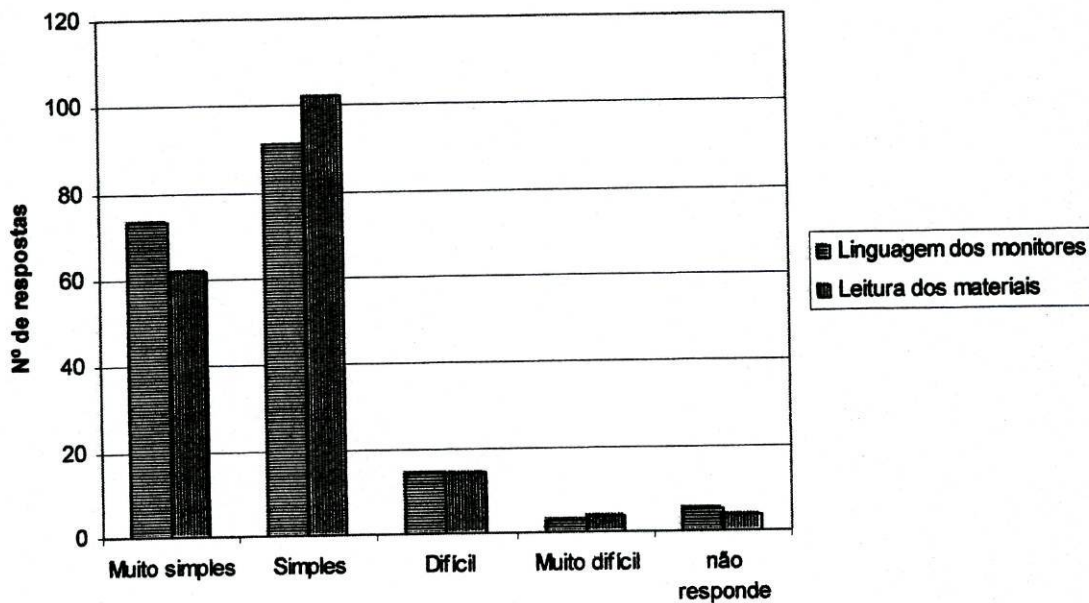
Um outro aspecto de grande importância para a consecução dos objectivos deste trabalho relaciona-se com a interacção dos visitantes, quer relativamente aos monitores, quer quanto aos materiais. Estas interacções foram analisadas segundo a apreciação relativamente à linguagem utilizada pelos monitores e a leitura dos materiais apresentados.

Da análise da figura 5.17. pode concluir-se que a maioria dos participantes considerou a linguagem dos monitores e a leitura dos *posters* como “muito simples” e “simples” o que manifesta que não sentiram dificuldades a estes níveis.

A interacção pode ainda ser avaliada pela possibilidade de colocar questões/dúvidas. 81% dos visitantes referem ter tido oportunidade de colocar dúvidas (figura 5.18), o que terá sido determinante para o desenvolvimento da interacção entre o grupo, os materiais e o monitor.

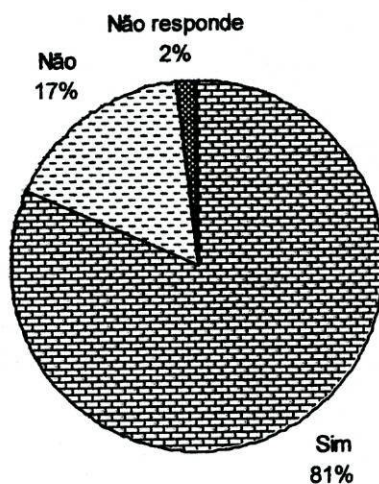
Assim, pode dizer-se que a interacção desenvolvida durante as sessões é satisfatória para a maioria dos visitantes.

**Apreciação da interacção desenvolvida durante a sessão**



**Figura 5.17.**– Gráfico de distribuição de respostas relativas à apreciação dos visitantes relativamente à linguagem utilizada pelos monitores e a leitura dos materiais.

**Oportunidade de colocar dúvidas**

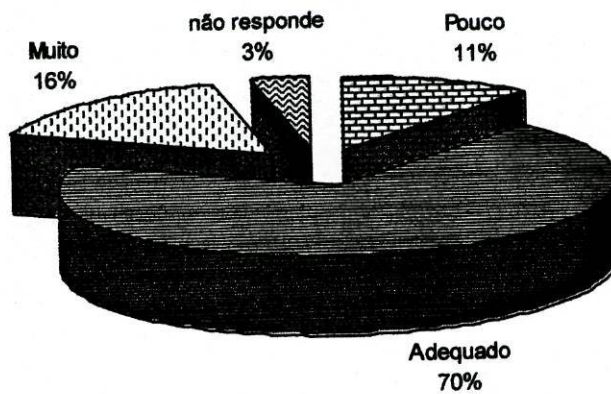


**Figura 5.18.**– Gráfico de distribuição de percentagens de respostas relativas à oportunidade de colocar dúvidas durante a sessão.

Uma das análises mais importantes para o desenvolvimento e avaliação deste projecto era o tempo atribuído a cada actividade e a duração total da sessão. Os questionários realizados permitiram também esta reflexão.

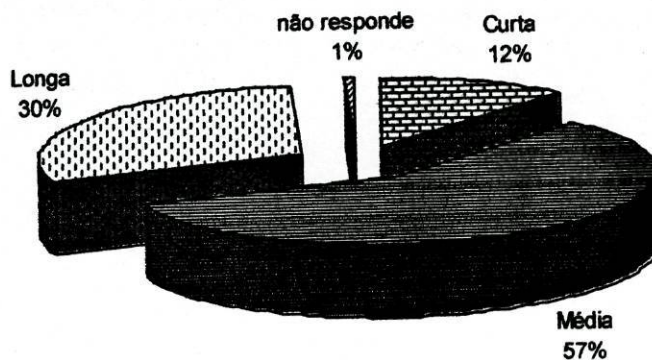
70% dos inquiridos referem que o tempo disponível para cada actividade é “adequado” (figura 5.19.) e 57% consideram que a sessão tem uma duração “média” (figura 5.20.).

**Apreciação do tempo para cada actividade**



**5.19.**– Gráfico de distribuição de percentagens de respostas relativas à apreciação dos visitantes quanto ao tempo disponível para cada actividade.

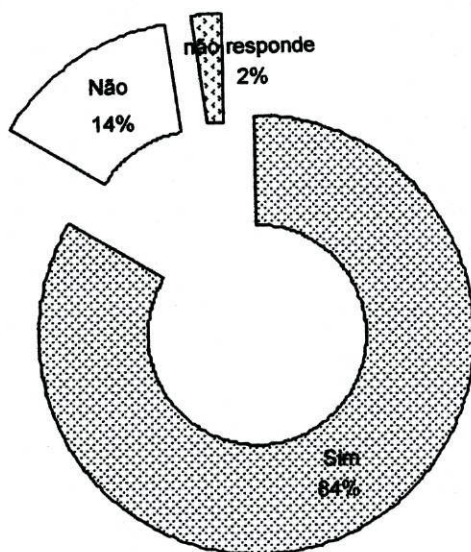
**Apreciação da duração da sessão**



**Figura 5.20.**– Gráfico de distribuição de percentagens de respostas relativas à apreciação dos visitantes quanto à duração da sessão.

Uma das finalidades fundamentais deste trabalho de investigação-acção era promover o “gosto” por este tipo de espaço/actividades e pela própria temática abordada. Manifestaram interesse em participar em sessões similares 84% dos inquiridos, o que é considerado bastante significativo (figura 5.21.).

### Interesse na participação noutras oficinas



**Figura 5.21.**– Gráfico de distribuição de percentagens de respostas relativas ao interesse dos visitantes na participação em espaços similares.

Foi ainda questionado aos visitantes que manifestaram interesse em participar noutras oficinas, quais os temas que gostariam de abordar nessas sessões. A distribuição de respostas encontra-se na figura 5.22..

## Distribuição de temas propostos

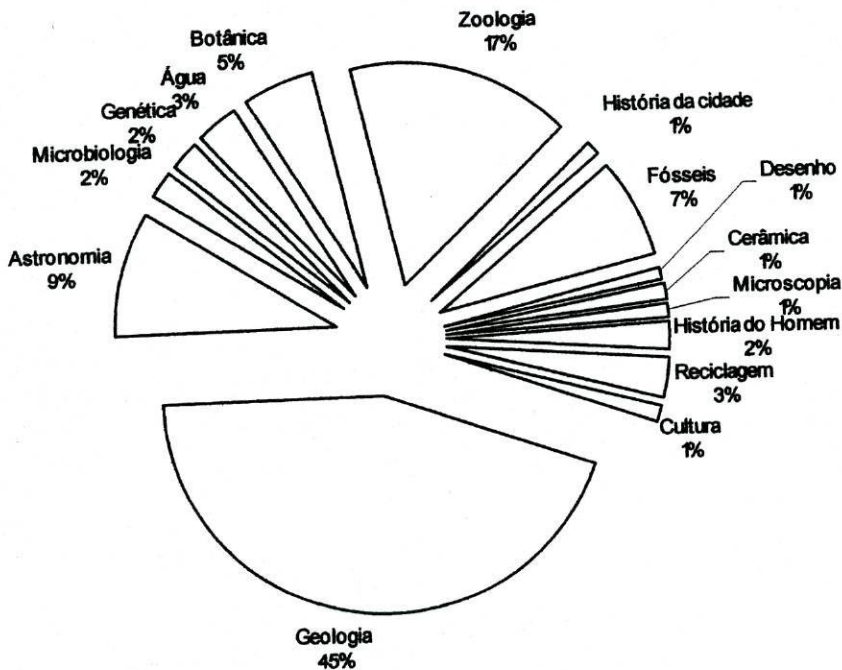


Figura 5.22.— Gráfico de distribuição de percentagens respostas relativas aos temas propostos pelos visitantes para outros espaços similares.

Pode concluir-se que, quando questionados a fornecer sugestões de temas a tratar nessas sessões, 45% referem temas ligados à geologia, tendo sido referidos temas como: minas, rochas do Porto, rochas e minerais, vulcões e dinossauros. Podendo ainda assinalar-se outros temas ligados às Geociências, como a Astronomia (9%) ou os Fósseis (7%).

Aparecem bastantes sugestões de temas relacionados com as Geociências, o que permite afirmar que o objectivo de promover o “gosto” por estas temáticas e conhecer mais foi atingido, isto é, permitiu desenvolver a curiosidade pela ciência.

Da análise de todos os resultados apresentados, pode adiantar-se que:

- os visitantes revelaram alguns saberes específicos da temática e demonstraram reconhecer a importância da Geologia em alguns problemas de incidência social;
- os temas propostos foram considerados “interessantes” e “muito interessantes” por 47% e 38% da amostra, respectivamente;
- os materiais e as actividades cativaram 93% da população inquirida, uma vez que 55% “gostaram” e 38% “gostaram muito”;
- os materiais, as actividades e estratégia propostas são possíveis de desenvolver pelos monitores;
- a participação nesta sessão motivou a participação noutras actividades similares de aproximação com a ciência, dado que 84% dos visitantes refere interesse em participar, sugerindo mesmo os temas que gostariam de ver abordados;
- a participação nesta sessão orientada por um modelo construtivista e CTS promoveu o gosto pela Geologia, uma vez que 45% sugerem temas dentro desta área como proposta para outras Oficinas.

## **CAPÍTULO 6**

### **CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E IMPLICAÇÕES DO ESTUDO**

#### **6.1) INTRODUÇÃO**

No presente capítulo será realizada uma reflexão geral sobre o trabalho levado a cabo, que se concretiza em três domínios: a consecução dos objectivos e finalidades propostas, as limitações do trabalho e as suas implicações para a formação da investigadora e para o contexto actual da educação em Ciências.

As conclusões gerais deste trabalho serão apresentadas e posteriormente uma breve reflexão sobre algumas das suas limitações. Serão enunciados os contrastes entre o que se pretendia alcançar com este projecto e o que se conseguiu obter. Será também apresentada a reflexão sobre a pertinência deste projecto no contexto em se desenvolveu.

O contributo da realização deste trabalho no percurso de formação da investigadora será também abordado, dada a sua área específica de formação inicial e o seu interesse no domínio do Ensino das Ciências.

#### **6.2) CONCLUSÕES GERAIS**

No capítulo 5 foram apresentados os resultados desta investigação e simultaneamente procedeu-se à sua análise. Neste momento importa “ler” estes resultados à luz dos objectivos a que se propunha este trabalho, enquadrando-os em todo o estudo desenvolvido.

Foi anteriormente referido que este projecto não pretendia alcançar metas muito ambiciosas, tão somente contribuir para a promoção da literacia numa área tão esquecida dos nossos currículos, como é a Geologia. A construção de materiais e actividades inseridos numa estratégia fundamentada no movimento CTS, foi desenvolvida num espaço não-formal/informal – Oficina Pedagógica – desenvolvendo um projecto anterior, iniciado pelo Departamento de Geologia.

A questão-problema apresentada no capítulo 1, «Poderá uma sessão da Oficina de Geologia motivar o interesse e a curiosidade dos visitantes pela temática?», constitui a base da reflexão que a seguir se apresenta. Esta pretende contrapor os resultados obtidos com os objectivos propostos.

🌐 O objectivo de desenvolver um espaço de aproximação entre a ciência e o cidadão, num contexto não-formal e fomentar o interesse por espaços idênticos, foi satisfatoriamente alcançado. A forma como os visitantes, principalmente os mais jovens se envolveram em algumas actividades, permite dizer que a aproximação da ciência com o cidadão é uma meta possível de ser alcançada neste espaço. Por outro lado, a vivência de cada participante, sabendo que a sua aprendizagem não seria posteriormente sujeita a qualquer avaliação, desenvolveu-se de forma muito diversa da realizada no espaço formal da escola. A integração da Oficina no programa “Geologia no Verão” permitiu alargar este conceito, tendo participado nas sessões uma população que visitou a Oficina por interesse próprio, não tendo sido planeado em contexto formal, a escola.

É relevante referir-se que a maioria dos visitantes deste espaço, manifestaram interesse em visitar outros espaços similares.

🌐 Os materiais construídos e as actividades seleccionadas, à luz de um modelo construtivista e numa perspectiva CTS do ensino em ciências, revelaram-se susceptíveis de contribuir para o desenvolvimento de competências e saberes no campo da Geologia. As respostas às questões de saberes específicos e relacionadas com a importância desta ciência na sociedade permitem afirmar que, a maioria dos participantes nas sessões manifestam estar informados neste assunto.

🌐 Os visitantes da Oficina manifestaram interesse em diversas áreas da ciência quando lhes eram pedidas sugestões para outras Oficinas, o que permite afirmar que a sua participação na sessão despertou a sua curiosidade e o seu interesse para assuntos relacionados com a Ciência.

No que diz respeito ao enquadramento da acção desenvolvida face às ideias/situação de partida, após uma reflexão *à posteriori*, a investigadora pensa que:

- deveriam ser introduzidos na sessão elementos que permitissem o contacto com factos reais para o desenvolvimento da ética ambiental e da gestão dos recursos, de forma mais relevante;
- poderiam constituir elementos de análise os problemas derivados da acção humana, os acidentes e fenómenos de carácter geológico e as suas consequências humanas e económicas.

A introdução destes assuntos com actividades, ou mesmo notícias expostas em *posters*, levaria a uma melhor concretização destas ideias que apareceriam transversalmente na sessão e que, muitas vezes não teriam sido tão aprofundadas como a investigadora planeou inicialmente.

Quanto às limitações resultantes da metodologia utilizada e do contexto muito específico em que ocorreu, eram já um elemento presente desde o início da investigação. Os mesmos materiais, utilizados por outros monitores, com outros participantes poderiam originar conclusões diversas das expostas. Surge, assim, a impossibilidade de generalizar os resultados e as conclusões apresentadas. No entanto, a acção desenvolvida assim com as reflexões possíveis com este projecto são, no entender da investigadora, relevantes na área em que se insere. Dado que a aprendizagem das Ciências em espaços não-formais/informais é um assunto ainda de pouca relevância no nosso país.

Um outro contributo deste estudo é no sentido de realçar a importância de uma colaboração efectiva dos professores/educadores na construção deste tipo de espaços. Vários autores (Hicks 1986; Boyer 1996 Borun 1993, 1997) defendem que exposições, actividades, *workshops*, etc, devem ser construídos por uma equipa variada de profissionais onde incluem sempre os professores.

Por outro lado, a noção de que estes espaços devem constituir-se como locais de diversão, onde as actividades podem complementar o ensino formal, foi também uma análise importante deste trabalho. Lucas (1999) refere que a visita a centros de ciência, pensados e construídos com bases construtivistas levam as crianças a aprenderem e divertir-se com isso.

Estudos de natureza similar, de acção mais prolongada no tempo, indicam que a participação em actividades, exposições sobre ciência podem mesmo alterar concepções anteriores e abrir a porta a novos conhecimentos (Borun 1995, 1996). Lucas (1999) refere no seu estudo que algum tempo após a visita se ter realizado, as crianças se lembravam das actividades, da nova informação e eram capazes de fazer relações entre o que aprenderam na visita e as aulas.

Referindo a importância de espaços não-formais de aprendizagem, Heimlich *et al* (1996) indica que o desafio para a equipa que os orienta passa por usar a atracção da natureza e transformar o que parece divertimento numa ferramenta que encoraje os visitantes a sentirem-se mais familiarizados, atingindo níveis de envolvimento cada vez mais profundos.

Assim, pode dizer-se que a construção dos materiais e actividades, implementados na Oficina Pedagógica de Geologia do Palácio de Cristal respondeu a estas novas perspectivas no ensino das Ciências. Tornar os espaços não-formais/informais cada vez mais próximos e mesmo complementares da escola. Este é o desafio para os próximos anos.

### 6.3) LIMITAÇÕES DA INVESTIGAÇÃO

A preocupação em elaborar materiais apelativos e motivadores do saber, assim como de uma estratégia que integrasse actividades diversificadas, baseada numa perspectiva construtivista e que envolvesse os princípios orientadores da perspectiva CTS, descrita no capítulo 4, constituiu a base fundamental de todo o trabalho. Importa, por isso reflectir, que as opções tomadas neste domínio influenciaram de forma muito marcada todos os resultados e conclusões realizadas.

A fase inicial deste projecto, em que se realizou a análise e reflexão sobre literacia, perspectivas da Educação em Ciências e definição de diferentes contextos de ensino-aprendizagem, foi decisiva para a sua concretização. Só o enquadramento do projecto num campo abrangente e teoricamente fundamentado permitiu à investigadora minorar a insegurança que este projecto lhe transmitia.

A necessidade de tornar acessíveis assuntos com um certo grau de complexidade e que se tornassem claros durante as diversas actividades propostas, sem

no entanto distorcer ou deturpar a sua realidade, foi uma etapa que envolveu grande dificuldade. A opção de abranger uma panorâmica geral da Geologia com base nos exemplos da realidade circundante não foi uma tarefa simples de concretizar. Borun (1997) refere que estes espaços (museus) enfrentam um difícil desafio: ensinar formas de compreensão da ciência a aprendizes cujas estruturas de conhecimento variam enormemente.

O facto de não ter sido a investigadora a *conduzir* as sessões, mas sim os monitores introduziu um factor de variabilidade muito importante, que se traduziu, com certeza, nos resultados que se obtiveram. Cada monitor interpretou a seu modo o esquema geral fornecido e as indicações/sugestões dadas na sessão que a investigadora levou a cabo. Por outro lado, os materiais, quando usados por várias pessoas podem não ser aplicados e desenvolvidos da mesma forma. As suas perspectivas de educação em ciência e as suas práticas, assim como as suas adaptações individuais em cada sessão muito influenciaram este trabalho.

Os resultados apoiados num questionário desenvolvido pela investigadora, não podem ser discutidos, sem se fazer uma referência a este instrumento. A inexperiência da investigadora na elaboração deste tipo de instrumentos aliada à necessidade de uma análise com base em atitudes, interesses e alguns saberes específicos, dificultou a sua concretização. A opção por questões, na sua maioria, fechadas prendeu-se com a sua análise posterior. A preocupação de que as questões fossem correctamente entendidas pelos inquiridos, e sua relevância para o estudo em causa, levou a várias reformulações. Residindo aqui uma das limitações deste trabalho, a opção pela utilização de um questionário e não de entrevistas ou outro tipo de registos, prendeu-se com as características específicas em que ocorreu.

#### 6.4) IMPLICAÇÕES DO TRABALHO NO PERCURSO DE FORMAÇÃO DA INVESTIGADORA

Recordar a questão inicial, «De que modo a construção de materiais e a sua implementação, numa perspectiva de “ciência para todos”, contribui para a formação da investigadora?», é fundamental para a reflexão que agora se apresenta.

A investigadora, professora do 11º grupo B, com formação inicial de Biologia, teve oportunidade de melhorar os seus saberes tanto na área das Ciências da Terra, como na área da Educação em Ciência.

Na escolha do tema geral intervieram de forma decisiva vários factores, quer de ordem pessoal, quer ligados à profissão da investigadora. O interesse pelos domínios educacional e da didáctica, o desejo de construir materiais e desenvolver um percurso pedagógico e, de forma mais relevante, intervir no meio social presidiram à motivação para este trabalho. Por outro lado, o facto do objectivo desta investigação ultrapassar a sua própria duração - os materiais construídos e as estratégias desenvolvidas permanecerão na Oficina mesmo após a investigação ter terminado - constituiu um interesse adicional e simultaneamente uma maior responsabilidade.

A investigadora teve oportunidade de desenvolver um projecto que desde sempre lhe despertou interesse e para o qual sempre se sentiu motivada. Bogdan & Biklen (1994) referem que «sem paixão pode não ter fôlego suficiente para manter o esforço necessário à conclusão do trabalho». Foi muitas vezes esta “paixão” pelo projecto que fez a investigadora avançar, nos momentos mais difíceis de ultrapassar. Como quando situações imprevistas, instituídas por pessoas externas, tiveram um efeito muito mais importante na investigação, do que o efeito esperado.

A metodologia escolhida para desenvolver o projecto permitiu um maior auto-conhecimento, aumentar a consciência relativamente aos problemas da educação dos nossos dias e transpor a Investigação-Ação para a vida profissional, procurando alterar alguns comportamentos/atitudes típicos do dito ensino formal. Permitiu também ter novos conhecimentos ou aprofundar outros o que significou aumentar a atenção e dedicação relativamente a questões particulares do processo ensino-aprendizagem. Esta metodologia, porque se constituiu como uma forma de acção, permitiu ganhar auto-confiança, e encorajou a prossecução de outros objectivos.

Na sua experiência como professora ao longo do desenvolvimento deste projecto foi notória a preocupação com a implementação de estratégias variadas que tornaram o ensino dentro da sala de aula menos formal. Esta aproximação é referida por Dib (1997) como uma solução para os problemas actuais no ensino em ciências. Este autor refere que esta transição pode passar por uma alteração de estratégias, centrando o processo educativo no aluno, dando maior importância ao “aprender” do que ao “ensinar”. Esta transição para um ensino menos formal prende-se, fundamentalmente com a

aproximação dos saberes com a realidade dos alunos, dando respostas às questões colocadas pela sociedade em que cada escola está inserida.

Há ainda a salientar que o contacto com as temáticas das Geociências permitiram à investigadora alargar os seus conhecimentos, permitindo desenvolver nela própria o gosto pela Geologia e o aperfeiçoamento de competências e saberes nesta área do conhecimento.

A participação neste projecto, no que se refere particularmente à implementação satisfatória de toda acção planificada levou a um crescimento e uma valorização da reflexão em todas as actividades da investigadora.

Este trabalho pode considerar-se inacabado, já que a motivação para a Geologia continuará para além deste projecto. Também os materiais/estratégias permanecerão na Oficina, e os seus efeitos serão manifestados por todos aqueles que a visitarem no futuro.

#### **6.5) IMPLICAÇÕES DO TRABALHO NO CONTEXTO ACTUAL DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

Pode referir-se que o projecto desenvolvido é importante no contexto actual, dado que se baseia em dois domínios fundamentais: a literacia em ciência e a aprendizagem em espaço não formal.

Dada a pertinência do estudo, já referida no capítulo 1, importa saber qual a reflexão que pode fazer-se no final, integrando as contribuições deste trabalho na problemática referida.

As preocupações crescentes com a educação científica na nossa sociedade têm sido manifestadas na própria organização dos novos currículos do Ensino Básico. Marques et al (2001), referem que toda a pessoa para assumir a sua plena cidadania necessita de uma informação, conhecimento e formação que a habilitem e possibilitem a intervir de forma mais consciente, responsável, empenhada e democrática no seu quotidiano. Constituindo a literacia científica um percurso lento e para toda a vida, este projecto representa apenas uma etapa deste caminho.

A literacia científica no nosso país só poderá avançar se forem colocadas ao cidadão situações em que este é confrontado com a ciência e as questões científicas. É necessário um investimento maior em programas de promoção científica.

É também importante referir a necessidade urgente de formar educadores de ciência, pessoas que tenham formação quer científica, quer educacional e se sintam motivadas para esta tarefa. A questão da formação e da aposta económica é essencial para que este tipo de projectos avance e permita um real melhoramento das atitudes dos cidadãos face à ciência. Aceitar que este é um papel importante na nossa sociedade, passa por fomentar projectos como este, permitir a formação de muitos animadores/monitores e fornecer-lhes condições de trabalho.

Hicks (1986) refere que a maioria das pessoas faz a sua primeira visita a um museu integrada num grupo escolar. São estas experiências iniciais que permitirão aos futuros cidadãos, formar as suas atitudes perante estes espaços de aprendizagem. Tendo como certo que não se aprende só na sala de aula, mas numa diversidade de locais e meios, importa que alguns destes sejam particularmente pensados e cuidados para motivar os cidadãos para a ciência, para o ambiente, etc.

Por outro lado, quando nestes espaços se tem a preocupação de responder aos interesses e questões colocadas pelos alunos e pela sociedade, os seus visitantes tomarão atitudes mais positivas, mais confiantes. Os alunos podem divertir-se enquanto aprendem e sentir-se mais seguros quando essas temáticas forem abordadas no espaço formal.

A utilização das Ciências da Terra, do seu conhecimento científico específico e das suas metodologias como motivadoras da construção de uma cidadania consciente e responsável aparece como um dos objectivos fundamentais nos currículos do Ensino Básico. Esta área científica emerge nos novos currículos deixando a imagem de “parente pobre” das ciências.

Este projecto pretendeu realçar a contribuição particular das Geociências para o desenvolvimento de competências cognitivas, como a visualização espacial, a perspectiva de tempo, a construção de *métodos científicos* pode constituir uma solução para os deficits de literacia apresentados pelos nossos alunos. Julgamos deste modo, ter contribuído para o enriquecimento ao nível do conhecimento geológico, mas sobretudo incentivar/motivar a um melhor desempenho da cidadania.

Ao longo deste trabalho foi fomentado um novo conceito de escola:

- ④ a *nova* escola, preocupada com as expectativas e as questões dos seus alunos, atenta às imposições de uma sociedade de permanente mudança, tem de se empenhar no desenvolvimento de competências nos seus alunos;
- ④ a *nova* escola deve sair de si mesma, observar o meio em que se insere, visitar o que existe para além dos seus muros;
- ④ a *nova* escola deve aceitar como companheiros de viagem os museus, as oficinas, as praias, os monumentos, as montanhas, as minas, etc...
- ④ a *nova* escola deve permitir que outros espaços colaborem na árdua tarefa de educar os seus alunos;
- ④ a *nova* escola deve tornar-se menos formal ...

## BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, A., BEGONHA, A., BORGES, L. & PRAIA, J. (2000). Itinerário geológico. Roteiro 4 – o granito na cidade. *XX Curso de actualização de professores de geociências, Porto - Portugal*.
- ALMEIDA, A., MATEUS, A., VERÍSSIMO, A., SERRA, J., ALVES, J. M., DOURADO, L., PEDROSA, M. A., MAIA, M. E., FREITAS, M. & RIBEIRO, R. (2001). *Ensino experimental das ciências, (re)pensar o ensino das ciências*, Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, Lisboa -Portugal.
- ÁNGEL, J. B. (1996). *La investigación-acción: un reto para el profesorado*, INDE Publicaciones, Barcelona - Espanha.
- ANDRADE, A. S. (2001). Questões-problemas do quotidiano. Contributos para uma abordagem globalno currículo de geociência. In *Geociências nos currículos dos ensinos básico e secundário* (Marques, L. & Praia, J., eds.), pp. 115-129. Universidade de Aveiro, Aveiro.
- ARAÚJO, M. M. T. M. V. (2001). Alfabetização científica e actividade de outdoor em geologia: uma experiência inovadora. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto.
- ARIZA, R. P. (1987). El maestro como investigador en el aula. Investigar para conocer, conocer para enseñar. *Investigación en la escuela*, 63-69.
- ASTOLFI, J. P., PETERFALVI, B. & VÉRIN, A. (1998). *Como as crianças aprendem as ciências*. Trans. Maria José Figueiredo, Instituto Piaget, Lisboa - Portugal.
- ÁVILA, P. & CASTRO, P. (2000). *Contributo para uma análise e reformulação do inquérito à cultura científica dos portugueses*, Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa, Lisboa - Portugal.
- BARBOSA, B., FERREIRA, N. & BARRA, A. (1999). Importância da geologia na defesa do património geológico, no geoturismo e no ordenamento do território. In *Genovas*, pp. 22-33.
- BATES, D. (1996). Making and using videos for teaching geology. In *Geoscience education and training, in schools and universities, for industry and public awareness* (Stow, D. A. V. & McCall, G. J. H., eds.), pp. 263-271. The Association of Geoscientists for International Development, Roterdão.
- BELL, J. (1997). *Como realizar um projecto de investigação*, Gradiva, Lisboa - Portugal.
- BEVIÁ, J. L. (2001). El papel de la investigación didáctica en la organización del nuevo currículo de Geociencias. In *Geociências nos currículos dos ensinos básico e secundário* (Marques, L. & Praia, J., eds.), pp. 59-92. Universidade de Aveiro, Aveiro.

- BEZZI, A. (1999). What is this thing called geoscience? Epistemological dimensions elicited with the repertory grid and their implications for scientific literacy, pp. 675-699. John Wiley & Sons, Inc.
- BOGDAN, R. & BIKLEN, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Trans. Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos, Telmo Mourinho Baptista, Porto Editora Lda, Porto - Portugal.
- BORGES, F. S., MARQUES, M. & NORONHA, F. (1985). *IX Reunião da Geologia do Oeste Peninsular, Porto - Portugal*.
- BORGES, F. S. (1994). *Catálogo descritivo do Museu de Mineralogia Prof. Montenegro de Andrade*, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto - Portugal.
- BORUN, M., MASSEY, C. & LUTTER, T. (1993). Naive Knowledge and design of science museum exhibits. *Curator* 36, 201-219.
- BORUN, M., CLEGHORN, A. & GARFIELD, C. (1995). Family learning in museums: a bibliographic review. *Curator* 38(4), 262-270.
- BORUN, M., CHAMBERS, M. & CLEGHORN, A. (1996). Families are learning in science museums. *Curator* 39(2), 123-138.
- BORUN, M. & DRITSAS, J. M. (1997). Developing family-friendly exhibits. *Curator* 40, 178-196.
- BORUN, M., CHAMBERS, M., DRITSAS, J. & JOHNSON, J. I. (1997). Enhancing family learning through exhibits. *Curator* 40(4), 279-295.
- BOYER, C. L. (1996). Using museum resources in the K-12 social studies curriculum. *Eric Digest*.
- CACHAPUZ, A. (2000). *Perspectivas de ensino - formação de professores - Ciências*, Centro de estudos de educação em Ciência, Porto - Portugal.
- CACHAPUZ, A., PRAIA, J. & JORGE, M. (2000). Reflexão em torno de perspectivas do ensino das ciências: contributos para uma nova orientação curricular-ensino por pesquisa. In *Revista de educação*, pp. 69-78.
- CANAVARRO, J. M. (1999). *Ciência e Sociedade*, Quarteto Editora, Coimbra.
- CARMO, H. & FERREIRA, M. M. (1998). *Metodologia da investigação - guia para a auto-aprendizagem*, Universidade Aberta, Lisboa - Portugal.
- COLL, C., MARTÍN, E., MAURI, T., MIRAS, M., ONRUBIA, J., SOLÉ, I. & ZABALA, A. (2001). *O construtivismo na sala de aula*. Trad. José Carlos Tunes Eufrázio, Edições ASA, Porto - Portugal.
- COSTA, J. C. & TEIXEIRA, C. (1957). *Carta geológica de Portugal - notícia explicativa da folha 9-C Porto*, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa - Portugal.

- COSTA, F., GARCIA, M. A., GAMEIRO, M. I. & TERÇA, O. M. (1997). *Geologia construindo conceitos sobre a Terra - materiais para professores*, Instituto de Inovação Educacional, Linda -a- Velha - Portugal.
- COUTINHO, R. M. T. (1998). A contribuição da educação para a formação da cidadania. *Inovação* 11, 161-169.
- DECOURT, J. & PAQUET, J. (1986). *Geologia, objectos e métodos*, Livraria Almedina, Coimbra - Portugal.
- DELISLE, R. (2000). *Como reallizar a aprendizagem baseada em problemas*. Trad. Vítor Oliveira, Edições ASA, Porto - Portugal.
- DÍAZ E. G. (1987) La interacción con el medio en relación con la investigación en la escuela. In *Investigación en la Escuela*, pp. 57-61.
- DIB C. Z. (1997) Como promover a necessária transição da educação formal para educação não-formal em sala de aula: uma efectiva estratégia no ensino da ciência. In *International Conference on Science Education - Globalization of Science Education*, pp. 135-140, Seul, Coreia.
- DIB C. Z. (1994) Estratégias não formais para a inovação em educação: conceito, importância e esquemas de implementação. In *Science and Mathematics Education for the 21<sup>st</sup> Century: Towards Innovatory Approaches*, pp. 608-616, Concepción, Chile.
- DIB C. Z. (1992) O professor de física na educação não-formal e o novo papel do livro de texto. In *V Reunião Latino-Americana sobre Educação em Física*, pp. 26-41. Instituto de Física UFRGS, Gramado, Brasil.
- DIB C. Z. (1987) Educação formal, não-formal e informal: conceituação/aplicabilidade. In *IV Congresso Interamericano de Educação em Física*, pp. 300-315. American Institute of Physics, Oaxtepec, México.
- DÍAZ, E. G. (1987). La interacción con el medio en relación con la investigación en la escuela. *Investigación en la escuela*, 57-61.
- ELLIOTT, J. (1991). *El cambio educativo desde la investigación-acción*, Ediciones Morata, Madrid - Espanha.
- ELLIOTT, J. (1994). *La investigación-acción en educación*, Ediciones Morata, S. L., Madrid - Espanha.
- ESTEVES, A. J. (1986). A investigação-acção. In *Metodologia das ciências sociais*, pp. 251-278. Edições Afrontamento.
- GALOPIM de Carvalho, A. M. (1996). *Geologia, morfogénese e sedimentogénese*, Universidade Aberta, Lisboa - Portugal.

- GALOPIM de Carvalho, A. M. (1997). *Geologia, petrogénese e orogénese*, Universidade Aberta, Lisboa - Portugal.
- GALOPIM de Carvalho, A. M. (2001). *Sopas de pedra*, Gradiva, publicações, Lda, Lisboa.
- GALVÃO, C., NEVES, A., FREIRE, A. M., LOPES, A. M. S., SANTOS, M. C., VILELA, M. C., OLIVEIRA, M. T. & PEREIRA, M. (2001). *Orientações curriculares terceiro ciclo - Ciências Físicas e Naturais*, Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica, Lisboa.
- GARCIA, M. J. (1999). Para qué sirven las rocas? In *Alambique: Didáctica de las Ciencias experimentales*, pp. 21-31.
- GARRET, R. M. (1995). Resolver problemas en la enseñanza de las ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias experimentales* 5, 6-15.
- GASS, I. G., SMITH, P. J. & WILSON, R. C. L. (1984). *Vamos compreender a Terra*, Livraria Almedina, Coimbra - Portugal.
- GIL, F. G. & LOURENÇO, M. C. (1999). Que ganhamos hoje em levar os nossos alunos a um museu? In *Comunicar ciência*, pp. 4-5.
- GUISASOLA, J. & INTXAUSTI, S. (2000). Museos de ciencia y educación científica: una perspectiva histórica. *Alambique: Didáctica de las Ciencias experimentales* 26, 7-27.
- GONÇALVES, M. E., ÁVILA, P., CASTRO, P., COSTA, S., DIEGO, C., GARCIA, J. L., MENDES, H., JESUÍNO, J. C. & NUNES, J. A. (1998). *Cultura científica*. Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa.
- HAURY, D. L. & MILBOURNE, L. A. (1998). Choosing instructional materials for environmental education. *Eric Digest*.
- HEIMLICH, J. E. (1996). Adult learning in non formal institution. *Eric Digest*.
- HICKS, E. C. (1986). Museums and schools as partners. *Eric Digest*.
- HOCHLEITNER, R. *Minerais*, Círculo de Leitores.
- HURD, P. D. (1997). *Inventing science education for the new millennium*, Teachers College Press, New York.
- HURD, P. D. (1998). *Scientific literacy new minds for a changing world*. Science education, John Wiley & sons, Inc.
- JAÉN, M. (2000). Cómo podemos utilizar en geología el planteamiento y resolución de problemas? *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 8(1), 69-74.
- KALI, Y. & ORION, N. (2000). Can you win them all? - The rock-cycle as a framework for integrating diverse approaches in science education. *Journal of Geoscience Education*.

- KENNETT, P. (1996). The science of the Earth' for the 11 to 16 year old. In *Geoscience education and training , in schools and universities, for industry and public awareness* (Stow, D. A. V. & McCall, G. J. H., eds.), pp. 273-280. The Association of Geoscientists for International Development, Roterdão.
- LUCAS, K. B. (1999) When Mr. Jones took Grade 5 to the Sciencentre. Artigo apresentado AARE-NZARE conference.
- MAARSCHALK, J. (1988). Scientific literacy and informal science teaching. *Journal of Research in Science Teaching* 25, 135-146.
- MARQUES, M., FLORES, D., JESUS, A. P. & DIAS, A. J. G. (1994). Geologia dos arredores do Porto. *XIV Curso de actualização de professores de geociências, Braga - Portugal*.
- MARQUES, L., PRAIA, J., AURORA, A. & LEITE, A. (1997). *Congresso Internacional en la Didáctica de las Ciencias, Murcia - Espanha*.
- MARQUES, M., NORONHA, F., FLORES, D. & RODRIGUES, B. G. (2000). Geologia da faixa costeira de Lavadores – Porto. *XX Curso de actualização de professores de Geociências, Porto - Portugal*.
- MARQUES, L., PRAIA, J. & TRINDADE, V. (2001). Situação da educação em geociências em Portugal: um confronto com a investigação didáctica. In *Geociências nos currículos dos ensinos básico e secundário*, pp. 15-38. Universidade de Aveiro, Aveiro.
- MARTINS, I. (1999). *VII Encontro Nacional da Educação em Ciências, Faro - Portugal*.
- MARTINS, I. & VEIGA, M. L. (1999). *Uma análise do currículo da escolaridade básica na perspectiva da educação em ciências*, Instituto de Inovação Educacional.
- MARTÍNEZ, J. S., CASTRO, L., BONÁN, L., CHAPERON, C. & KRINER, A. (1999). Expominar: un nuevo recurso dadáctico para la enseñanza de la geologia en la Argentina. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 7(2), 136-142.
- MATEUS, A., VERÍSSIMO, A., DOURADO, L., PEDROSA, M. A., FREITAS, M. & RIBEIRO, R. *Concepção e concretização das acções de formação 1*, Ministério da educação , departamento do ensino secundário.
- MEMBIELA, P. (1997). Alfabetización científica y ciencia para todos en la educación obligatoria. *Alambique: Didáctica de las Ciencias experimentales* 13, 37-44.
- MEMBIELA, P. (2000). *Trabalho prático e experimental na educação em ciências, Braga - Portugal*.
- MOREIRA, J. R. S. (2001). O trabalho de campo em Geologia com alunos do 11º ano - uma perspectiva inovadora. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto.

- NASCIMENTO, E. V. & AFONSO, M. O. (1995). *Ciências Naturais - 7º Ano*, Texto Editora, Lisboa.
- NORONHA, F. & LETERRIER, J. (2000). Complexo metamórfico da Foz do Douro (Porto). Geoquímica e geocronologia. *Revista Real Academia Galega de Ciências*, 21-42.
- NUNES, M. C. & PEREIRA, M. (1999). Literacia científica e tecnológica e as tomadas de decisão. In *Metodologias do ensino das ciências - investigação e prática dos professores*, pp. 357-370. Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora, Évora.
- OLIVEIRA, R. M. C. (2001). Deterioração de monumentos graníticos: o caso da Faculdade de ciências da Universidade do Porto - abordagem didáctica. Dissertação de mestrado, Universidade do Porto.
- ORION, N. (2001). A educação em ciências da Terra. Da teoria à prática - implementação de novas estratégias em diferentes ambientes de aprendizagem. In *Geociências nos currículos dos ensinos básico e secundário* (Marques, L. & Praia, J., eds.), pp. 93-114. Universidade de Aveiro, Aveiro.
- PEDRINACI, E. (1998). Qué aporta el medio que nos rodea al aprendizaje de las ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias experimentales*, 51-52.
- PEDRINACI, E. (1999). Conocer los "archivos" del planeta. *Alambique: Didáctica de las Ciencias experimentales* 22, 9-16.
- PEDRINACI, E. (1999). Las rocas y sus orígenes: presentación de la monografía. *Alambique: Didáctica de las Ciencias experimentales* 22, 5-6.
- PÉREZ, D. G. & PEÑA, A. V. Una alfabetización científica para el siglo XXI: obstáculos y propuestas de actuación. In *Investigación en la escuela*.
- PÉREZ, C., DIAZ, M. P., ECHEVARRÍA, I., MORETIN, M. & CUESTA, M. (1998). *Centros de ciencia: espacios interactivos para el aprendizaje*, 26, Servicios Editorial da Universidad del País Vasco, Bilbao- Espanha.
- POPP, J. H. (1998). *Geologia geral*, Livros Técnicos e Científicos Editora Lda S. A., Rio de Janeiro.
- POZO, J. I., POSTIGO, Y. & CRESPO, M. Á. G. (1995). Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas en ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias experimentales* 5, 16-26.
- POZO, J. I. (2000). Por qué los alumnos no aprenden la ciencia que les enseñamos?: El caso de las ciencias de la tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 8(1), 13-19.
- PÓVOAS, L. & LOPES, C. (1998). *V Congresso Nacional de Geologia, Lisboa - Portugal*.

- PRAIA, J. & MARQUES, L. (1995). Investigação educacional em Geociências : linhas de desenvolvimento. In *Memória*. Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto - Portugal.
- PRAIA, J., RODRIGUES, B. G. & DIAS, A. J. G. (1995). *Matosinhos - monografia do concelho*, Câmara Municipal de Matosinhos, Matosinhos - Portugal.
- PRAIA, J. & MARQUES, L. (1998). Educação em Geociências em Portugal: contributos para uma análise dos currículos dos 7º e 10º anos. In *V Congresso Nacional de Geologia, Lisboa - Portugal*.
- PRESS, F. & SIEVER, R. (2001). *Understanding Earth - third edition*, W. H. Freeman and Company, New York - USA.
- PRIETO, R. H. & VILLASÁN, C. S. (1998). Las ciencias fuera del aula: consideraciones generales. *Alambique: Didáctica de las Ciencias experimentales*, 53-61.
- QUIVY, R. & CAMPENHOUDT, L. (1992). *Manual de investigação em Ciências Sociais*. Trans. João Marques
- RASCO, J. F. A. (1990). Investigación-acción y curriculum: una nueva perspectiva en la investigación educativa. *Investigación en la escuela* 11, 39-49.
- REID, C. (1996). Geology for all: the role of the provincial museum in developing the public understanding of geoscience. In *Geoscience education and training, in schools and universities, for industry and public awareness* (Stow, D. A. V. & McCall, G. J. H., eds.), pp. 681-693. The Association of Geoscientists for International Development, Roterdão.
- RIBEIRO, A., ANTUNES, M. T., FERREIRA, M. P., ROCHA, R. B., SOARES, A. F., ZBYZEWSKI, G., ALMEIDA, F. M., CARVALHO, D. & MONTEIRO, J. H. (1979). *Introduction à la géologie générale du Portugal*, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa - Portugal.
- RIBEIRO, A., PEREIRA, E. & SEVERO, L. (1980). Análise da deformação da zona de cisalhamento Porto-Tomar na transversal de Oliveira de Azeméis. In *Comunicações do Serviço Geológico de Portugal*, pp. 3-9. Serviço Geológico de Portugal.
- ROMANI, J. R. & TWINDALE, C. R. (1998). *Formas y paisajes graníticas*, Universidade del Coruña.
- SANTOS, M. E. (1999). *Desafios pedagógicos para o século XXI*, Livros Horizonte, Lda, Lisboa - Portugal.
- SÁ, S. E. V. O. (2000). Ciência-Tecnologia-Sociedade. Uma implementação no ensino/aprendizagem do 8º ano na disciplina de Ciências Físico-químicas. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho.

- SCHAUBLE, L. & BARTLETT, K. (1997). Constructing a science gallery for children and families: the role of research in an innovative design process. John Wiley & Sons, Inc.
- SEMKEN, S. C. (2000). Some great ideas for geoscience teachers. *Journal of Geoscience Education* **48**, 570-604.
- SILVA, D. J. R. (1936). *Granitos do Porto*, Araújo e Sobrinho, Porto - Portugal.
- SILVA, C. M. & CACHÃO, M. (1998). *V Congresso Nacional de Geologia, Lisboa - Portugal*.
- SILVA, B. D. (1998). *Educação e comunicação*, Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho, Braga - Portugal.
- SILVA, J. C. B. V. (2001). Complexo metamórfico da Foz do Douro: contributos científico-didáticos. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto.
- TAVARES, A. (2000). *Trabalho prático e experimental na educação em ciências, Braga - Portugal*.
- TEIXEIRA, C. (1970). Aspectos geológicos da Orla Litoral do Porto e de V. N. de Gaia. In *Revista Naturalia*, pp. 13-29.
- WAGENSBERG, J. (1998). A favor del conocimiento científico (los nuevos museos). *Alambique: Didáctica de las Ciencias experimentales* **18**, 85-99.
- WYLLIE, J. P. (1976). *A Terra. Nova Geologia Global 2ª Edição*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa- Portugal.
- UNESCO International stratigraphic chart.
- (1998). Educação, Integração, cidadania. Editorial do Ministério da Educação.
- (1999). Inquérito à cultura científica dos portugueses 1996-1997. Ministério da Ciência e Tecnologia.
- (2000). Inquérito à cultura científica dos portugueses 2000. Ministério da Ciência e Tecnologia.
- (2000). Para uma sociedade do conhecimento e da informação 2000-2006. Ministério da Ciência e Tecnologia.
- (2000). Política científica e a promoção da cultura científica dos portugueses 1996-2000. Ministério da Ciência e Tecnologia.
- (2000). A educação para o século XXI. Unesco.
- (2000). Grandes opções do plano para 2000. Assembleia da República.
- (2001). *Enciclopédia do Universo Mini - rochas, fósseis e minerais*, Porto Editora Lda, Porto - Portugal.

*Sites consultados*

<http://geoinfo.nmt.edu>

<http://volcano.und.nodak.edu>

[www.aare.edu.au/](http://www.aare.edu.au/)

[www.bbc.co.uk](http://www.bbc.co.uk)

[www.dnr.state.mn.us/minerals](http://www.dnr.state.mn.us/minerals)

[www.ericfacility.net/ericdigests/index](http://www.ericfacility.net/ericdigests/index)

[www.exploratorium.edu](http://www.exploratorium.edu)

[www.igm.pt/](http://www.igm.pt/)

[www.iie.min-edu.pt](http://www.iie.min-edu.pt)

[www.mii.org](http://www.mii.org)

[www.scotese.com](http://www.scotese.com)

[www.ucmp.berkeley.edu](http://www.ucmp.berkeley.edu)